โครงงาน
ระบบคัดแยกวัตถุอัตโนมัติ

นายณัฐพงษ์	กองแก้ว	B5927180
นายกรณ์สกล	นนท์นาม	B5927203
นายพิเชฐ	คชประดิษฐ์	B5927258

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ สำนักวิชาวิศวกรรมมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ปีการศึกษา 2561

ชื่อโครงงาน ระบบคัดแยกวัตถุอัตโนมัติ

ชื่อนักศึกษา นายณัฐพงษ์ กองแก้ว รหัสประจำตัวนักศึกษา B5927180

นายกรณ์สกล นนท์นาม รหัสประจำตัวนักศึกษา B5927203

นายพิเชฐ คชประดิษฐ์ รหัสประจำตัวนักศึกษา B5927258

ที่ปรึกษาโครงงาน อ.อภิลักษณ์ หล่อนกลาง

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันระบบควบคุมอัตโนมัติเข้ามามีบทบาทในการทำงานอย่างมากในภาคอุตสาหกรรม เนื่องจากช่วยลดระยะเวลาในการผลิตและสามารถทำงานต่อเนื่องได้เป็นระยะเวลานาน โครงงานนี้จึงศึกษาและออกแบบระบบควบคุมอัตโนมัติ เพื่อใช้ประกอบชิ้นงานตามแบบด้วยหุ่นยนต์ชนิด Articulated Arm Robot ที่สามารถหยิบจับชิ้นงานจากสายพานลำเลียงมาประกอบได้อัตโนมัติ โดยการควบคุม ผ่านโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ (พีแอลซี) ซึ่งการทำงานของเครื่องสามารถคัดแยกวัตถุที่มากับสายพานลำเลียงได้และสามารถประกอบชิ้นงานได้อย่างถูกต้องแม่นยำ รวดเร็ว การออกแบบและพัฒนาโครงงานนี้จะนำไปใช้ในการฝึกปฏิบัติการควบคุมระบบอัตโนมัติในทางวิศวกรรม เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมสำหรับการทำงานในอนาคต

ผลการศึกษาพบว่า การใช้กล้องตรวจจับสามารถควบคุมการคัดแยกชิ้นงาน การตรวจสอบชิ้นงาน ด้วยโปรแกรมไพธอน(Python) บนบอร์ด ราสเบอร์รี่ พาย ที่เป็นคอมพิวเตอร์จิ๋ว โดยการสั่งสัญญาณออก ทาง พอร์ต จีพีไอโอ (GPIO) ซึ่งเราสามารถ นำสัญญาณส่งออก ไปให้ โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ (PLC) เพื่อควบคุมระบบการทำงานระบบอัตโนมัติต่างๆ ต่อไปได้

สำนักวิทยบริการฯ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Title	Automatic Sorting Machine With Image Processing		
Author	Mr. Natthaphong	Kongkaew	Student ID B5927180
	Mr. Kornsakon	Nonnan	Student ID B5927203
	Mr. Phichet	Kochapradit	Student ID B5927258
Advisor	Lecthuer Aphilak	Lonklang	

Abstracts

Now, the automatic control system has been involved in many operations in the manufacturing industry and help reduce time in manufacturing product can work long time.This project leaning and design automatic control system for use assembly by Articulated Arm Robot Can pick and place from conveyor to automatic assembly control by professional Learning Community (PLC).The work of machine can separate objects come with conveyor and can assemble the work correctly,accurately and quickly.This project design and development will use in the practice of control the automatic system engineering for prepare work to future

Summary the study found the work using camera detect for separate objects by program python on the raspberry pi 3 board.Can send the Signal output by GPIO port which.We can use the output signal send to professional Learning Community (PLC) for control automatic system orther to be continue.

