

การผลิตผสมผสานด้วยคอมพิวเตอร์ : ส่วนแขนกล

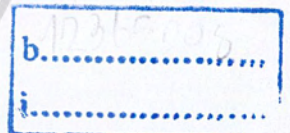
COMPUTER INTEGRATED MANUFACTURING :

ROBOT ARM SECTION



T119217

เลขหมู่.....119217
เลขทะเบียน.....
วัน,เดือน,ปี.....- 6 S.H. 2554



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมระบบควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

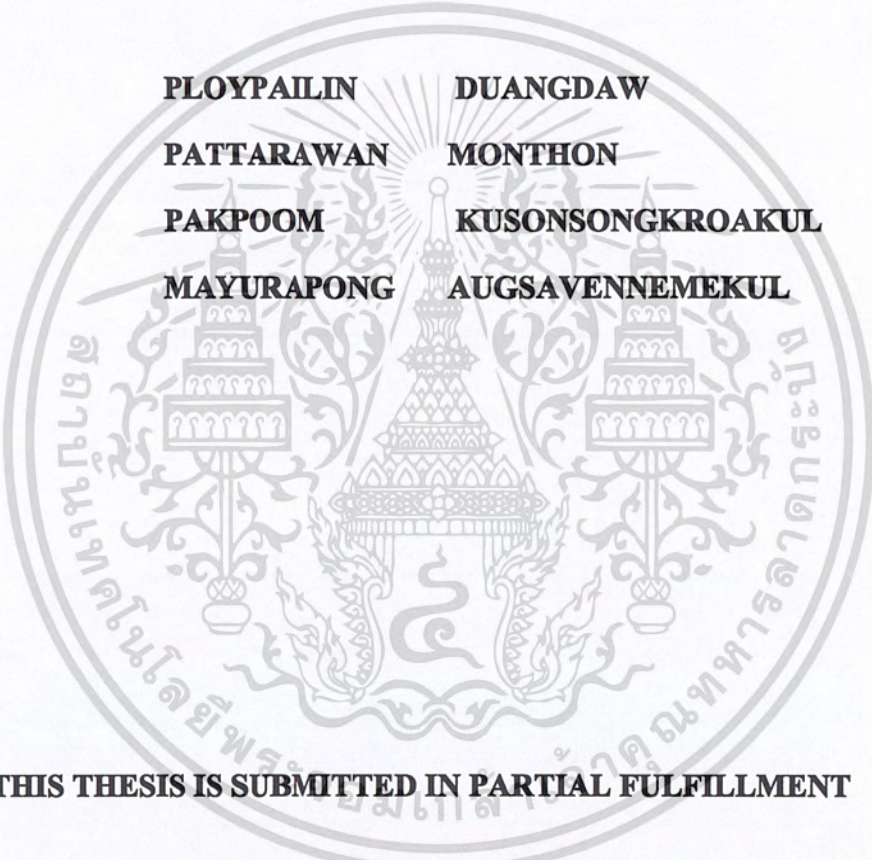
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COMPUTER INTEGRATED MANUFACTURING :

ROBOT ARM SECTION



PLOYPAILIN DUANGDAW
PATTARAWAN MONTHON
PAKPOOM KUSONSONGKROAKUL
MAYURAPONG AUGSAVENNEMEKUL

THIS THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN CONTROL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2553

สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การผลิตผสมผสานด้วยคอมพิวเตอร์ : ส่วนแขนกล

COMPUTER INTEGRATED MANUFACTURING : ROBOT ARM SECTION

ผู้จัดทำ นางสาวพลอยไพลิน ดวงดาว 50011069

นางสาวภัทรวรรณ มณฑล 50011159

นายภาคภูมิ กุศลสงเคราะห์กุล 50011162

นายมยุรพงศ์ อัสวินนิมิตกุล 50011218

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์.ดร.วันชัย ธีรวัชร)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์เทพจิตร เชยโสภา)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร.วรรณดี เพชรมณีล้ำค่า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การผลิตผสมผสานด้วยคอมพิวเตอร์ : ส่วนแขนกล

โดย

นางสาวพลอยไพลิน ดวงดาว	50011069
นางสาวภัทรวรรณ มณฑล	50011159
นายภาคภูมิ กุศลสงเคราะห์กุล	50011162
นายมยุรพงศ์ อัสวินนิมิตกุล	50011218

อาจารย์ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ ดร. วันชัย ธีรรัฐจา

ดร. วรณดี เพชรหมณีล้ำค่า

อาจารย์ เทพจิตร เชยโกศา

ปีการศึกษา 2553

บทคัดย่อ

ปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้ นำเสนอทฤษฎีและการจำลองระบบควบคุมสำหรับควบคุม การทำงานภายในระบบอุตสาหกรรมการผลิต โดยโครงสร้างของระบบประกอบด้วย ส่วนที่ใช้สังเกตการณ์และควบคุมการทำงานทั้งระบบผ่านทางจอแสดงผล ระบบที่ใช้ติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์หรือเครื่องจักรแต่ละตัว ระบบลำเลียงชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการผลิตแต่ละส่วนในสายการผลิต และระบบแขนกลใช้เคลื่อนย้ายหรือบรรจุชิ้นงาน จุดมุ่งหมายของโครงงานนี้คือเพื่อทำการศึกษาระบบการทำงานและการติดต่อสื่อสารกันระหว่างระบบต่างๆ เพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างสอดคล้องกันอย่างเป็นระบบ โดยส่วนที่ได้รับผิดชอบของโครงงานนี้เป็นการศึกษา ออกแบบและควบคุมการทำงานในส่วนของแขนกล

ขั้นตอนดำเนินการ เริ่มจากการออกแบบและผลิตชิ้นส่วนต่างๆของแขนกลโดยใช้แผ่นอะคริลิกมาประกอบเป็น โครงสร้างของแขนกลในส่วนของข้อต่อต่างๆเพื่อใช้ติดตั้งเซอร์โวมอเตอร์ ศึกษาและออกแบบวงจรสวิตซ์ควบคุม สำหรับใช้ควบคุมการทำงานเซอร์โวมอเตอร์ และใช้บอร์ดควบคุมการทำงาน Stamp168 ในการติดต่อสื่อสารแบบอนุกรมด้วย RS232 กับคอมพิวเตอร์ PC ผ่านทางพอร์ต USB แล้วจึงเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์และ Download Code เพื่อทำการทดลองจากการทดลองพบว่าระบบควบคุมที่ได้ออกแบบนั้น สามารถควบคุมระบบให้แขนกลทำงานไปอยู่ ณ ตำแหน่งที่ต้องการได้ โดยมีค่าความผิดพลาดอยู่ในระดับที่ยอมรับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COMPUTER INTEGRATED MANUFACTURING : ROBOT ARM SECTION

By

Miss Ploypailin	Duangdaw	50011069
Miss Pattarawan	Monthon	50011159
Mr. Pakpoom	Kusonsongkroakul	50011162
Mr. Mayurapong	Augsavenemekul	50011218

Advisors

Assoc. Prof. Dr. Vanchai Riewruja
Dr. Wandee Petchmaneelumka
Mr. Thepjit Cheypoca

Academic Year 2010

ABSTRACT

This thesis presents theory and modeling process used in the manufacturing industry. The structure of the simulation process consists of observation and control of all system via the monitor display , system used to communicate between each equipment or machinery ,conveyor system through a process of manufacturing jobs in each production line and robot arm used to moving or packaging. The aim of this project is to study process and communication between systems. To make it work consistently in a systematic way. In this project, responsible section is the design and control robot arm system.

Procedure of process starts from designing and implementing the parts of the robot arm by using few pieces of acrylic. The structure of the robot's joints uses servo motor. Study and design keypad joystick circuit for control servo motors. Stamp 168 is used to control serial communication with RS232 to the computer PC via USB port. Then controlling program is written and burn onto stamp 168 board for experiment. The results show that the implemented system can control robot arm to move to the desired position with the acceptable error.

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เพราะได้รับความช่วยเหลือเป็นอย่างดี จาก รศ.ดร. วันชัย ธีรรัฐหา อาจารย์เทพจิตร เชยโกศา และดร. วรณดี เพชรมณีล้ำค่า ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำที่ดีมาโดยตลอดตั้งแต่ต้นรวมทั้งเอื้อเฟื้ออุปการะที่จำเป็นและความช่วยเหลืออื่นๆที่เป็นประโยชน์ต่อโครงการ ผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง

ขอขอบคุณสาขาวิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุมที่เอื้อเฟื้ออุปการะและสถานที่ในการปฏิบัติงาน

ขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่ให้งำลังใจ สนับสนุนอุปการะที่ขาดเหลือ กระตุ้นเตือน รวมทั้งคอยถามไถ่ความคืบหน้าของโครงการอยู่เสมอ

สุดท้ายนี้ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว ที่คอยเป็นกำลังใจที่ดีตลอดมา รวมถึงการสนับสนุนในเรื่องของงบประมาณที่ขาดเหลือ ตลอดจนเป็นแรงบันดาลใจที่ดีที่สุดที่ทำให้โครงการนี้สำเร็จสมบูรณ์ลงได้

ผู้จัดทำ

นางสาวพลอยไพลิน

ดวงดาว

นางสาวภัทรวรรณ

มณฑล

นายภาคภูมิ

กุศลสงเคราะห์กุล

นายมยุรพงศ์

อัศวินนิมิตกุล

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VII
สารบัญตาราง	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 กล่าวนำ	1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา	1
1.3 ขั้นตอนของการศึกษาและการจัดทำโครงการ	2
1.4 รายละเอียดของปริญญานิพนธ์	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 การผลิตผสมผสานด้วยคอมพิวเตอร์(CIM)	4
2.1.1 รายละเอียดเกี่ยวกับComputer Integrated Manufacturing(CIM)	4
2.1.2 ส่วนประกอบของระบบ CIM	5
2.1.2.1 CAD (Computer Aided Design)	5
2.1.2.2 CAM (Computer Aided Manufacturing)	5
2.1.2.3 CAE (Computer Aided Engineering)	6
2.1.3 ระบบฐานข้อมูลในระบบ CIM	7
2.1.4 ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ของระบบ CIM	8
2.2 ระบบลำเลียงสินค้า	10
2.2.1 ส่วนประกอบของระบบลำเลียงสินค้า	11
2.2.1.1 รถลำเลียงสินค้า (Vehicle)	11
2.2.1.2 สถานี(Station)	11
2.2.1.3 จอแสดงผลการทำงาน (Monitor)	12
2.2.1.4 บอร์ดที่ใช้ในการควบคุม (Main Controller)	12

2.3 แขนกล (Robot arm)	13
2.3.1 หลักการทำงานของแขนกล	14
2.3.2 การประยุกต์ใช้งาน	14
2.4 หุ่นยนต์แมลง 6 ขา	15
2.4.1 ส่วนประกอบของหุ่นยนต์แมลง	15
2.4.1.1 ฮาร์ดแวร์	15
2.4.1.2 ซอฟต์แวร์	16
2.4.2 การประยุกต์ใช้งาน	16
2.5 หุ่นยนต์ 2ขา (Humanoid)	16
2.5.1 หลักการทำงาน	17
2.5.2 ส่วนประกอบของ Humanoid	17
2.5.2.1 ฮาร์ดแวร์	17
2.5.2.2 ซอฟต์แวร์	18
2.5.3 การประยุกต์ใช้งาน	18
บทที่ 3 หลักการออกแบบ	19
3.1 ฮาร์ดแวร์	19
3.1.1 โครงสร้างทางกายภาพ	19
3.1.2 เซอร์โวมอเตอร์	20
3.1.2.1 การควบคุมการทำงานของ เซอร์โวมอเตอร์	21
3.1.3 วงจรแขนกล	23
3.1.3.1 ส่วนอินพุตเพื่อรับคำสั่งตำแหน่งของเซอร์โวมอเตอร์	23
3.1.3.2 ส่วนของคอนโทรลเลอร์	24
3.2 ชนิดของเซอร์โวมอเตอร์	27
3.3 ซอฟต์แวร์	28
3.4 การเคลื่อนที่ของแขนกล	28
บทที่ 4 ผลการทดลอง	29
4.1 การทดลองโครงสร้างของแขนกล	29
4.2 ผลการทดลอง	29
4.3 ตารางแสดงผลการทดลอง	30

บทที่ 5 บทวิจารณ์และสรุป	31
5.1 สรุปผลการทดลอง	31
5.2 ปัญหาที่พบและแนวทางแก้ไข	32
ภาคผนวก ก โปรแกรมควบคุมแขนกล (Visual Basic)	34
ภาคผนวก ข पोสเตอร์ระบบแขนกล	53
เอกสารอ้างอิง	54



สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 องค์ประกอบของระบบจำลองการลำเลียงสินค้า	3
2.2 การเปรียบเทียบระหว่าง Mass production และ CIM	5
2.3 ระบบฐานข้อมูลที่ใช้สำหรับระบบ CIM	7
2.4 ระบบฐานข้อมูลขององค์กรที่ใช้สำหรับระบบ CIM	8
2.5 ฮาร์ดแวร์ส่วนต่างๆที่อยู่ระบบลำเลียง	8
2.6 รถลำเลียง	11
2.7 สถานี	11
2.8 มอนิเตอร์	12
2.9 Main Controller (Et-easy megal1280)	12
2.10 แขนกล (Robot arm)	13
2.11 ส่วนประกอบของแขนกล	14
2.12 หุ่นยนต์แมลง	15
2.13 หุ่นยนต์ 2ขา	16
2.14 ส่วนประกอบของหุ่น Humanoid	17
3.1 แขนกลที่ออกแบบโดยใช้ SolidWorks (Front view)	19
3.2 ภาพจากด้านบนของแขนกล(Top view)	19
3.3 องค์ประกอบภายในของ เซอร์โวมอเตอร์	20
3.4 การป้อนสัญญาณพัลส์เพื่อควบคุม เซอร์โวมอเตอร์	20
3.5 วงจรสวิตช์ควบคุม (Keypad Joystick)	23
3.6 บอร์ดสวิตช์ควบคุม	23
3.7 บอร์ด ET-Easy168 STAMP	24
3.8 AVR รุ่น ET-Easy168 STAMP	25
3.9 วงจร Controller	26
3.10 การจัดสรรหาสัญญาณของบอร์ด ET-EASY168 STAMP	26
3.11 ตำแหน่งหน้าที่ของเซอร์โวมอเตอร์แต่ละตัว	28

สารบัญตาราง

ตารางที่

หน้า

4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างการป้อนสัญญาณพัลส์และองศาการหมุน
ของเซอร์โวมอเตอร์

30



บทที่ 1

บทนำ

1.1 กล่าวนำ

ในปัจจุบัน วงการอุตสาหกรรมในหลายๆประเทศ เกิดการแข่งขันกันอย่างมา ก ส่งผลให้ เทคโนโลยีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวงการอุตสาหกรรมมีการพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็ว จากการที่ผลิตด้วย แรงงานคน ก็มีการปรับปรุงพัฒนา โดยในปัจจุบันมีการนำเอาระบบคอมพิวเตอร์เข้าม ำใช้ในการ ควบคุมกระบวนการผลิตแขนงต่างๆในโรงงานอุตสาหกรรม จนอาจกล่าวได้ว่าอุตสาหกรรมบาง ประเภทจำเป็นต้องใช้คอมพิวเตอร์ ไม่สามารถดำเนินการอุตสาหกรรมโดยไม่มีคอมพิวเตอร์ได้ ตัวอย่างเช่นอุตสาหกรรมยานยนต์ จำเป็นต้องใช้คอมพิวเตอร์ในแทบทุกขั้นตอนการผลิต เพื่อให้ การผลิตสินค้าของตนเองมีกระบวนการผลิตที่รวดเร็ว มีประสิทธิภาพในขั้นตอนการผลิตส่งผลให้ เกิดความคล่องตัวของกระบวนการ และช่วยลดต้นทุนการผลิต จากการเกิดสินค้าที่เสียหายใน ขั้นตอนการผลิตที่ผิดพลาด เนื่องจากกระบวนการผลิตอัตโนมัติจากระบบคอมพิวเตอร์นั้น สินค้าที่ ผลิตออกมาจะเป็นแบบเดียวกันเกือบจะทุกชิ้น โดยการนำระบบคอมพิวเตอร์มาช่วยในงาน อุตสาหกรรมโดยให้มีการทำงานร่วมกัน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการผลิตงานอุตสาหกรรม เป็นที่ รู้จัก และใช้กันอย่างแพร่หลาย คือ CIM