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิคส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานวิศวกรรม ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี ด้วยการให้คำปรึกษา และคำแนะนำที่ดีจาก อ.อภิลักษณ์ หล่อนกลาง อาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้ให้คำแนะนำและความรู้ จนโครงงานวิศวกรรม ฉบับนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

ข้าพเจ้าขอขอบคุณ Mr.babak Manafighazani จากบริษัท EFL ที่สนับสนุนการใช้งานโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ เพื่อนๆ สาขาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์โดยเฉพาะ คุณสุนทร โอษฐงาม ที่ให้ความรู้การใช้งานหุ่นยนต์ รวมทั้งความรู้เรื่องอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ที่ส่งผลให้การทำโครงงานสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สุดท้ายนี้โครงงานวิศวกรรม ฉบับนี้ลุล่วงไปด้วยดี คุณค่าและประโยชน์อันพึงมาจากโครงงานวิศวกรรม ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน และสำหรับผู้ที่จะนำไปพัฒนาระบบต่อไปในภายภาคหน้าแก่ผู้ที่สนใจในภายภาคหน้า

คณะผู้จัดทำ

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (ภาษาไทย) ..... ก
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ) ..... ข
กิตติกรรมประกาศ ..... ค
สารบัญ ..... ง
สารบัญ (ต่อ) ..... จ
สารบัญ (ต่อ) ..... ฉ
สารบัญ (ต่อ) ..... ช
สารบัญตาราง ..... ซ
สารบัญรูปภาพ ..... ฌ
สารบัญรูป (ต่อ) ..... ญ
สารบัญรูป (ต่อ) ..... ฎ
บทที่ 1 บทนำ
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน 1
1.2 วัตถุประสงค์ 1
1.3 ขอบเขต 1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 1
1.5 ระยะเวลาในการดำเนินงาน 2
1.6 ประมาณการค่าใช้จ่าย 3
1.7 สถานที่ดำเนินงาน 3
บทที่ 2 ทฤษฎีและเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง
2.1 หลักการทำงานของกล้อง 4-5
2.2 ระบบสีที่ใช้กับภาพกราฟฟิก 6
2.2.1.ระบบสี RGB 7
2.2.2. ระบบสี CMYK 8
2.2.3. ระบบสี HSB 7-8
2.2.4.ระบบสี LAB 8

สำนักวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิคส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3 หลักการทำงานและการแสดงผลของภาพกราฟฟิก 9
2.3.1 หลักการทำงาน 9
2.3.2 ความละเอียดของภาพ (Resolution) 9-10
2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์ 11-12
2.5 บอร์ดราสเบอร์รี่ (Raspberry Pi) 12
2.6 พีแอลซี (Programmable Logic Controller) 13
2.6.1 โครงสร้างของพีแอลซี 13
2.6.2 ลักษณะโครงสร้างภายในของพีแอลซีประกอบด้วย 14
2.6.3 การทำงานของพีแอลซี 14
2.6.4 การสแกนอินพุตและเอาต์พุต 15
2.7 ประเภทของหุ่นยนต์ 16
2.7.1 Linear Robot 16
2.7.2 SCARA Robot 16
2.7.3 Parallel Robot 17
2.7.4 Articulated Arm Robot 17
2.8 หลักการพื้นฐานของคิเนมาติกส์ 18
2.8.1 Planar Mechanisms 19
2.8.2 การหา DOF หรือ Mobility 19
2.9 สมการที่ใช้ในการควบคุมตำแหน่งการเคลื่อนที่ของแขนกล 20
2.9.1 การระบุตำแหน่งของแขนกลด้วยเวกเตอร์ 20
2.10 การควบคุมหุ่นยนต์พื้นฐานนั้นจะมีอยู่ด้วยกัน 3 ส่วน ประกอบด้วย 21
2.11 Scorbot ER3 controller / programmer software 21
คำสั่งที่ใช้ 22
2.12 สายพานTop Chain Conveyor 23