ในโครงการนี้ จึงการศึกษาและจำลองระบบการทำงานของกระบวนการผลิตแบบอัตโนมัติ โดยมีการสั่งการและตรวจสอบด้วยคอมพิวเตอร์ เป็นระบบที่มีใช้กันส่วนใหญ่ในวงการ อุตสาหกรรม ซึ่งในระบบจะประกอบด้วย แขนกล รถลำเลียงสินค้า สถานีที่ทำการติดต่อสื่อสาร ระหว่างรถลำเลียงสินค้ากับตัวควบคุมการส่งสัญญาณ และโปรแกรมที่ทำการสั่งการและตรวจสอบ (Operating and Monitoring) โดยในโครงการนี้ต้องการที่จะตรวจสอบและสั่งการระบบทั้งหมด ให้สามารถทำงานผ่านทางคอมพิวเตอร์ได้

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาการทำงานของระบบการผลิตผสมผสานด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer Integrated Manufacturing,: CIM)
2. ทำการศึกษา ออกแบบ และประดิษฐ์แขนกล (Robot Arm) ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์ที่ ประกอบเป็นโครงสร้างทางกล อุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่เป็นระบบควบคุม รวมถึงส่วนของการ ควบคุมและประมวลผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ทำการออกแบบชิ้นงานที่ใช้ต้นทุนในการผลิตต่ำ และเลือกใช้วัสดุที่มีความเหมาะสมกับการทำชิ้นงาน เพื่อการจำลองระบบจากงานอุตสาหกรรม
4. สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดในเชิงพาณิชย์ได้

1.3 ขั้นตอนการศึกษาและการจัดทำโครงการ

ในการทำโครงการนี้ จำเป็นต้องเรียนรู้และเข้าใจในตัวระบบ Computer Integrated Manufacturing (CIM) ก่อนที่จะเริ่มทำโครงการ หลังจากศึกษาหาข้อมูลมาแล้วพบว่า โครงการนี้เป็นการออกแบบและควบคุมโดยนำระบบ Computer Integrated Manufacturing (CIM) มาใช้จัดการระบบการลำเลียงสินค้าให้ทำงานเป็นลำดับและเพื่อแสดงให้เห็นถึงระบบลำเลียงในโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ส่วนแรก ฮาร์ดแวร์ ประกอบด้วย รางวาง ราง สถานี แขนกล หุ่นยนต์แมลง หุ่นยนต์สองขา วงจรอิเล็กทรอนิกส์ ส่วนที่สอง ซอฟต์แวร์ ประกอบด้วย การโปรแกรมเพื่อควบคุม รางวาง สถานี แขนกล หุ่นแมลง หุ่นยนต์สองขา ส่วนที่สาม โปรเซส คือ การเขียนโปรแกรมควบคุมระบบการลำเลียงสินค้าให้ทำงานเป็นลำดับขั้นตอน และส่วนที่สี่ มอนิเตอร์ คือ ส่วนแสดงสถานะภาพการทำงานของระบบการลำเลียงสินค้าทั้งหมดและสามารถทำการควบคุมระบบจากส่วนนี้ได้ ซึ่งรายละเอียดทั้งหมดจะกล่าวในบทต่อไป

1.4 รายละเอียดของปริญญานิพนธ์

เนื้อหาที่จะกล่าวในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ประกอบด้วย

บทที่ 1 บทนำ กล่าวถึงวัตถุประสงค์ หลักการใหม่ ขั้นตอนการศึกษา และการจัดทำโครงการ พร้อมทั้งรายละเอียดของปริญญานิพนธ์ของแต่ละบท

บทที่ 2 ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง กล่าวถึงหลักการและทฤษฎีในการประมวลผล การใช้งานพอร์ตขนาน การใช้งานพอร์ตอนุกรม วงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่เกี่ยวข้องและ นำเอาความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการจัดทำโครงการ

บทที่ 3 หลักการออกแบบ นำเสนอการประกอบโครงสร้างของระบบ รวมถึงแนวคิดในการออกแบบระบบจำลอง

บทที่ 4 การทดลอง เป็นส่วนการทดสอบองค์ประกอบต่างๆ ในระบบ ตลอดจนการทดลองระบบจำลองการผลิตอัตโนมัติ

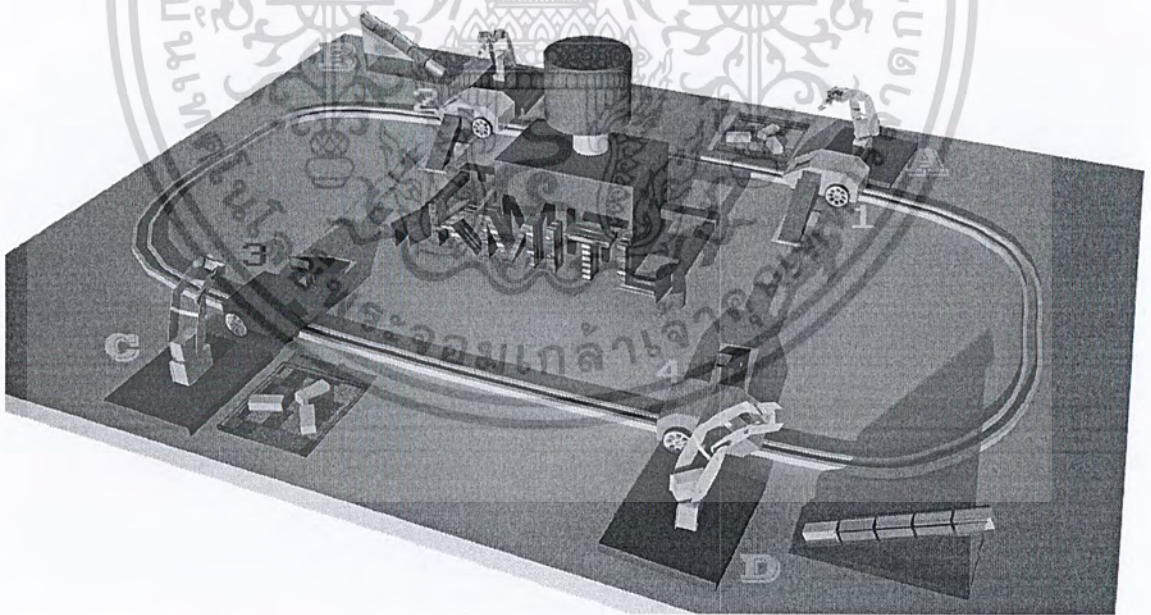
บทที่ 5 บทวิจารณ์และสรุป จะสรุปผลการดำเนินงาน ปัญหาที่เกิดขึ้น และแนวทางการปรับปรุงพัฒนาโครงการนี้ต่อไป

บทที่ 2

ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง

จากที่ได้ทำการศึกษากระบวนการผลิตอัตโนมัติมาแล้วนั้น ก่อนที่จะมีการออกแบบและสร้างระบบ จำเป็นต้องศึกษาองค์ประกอบต่างๆที่เป็นของระบบ Computer Integrated Manufacturing (CIM) ที่สนใจให้เข้าใจเสียก่อน พบว่าระบบมีส่วนที่สำคัญหลายส่วน ดังนั้นในบทนี้จะศึกษาและอธิบายถึงองค์ประกอบต่างๆ ที่จะนำไปใช้งานจริงในระบบ Computer Integrated Manufacturing (CIM) ดังรูปที่ 2.1 โดยออกแบบให้สามารถสั่งการและตรวจสอบการทำงานจากทางมอนิเตอร์ได้ โดยในแต่ละส่วนของระบบจะประกอบด้วย 4 ส่วน

1. การผลิตผสมผสานด้วยคอมพิวเตอร์ หรือ Computer Integrated Manufacturing (CIM)
2. ระบบลำเลียง
3. แขนกล
4. Humanoid
5. หุ่นยนต์แมลงหอกษา



รูปที่ 2.1 องค์ประกอบโดยรวมของระบบจำลองการลำเลียงสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 การผลิตผสมผสานด้วยคอมพิวเตอร์ หรือ Computer Integrated Manufacturing (CIM)

2.1.1 รายละเอียดเกี่ยวกับ Computer Integrated Manufacturing (CIM)

เป็นระบบการผลิตที่ใช้คอมพิวเตอร์เข้ามาควบคุมกระบวนการผลิตทั้งหมด การผสมผสานของระบบ ทำให้มีการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างหน่วยงานแต่ละหน่วยได้ ทำให้แต่ละหน่วยรับรู้ความก้าวหน้าซึ่งกันและกัน ข้อดี คือ ระบบการผลิตจะมีความรวดเร็วและมีข้อผิดพลาดน้อย แม้ว่าข้อดีหลักของ Computer Integrated Manufacturing (CIM) คือความสามารถในการสร้างกระบวนการผลิตอัตโนมัติ โดยทั่วไปแล้วระบบ Computer Integrated Manufacturing (CIM) จะเป็นกระบวนการควบคุมแบบปิด (Closed-loop Control Processes) บนพื้นฐานของข้อมูล ณ ตัวปัจจุบันที่ได้รับจากตรวจรู้ (Sensor)

Computer Integrated Manufacturing (CIM) มีหน้าที่สนับสนุนการทำงานและเป็นระบบการจัดการของระบบการผลิตที่ประกอบด้วยฝ่ายต่างๆ เช่น ฝ่ายงานวิศวกรรม ฝ่ายงานการผลิต ฝ่ายการตลาด และฝ่ายการสนับสนุนอื่นๆ ขอบข่ายหน้าที่การทำงานของ Computer Integrated Manufacturing (CIM) มีหลากหลายอย่าง เช่น ออกแบบ วิเคราะห์ วางแผน จัดซื้อ จัดการบัญชี ต้นทุน ควบคุมคงคลัง และการกระจายผลิตภัณฑ์ เหล่านี้จะถูกเชื่อมโยงโดยคอมพิวเตอร์ไปยังอุปกรณ์ หรือหน่วยต่างๆ ภายในองค์กร Computer Integrated Manufacturing (CIM) จะทำให้สามารถควบคุมกระบวนการได้โดยตรงและสามารถแสดงการทำงานปัจจุบันของทุกกระบวนการทำงาน

ข้อแตกต่าง 3 ประการที่ทำให้ Computer Integrated Manufacturing (CIM) แตกต่างจากระบบการผลิตแบบอื่นๆ คือ

1. สื่อที่ใช้ในการเก็บข้อมูล การคืนสภาพกระบวนการ การควบคุม และการนำเสนอ
2. กลไกการตรวจจับและการตัดแปลงกระบวนการต่างๆ
3. อัลกอริทึมของการประมวลผลข้อมูลที่ได้จากการตรวจจับและการตัดแปลงส่วนประกอบต่างๆ

Characteristic	Mass Production	CIM
Structure		
Span of control	Wide	Narrow
Hierarchical levels	Many	Few
Tasks	Routine, repetitive	Adaptive, craftlike
Specialization	High	Low
Decision making	Centralized	Decentralized
Overall	Bureaucratic, mechanistic	Self-regulation, organic
Human Resources		
Interactions	Stand alone	Teamwork
Training	Narrow, one time	Broad, frequent
Expertise	Manual, technical	Cognitive, social
		Solve problems
Interorganizational		
Customer demand	Stable	Changing
Suppliers	Many, arm's length	Few, close relations

Source: Based on Patricia L. Nemetz and Louis W. Fry, "Flexible Manufacturing Organizations: Implications for Strategy Formulation and Organization Design," *Academy of Management Review* 13 (1988): 627-38; Paul S. Adler, "Managing Flexible Automation," *California Management Review* (Spring 1988): 34-56; Jeremy Main, "Manufacturing the Right Way," *Fortune*, 21 May 1990, 54-64.

รูปที่ 2.2 การเปรียบเทียบระหว่าง Mass production และ CIM

2.1.2 ส่วนประกอบย่อยของระบบ CIM

2.1.2.1 CAD (Computer Aided Design) เป็นการใช้คอมพิวเตอร์มาเป็นเครื่องมือช่วยในการออกแบบและเขียนแบบรวมทั้งสร้าง ภาพสองหรือสามมิติได้โดยสะดวก นอกจากนี้ยังช่วยวิเคราะห์การออกแบบด้วยเช่น ใช้ประเมินค่าพิคัดเผื่อ (Tolerance) ของการสวมหรือประกอบชิ้นงานเข้าด้วยกันก่อนนำไปผลิตจริง เป็นต้น เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการทาง CAD แล้ว แบบที่ถูกเขียนขึ้นก็จะถูกส่งไปยังแผนก NC ทำการเขียนโปรแกรมและป้อนข้อมูล ให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อปฏิบัติการขึ้นรูปทางกล หลังจากนั้นจะมีการทดสอบ run โปรแกรมที่เขียนขึ้นเพื่อหาข้อผิดพลาด เรียกว่า dry run และหลังจากนั้นจากแก้ไขข้อผิดพลาดจนเป็นที่พอใจแล้วก็จะส่งต่อไปยังขั้นตอน CAM

2.1.2.2 CAM (Computer Aided Manufacturing) เป็นการนำเอาซอฟต์แวร์มาใช้ในกระบวนการผลิตต่อเนื่องจาก CAD โดยทำการแปลงของมูลที่ป้อนเข้าไปให้เป็นชุดคำสั่ง และนำไปควบคุมเครื่องจักรกลที่ใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมหรือเครื่องจักรกล CNC นั่นเอง **CAM** เป็นส่วนที่ช่วยเชื่อมโยงระหว่างจินตนาการของการออกแบบกับการผลิตผลิตภัณฑ์ให้สำเร็จ **CAM** ช่วยแปลงข้อมูลจาก CAD (Computer Aided Design) ไปสู่ข้อมูลที่ใช้ในการผลิตชิ้นงานนั้นๆ ซอฟต์แวร์ **CAM** จะทำการแปลงข้อมูลของต้นแบบ 3D ที่ได้จากการออกแบบด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CAD ให้อยู่ในรูปของโปรแกรมคำสั่งพื้นฐานสำหรับการผลิตหรือ G-code. G-code เป็นภาษาที่ทางเครื่องจักร (Numerical Controlled Machine Tools) สามารถเข้าใจว่าจะต้องทำการผลิตอย่างไร G-code สามารถสั่งให้เครื่องจักรทำงานได้ไม่จำกัดจำนวนชิ้นงานและมีความแม่นยำสูง ชิ้นงานที่ได้ออกมาจะมีลักษณะเหมือนแบบ 3D จาก CAD ที่ได้ออกแบบไว้

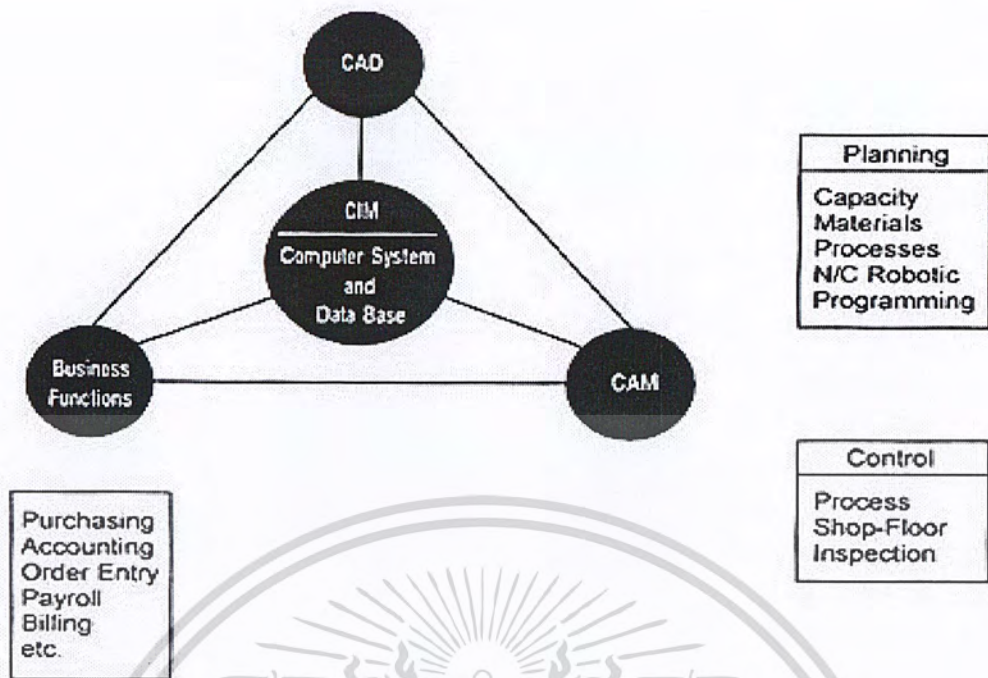
2.1.2.3 CAE (Computer Aided Engineering) เป็นการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการแก้ปัญหาทางวิศวกรรม ด้วยการปรับปรุงการแสดงผลทางกราฟิก พื้นที่การทำงาน และมาตรฐานของกราฟิก ทำให้ Computer Aided Engineering (CAE) มีความหมายเป็นการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมด้วยคอมพิวเตอร์ด้วยการสื่อสารระหว่างผู้ใช้กับกราฟิกของคอมพิวเตอร์ โปรแกรม CAE สามารถใช้ได้กับคอมพิวเตอร์เกือบทุกประเภท ขึ้นอยู่กับความต้องการในสมรรถนะที่จะนำมาใช้งานหรือความเร็วในการสื่อสารระหว่างผู้ใช้กับกราฟิกคอมพิวเตอร์ วิศวกรออกแบบ ใช้เครื่องมือ CAE ที่มีวัตถุประสงค์ทั่วไปเพื่อการคำนวณ และเครื่องมือเฉพาะสำหรับบางอุตสาหกรรม วิธีการในการแก้ปัญหาทางวิศวกรรม 1 ปัญหา บ่อยครั้งต้องการเครื่องมือ CAE หลายเครื่องมือ การสื่อสารของข้อมูลระหว่างเครื่องมือในโปรแกรมเหล่านี้เป็นการทำทนายของการประยุกต์ใช้โดยส่วนใหญ่ปกติข้อมูลจะถูกส่งในลักษณะที่เป็นมาตรฐานของการแลกเปลี่ยนข้อมูลหรือการเก็บในฐานข้อมูล