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.13 หลักการควบคุมมอเตอร์ ในงานอุตสาหกรรม 23
2.10.1 การควบคุมแบบลูปเปิด 23
2.10.2 การควบคุมแบบลูปปิด หรือการควบคุมแบบป้อนกลับ 24
บทที่ 3 วิธีการดำเนินโครงการ
3.1 ตารางวัสดุและอุปกรณ์ 25
3.2 วิธีการจัดทำโครงงาน 25
1.ศึกษาหาข้อมูลเครื่องประกอบชิ้นงานอัตโนมัติ 25
2.ศึกษาหาข้อมูลอุปกรณ์และวัสดุที่จะนำมาทำเครื่องประกอบชิ้น
งานอัตโนมัติ 25
3.เลือกวัสดุและอุปกรณ์ที่จะใช้ในการทำเครื่องประกอบชิ้นงานอัตโนมัติ 25
4.เขียนโค้ดPythonและทดสอบการทำงานการตรวจสอบด้วยกล้องผ่าน
อุปกรณ์ราสเบอร์รี่พาย 26
5.ติดตั้งอุปกรณ์เพื่อทำการทดสอบระบบหุ่นยนต์และเซ็นเซอร์หยุด pallet 26
6.ทดสอบการทำงานของระบบหุ่นยนต์และเซ็นเซอร์หยุด pallet
และการตรวจสอบด้วยกล้อง 26
7.กำหนดตำแหน่งการหยิบจับชิ้นงานผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 26
8.ทดสอบระบบเครื่องประกอบชิ้นงานอัตโนมัติ 26
9.หลักการทำงานของเครื่อง 26
10.ทดสอบการทำงานของระบบ 26
11.ขั้นตอนการทดลอง 27-31
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์ผล
ผลการทดลอง 32
ตารางบันทึกผลที่ 4.1 Cycle Time Before Optimize Unit Per Sec การทดลอง
จับเวลาการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ก่อนการปรับตั้งตำแหน่งการเคลื่อนที่ 32

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ตารางบันทึกผลที่ 4.2 Cycle Time After Optimize Unit Per Sec การทดลองจับเวลาการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์หลังการปรับตั้งตำแหน่งการเคลื่อนที่ 33
กราฟผลการทดลอง 34-35
วิเคราะห์ผลการทดลอง 36
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ
สรุปผลการศึกษา 37
ข้อเสนอแนะ 37
เอกสารอ้างอิง 38-39
ภาคผนวก
ภาคผนวก ก. 40-45
ภาคผนวก ข. 46-55
ข้อมูลผู้จัดทำ 56

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.5 ระยะเวลาในการดำเนินงาน 2

1.6 ประมาณการค่าใช้จ่ายในการทำโครงงาน 3

3.1 ตารางวัสดุและอุปกรณ์ 25

4.1 ตารางบันทึกผลที่4.1 Cycle Time Before Optimize Unit Per Sec การทดลองจับเวลาการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ก่อนการปรับตั้งตำแหน่งการเคลื่อนที่ 32

4.2 ตารางบันทึกผลที่4.1 Cycle Time Before Optimize Unit Per Sec การทดลองจับเวลาการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ก่อนการปรับตั้งตำแหน่งการเคลื่อนที่ 33

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ หน้า

รูปที่ 2.1 แสดง จุดกำเนิดของการสร้างกล้องรูเข็ม 4

รูปที่ 2.2 แสดง ส่วนประกอบกล้องในปัจจุบัน 5

รูปที่ 2.3 แสดงระบบสี RGB 6

รูปที่ 2.4 แสดงระบบสี CMYK 7

รูปที่ 2.5 แสดงระบบสี HSB 8

รูปที่ 2.6 แสดงระบบสี LAB 8

รูปที่ 2.7 แสดงจุดภาพ พิกเซล (pixel) 10

รูปที่ 2.8 แสดง Microcontroller 12

รูปที่ 2.9 Raspberry Pi model B+ 12

รูปที่ 2.10 ภาพแสดง PLC 13

รูปที่ 2.11 แสดงโครงสร้างภายในของ PLC 14

รูปที่ 2.12 แสดง วงรอบการสแกนของ พีแอลซี 15

รูปที่ 2.13 Linear Robot 16

รูปที่ 2.14 SCARA Robot 16

รูปที่ 2.15 Parallel Robot 17

รูปที่ 2.16 Articulated Arm Robot 17

รูปที่ 2.17 DOF 18

รูปที่ 2.18 แสดงความสัมพันธ์ของการบอกตำแหน่งในรูปเวกเตอร์ 20

รูปที่ 2.19 แสดงตัวอย่างการใช้โปรแกรม Scorobot ER3 Controller v1.0 21

รูปที่ 2.20 แสดงคำสั่งในการควบคุม Scorobot ER3 22

รูปที่ 2.18 สายพานTop Chain Conveyor 23

รูปที่ 2.19 การควบคุมแบบลูปเปิด 23

รูปที่ 2.20 การควบคุมแบบลูปเปิด 24

รูปที่ 11.1 ตรวจเช็คอุปกรณ์สายพานลำเลียงและหุ่นยนต์ 27

รูปที่ 11.2 จัดเตรียมชิ้นงานรูปเรขาคณิตทั้ง 4 ชิ้น วางที่ตำแหน่งที่กำหนด 27

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่ หน้า

รูปที่11.5 เริ่มโปรแกรม ตรวจสอบ ชิ้นงาน ก่อนการปรับตำแหน่งการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ 28

รูปที่11.6 ทดสอบการทำงานของระบบหยุด pallet ทดสอบการตรวจจับของกล้อง ทดสอบการทำงานของหุ่นยนต์ 28

รูปที่11.7 เมื่อ pallet ถึงจุดตรวจสอบด้วยกล้อง PLC จะรอคำสั่งจาก Raspberry Pi 3 ด้วย Code python ที่เขียนไว้ให้ตรวจจับชิ้นงานรูปทรงเลขาคณิต ที่มีขนาด area > 30000 pixel และตรวจเช็ค อีกรอบว่ามุมของรูปทรงที่เข้ามามีกี่มุมด้วยตัวแปร len (approx) และจะแสดงค่าออกทาง Python ว่าตอนนี้ กล้อง Detect ได้กี่มุม ถ้าถูกต้องตามเงื่อนไข Output จะถูกส่งไปให้ PLC 29

รูปที่11.8 เมื่อ PLC รับ Input มาจะทำการประมวลผลว่ารับค่าจาก Input ที่ 1-4 ก็จะสั่งออกทางOutput ที่ 1-4 ตามลำดับ 29-30

รูปที่11.9 เมื่อหุ่นยนต์รับค่าจาก PLC จะเริ่มหยิบชิ้นงานให้จับเวลาการทำงานสิ้นสุดเมื่อวางชิ้นงานลงบน palletและบันทึกผลการทดลองลงตารางที่ 4.1 Cycle Time Before Optimize Unit Per Sec 30

รูปที่11.11เริ่มโปรแกรม ตรวจสอบ ชิ้นงาน หลังการปรับตำแหน่งการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ 30

รูปที่11.12เมื่อ pallet ถึงจุดตรวจสอบด้วยกล้อง ระบบจะรอคำสั่งจากกล้องว่าถูกต้องตาม ลักษณะที่กำหนด และหยิบชิ้นงานมาวางตำแหน่ง pallet ที่ทำการตรวจสอบ 31

รูปที่11.13เมื่อหุ่นยนต์เริ่มหยิบชิ้นงานให้จับเวลาการทำงาน สิ้นสุดเมื่อวางชิ้นงานลงบน palletและบันทึกผลการทดลองลงตารางที่ 4.2 Cycle Time After Optimize Unit Per Sec 31

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
รูปกราฟ 4.1.1 Triangle	34
รูปกราฟ 4.1.2 Rectangular	34
รูปกราฟ 4.1.3 Pentagon	35
รูปกราฟ 4.1.4 Hexagon	35