ในระบบ CAD/CAM มักจะมีโปรแกรมสำหรับควบคุม คุณภาพเป็นส่วนหนึ่งเสมอ ทั้งนี้ก็เพื่อทำการตรวจสอบหรือ เช็คข้อผิดพลาดของชิ้นงานที่เครื่องผลิตออกมาได้ หากโปรแกรมควบคุมคุณภาพตรวจพบค่าผิดพลาดก็จะทำการคำนวณ เพื่อแก้ไขและส่งค่าใหม่ที่ถูกต้องไปยังระบบคอมพิวเตอร์ของ CAM ทำให้สามารถควบคุมคุณภาพของชิ้นงานให้อยู่ในค่าพิกัดที่ถูกกำหนดไว้

ระบบการผลิตชนิดอัตโนมัติเต็มรูปแบบมักจะมีวิธีการวัดที่เรียกว่า In-Process Measuring System ทำให้ระบบที่ควบคุม เครื่องจักรสามารถตอบสนองเมื่อได้รับสัญญาณจาก ผลของการตรวจวัดและจะต้องสามารถปรับค่าหรือชดเชยค่าการสึกหรอ ของเครื่องมือเมื่อได้รับการแจ้งว่าชิ้นงานที่ผลิตขึ้นมีค่าสูงหรือต่ำกว่าค่าพิกัดเผื่อที่กำหนดเอาไว้

CIM (Computer-Integrated Manufacturing) เป็นการนำเอาคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการประสานและการควบคุม ระบบการผลิตภายในโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อให้การทำงานเป็นไปอย่างอัตโนมัติทำให้ได้ระบบการผลิตและผลผลิตที่ สมบูรณ์การประยุกต์ระบบ CIM มาใช้เป็นการพัฒนาเพื่อเข้าสู่ระบบอุตสาหกรรมอัตโนมัติ การใช้CIM ก็คือการเชื่อมโยง ระหว่างกันของระบบฐานข้อมูลต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับระบบการผลิต จากการที่ได้กล่าวมาในตอนต้นนี้สามารถสรุปยุคต่างๆ ที่ได้มีการพัฒนาจนกระทั่งเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์แบบ ดิจิตอล(Digital Computer) ด้วยเทคโนโลยีทางอิเล็กทรอนิกส์คอมพิวเตอร์และเครื่องจักรกล NC จนกลายมาเป็นเครื่องจักรกล CNC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 ระบบฐานข้อมูลที่จำเป็นสำหรับระบบ CIM

2.1.3 ระบบฐานข้อมูลในระบบ CIM

CIM ต้องมีการจัดการด้วยระบบฐานข้อมูล ทั้งนี้สามารถแบ่งระบบของข้อมูลออกเป็นสองระบบหลักคือ

- **ระบบข้อมูลหลักขององค์กร** จะถูกนำมาใช้ประโยชน์ในการจัดเตรียมและการจัดการสายการผลิต, การจัดเตรียมวัตถุดิบเมื่อได้รับใบสั่งซื้อ (order), การควบคุมสต็อก และการจัดส่งสินค้า ฯลฯ ระบบข้อมูลหลักของ องค์กรมักจะประกอบไปด้วยข้อมูลทางด้านการตลาด, การออกแบบผลิตภัณฑ์และออกแบบ ทางวิศวกรรม, การวางแผน, การซื้อขาย, วิศวกรรมโรงงาน, ฮาร์ดแวร์ของโรงงานอัตโนมัติ, โกดังสินค้า, การวิจัยและพัฒนา, การวางแผนทางการเงิน, การจัดการข้อมูลข่าวสาร.
- **ระบบควบคุมสายการผลิต** ในการวางแผนสายการผลิตนั้นมักจะมีการแบ่งออกเป็นหน่วยงานย่อยๆ เพื่อทำการควบคุมสายงานการผลิตออกมาต่างหาก โรงงานที่มีเทคโนโลยีสมัยใหม่ทางด้านการควบคุมสายการผลิตอาจมีการวางแผนระบบการใช้เครื่องจักรให้มีความ ยืดหยุ่นของระบบการทำงานในกระบวนการผลิตได้ โดยจะใช้ระบบที่เรียกว่า FMS (Flexible Manufacturing System) ในหน่วยงานผลิตย่อยความเกี่ยวโยงกันของระบบ FMS กับ CAD/CAM/CIM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

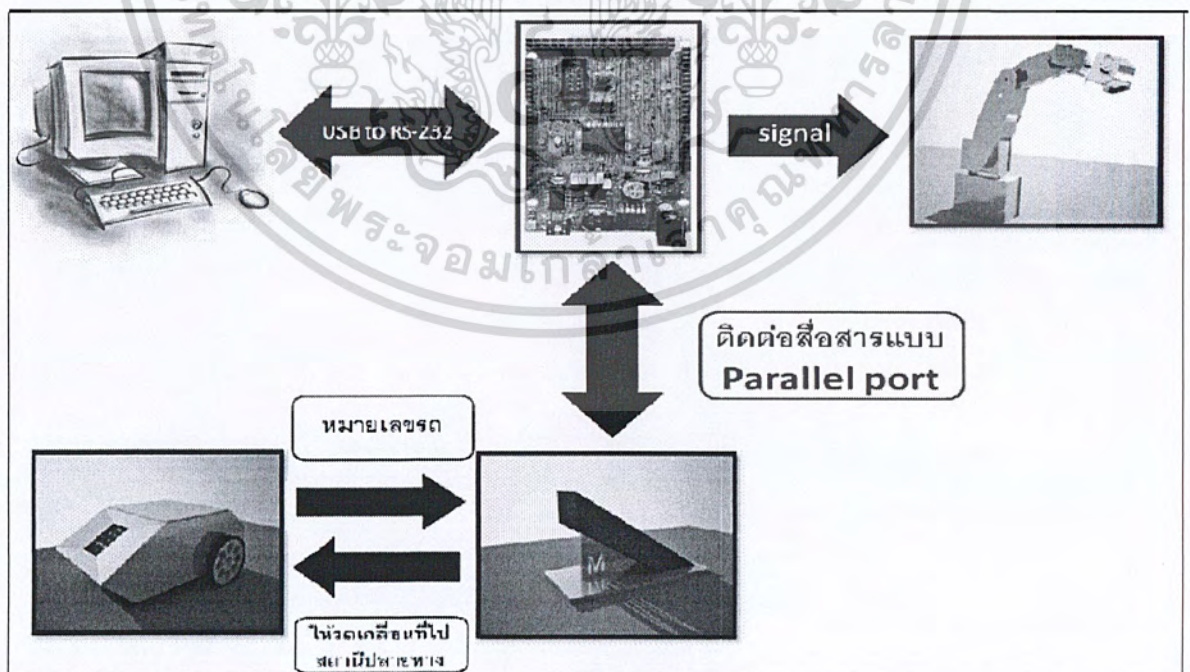


รูปที่ 2.4 ระบบฐานข้อมูลขององค์กรที่จำเป็นสำหรับระบบ CIM

2.1.4 ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ของระบบ CIM

ระบบ CIM มีส่วนประกอบของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

ฮาร์ดแวร์



รูปที่ 2.5 ฮาร์ดแวร์ส่วนต่างๆที่อยู่ระบบลำเลียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เครื่องจักรและอุปกรณ์ของโรงงานได้แก่ สถานีงาน (workstations), ส่วนทำงาน (cells), ระบบ DNC/FMS, อุปกรณ์เคลื่อนย้ายชิ้นงานและเครื่องมือ (work and tool handling devices), อุปกรณ์กักเก็บ (storage devices), เซนเซอร์ (sensors) และอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลภายในโรงงาน (shopfloor data collection devices) เป็นต้น
2. คอมพิวเตอร์, ตัวควบคุม, ระบบ CAD/CAM, สถานีงานและสถานีย่อย (terminals), เครื่องพิมพ์, พล็อตเตอร์ และอุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ, โมเด็ม, สายเคเบิลและข้อต่อ ฯลฯ
3. อุปกรณ์เครื่องใช้ภายในสำนักงานเช่น คอมพิวเตอร์, เครื่องพิมพ์, พล็อตเตอร์ ฯลฯ

ซอฟต์แวร์

เป็นโปรแกรมที่ทำหน้าที่ตรวจสอบและสั่งการทำงานบนคอมพิวเตอร์ โดยคอนโทรลเลอร์จะแบ่งระบบออก 2 โหมด คือ

1. โหมดควบคุมด้วยมือ (Manual Mode)

ในการทำงานของโหมดควบคุมด้วยมือ เราจะเป็นผู้สั่งการทำงานของระบบ ว่าเราต้องการให้รถวิ่งออกจากสถานีใด แล้วไปจอดที่สถานีใด โดยรถที่เหลืออีก สามคัน จะวิ่งไปจอดถัดไปอีกหนึ่งสถานี อย่างเช่น ถ้าเราต้องการให้รถคันที่หนึ่ง วิ่งไปยังสถานีที่สี่ ดังนั้น รถคันที่สองจะวิ่งไปจอดที่สถานีที่หนึ่ง รถคันที่สามจะวิ่งไปจอดที่สถานีที่สอง และรถคันที่สี่จะวิ่งไปจอดสถานีที่สาม จะเป็นอย่างนี้ไปเรื่อยๆ ไม่ว่าเราจะทำการเลือกรถคันที่เท่าไร สถานีต้นทางหรือปลายทางใด รถคันที่เหลือจะวิ่งไปจอดตามสถานีตามที่กล่าวข้างต้น

2. โหมดควบคุมอัตโนมัติ (Automatic Mode)

เมื่อเราทำการเขียนโปรแกรมและทำการสั่งให้ระบบทำงาน ระบบจะทำงานตามที่เรากำหนด ซึ่งจะคล้ายกับโหมดควบคุมด้วยมือ แต่จะต่างกันตรงที่ ถ้าให้รถคันที่ 1 วิ่งไปยังสถานีที่ B ดังนั้นรถคันที่ 2 จะวิ่งไปยังสถานีที่ C รถคันที่ 3 จะวิ่งไปยังสถานีที่ D และรถคันที่ 4 จะวิ่งไปยังสถานีที่ A และจะวิ่งอย่างนี้ไปเรื่อยๆ ตลอดการทำงาน ($1B - 2C - 3D - 4A$)

คอมพิวเตอร์ที่จะนำมาใช้งานกับระบบ CIM

การเลือกใช้เครื่องคอมพิวเตอร์จะเป็นขนาดใดนั้นจะขึ้นอยู่กับขนาดของข้อมูลและ ความต้องการความเร็วในการประมวลผล โดยปกติแล้วในระบบ CIM สามารถเลือกใช้คอมพิวเตอร์ได้ทั้งสามประเภทคือ คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล, มินิคอมพิวเตอร์ และเมนเฟรมคอมพิวเตอร์ โดยประเภทแรกมักจะอยู่ตามสถานีงานย่อย ๆ และมีการใช้งานในลักษณะโต้ตอบกับผู้ใช้งาน (users interact) ใช้ขณะที่สองประเภทหลังจะใช้เป็นคอมพิวเตอร์ในการดูแลและควบคุม (supervisory computers)

โดยทั่วไปแล้วเราต้องการเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะ นำมาใช้กับระบบ CIM ที่มีคุณสมบัติ ดังนี้

1. ความสามารถที่จะใช้ได้กับซอฟต์แวร์ทุกล ชนิดพิเศษได้หลาย ๆ อย่าง เช่น Oracle, Ingres, Cybase, Informix ,Progress และอื่น ๆ
2. ใช้ได้กับโปรแกรมหลาย ๆ ภาษา (Language compatibility) เช่น ภาษา C, C ++, Cobol Fortran และอื่น ๆ
3. มีสมรรถนะสูง ,เชื่อถือและวางใจได้ สามารถประมวลผลหรือกระทำการตามสั่งได้อย่างรวดเร็ว แม้จะมีข้อมูลอย่างมากมาย
4. เข้ากันได้กับคอมพิวเตอร์เครื่องอื่น เมื่อต่อเข้ากับระบบเครือข่ายและระบบการสื่อสาร
5. แสดงภาพกราฟิกได้อย่างรวดเร็วและสวยงาม
6. ใช้ได้กับระบบปฏิบัติการทั้ง UNIX และ MS-DOS และสามารถแชร์ไฟล์กันได้ทั้ง MS-DOS และ UNIX programs เป็นต้น

2.2 ระบบลำเลียงสินค้า

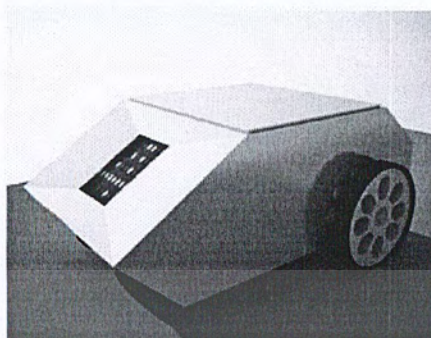
หลักการทำงานของระบบลำเลียง จะแบ่งออกเป็น 2 แบบ

1. แบบ **Manual** ในการทำงานของ Manual Mode เราจะเป็นผู้สั่งการทำงานของระบบ ว่าเราต้องการให้รถวิ่งออกจากสถานีใด แล้วไปจอดที่สถานีใด โดยรถที่เหลืออีก สามคัน จะวิ่งไปจอดถัดไปอีกหนึ่งสถานี

2. แบบ **Automatic** เมื่อเราทำการเขียน โปรแกรมและทำการสั่งให้ระบบทำงาน ระบบจะทำงานตามที่เรากำหนด ซึ่งจะคล้ายกับ Manual Mode แต่จะต่างกันตรงที่ ถ้าให้รถคันที่ 1 วิ่งไปยังสถานีที่ B ดังนั้นรถคันที่ 2 จะวิ่งไปยังสถานีที่ C รถคันที่ 3 จะวิ่งไปยังสถานีที่ D และรถคันที่ 4 จะวิ่งไปยังสถานีที่ A และจะวิ่งอย่างนี้ไปเรื่อยๆ ตลอดการทำงาน (1B – 2C – 3D – 4A)

2.2.1 ส่วนประกอบหลักของระบบลำเลียงสินค้าแบ่งออกเป็น 4 ส่วนหลักด้วยกัน คือ

2.2.1.1 รถลำเลียง (Vehicle)



รูปที่ 2.6 รถลำเลียง

หลักการทำงานของส่วนรถลำเลียงสินค้านั้น เราใช้หลักการการส่งข้อมูลผ่านทางสัญญาณอินฟราเรด (Infrared) ด้วยความถี่ 40 KHz โดยการทำงานจะเริ่มเมื่อตัวรถนั้นเคลื่อนที่เข้ามาจอดที่สถานี จากนั้น วงจร รับ-ส่ง จะเริ่มทำงาน โดยสิ่งที่ส่งไปจะเป็นหมายเลขประจำของตัวรถ ซึ่งส่วนที่ทำหน้าที่เป็นตัวรับสัญญาณที่ส่งไปคือ ส่วนสถานีนั่นเอง

2.2.1.2 สถานี (Station)