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันประเทศไทยกำลังพัฒนาเข้าสู่ประเทศอุตสาหกรรมอย่างเต็มรูปแบบโดยสังเกตจากการขยายตัวของอุตสาหกรรมและโรงงานต่าง ๆ ที่เพิ่มมากขึ้น สำหรับโรงงานอุตสาหกรรมนั้นเครื่องมือการผลิตวัตถุดิบ แรงงานการผลิต และขั้นตอนการผลิตล้วนเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการต่อกระบวนการผลิตของโรงงาน ซึ่งมนุษย์นั้นไม่สามารถทำงานที่ต้องทำงานอย่างต่อเนื่องตลอด 24 ชั่วโมงได้ งานที่ต้องทำซ้ำ ๆ กันตลอดเวลา งานที่เป็นอันตราย งานที่หนักและยากเกินที่มนุษย์จะทำไหว เพื่อแก้ปัญหาข้อจำกัดของมนุษย์นั้น แขนกลและสายพานลำเลียง ก็จะเข้ามามีบทบาทในการทำงานดังกล่าว และข้อดีของการที่มีหุ่นยนต์และสายพานลำเลียงทำงานแทนคนนั้นประสิทธิภาพการทำงานก็จะดีขึ้น มีความแน่นอน แม่นยำ สามารถทำงานผลิตได้โดยไม่ต้องพักทำงานได้โดยไม่มีวันหยุด ส่วนข้อเสียก็มี เช่นมีราคาสูง ต้องมีผู้ชำนาญการในการควบคุมหุ่นยนต์ไม่เหมาะในโรงงานที่กำลังผลิตน้อย

1.2 วัตถุประสงค์

1) เพื่อศึกษาการใช้โปรแกรมควบคุมกล้อง
2) เพื่อศึกษาการใช้โปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์
3) เพื่อศึกษาและออกแบบระบบควบคุมการคัดแยกชิ้นงานอัตโนมัติ

สถาบันวิทยบริการเทคโนโลยีเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1) สามารถควบคุมหุ่นยนต์แบบ Articulated Arm Robot ประกอบชิ้นงานได้ตามแบบ
2) สามารถควบคุมตำแหน่งการหยุดของ pallet
3) สามารถจำแนกวัตถุที่อยู่ใน pallet ได้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้แบบจำลองการทำงานของเครื่องประกอบประกอบชิ้นงานอัตโนมัติ ที่สามารถประกอบชิ้นงานได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ และรวดเร็ว ซึ่งจะช่วยเพิ่มทักษะเพื่อให้เกิดความชำนาญในการออกแบบระบบ และ ควบคุม เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของภาคอุตสาหกรรม ในปัจจุบัน

1.5 ระยะเวลาในการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.5 ระยะเวลาในการดำเนินงาน

กิจกรรม	สัปดาห์ที่										
	เม.ย.				พ.ค				มิ.ย		
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3
1. สืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้อง	→	→	→	→							
2. ออกแบบและติดตั้งระบบควบคุมการประกอบชิ้นงาน								→	→	→	
3. เบิกเงินและจัดซื้อ							→	→			
3. วิเคราะห์ความเหมาะสมของการตรวจสอบวัตถุเพื่อประกอบชิ้นงาน				→	→						
4. วิเคราะห์ระบบการควบคุมและการประกอบชิ้นงาน					→	→					
5. ปรับปรุงระบบควบคุมการประกอบชิ้นงาน									→	→	
6. สรุปงานและเขียนรายงาน										→	→

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

1.6 ประมาณการค่าใช้จ่าย

ตารางที่ 1.6 ประมาณการค่าใช้จ่ายในการทำโครงงาน

ลำดับที่	รายการ	จำนวนหน่วย	ราคา/หน่วย (บาท)	ราคา (บาท)
1	พีแอลซี (PLC) Mitsubishi FX-1S	1	2000	2000
2	ราสเบอร์รี่พาย (Raspberry PI)	1	950	950
3	สายไฟอ่อน 22 AWG (UL1007)	3	120	360
4	เทปพันสายไฟ 3M ยาว 10 เมตร	5	25	125
5	ตะกั่วบัดกรี 0.8 mm	1	199	199
6	หัวแร้งบัดกรี	1	780	780
7	ชุดสกรู M8	10	180	720
8	โฟโต้เซ็นเซอร์	1	1,800	1,800
9.	ฟิวเจอร์บอร์ด	1	20	20
10.	ไม้แบบ	1	50	50
11.	Modul Relay Arduino 4Chanel	1	100	100
12.	Relay 24Vdc + Socket	5	100	500
13.	เมาส์	1	150	150
14.	คีย์บอร์ด Logitech	1	400	400
	รวม			8154

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

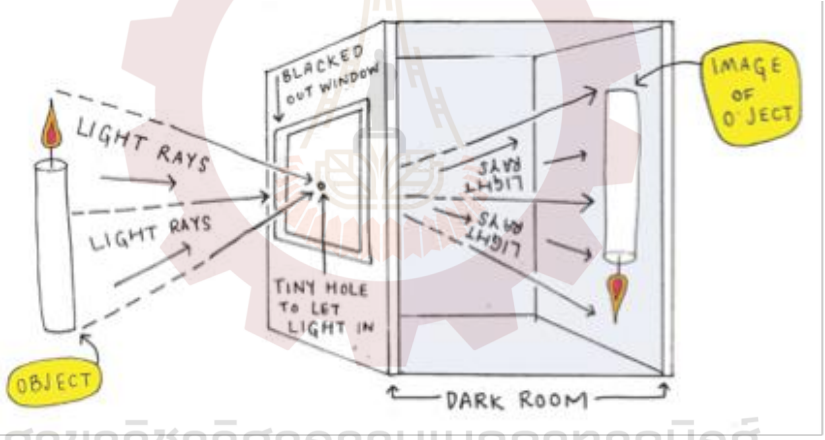
1.7 สถานที่ดำเนินงาน

อาคารเรียน F4 ห้องปฏิบัติการระบบอัตโนมัติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 2
พื้นฐานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักการทำงานของกล้อง

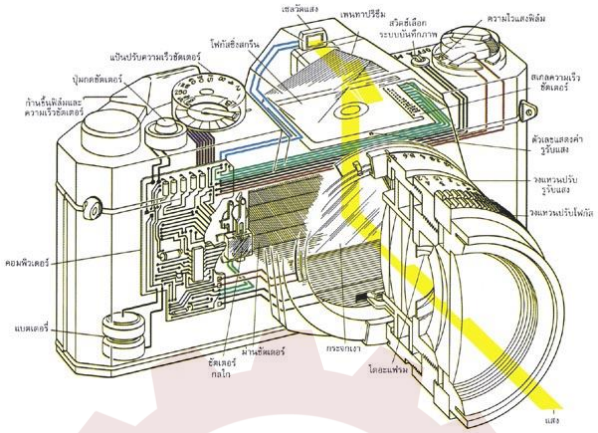
หลักการทำงาน ขั้นพื้นฐานของ กล้องถ่ายภาพนั้น หากอธิบายอย่างง่ายๆ ก็คือ การที่แสงสะท้อน จากวัตถุ แล้วเดิน ทางเป็นเส้นตรงผ่านช่องเล็ก ๆ ของกล่อง สี่เหลี่ยมเข้ามา จนเกิดเป็นภาพของวัตถุบน ฉากรองรับ ด้านตรงข้าม ซึ่งภาพที่ได้นั้นจะ เป็นภาพแบบหัวกลับ อันเป็นหลักการทำงาน ที่เป็น จุดกำเนิดของการสร้างกล้องรู เข็ม (Obscura) ในสมัยโบราณ