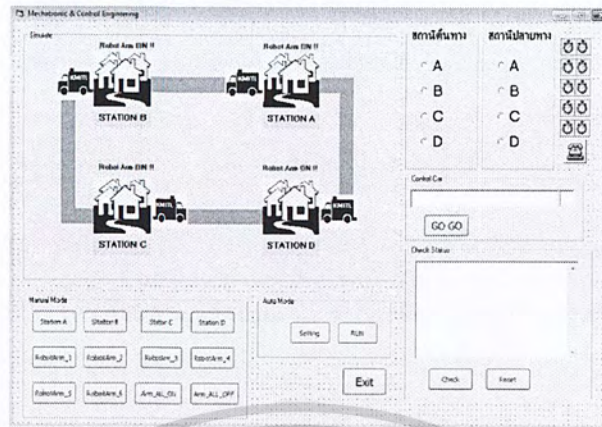


รูปที่ 2.7 สถานี

หลักการทำงานของส่วนสถานีนั้น เราใช้หลักการการส่งข้อมูลผ่านทางสัญญาณอินฟราเรด เช่นเดียวกับหลักการของส่วนรถลำเลียง โดยการทำงานจะเริ่มเมื่อ รถเคลื่อนที่เข้ามาจอด และสถานีได้รับสัญญาณอินฟราเรดที่เป็นหมายเลขของรถแล้ว จากนั้นสถานีจะทำการส่งข้อมูลหมายเลขของรถที่ได้รับมานั้นไปยังส่วนตัวคอนโทรลเลอร์เพื่อทำการเก็บรวบรวมและกระจายคำสั่งมีที่รับมาจากมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

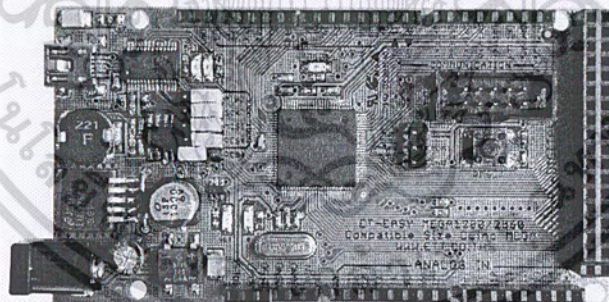
2.2.1.3 จอแสดงผลการทำงาน (Monitor)



รูปที่ 2.8 มอนิเตอร์

เป็นส่วนของโปรแกรมที่ใช้ในการแสดงผลการทำงานทั้งหมดของระบบลำเลียง และใช้ในการควบคุมการลำเลียงโดยระบุตำแหน่งของรถบรรทุกสินค้า

2.2.1.4 บอร์ดที่ใช้ในการควบคุม (Main Controller)

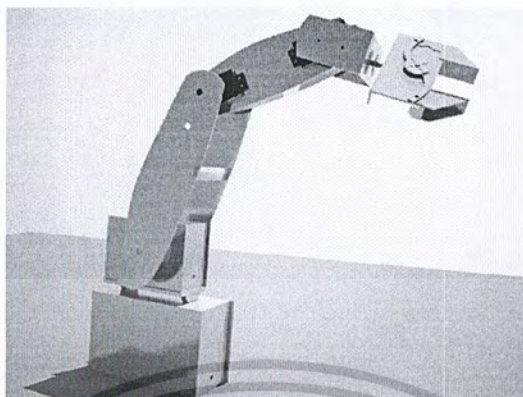


รูปที่ 2.9 Main Controller (Et-easy mega1280)

ทำหน้าที่ ในการควบคุมการทำงานทั้งหมดในระบบลำเลียง คือ รถ, แขนกล และการรับส่งข้อมูลระหว่างสถานีต่างๆ การติดต่อกันระหว่าง Main Controller กับสถานีนั้นเราใช้สายแพในการรับส่งข้อมูล โดย Main Controller จะทำหน้าที่เป็นตัวส่งข้อมูลไปยังสถานี เพื่อสั่งการให้รถที่มาจอดเคลื่อนที่ไปสถานีใดต่อไป และการติดต่อกันระหว่าง Main Controller กับ Computer จะใช้สาย USB ในการเชื่อมต่อ เพื่อที่จะส่งข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยัง Main Controller ซึ่ง Main Controller จะสั่งการไปยังสถานีนั้นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 แขนกล (Robot arm)

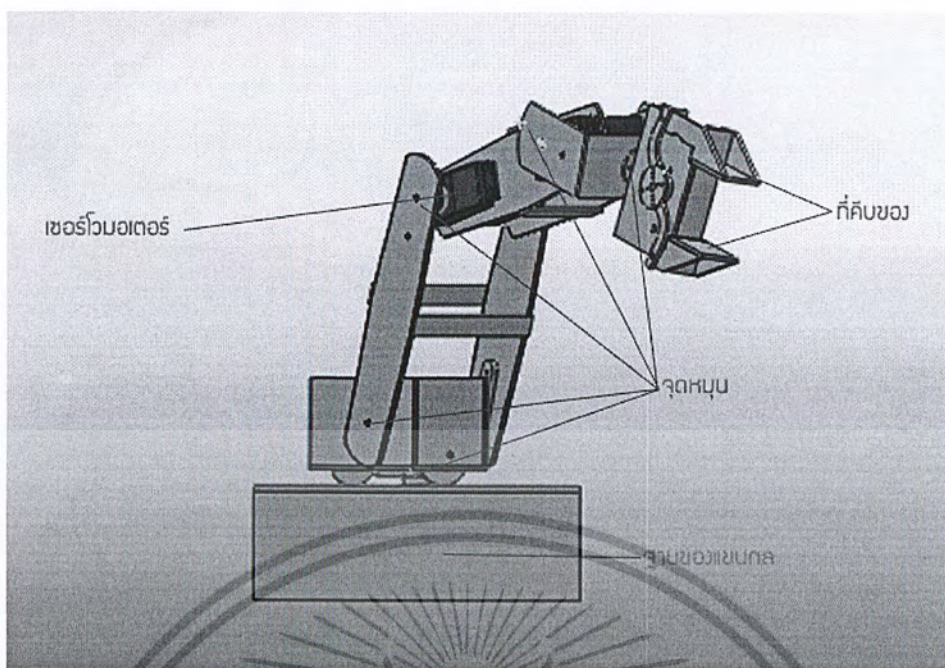


รูปที่ 2.10 แขนกล (Robot arm)

แขนกลเป็นหุ่นยนต์ชนิดหนึ่งที่น่าสนใจในวงการอุตสาหกรรมการผลิตอย่างแพร่หลาย โดยนำมาใช้แทนแรงงานคน ในงานที่มนุษย์นั้นมีความจำกัด เช่น งานที่ทำต่อเนื่อง เป็นเวลานาน และ อันตราย มีน้ำหนักมาก เป็นต้น แขนกลจึงเข้ามามีบทบาทในการทำงานแทนมนุษย์ ทำให้ ประสิทธิภาพในการทำงานดีขึ้น มีความแม่นยำ และปลอดภัย

ภายในระบบจำลองแขนกล ทำหน้าที่เคลื่อนย้ายสินค้าระหว่างรถลำเลียงกับสถานีรับ-ส่ง สินค้า ซึ่งแขนกลมีส่วนประกอบ 4 ส่วนหลักได้แก่

1. ส่วนควบคุม แขนกลจะถูกควบคุมการทำงานทั้งหมดจากบอร์ดสวิทช์ควบคุม (Keypad Joystick)
2. ส่วนประมวลผล ทำหน้าที่ในการประมวลผลคำสั่งที่ได้จากส่วนควบคุมจาก บอร์ดแอสแตม 168 (STAMP 168) แล้วทำการประมวลผลค่าที่ได้มา จากนั้นทำการส่งข้อมูลที่ได้ไป ยังเซอร์โวมอเตอร์ให้ทำงาน
3. ส่วนเซอร์โวมอเตอร์ เป็นส่วนที่ขับเคลื่อนแขนกลให้เคลื่อนไหวยังตำแหน่ง ที่ต้องการ ซึ่งเซอร์โวมอเตอร์จะถูกติดตั้งไว้ในส่วนของข้อต่อต่างๆของแขนกลจำนวน 6 จุด
4. ส่วนที่ประกอบเป็นแขนกล จะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ คลิปเปอร์ แขน และ ฐาน ซึ่งชิ้นส่วนทุกชิ้นทำมาจากแผ่นอลูมิเนียมและได้ทำการออกแบบจากโปรแกรม SolidWorks Version 2010 แล้วนำไปแปลงเป็นค่า G-Code ออกมาแล้วนำค่า G-Code ที่ได้นำไปกัดชิ้นงานผ่าน เครื่อง CNC และนำชิ้นงานที่ได้นำไปประกอบเข้ากับเซอร์โวมอเตอร์



รูปที่ 2.11 ส่วนประกอบของแขนกล

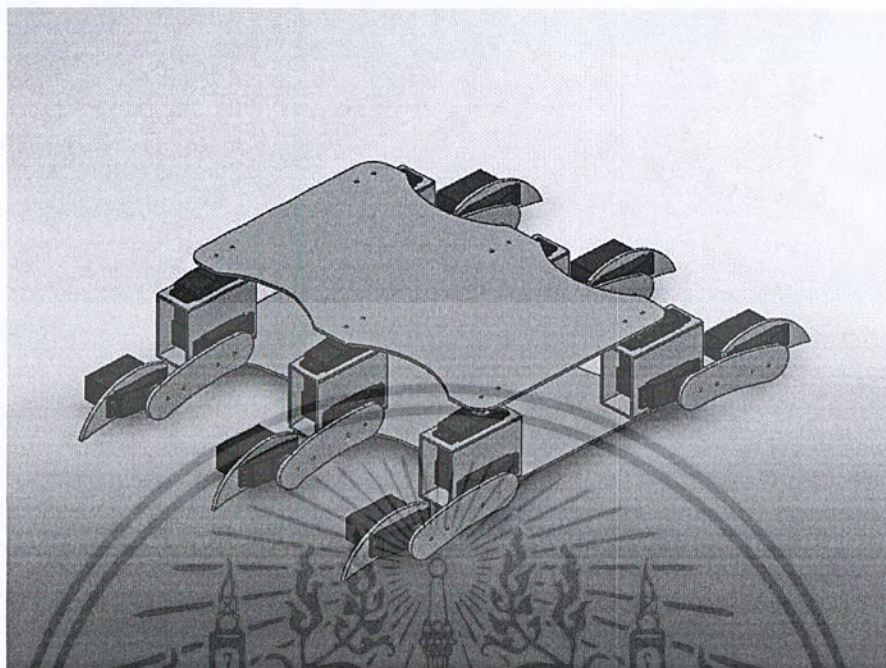
2.3.1 หลักการทำงานของแขนกล

ในระบบ **Computer Integrated Manufacturing (CIM)** แขนกลจะถูกประจำอยู่ทั้งหมด 4 ตำแหน่งในระบบนี้ โดยทำหน้าที่เป็น 2 ส่วน คือ แขนกล 2 อัน จะทำหน้าที่วางวัตถุลงบนรถเมื่อมีรถมาจอดอยู่ด้านหน้าของแขนกล ส่วนแขนกล 2 อัน ที่เหลือ จะมีหน้าที่จับวัตถุมาวางบนรถจากสถานีก่อนหน้านี้ ที่มีแขนกล 2 อันแรกเก็บมาวางไว้ก่อนแล้ว นำเอาวัตถุออกจากหลังรถ นำมาวางไว้ในกล่องใส่วัตถุ โดยระบบสามารถสั่งงานให้แขนกลทำงานสอดคล้องกับส่วนอื่นๆ เป็นแบบอัตโนมัติได้

2.3.2 การประยุกต์ใช้งาน

- ใช้แทนแรงงานคนในบริเวณที่เสี่ยงอันตราย
- ควบคุมกำลังการผลิตให้มีประสิทธิภาพ
- ประหยัดต้นทุน และเวลา
- เป็นเทคโนโลยีสมัยใหม่ สามารถพัฒนาได้อีกมากและนำมาใช้ในระบบอัตโนมัติในโรงงานอุตสาหกรรม

2.4 หุ่นยนต์แมลง 6 ขา



รูปที่ 2.12 หุ่นยนต์แมลง

เป็นการควบคุมแบบอัตโนมัติ ซึ่งจะรับสัญญาณจากเซนเซอร์ซึ่งหยิบมาจากรถขนส่งภายในระบบลำเลียงสินค้าเพื่อจะนำชิ้นงานมาเก็บไว้ที่คลังสินค้า (Store) หรือ สถานีต่อไปในระบบ และสามารถควบคุมด้วยบอร์ดตัวควบคุม เมื่อต้องการใช้กับการขนส่งแบบอื่น ๆ ที่ต้องการตามความเหมาะสมของงานนั้น ๆ

2.4.1 ส่วนประกอบของหุ่นยนต์แมลงมี 2 ส่วนคือ

2.4.1.1 ฮาร์ดแวร์

เลือกใช้โปรแกรม SolidWorks ในการออกแบบโครงสร้างทั้งหมดของหุ่นยนต์ โดยส่วนประกอบต่างๆซึ่งเมื่อนำมาประกอบกันจะได้ดังรูปที่ 2.11 ส่วนประกอบทั้งหมดใช้แผ่นอลูมิเนียมในการทำ ซึ่งได้ใช้เครื่อง CNC ในการกัดชิ้นงานทั้งหมด และส่วนประกอบที่สำคัญอีกอย่างคือ RC Servo motor ซึ่งมีขนาดกำลังไม่เกิน 13 kg.cm ซึ่งใช้เป็นต้นกำลังในการหมุนข้อต่อ ซึ่งมีทั้งหมด 18 ข้อต่อ จึงใช้ RC Servo motor 18 ตัว

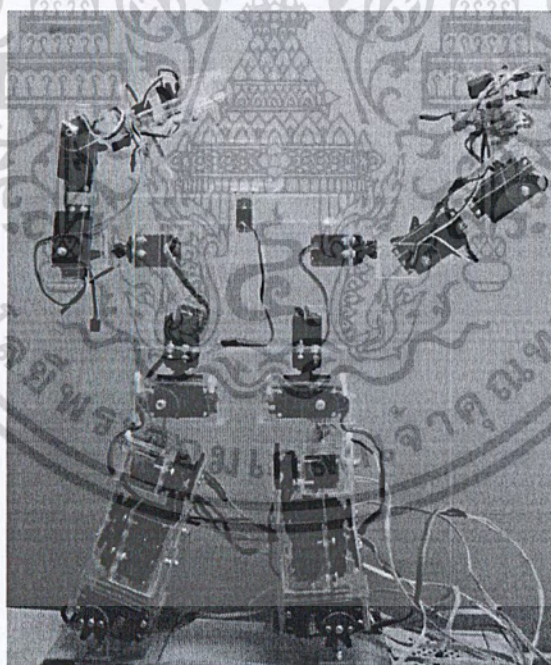
2.4.1.2 ซอฟต์แวร์

เป็นการออกแบบโปรแกรมควบคุมการเคลื่อนที่ โดยใช้รีโมทเป็นตัวควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ และควบคุมส่วนย่อยหรือตำแหน่งของข้อต่อในแต่ละข้อต่อโดยการเขียนโปรแกรมประมวลผลบนไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่น ET-Easy168 STAMP ขนาด 8 บิต เพื่อส่งสัญญาณวิทยุจากตัวรีโมทไปยังตัวหุ่นยนต์ แล้วตัวรับสัญญาณในตัวหุ่นจะทำการแปลงสัญญาณและส่งข้อมูลเข้าไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ แล้วจะส่งสัญญาณควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ เพื่อออกคำสั่งในการเคลื่อนที่

2.4.2 การประยุกต์ใช้งาน

สามารถใช้ในการลำเลียงและบรรทุกสิ่งของได้โดยใช้การควบคุมการเคลื่อนที่แบบอัตโนมัติ และลดปริมาณแรงงานคนได้ เพื่อประหยัดต้นทุน

2.5 หุ่นยนต์ Humanoid หรือหุ่นยนต์ 2 ขา



รูปที่ 2.13 หุ่นยนต์ 2 ขา

Humanoid คือหุ่นยนต์ที่ทำขึ้นมาให้คล้ายกับการเดินของมนุษย์ ซึ่งใช้ servo motor ในการควบคุมการเคลื่อนที่ของทุกข้อต่อซึ่งองค์ประกอบในทุกๆ ส่วนประกอบของหุ่นยนต์ ได้ทำการออกแบบโดยใช้โปรแกรม SolidWorks และใช้เครื่อง CNC ในการกัดชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