รูปที่ 2.1 แสดง จุดกำเนิดของการสร้างกล้องรูเข็ม

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

หลังจากนั้น กล้องถ่ายภาพก็ได้ ถูกพัฒนามา โดยตลอด เช่น มีการนำเอา เลนส์นูนไปติดตั้งที่ช่องรับแสง ที่มีขนาดเล็ก เพื่อต้องการ รวมแสง เข้าไปภายในตัวกล้อง ให้มากขึ้น ทางด้านตรงกันข้าม ของเลนส์ เป็นตำแหน่งที่ตั้งของวัสดุไวแสงหรือฟิล์ม ซึ่งจะปรากฏภาพถ่ายของวัตถุนั้น แต่ภาพ ถ่ายที่ได้ในยุคแรกๆ มีคุณภาพที่ไม่ดีนัก ในยุคต่อ ๆ มา จึงมีการปรับปรุงให้สามารถ ปรับที่ตัวเลนส์ เพื่อให้เกิดภาพที่ชัดเจนบน ฟิล์มได้มากขึ้น มีการติดตั้งไดอะแฟรมซึ่ง เป็นกลีบโลหะมีลักษณะเป็นใบๆ ถูกนำมา ประกอบซ้อนกันจนเกิดเป็นลักษณะคล้าย รูปวงกลมปรับขนาดให้กว้างหรือแคบได้ เรียกว่า รูรับแสง รวมทั้งมีส่วนที่เรียกว่า ชัตเตอร์ ทำหน้าที่ควบคุมเวลาในการเปิด- ปิดม่านในการเปิดรับแสงตามเวลาที่ กำหนดเอาไว้ และยังมีการประดิษฐ์ช่อง มองภาพขึ้นมา เพื่อช่วยในการจัดองค์ประกอบของภาพถ่าย ซึ่งหลักการทำงานต่าง ๆ ทั้งหมด ที่ถูกคิดค้น ขึ้น จนมาเป็นกล้องถ่ายภาพ นั้น เปรียบได้ กับหลักการ ทำงานของ ดวงตามนุษย์เรา นั่นเอง



รูปที่ 2.2 แสดง ส่วนประกอบกล้องในปัจจุบัน

ส่วนประกอบ และ การทำงาน ของดวงตามนุษย์ กับกล้องถ่ายภาพ จะมีลักษณะคล้ายคลึงกัน สามารถ แบ่งออก เป็นส่วนสำคัญได้ 2 ส่วน คือ

1.ส่วนที่ทำให้เกิดภาพ ทั้งดวงตา และ กล้องถ่ายภาพ จะมีส่วนที่เป็นเลนส์ เหมือนกัน สำหรับ ดวงตาของมนุษย์นั้น ก่อนที่แสงจะตกกระทบลงบนเลนส์ ต้อง ผ่าน ชั้นของ เยื่อโปร่งแสง ที่เรียกว่า Cornea ซึ่งทำหน้าที่หักเหแสงให้ภาพตกลงบนจอ ตาพอดี ส่วนหลักการ ทำงาน ในกล้องถ่าย ภาพ ก็จำลองลักษณะ ดังกล่าว มาจากดวง ตาของมนุษย์ นั่นคือ เลนส์ของกล้องถ่าย ภาพ จะทำหน้าที่ ในการรวมแสงเข้ามาให้ ภาพตกลงบน วัสดุไวแสง หรือ ฟิล์มถ่ายภาพ โดยมีระบบกลไกในการเปิด-ปิด ให้แสงผ่าน เข้าไปยังฟิล์ม (Shutter) โดยควบคุมด้วย ม่านชัตเตอร์อีกทีหนึ่ง ในส่วนหนึ่งของ เลนส์ถ่ายภาพจะมีไดอะแฟรม (Dia- phragm) ซึ่งทำให้ เกิดรูรับแสง (Aperture) ขนาดต่าง ๆ เช่นเดียวกับ ส่วนที่เรียกว่า ม่านตา (Iris) ในดวงตาของมนุษย์