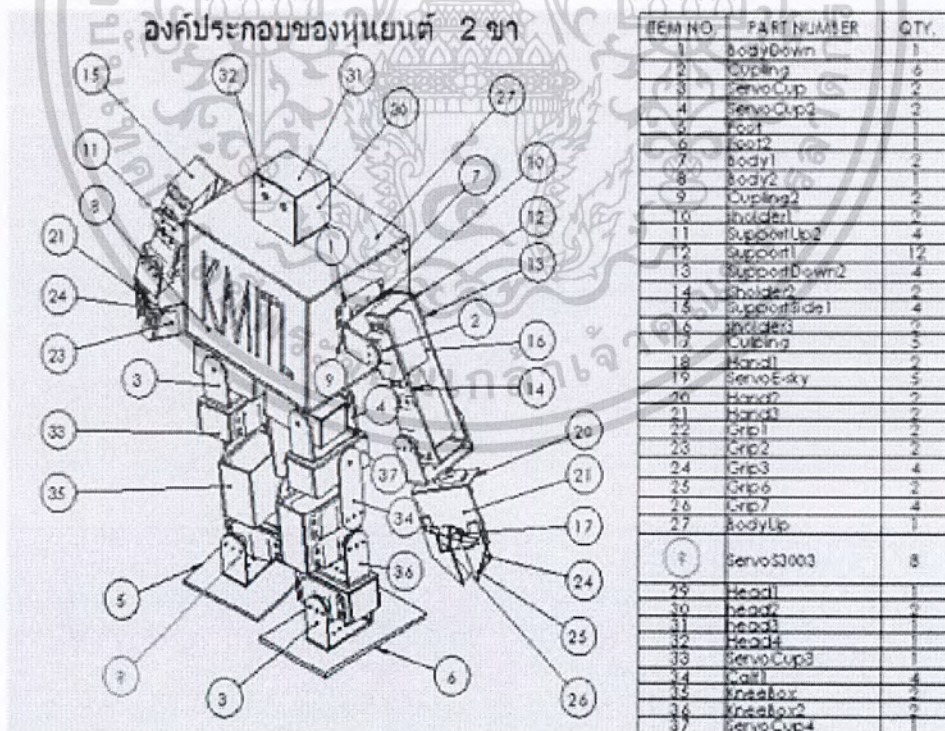
2.5.1 หลักการทำงาน

ในการควบคุมหุ่นยนต์สองขาได้ใช้ AVR MEGA 1280 ในการควบคุมการทำงาน และได้ทำการประยุกต์ใช้วงจรควบคุมการจัดท่าของหุ่นยนต์แขนกลมาใช้ในการจัดการการเดินของหุ่นยนต์สองขา โดยใช้ Digital Pin D2-D9 ซึ่งแต่ละ Pin จะส่งสัญญาณ Logic 1 ออกมา เช่น สวิตช์ S1 จะมี Pin D2 กับ D6 เชื่อมกันอยู่ เมื่อกดปุ่ม S1 Logic จาก D2 และ D9 จะเชื่อมถึงกัน ทำให้ Microcontroller รู้ว่ามีการกดปุ่ม S1 ตามที่เขียนโปรแกรมไว้

2.5.2 ส่วนประกอบของ Humanoid มี 2 ส่วนคือ

2.5.2.1 ฮาร์ดแวร์

- Easy Mega1280
- Servo MG945
- Servo S3003
- Digital servo EK2-0508
- Acrylic 2 mm.
- Acrylic 3 mm.



รูปที่ 2.14 องค์ประกอบของหุ่น Humanoid

2.5.2.2 ซอฟต์แวร์

- Arduino (version 0008)
- SolidCam (version 2008)
- SolidWorks (version 2008)
- Mach3
-

2.5.3 การประยุกต์ใช้งาน

โครงการนี้เป็นการพัฒนาหุ่นยนต์เสมือนมนุษย์ คือ หุ่นยนต์ที่สามารถเดินได้ด้วย 2 ขา และสามารถหยิบวัตถุขึ้นและวางวัตถุลงได้ เพื่อนำไปใช้ในระบบอุตสาหกรรมในการเพิ่มผลผลิตลดจำนวนแรงงานคน และเพิ่มความปลอดภัย ซึ่งจะเป็นการเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันต่อคู่แข่งทางการค้าอุตสาหกรรมต่อไป



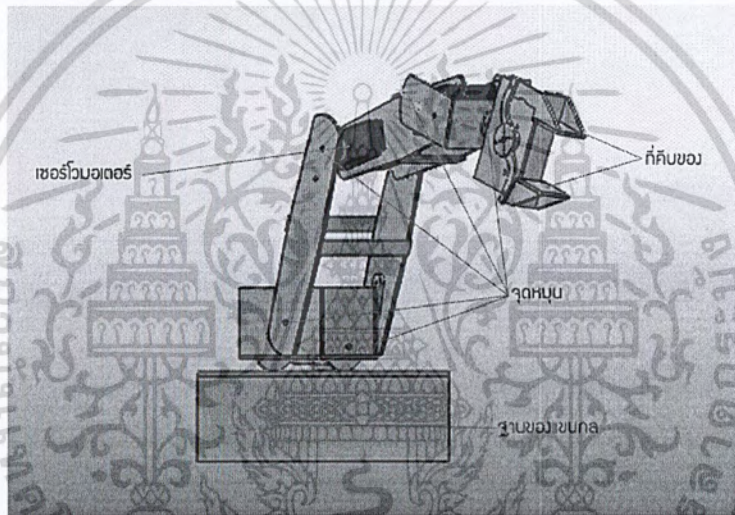
บทที่ 3

การออกแบบแขนกล

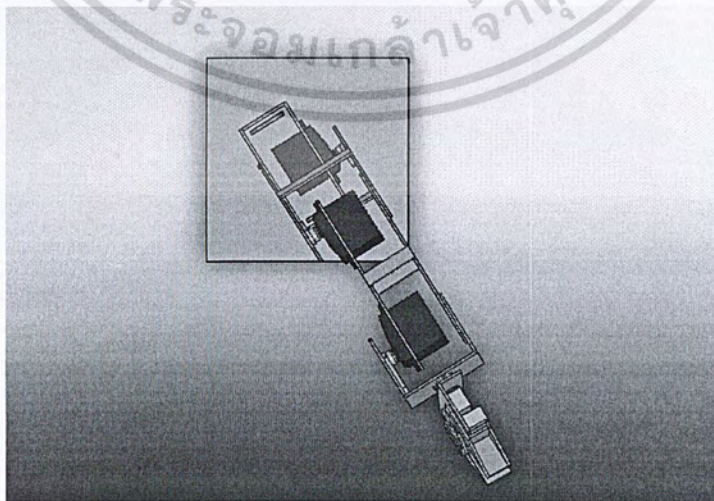
3.1 ฮาร์ดแวร์

3.1.1 โครงสร้างทางกายภาพ

ส่วนประกอบภายนอกของแขนกลทั้งหมด ได้ทำการออกแบบโดยใช้โปรแกรม SolidWorks ส่วนประกอบทั้งหมดใช้แผ่นอะคริลิกในการทำ ซึ่งใช้เครื่อง CNC ในการกัดชิ้นงานทั้งหมด ดังรูปที่ 3.1 และ รูปที่ 3.2



รูปที่ 3.1 แขนกลที่ออกแบบโดยใช้ SolidWorks (Front view)

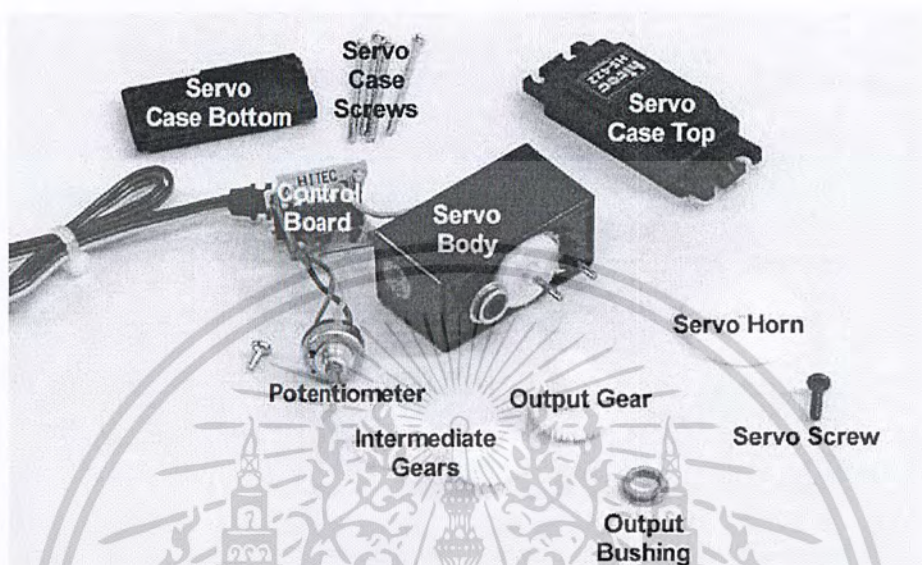


รูปที่ 3.2 ภาพจากด้านบนของแขนกล(Top view)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 เซอร์โวมอเตอร์

ส่วนประกอบที่สำคัญอีกอย่างคือ เซอร์โวมอเตอร์ ซึ่งมีขนาดกำลังไม่เกิน 13 kg.cm ซึ่งใช้เป็นต้นกำลังในการหมุนข้อต่อ ซึ่งมีทั้งหมด 6 ข้อต่อ จึงใช้ เซอร์โวมอเตอร์ 6 ตัว



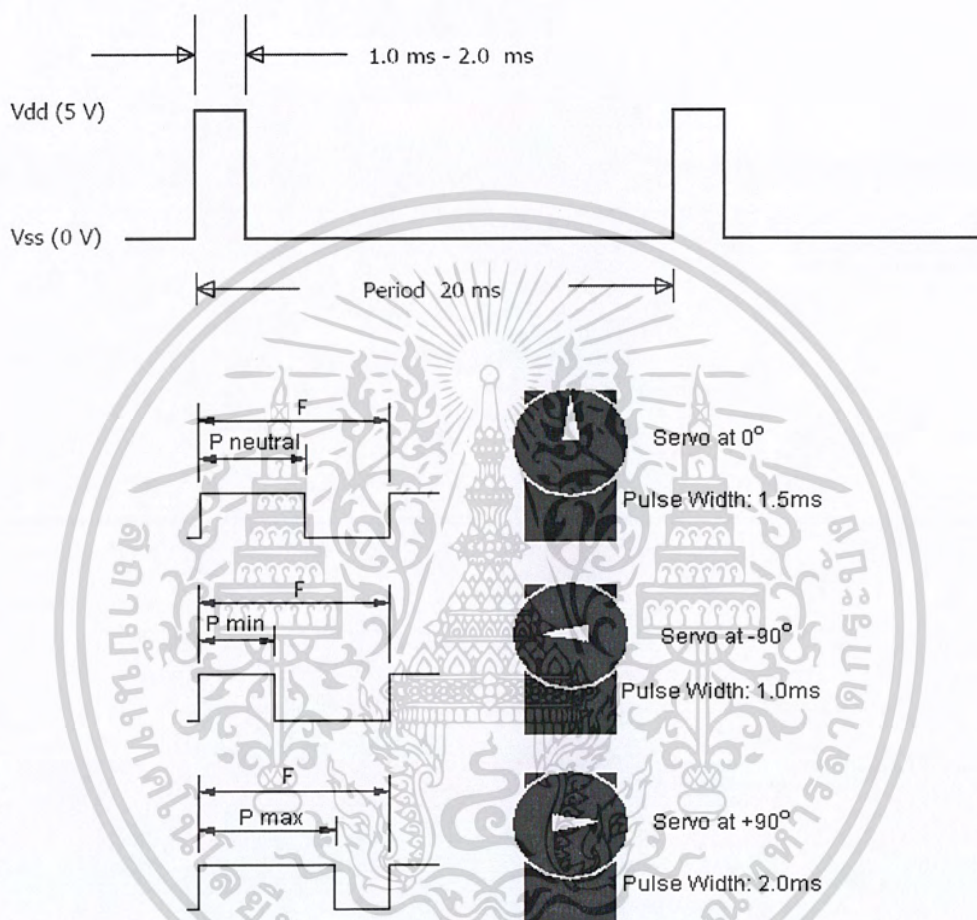
รูปที่ 3.3 องค์ประกอบภายในของเซอร์โวมอเตอร์

เซอร์โวมอเตอร์ คือ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC motor) ที่ถูกประกอบรวมกับ ชุดเกียร์ และ ส่วนควบคุม ต่างๆ ไว้ในโมดูลเดียวกัน โดยจะมีสายต่อใช้งาน 3 เส้น คือ VCC,GND และ สายสัญญาณควบคุม (Control Line) ซึ่งสามารถควบคุมให้มอเตอร์หมุนซ้าย ขวาได้จาก สายสัญญาณ โดยสัญญาณที่ใช้ควบคุมเป็นสัญญาณการมอดูเลตความกว้างพัลส์ (Pulse Width Modulation, PWM) แบบ TTL Level ระดับแรงดันจะอยู่ในช่วง 4 ถึง 6 โวลต์ ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของมอเตอร์แต่ละตัว มีข้อดีคือ ขนาดเล็กน้ำหนักเบา,แรงบิดสูง ,ใช้พลังงานน้อย และ สามารถควบคุม ด้วยแรงดันลอจิกที่เป็น TTL ได้โดยตรงไม่จำเป็นต้องต่อวงจรขับ เพราะ วงจรควบคุมอยู่ภายในแล้ว ซึ่งสามารถควบคุมให้หมุนไปในตำแหน่งที่ต้องการได้ โดยอาศัยสัญญาณความกว้างพัลส์ แต่จะหมุนได้ในช่วงประมาณ 180° แต่ บางรุ่นหมุนได้ 210° แต่ไม่สามารถหมุนเป็นวงรอบได้เนื่องจากโครงสร้างภายในมีตัวต้านทานปรับค่าได้ (VR) ที่ทำหน้าที่ตรวจสอบตำแหน่งการหมุนของมอเตอร์ และ ตัวต้านทานนี้ยึดติดอยู่กับแกนหมุนของมอเตอร์ ซึ่งจากการที่ตัวต้านทานปรับค่านี้ไม่สามารถหมุนเป็นวงรอบได้ ดังนั้น จึงถูกออกแบบให้หมุนได้ประมาณ 180° เพื่อป้องกันมิให้ตัวต้านทานปรับค่าได้เสียหาย แต่ถ้าต้องการให้มอเตอร์หมุนได้ 360° ต้องทำการปรับแต่ง (Modify) คัดแปลงชิ้นส่วนบางอย่างของมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2.1 การควบคุมการทำงานของ เซอร์โวมอเตอร์

ทำได้โดย การป้อนสัญญาณความกว้างพัลส์ ให้กับมอเตอร์ซึ่งตำแหน่งและทิศทางการหมุนของมอเตอร์นี้จะขึ้นอยู่กับขนาดของความกว้างของพัลส์นั้นๆ โดยทั่วไปแล้วความกว้างของสัญญาณพัลส์จะมีจุดให้อ้างอิง 3 จุด ดังรูป คือ



รูปที่ 3.4 การป้อนสัญญาณพัลส์เพื่อควบคุม เซอร์โวมอเตอร์

- สัญญาณความกว้างพัลส์ขนาด 1.5 ms จะควบคุมให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนไปอยู่ที่ตำแหน่งมุม 0 องศา
- สัญญาณความกว้างพัลส์ขนาด 1 ms จะควบคุมให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนไปอยู่ที่ตำแหน่งมุม - 90 องศา
- สัญญาณความกว้างพัลส์ขนาด 2 ms จะควบคุมให้ เซอร์โวมอเตอร์หมุนไปอยู่ที่ตำแหน่งมุม 90 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

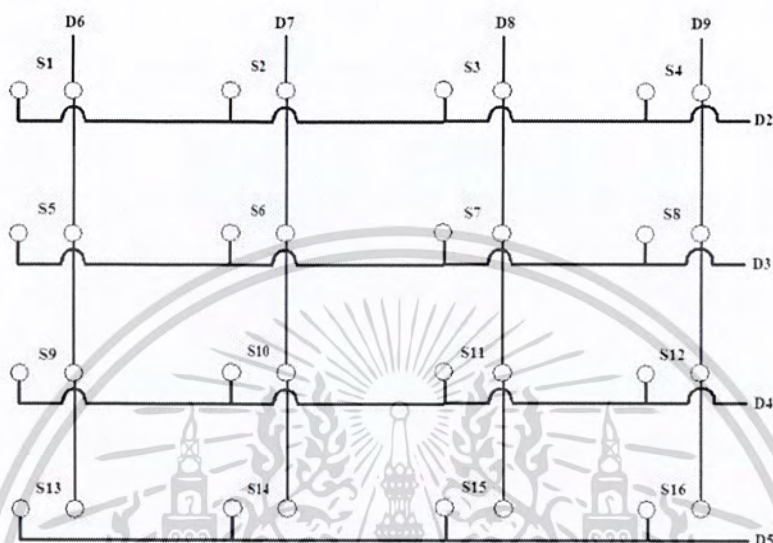
หมายเหตุ ค่าความกว้างพัลส์ และ ระยะของสาการหมุนของมอเตอร์ที่อธิบายด้านบน นั้น เป็นเพียงค่าประมาณเท่านั้น ทั้งนี้ระยะการหมุน และ ขนาดของพัลส์ที่ควบคุมการทำงานของ มอเตอร์ในแต่ละยี่ห้ออาจจะไม่เท่ากัน ดังนั้นในการใช้งานจึงควรศึกษารายละเอียดของมอเตอร์ใน แต่ละรุ่นที่นำมาใช้ ซึ่งโดยปกติแล้วรายละเอียดต่างๆ ของมอเตอร์มักจะมีติดมากับตัวมอเตอร์นั้นๆ อยู่แล้ว สำหรับ Servo motor ยี่ห้อ GWS และ HITEC นั้น จะใช้ระบบเฟืองที่ต่างกันทำให้มีทิศทางการหมุนที่ต่างกัน โดยจะตรงข้ามกัน เช่น ส่งสัญญาณพัลส์ 1ms มอเตอร์ GWS จะหมุนทวน เข็มนาฬิกา ส่วนมอเตอร์ของ HITEC จะหมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกา เป็นต้น

ส่วนการที่จะควบคุมให้มอเตอร์หมุนเป็นมุมอื่นๆ นั้นก็สามารถทำได้โดยการป้อน สัญญาณพัลส์เป็นระดับความกว้างต่างๆ โดยอ้างอิงจากจุด ทั้ง 3 จุดที่กล่าวมานี้ ตัวอย่างเช่น ถ้า ต้องการให้มอเตอร์หมุนไปที่มุม - 45 องศา เราจะต้องป้อนสัญญาณพัลส์ที่มีความกว้าง 1.25 ms เป็นต้น และ สัญญาณพัลส์นี้จะต้องจ่ายให้มอเตอร์ทุกๆ 20 ms (Period) เพื่อรักษาสภาพตำแหน่ง ของมอเตอร์ไว้ โดยหลักการก็คือ จะอาศัยการเปรียบเทียบช่วงเวลาของความกว้างพัลส์ที่จ่ายให้กับ มอเตอร์ทางขาสัญญาณควบคุมกับค่าเวลาของวงจร RC ภายในบอร์ดควบคุมในตัวมอเตอร์ ซึ่ง ค่าเวลาของวงจร RC นี้จะมีการเปลี่ยนแปลงตามการหมุนของมอเตอร์ เนื่องจากตัวต้านทานปรับค่า จะถูกยึดติดอยู่กับแกนหมุนของมอเตอร์ ซึ่งการหมุนของมอเตอร์จะทำให้ค่าความต้านทานของตัว ต้านทานปรับค่า (VR) เปลี่ยนแปลงไป เป็นผลทำให้ค่าเวลาของวงจร RC เปลี่ยนแปลงตามไปด้วย โดยในขณะที่เราป้อนสัญญาณความกว้างพัลส์ให้กับมอเตอร์ทางขาสัญญาณควบคุม สัญญาณนี้จะ ถูกนำไปเปรียบเทียบกับค่าเวลาของวงจร RC หากค่าทั้ง 2 ไม่เท่ากันมอเตอร์ก็จะหมุนทำให้ค่าเวลา ของวงจร RC เปลี่ยนแปลงจนกระทั่งค่าเวลาความกว้างพัลส์ของ วงจร RC เปลี่ยนแปลงจนเท่ากับ สัญญาณพัลส์ทางขาควบคุม (Control line) มอเตอร์จึงจะหยุดหมุน

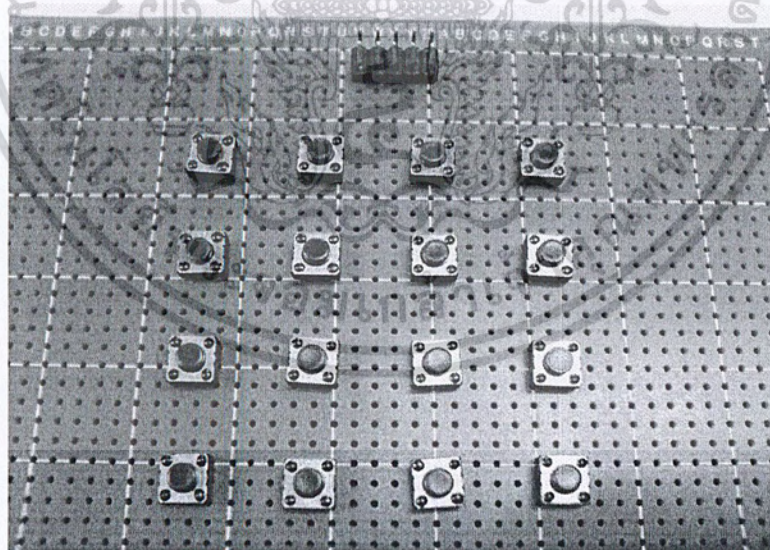
3.1.3 วงจรแขนกล

แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

3.1.3.1 ส่วนอินพุต เพื่อรับค่าตำแหน่งของ เซอร์โวมอเตอร์



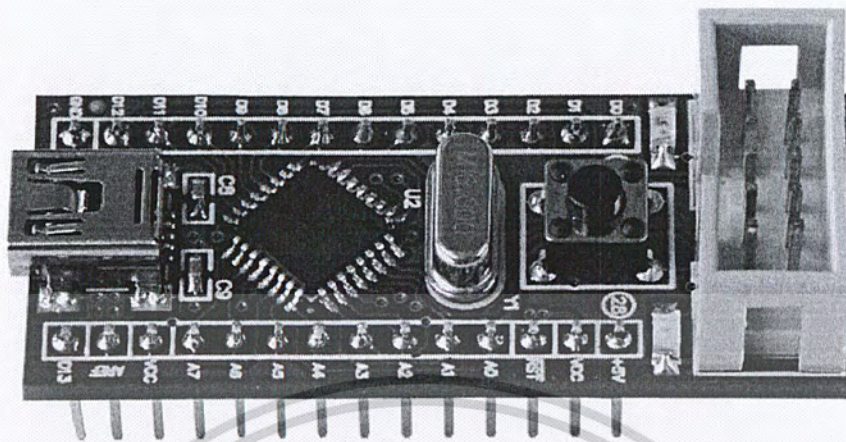
รูปที่ 3.5 วงจรสวิตช์ควบคุม (Keypad Joystick)



รูปที่ 3.6 บอร์ดสวิตช์ควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3.2 ส่วนของคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 3.7 บอร์ด ET-Easy168 STAMP

เลือกใช้ AVR รุ่น ET-Easy168 STAMP ในการเขียนคำสั่งเพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของ เซอร์โวมอเตอร์ โดย ET-Easy168 STAMP เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล AVR8 ขนาดเล็กจิ๋ว เลือกใช้เบอร์ ATMEGA168 เป็น MCU ประจำบอร์ด นอกจากนี้แล้วภายในตัวบอร์ด ยังได้รวมเอาไอซี USB BRIDGE ของ FTDI เบอร์ FT232R สามารถติดต่อกับคอมพิวเตอร์ PC ผ่านทาง PORT USB ได้โดยตรงทำให้บอร์ด ET-Easy168 STAMP เป็นบอร์ด ทดลองใช้งานขนาดเล็ก ที่เพียบพร้อมไปด้วยวงจรพื้นฐานที่จำเป็นต่อการใช้งานอย่างแท้จริง เพียงแค่เสียบสาย USB จาก เครื่องคอมพิวเตอร์ PC เข้ากับขั้ว USB ของบอร์ด ET-Easy168 STAMP ก็สามารถเขียนโปรแกรม และ DOWNLOAD CODE เข้าตัวบอร์ด พร้อมใช้ทำการทดลองหรือใช้งานได้ทันที

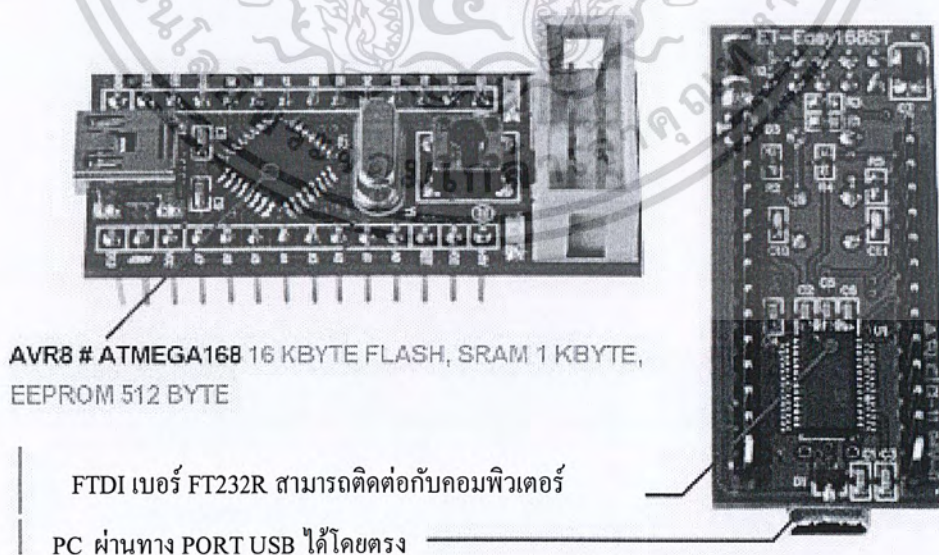
คุณสมบัติของบอร์ด

1. เลือกใช้ MCU ตระกูล AVR8 เบอร์ ATmega168 ของ ATMEL Run ความถี่ 16.00 MHz

- มีหน่วยความจำ Flash สำหรับเขียนโปรแกรม 16KByte ถ้าใช้การพัฒนาโปรแกรมผ่านระบบ AVRISP หรือ 14Kbyte เมื่อใช้การพัฒนาโปรแกรมผ่านระบบ Boot Loader RS232
- มี SRAM ใช้งานขนาด 1KByte และ EEPROM ใช้งานขนาด 512 Byte
- มี GPIO ใช้งานจำนวน 22 บิต

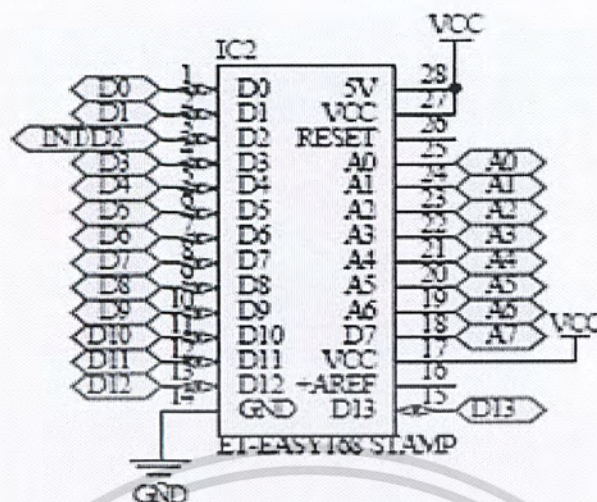
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Digital GPIO จำนวน 14 บิต
3. Analog Input (ADC) ขนาดความละเอียด 10บิต จำนวน 8 ช่อง
4. ใช้งานกับแรงดันไฟตรงขนาด +5VDC โดยใช้ได้ทั้งกับแหล่งจ่าย +5VDC/500mA จากพอร์ต USBและจากแหล่งจ่าย +5VDC จากภายนอกได้ด้วย พร้อม LED Power แสดงสถานะของแหล่งจ่าย
5. มีวงจร External Reset แบบ RC Reset และ Switch Reset พร้อมภายในบอร์ด
6. ขั้วต่อใช้งานวางตัวบน Pin Header ระยะห่าง 2.54mm(100mil) ขนาด 28 Pin (ด้านละ 14Pin)ระยะห่าง600mil(1.5cm) ง่ายต่อการนำไปต่อประยุกต์ใช้งาน และ ขยายวงจร I/O สามารถใช้กับProject Board และ PCB เอนกประสงค์ได้โดยง่าย
7. มีขั้วต่อ USB สำหรับเชื่อมต่อสื่อสารกับคอมพิวเตอร์ PC ผ่าน USB Bridge ของ FTDI ในรูปแบบของการสื่อสารอนุกรม RS232 สำหรับใช้งานสื่อสารและ Download Code ให้กับ MCU ในบอร์ด
8. มีขั้ว AVRISP แบบ IDE 10PIN สำหรับใช้ Download โปรแกรมให้กับ MCU ภายในบอร์ดในกรณีไม่ต้องการใช้การพัฒนาโปรแกรมผ่านทาง Boot Loader
9. มี LED แสดงสถานะ โดยต่อกับ PB5 ของ AVR (Digital-13 ของ Arduino Project) สำหรับใช้เป็นอุปกรณ์ทดลองการทำงานอย่างง่าย

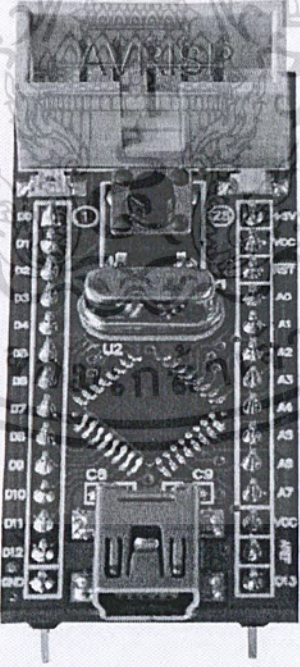


รูปที่ 3.8 AVR รุ่น ET-Easy168 STAMP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 วงจร Controller

AVR	Arduino	Pin	ET-EASY168 STAMP	Pin	Arduino	AVR
PD0	Digital-0	1		28	+5V(+Vin)	+5V(+Vin)
PD1	Digital-1	2		27	+VCC(+5V)	+VCC(+5V)
PD2	Digital-2	3		26	RESET#	RESET(PC6)
PD3	Digital-3	4		25	Analog-0	PC0/ADC0
PD4	Digital-4	5		24	Analog-1	PC1/ADC1
PD5	Digital-5	6		23	Analog-2	PC2/ADC2
PD6	Digital-6	7		22	Analog-3	PC3/ADC3
PD7	Digital-7	8		21	Analog-4	PC4/ADC4
PB0	Digital-8	9		20	Analog-5	PC5/ADC5
PB1	Digital-9	10		19	Analog-6	ADC6
PB2	Digital-10	11		18	Analog-7	ADC7
PB3	Digital-11	12		17	+VCC(+5V)	+VCC(+5V)
PB4	Digital-12	13		16	+AREF	+AREF
GND	GND	14		15	Digital-13	PB5

รูปที่ 3.10 การจัดสรรขาสัญญาณของบอร์ด ET-EASY168 STAMP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าที่ของขาสัญญาณในการใช้งานแบบ “Arduino Project”

- +5V(+Vin) เป็นขาสำหรับใช้เป็นจุดรับแรงดันขนาด +5VDC จากภายนอกเพื่อเป็นแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงให้กับบอร์ด
- +VCC(+5V) เป็นขาแหล่งจ่ายไฟจุดเดียวกันกับที่ป้อนให้กับ +VCC ของ MCU ซึ่งจุดนี้จะรับแรงดันมาจาก 2 แหล่ง ด้วยกันคือ ขารับแรงดัน +5V(+Vin) จากขา 28 ของบอร์ด และ จากขา+VUSB(+5V) จากขั้ว USB ของบอร์ด โดยมีไดโอด ป้องกันการย้อนกลับของแรงดันไว้แล้ว
- +AREF เป็นขาสำหรับรับสัญญาณแรงดันอ้างอิง (Analog Reference) ให้กับวงจร Analog Input ในกรณีต้องการใช้แรงดันอ้างอิงจากภายนอก
- RESET# เป็นขาสัญญาณ RESET ของ CPU ทำงานที่ Logic “0”
- Digital[0..13] เป็นขา I/O แบบ Digital สามารถใช้งานเชื่อมต่อกับสัญญาณ Logic TTL (5V) ต่างๆ
- Analog[0..7] เป็นขา Input แบบ Analog สามารถรับ Input แบบ Analog 0..+5V

3.2 ชนิดของเซอร์โวมอเตอร์

แขนกลในแต่ละข้อจะมีการเคลื่อนไหวที่แตกต่างกัน จึงมีการนำเซอร์โวมอเตอร์มาใช้งานอยู่ 4 แบบ คือ

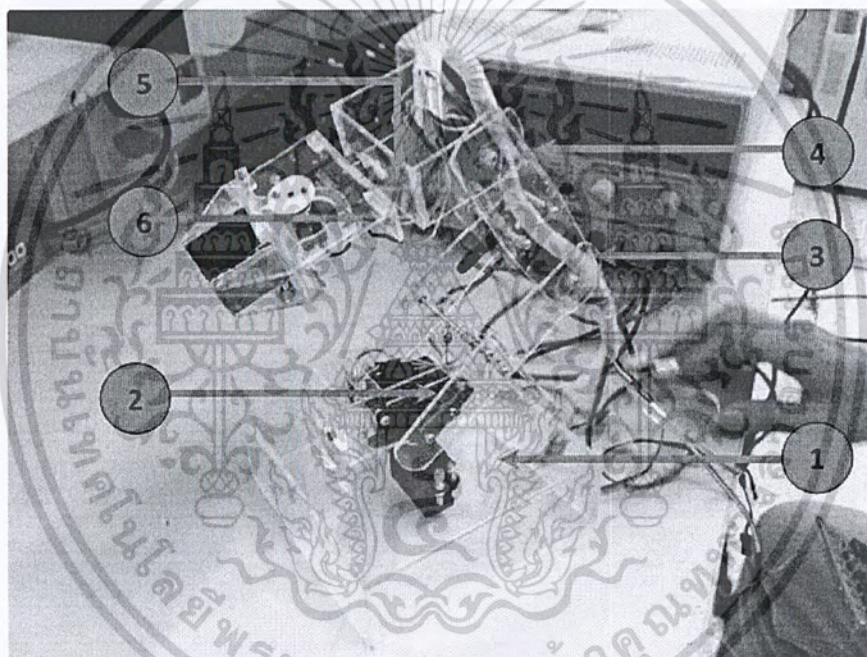
- Servo MG945 Towerpro : Stall torque: 10kg.cm(4.8V), 13kg.cm(6V)
Operating speed: 0.23 sec/60degree(4.8v), 0.2 sec/60degree(6v)
Operating voltage: 4.8-7.2V
- Servo S3003 : Stall Torque : 3.2kg.cm(4.8V), 4.1kg.cm(6.0V)
Operating Speed : 0.23sec/60 degrees(4.8V), 0.19sec/60 degrees(6.0V)
Operating Voltage : 4.8-6.0 V
- Micro Servo SG90 9 g. : Stall Torque : 1.2 kg.cm (4.8V),
Operating Speed : 0.12 sec/ 60 degrees(4.8 V),
Operating Voltage : 4.0 to 7.2 volts
- Digital Servo : Torque : Stall Torque : > 1kg.cm (Vcc=5V)
Operating Speed : 0.1 sec/60 degrees
Operating Voltage : DC 5V±1V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ซอฟต์แวร์

เป็นการออกแบบโปรแกรมควบคุมการเคลื่อนที่ โดยใช้บอร์ดสวิตช์ควบคุม เป็นตัวควบคุมการเคลื่อนที่ของแขนกล และควบคุมส่วนย่อยหรือตำแหน่งของข้อต่อในแต่ละข้อต่อโดยการเขียนโปรแกรมประมวลผลบนไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่น ET-Easy168 STAMP ขนาด 8 บิต เพื่อส่งสัญญาณจาก Keypad Joystick ไปยังบอร์ด ET-Easy168 STAMP แล้วตัวรับสัญญาณในบอร์ดจะส่งข้อมูลเข้าไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ แล้วจะส่งสัญญาณควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ เพื่อออกคำสั่งในการเคลื่อนที่

3.4 การเคลื่อนที่ของแขนกล



รูปที่ 3.11 ตำแหน่งหน้าที่ของเซอร์โวมอเตอร์แต่ละตัว

การเคลื่อนที่ของแขนกลมี 6 ข้อต่อคือ

ข้อต่อที่ 1 คือส่วนฐานมีหน้าที่หมุนแขนกลไปในแนวราบ

ข้อต่อที่ 2 คือส่วนบนฐานทำให้แขนกลเคลื่อนไหวในระยะใกล้ไกล

ข้อต่อที่ 3 คือส่วนเคลื่อนที่ทำให้แขนกลสามารถเคลื่อนไหวในแนวตั้ง

ข้อต่อที่ 4 คือข้อต่อที่ช่วยเพิ่มความละเอียดของระยะเป้าหมาย

ข้อต่อที่ 5 คือข้อต่อสำหรับหมุนปรับทิศในการจับวัตถุ

ข้อต่อที่ 6 คือส่วนคิบบีบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

ในบทนี้ จะกล่าวถึงผลการทดลอง โครงสร้างของแขนกล และโปรแกรมของแขนกล โดยมีรายละเอียดของการทดลองดังนี้

4.1 วิธีการทำการทดลอง

1. เขียนโปรแกรมควบคุมทิศทางการทำงานของ เซอร์โวมอเตอร์โดยกำหนดค่าสัญญาณความกว้างพัลส์ตามค่าต่างๆกันดังนี้ 1 ms 1.5ms และ 2ms

2. ประยุกต์ใช้วงจรควบคุมมาใช้ในการกำหนดการเคลื่อนที่ของแขนกล โดยใช้ Digital Pin D2-D9 ซึ่งแต่ละ Pin จะส่งสัญญาณ Logic 1 ออกมา เช่น สวิตช์ S1 จะมี Pin D2 กับ D6 เชื่อมกันอยู่ เมื่อกดปุ่ม S1 Logic จาก D2 และ D6 จะเชื่อมถึงกัน ทำให้ Microcontroller รู้ว่ามีการกดปุ่ม S1 ตามที่เขียนโปรแกรมไว้ โดยเซอร์โวมอเตอร์ 1 ตัวจะถูกควบคุมด้วยสวิตช์ 2 ตัวเพื่อควบคุมทิศทางการหมุนตามเข็มนาฬิกาหรือทวนเข็มนาฬิกา ตามที่ต้องการให้เคลื่อนที่ในทิศทางนั้น เมื่อได้ตำแหน่งที่ต้องการแล้วให้กดสวิตช์เป็นการเมมโมรี่ จะสั่งให้จำค่าไว้ ซึ่งในบอร์ดควบคุมนี้สามารถบันทึกค่าได้ทั้งหมด 8 ค่า เมื่อทำการบันทึกค่าทั้งหมดแล้ว ทำการกดสวิตช์ RUN จะเป็นการสั่งให้แขนกลทำงานได้อัตโนมัติตามที่สั่งค่าไว้

4.2 ผลการทดลอง

ทำการออกแบบการเคลื่อนที่ของแขนกลโดยการเขียน โปรแกรมควบคุมมอเตอร์แต่ละตัว เพื่อให้ข้อต่อแต่ละข้อทำงานอย่างต่อเนื่องได้ผล ดังนี้

เมื่อนำหุ่นแขนกลมาต่อเข้ากับวงจร Keypad Joystick แล้วทดสอบว่าปุ่มที่ใช้ในการควบคุมของแขนกลทั้ง 12 ปุ่มใช้งานได้จากนั้น กดปุ่มควบคุมเซอร์โวมอเตอร์เพื่อเปลี่ยนองศาและทดสอบว่าโปรแกรมสามารถจดจำตำแหน่งของเซอร์โวมอเตอร์ได้จากนั้นทำการบันทึกตำแหน่งของเซอร์โวมอเตอร์ทีละตัวด้วย บอร์ด Stamp168 ทำจนได้ตำแหน่งของเซอร์โวมอเตอร์ทั้ง 6 ตัวแล้วทำการ RUN โปรแกรมที่บันทึกไว้ทั้งหมดพบว่า แขนกลสามารถทำงานตามตำแหน่งที่บันทึกไว้ได้อย่างสมบูรณ์ แต่ยังขาดความเสถียรในการทำงานเล็กน้อย

4.3 ตารางแสดงผลการทดลอง

ตารางที่ 4.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการป้อนสัญญาณพัลส์และองศาการหมุนของ เซอร์โวมอเตอร์

สัญญาณ ความ กว้าง พัลส์	ตำแหน่ง มุมครั้งที่ 1	ตำแหน่ง มุมครั้งที่ 2	ตำแหน่ง มุมครั้งที่ 3	ตำแหน่ง มุมครั้งที่ 4	ตำแหน่ง มุมครั้งที่ 5	ตำแหน่ง มุมครั้งที่ 6	ตำแหน่ง มุมครั้งที่ 7	ตำแหน่ง มุมครั้งที่ 8	ตำแหน่ง มุมครั้งที่ 9	ตำแหน่ง มุมครั้งที่ 10	ตำแหน่ง มุม เฉลี่ย
1 ms	-89°	-90°	-89.5°	-89.5°	-90°	-91°	-90.5°	-90.5°	-89.5°	-90.5°	-90°
1.5 ms	0°	0.5°	-0.5°	0°	-0.5°	0.5°	0°	-0.5°	1°	-1°	-0.05°
2 ms	90°	89.5°	90.5°	90°	89°	90°	90°	90.5°	90.5°	89°	90°

บทที่ 5

บทวิจารณ์และสรุป

5.1 สรุปผลการทดลอง

โครงการนี้เป็นสร้างและการพัฒนาแขนกลให้ปฏิบัติตามคำสั่งคือแขนกลสามารถหยิบจับวัตถุขึ้นและวางวัตถุลงได้ตามที่ได้ป้อนคำสั่งไว้เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในระบบอุตสาหกรรมการผลิตเพื่อช่วยลดจำนวนแรงงานจากคนเป็นการลดต้นทุนการผลิตแล้วยังสามารถเพิ่มจำนวนชั่วโมงการทำงานได้อีกทางหนึ่ง และเพิ่มความปลอดภัยในการทำงานบางจุดที่เสี่ยงต่ออันตรายของบุคลากรโดยนำแขนกลเข้ามาช่วยทำงานทดแทน ซึ่งจะเป็นการเพิ่มศักยภาพในการผลิตเพื่อแข่งขันกับคู่แข่งทางด้านอุตสาหกรรมต่อไป ซึ่งจากโครงการนี้ได้ประดิษฐ์แขนกลขึ้นมาและทำการควบคุมนั้น ผลการทดลองปรากฏว่าเมื่อสั่งการให้กลทำงานตามคำสั่งนั้นแขนกลสามารถหยิบจับและวางวัตถุลงบนรถขนส่งในระบบลำเลียงได้ในระดับหนึ่ง แต่เนื่องด้วยโครงสร้างของแขนกลยังไม่แข็งแรงพอและการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์ที่ยังไม่สามารถควบคุมให้เสถียรได้ทำให้ตำแหน่งการวางวัตถุยังไม่แม่นยำพอที่จะสามารถนำไปใช้ในระบบอุตสาหกรรมได้จริง จะต้องมีการแก้ไข ปรับปรุง จุดด้อยของแขนกลและพัฒนาระบบควบคุมต่อไปในอนาคต

จากการที่ได้ทดสอบการเคลื่อนไหวของแขนกล ปรากฏว่า แขนกลไม่สามารถหยิบได้ตามที่เรต้องการ และการบังคับทิศทางไม่ดีเท่าที่ควร เพราะขนาดไม่เหมาะสมทำให้ไม่สามารถจับวัตถุได้ และหยิบได้ตามต้องการ จึงได้กลับมาทำการตรวจเช็คตั้งแต่การออกแบบโครงสร้างของแขนกลและการประกอบโครงสร้าง จึงได้พบข้อบกพร่องในหลายๆด้าน อย่างเช่นขนาดไม่เหมาะสมทำให้ไม่สามารถจับวัตถุได้ และหยิบได้ตามต้องการ เมื่อได้แก้ไขขนาด และโครงสร้างเป็นที่เหมาะสมแล้ว แขนกลก็สามารถหยิบได้ดีขึ้น มีความสมบูรณ์มากขึ้น แต่ระหว่างการทดลองแขนกลมีการชำรุดจากการใช้งานบ่อยครั้ง ทำให้ต้องปรับปรุงแก้ไขโครงสร้าง และประกอบใหม่ให้แข็งแรงมากขึ้น จนโครงสร้างของแขนกลแข็งแรงจนเป็นที่น่าพอใจ และเหมาะสมจนสามารถนำไปใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.2 ปัญหาที่พบและแนวทางแก้ไข

จากการศึกษาและรวบรวมข้อมูลในการทำแผนกลในช่วงแรกปัญหาที่เกิดขึ้นคือจากการใช้ วงจรอิเล็กทรอนิกส์สำเร็จรูปและเซอร์โวมอเตอร์ที่ยังไม่คุ้นเคยกับการใช้งานของวงจรและเซอร์โวมอเตอร์ชนิดนี้มาก่อนจึงเกิดปัญหาในการเขียนโปรแกรมที่จะบันทึกข้อมูลลงไป ทำให้แผนกลไม่สามารถทำงานได้ตามที่ต้องการ ต่อมาจึงได้ศึกษาข้อมูล ทดลองเขียนโปรแกรมแบบต่างๆเพื่อใช้ควบคุมแผนกล เพื่อที่จะหาคำสั่งที่สามารถควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ได้ดีที่สุด และเกิดความผิดพลาดน้อยที่สุด นอกจากนั้น โครงสร้างของแผนกลที่สร้างขึ้นจากแผ่นอะคริลิกซึ่งมีความแข็งแรงคงทนค่อนข้างต่ำทำให้การควบคุมทำได้ยากและเกิดการชำรุดเสียหายได้ง่าย จึงได้แก้ไขโดยการต่อเติมโครงสร้างให้มีความแข็งแรง รวมทั้งออกแบบชิ้นส่วนบางชิ้นขึ้นมาใหม่เพื่อป้องกันการชำรุดเสียหาย ทั้งในด้านส่วนของข้อต่อแขนและปากคิ๊บ เพื่อช่วยให้การทำงานของแผนกลนั้นสามารถหยิบจับและวางวัตถุได้แม่นยำมากขึ้นนอกจากนี้อาจทำการเปลี่ยนชนิดของเซอร์โวมอเตอร์ที่มีคุณภาพสูงขึ้นและคุณสมบัติเหมาะสมกับงานที่ต้องนำมาใช้สร้างแผนกลแทนชนิดเดิม

5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการค้นคว้าพัฒนา

จากการที่เราใช้แผ่นอะคริลิกเป็นส่วนประกอบของโครงสร้างแผนกลซึ่งเป็นวัสดุที่ไม่คงทนต่ำ ในการสร้างส่วนประกอบของโครงสร้างแผนกลนั้นควรนำเอาวัสดุที่มีความแข็งแรงคงทนต่อแรงรับที่ถูกกระทำได้เช่น อลูมิเนียม เหล็ก สเตนเลส เป็นต้นและเนื่องด้วยเซอร์โวมอเตอร์ที่ใช้งานในปัจจุบันมีให้เลือกใช้หลายขนาดและมีราคาแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับคุณภาพและการใช้งาน เราควรศึกษาเพิ่มเติมว่าควรที่จะใช้เซอร์โวมอเตอร์ชนิดและขนาดไหนจึงจะเหมาะสมกับงบประมาณที่เรามีและสามารถสร้างแผนกลให้ทำงานได้เหมาะสมกับความต้องการที่เราจะให้แผนกลทำหน้าที่อะไรและนอกจากนั้นควรศึกษาวิธีการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์ให้ละเอียดเพื่อบังคับทิศทางการเคลื่อนไหวของแผนกลให้ทำงานได้ตามคำสั่ง เพื่อที่จะนำไปพัฒนาทำทางการหยิบจับวัตถุของแผนกลในท่าทางที่ง่ายขึ้นและหลากหลายรูปแบบ เหมาะกับการใช้จริงในโรงงานอุตสาหกรรมต่อไป



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

โปรแกรมควบคุมแขนกล (Visual Basic)

```

#include <Servo.h>
#include <Keypad.h>
#include <EEPROM.h>

const byte ROWS = 4; //four rows
const byte COLS = 4; //four columns
//define the symbols on the buttons of the keypads
char hexaKeys[ROWS][COLS] =
{
  {'0','1','2','3'},
  {'4','5','6','7'},
  {'8','9','a','b'},
  {'c','d','e','f'}
};
byte rowPins[ROWS] = {3, 2, 10, 9}; //connect to the row pinouts of the keypad
byte colPins[COLS] = {7, 6, 5, 4}; //connect to the column pinouts of the keypad
//initialize an instance of class NewKeypad
Keypad customKeypad = Keypad( makeKeymap(hexaKeys), rowPins, colPins, ROWS, COLS);

Servo servo1;
Servo servo2;
Servo servo3;
Servo servo4;
Servo servo5;
Servo servo6;

//variable
int pos1 = 90;
int pos2 = 45;
int pos3 = 117;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
int pos4 = 75;
```

```
int pos5 = 73;
```

```
int pos6 = 90;
```

```
int addr =0;
```

```
int addr2 =0;
```

```
byte pos11 = 0;
```

```
byte pos22 = 0;
```

```
byte pos33 = 0;
```

```
byte pos44 = 0;
```

```
byte pos55 = 0;
```

```
byte pos66 = 0;
```

```
int val = 0;
```

```
void setup()
```

```
{
```

```
servo1.attach(8); // attaches the servo on pin 8 to the servo object
```

```
servo2.attach(0); // attaches the servo on pin 0 to the servo object
```

```
servo3.attach(1); // attaches the servo on pin 1 to the servo object
```

```
servo4.attach(11); // attaches the servo on pin 11 to the servo object
```

```
servo5.attach(12); // attaches the servo on pin 12 to the servo object
```

```
servo6.attach(13); // attaches the servo on pin 13 to the servo object
```

```
}
```

```
void loop()
```

```
{
```

```
char customKey = customKeypad.getKey();
```

```
val = analogRead(1);
```

```
servo1.write(pos1);
```

```
servo2.write(pos2);
```

```
servo3.write(pos3);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
servo4.write(pos4);
servo5.write(pos5);
servo6.write(pos6);
```

```
///ไม่จัดทำ
```

```
//1+
```

```
if (customKey == '0')
```

```
{
```

```
pos1 = pos1 + 2;
```

```
if (pos1 > 180)
```

```
{
```

```
pos1 = 180;
```

```
}
```

```
delay (100);
```

```
}
```

```
/////
```

```
//1-
```

```
if (customKey == '1')
```

```
{
```

```
pos1 = pos1 - 2;
```

```
if (pos1 < 0)
```

```
{
```

```
pos1 = 0;
```

```
}
```

```
delay (100);
```

```
}
```

```
/////
```

```
//2+
```

```
if (customKey == '2')
```

```
{
```

```
pos2 = pos2 + 2;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

if (pos2 > 180)
{
    pos2 = 180;
}
delay (100);
}
/////
//2-
if (customKey == '3')
{
    pos2 = pos2 - 2;
    if (pos2 < 0)
    {
        pos2 = 0;
    }
    delay (100);
}
/////
//3+
if (customKey == '4')
{
    pos3 = pos3 + 2;
    if (pos3 > 180)
    {
        pos3 = 180;
    }
    delay (100);
}
/////
//3-
if (customKey == '5')

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

{
    pos3 = pos3 - 2;
    if (pos3 < 0)
    {
        pos3 = 0;
    }
    delay (100);
}

/////
//4+
if (customKey == '6')
{
    pos4 = pos4 + 2;
    if (pos4 > 180)
    {
        pos4 = 180;
    }
    delay (100);
}

/////
//4-
if (customKey == '7')
{
    pos4 = pos4 - 2;
    if (pos4 < 0)
    {
        pos4 = 0;
    }
    delay (100);
}

/////

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

//5+
if (customKey == '8')
{
    pos5 = pos5 + 2;
    if (pos5 > 180)
    {
        pos5 = 180;
    }
    delay (100);
}

/////
//5-
if (customKey == '9')
{
    pos5 = pos5 - 2;
    if (pos5 < 0)
    {
        pos5 = 0;
    }
    delay (100);
}

/////
//6+
if (customKey == 'a')
{
    pos6 = pos6 + 2;
    if (pos6 > 180)
    {
        pos6 = 180;
    }
    delay (100);
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    }
    /////
    //6-
    if (customKey == 'b')
    {
        pos6 = pos6 - 2;
        if (pos6 < 0)
        {
            pos6 = 0;
        }
        delay (100);
    }
    //-----//
    // เก็บค่า //
    if (customKey == 'c')
    {
        pos11 = pos1;
        EEPROM.write(addr, pos11);
        addr = addr + 1;

        pos22 = pos2;
        EEPROM.write(addr, pos22);
        addr = addr + 1;

        pos33 = pos3;
        EEPROM.write(addr, pos33);
        addr = addr + 1;

        pos44 = pos4;
        EEPROM.write(addr, pos44);
        addr = addr + 1;
    }

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

pos55 = pos5;
EEPROM.write(addr, pos55);
addr = addr + 1;

pos66 = pos6;
EEPROM.write(addr, pos66);
addr = addr + 1;

if (addr == 512) // addr maximum size : 512 byte //
{
    addr = 0;
}

delay(500); // delay เพื่อป้องกันการกดปุ่มซ้ำ อาจทำให้จำค่าผิดได้ //
}

//-----//

// อ่านค่า //
if (customKey == 'e')
{
    pos11 = EEPROM.read(addr-6);
    pos1 = pos11;

    pos22 = EEPROM.read(addr-5);
    pos2 = pos22;

    pos33 = EEPROM.read(addr-4);
    pos3 = pos33;

```

```

pos44 = EEPROM.read(addr-3);
pos4 = pos44;

pos55 = EEPROM.read(addr-2);
pos5 = pos55;

pos66 = EEPROM.read(addr-1);
pos6 = pos66;

if (addr == 512)
{
    addr = 0;
}

delay(500);
}
//-----//

//cycle

if (customKey == 'f')
{
    addr2 = 0;
    for (int y=1;y<=8;y++)
    {
        pos11 = EEPROM.read(addr2);
        addr2 = addr2 + 1;

        pos22 = EEPROM.read(addr2);
        addr2 = addr2 + 1;
    }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
pos33 = EEPROM.read(addr2);
```

```
addr2 = addr2 + 1;
```

```
pos44 = EEPROM.read(addr2);
```

```
addr2 = addr2 + 1;
```

```
pos55 = EEPROM.read(addr2);
```

```
addr2 = addr2 + 1;
```

```
pos66 = EEPROM.read(addr2);
```

```
addr2 = addr2 + 1;
```

```
int old1 = pos1;
```

```
int old2 = pos2;
```

```
int old3 = pos3;
```

```
int old4 = pos4;
```

```
int old5 = pos5;
```

```
int old6 = pos6;
```

```
int new1 = pos11;
```

```
int new2 = pos22;
```

```
int new3 = pos33;
```

```
int new4 = pos44;
```

```
int new5 = pos55;
```

```
int new6 = pos66;
```

```
if (old1 > new1)
```

```
{
```

```
  for(old1 ; old1 > new1 ; old1 -- 1)
```

```
  {
```

```
    servo1.write(old1);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    delay(15);
  }
}
else (old1 < new1);
{
  for(old1 ; old1 < new1 ; old1 += 1)
  {
    servo1.write(old1);
    delay(15);
  }
}
pos1 = new1;
if (old2 > new2)
{
  for(old2 ; old2 > new2 ; old2 -= 1)
  {
    servo2.write(old2);
    delay(15);
  }
}
else (old2 < new2);
{
  for(old2 ; old2 < new2 ; old2 += 1)
  {
    servo2.write(old2);
    delay(15);
  }
}
pos2 = new2;

```

```

if (old3 > new3)
{
  for(old3 ; old3 > new3 ; old3 -= 1)
  {
    servo3.write(old3);
    delay(15);
  }
}
else (old3 < new3);
{
  for(old3 ; old3 < new3 ; old3 += 1)
  {
    servo3.write(old3);
    delay(15);
  }
}
pos3 = new3;

if (old4 > new4)
{
  for(old4 ; old4 > new4 ; old4 -= 1)
  {
    servo4.write(old4);
    delay(15);
  }
}
else (old4 < new4);
{
  for(old4 ; old4 < new4 ; old4 += 1)
  {
    servo4.write(old4);

```

```

    delay(15);
  }
}

pos4 = new4;

if (old5 > new5)
{
  for(old5 ; old5 > new5 ; old5 -= 1)
  {
    servo5.write(old5);
    delay(15);
  }
}
else (old5 < new5);
{
  for(old5 ; old5 < new5 ; old5 += 1)
  {
    servo5.write(old5);
    delay(15);
  }
}

pos5 = new5;

if (old6 > new6)
{
  for(old6 ; old6 > new6 ; old6 -= 1)
  {
    servo6.write(old6);
    delay(15);
  }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

else (old6 < new6);
{
  for(old6 ; old6 < new6 ; old6 += 1)
  {
    servo6.write(old6);
    delay(15);
  }
}

pos6 = new6;

}

if (addr2 > 47)
{
  addr2 = 0;
}
}

//-----
//AUTO

if (val >= 900)
{
  addr2 = 0;
  for (int y=1;y<=8;y++)
  {
    pos11 = EEPROM.read(addr2);
    addr2 = addr2 + 1;

    pos22 = EEPROM.read(addr2);
    addr2 = addr2 + 1;
  }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
pos33 = EEPROM.read(addr2);
```

```
addr2 = addr2 + 1;
```

```
pos44 = EEPROM.read(addr2);
```

```
addr2 = addr2 + 1;
```

```
pos55 = EEPROM.read(addr2);
```

```
addr2 = addr2 + 1;
```

```
pos66 = EEPROM.read(addr2);
```

```
addr2 = addr2 + 1;
```

```
int old1 = pos1;
```

```
int old2 = pos2;
```

```
int old3 = pos3;
```

```
int old4 = pos4;
```

```
int old5 = pos5;
```

```
int old6 = pos6;
```

```
int new1 = pos11;
```

```
int new2 = pos22;
```

```
int new3 = pos33;
```

```
int new4 = pos44;
```

```
int new5 = pos55;
```

```
int new6 = pos66;
```

```
if (old1 > new1)
```

```
{
```

```
  for(old1 ; old1 > new1 ; old1 -- 1)
```

```
  {
```

```
    servo1.write(old1);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    delay(15);
}
}
else (old1 < new1);
{
    for(old1 ; old1 < new1 ; old1 += 1)
    {
        servo1.write(old1);
        delay(15);
    }
}
pos1 = new1;
if (old2 > new2)
{
    for(old2 ; old2 > new2 ; old2 -= 1)
    {
        servo2.write(old2);
        delay(15);
    }
}
else (old2 < new2);
{
    for(old2 ; old2 < new2 ; old2 += 1)
    {
        servo2.write(old2);
        delay(15);
    }
}
pos2 = new2;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

if (old3 > new3)
{
  for(old3 ; old3 > new3 ; old3 -= 1)
  {
    servo3.write(old3);
    delay(15);
  }
}
else (old3 < new3);
{
  for(old3 ; old3 < new3 ; old3 += 1)
  {
    servo3.write(old3);
    delay(15);
  }
}
pos3 = new3;

if (old4 > new4)
{
  for(old4 ; old4 > new4 ; old4 -= 1)
  {
    servo4.write(old4);
    delay(15);
  }
}
else (old4 < new4);
{
  for(old4 ; old4 < new4 ; old4 += 1)
  {
    servo4.write(old4);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    delay(15);
  }
}

pos4 = new4;

if (old5 > new5)
{
  for(old5 ; old5 > new5 ; old5 -= 1)
  {
    servo5.write(old5);
    delay(15);
  }
}
else (old5 < new5);
{
  for(old5 ; old5 < new5 ; old5 += 1)
  {
    servo5.write(old5);
    delay(15);
  }
}

pos5 = new5;

if (old6 > new6)
{
  for(old6 ; old6 > new6 ; old6 -= 1)
  {
    servo6.write(old6);
    delay(15);
  }
}

```

```

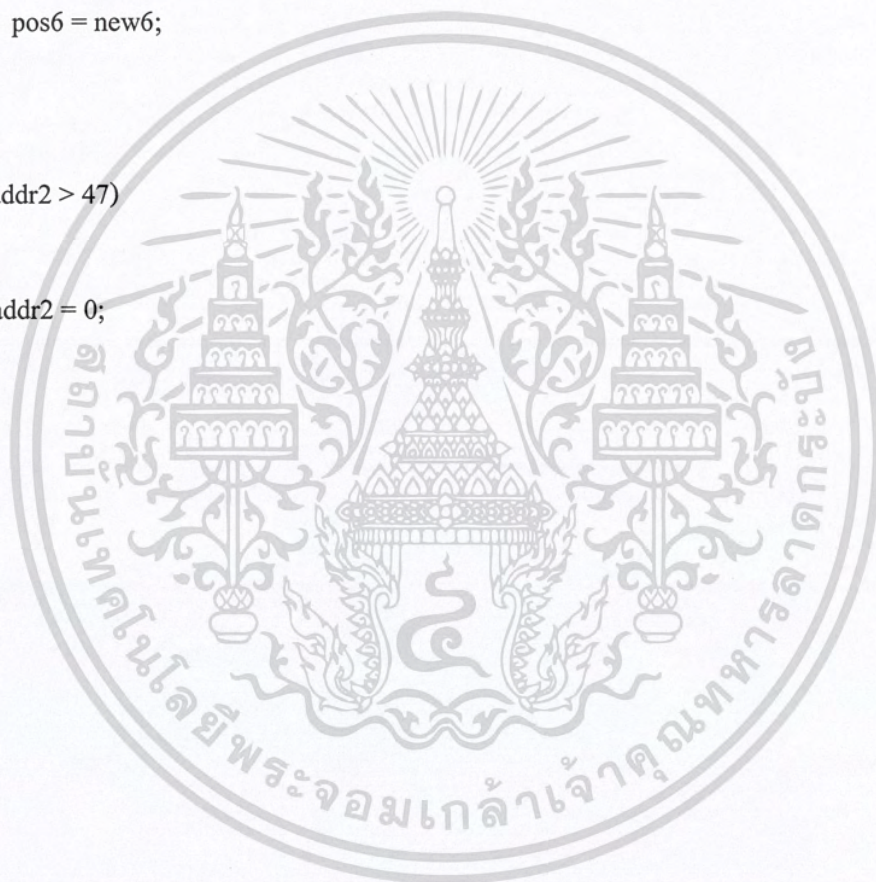
else (old6 < new6);
{
  for(old6 ; old6 < new6 ; old6 += 1)
  {
    servo6.write(old6);
    delay(15);
  }
}

pos6 = new6;

}

if (addr2 > 47)
{
  addr2 = 0;
}
}
}

```



ภาคผนวก ข

โปสเตอร์ของแขนกล

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
Control & Mechatronic

ROBOT AR

แขนกล (Robot Arm) เป็นหุ่นยนต์ชนิดหนึ่งที่นำมาใช้งานในการอุตสาหกรรมการผลิตอย่างแพร่หลาย โดยนำ
มาใช้แทนแรงงานคน ในงานที่มนุษย์นั้นมีความซ้ำซาก เช่น งานที่ต้องทำอย่างต่อเนื่องซ้ำๆ งานที่เป็นอันตราย งานที่มีน้ำหนัก
มาก เป็นต้น แขนกลจึงเข้ามามีบทบาทในการทำงานแทนมนุษย์ในข้อจำกัดต่างๆ เมื่อได้ทำงานแทนแล้ว ประสิทธิภาพการ
ทำงานก็จะดีขึ้น แม่นยำ แม่นยำ และปลอดภัย

โครงสร้างแขนกล

โครงสร้างหลัก ได้แก่ ฐาน (Base) ร่องหุ่นยนต์ รอกแขนกล จุดหมุน (Joints) ปลั๊กของแขนกลที่ใช้ทำงาน (Clipper)

ส่วนประกอบ Clipper ใช้ของ (Acrylic) Steel 4 นิ้ว x 4
ท่อนเหล็ก ใช้ของ (Acrylic) Steel 4 นิ้ว x 4
ท่อนฐาน ใช้ของ (Acrylic) Steel 4 นิ้ว x 4

อุปกรณ์ประติมากรรม

Acrylic

เซ็นเซอร์

Keypad Joystick

บอร์ด Stamp 168

ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์บอร์ด 8 บิต Keypad Joystick
ใช้ในการวัดค่า และบอร์ด Stamp168 ใช้ในการควบคุม

ขั้นตอนการทำงาน

ในระบบ CIM แขนกลจะถูกประจำตัวทั้งหมด 4 ตัวแทนในระบบนี้ โดยจะ
ทำหน้าที่เป็น 2 ส่วน คือ 2 แขนกลแรก จะทำหน้าที่วางวัสดุลงบนรถ
เมื่อมีรถมาจอดอยู่ด้านหน้าของแขนกลส่วนอีก 2 แขนกลจะมี
หน้าที่จับวัสดุที่วางมาบนรถจากแขนกลตัวก่อนหน้าลงมาก
ได้ไว้ที่กล่องได้วัตถุ โดยระบบจะสามารถสั่งงานให้
แขนกลทำงานสอดคล้องกับส่วนอื่นๆ
เป็นระบบอัตโนมัติ

ประโยชน์ของแขนกล

- ใช้แทนแรงงานมนุษย์ในบริเวณงานที่เสี่ยงอันตราย
- ควบคุมกำลังการผลิตให้มีประสิทธิภาพ
- ประหยัดต้นทุน และเวลา ในระยะยาว
- เป็นเทคโนโลยีสมัยใหม่ สามารถพัฒนาได้มากและนำมาใช้ในระบบอัตโนมัติในโรงงานอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] ทีมงานอีทีที. “SERVO MOTOR.” [Online].

www.kmitl.ac.th/robot/article/servo_motor_book.pdf. 2546.

[2] อ.วสินวิโรตม์ เนติศักดิ์. “บทที่ 1.” [Online].

www.lcct.ac.th/office/home_el/book/cim.doc. 2011

[3] ประจัน พลังสันติกุล. **เรียนรู้และใช้งาน CCS C คอมไพเลอร์ เขียนโปรแกรมภาษา C ควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : อินโนเวทีฟ เอ็ดจิวเรียมেন্ট. 2547.