2.ส่วนที่ไวแสง ได้แก่ ส่วนที่เป็น ตำแหน่งของ วัสดุไวแสงหรือที่เราเรียกกัน ว่า ฟิล์ม (Film) ส่วนในดวงตา ของมนุษย์ นั้นก็คือ เรตินา (Retina) โดยสรุปหลักการทำงานของ กล้องถ่ายภาพคือ เมื่อแสงตกกระทบกับ วัตถุเกิดการสะท้อนเข้าสู่เลนส์ ซึ่งทำหน้าที่ ในการรวมแสง และหักเหแสง ผ่านไดอะแฟรม ซึ่งสามารถปรับตั้งรูรับแสงขนาด ต่าง ๆ ผ่านไปยังม่านชัตเตอร์ที่เปิด-ปิดได้ เพื่อควบคุมปริมาณแสงที่เหมาะสมให้ไป ตกลงบนฟิล์มจนเกิดเป็นภาพถ่ายขึ้นมา จะสรุปให้สั้น และ เข้าใจได้ง่ายขึ้นไปอีกก็คือ หากคุณต้องการถ่ายภาพให้ได้ดีคุณจะต้อง ทำความเข้าใจใน 3 สิ่งนี้ คือ การโฟกัส ภาพ การเลือกขนาดรูรับแสง และสุดท้าย คือ การควบคุมความเร็ว ชัตเตอร์

สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2.2 ระบบสีที่ใช้กับภาพกราฟฟิก

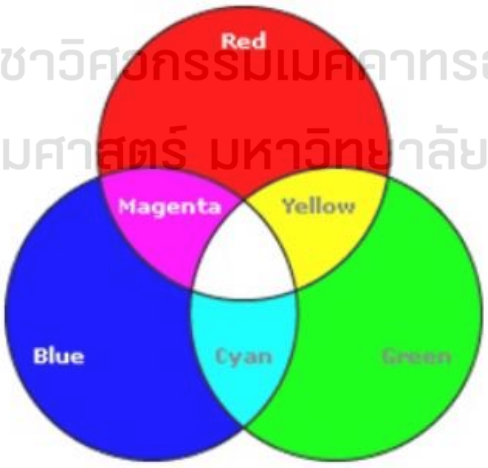
โดยทั่วไปสีในธรรมชาติและสีที่สร้างขึ้น จะมีรูปแบบการมองเห็นที่แตกต่างกัน ซึ่งรูปแบบของการมองเห็นสีที่ใช้ในงานกราฟฟิกทั่วไปนั้น มีอยู่ด้วยกัน 4 สี

1. ระบบสี RGB ตามหลักการแสดงสีของเครื่องคอมพิวเตอร์
2. ระบบสี CMYK ตามหลักการแสดงสีของเครื่องพิมพ์
3. ระบบสีของ SHB ตามหลักการมองเห็นสีของสายตามนุษย์
4. ระบบสี LAB ตามหลักการแสดงสีที่ไม่ขึ้นกับอุปกรณ์ใด ๆ สามารถใช้กับสีที่เกิดกับอุปกรณ์ทุกชนิดไม่ว่าจะเป็นจอคอมพิวเตอร์หรือเครื่องพิมพ์

2.2.1.ระบบสี RGB

RGB เป็นระบบสีที่ประกอบด้วยแม่สี 3 สีคือ แดง (Red), เขียว (Green) และสีน้ำเงิน (Blue) เมื่อนำมาผสมกันทำให้เกิดสีต่าง ๆ บนจอคอมพิวเตอร์มากถึง 16.7 ล้านสี ซึ่งใกล้เคียงกับสีที่ตาเรามองเห็นปกติ สีที่ได้จากการผสมสีขึ้นอยู่กับความเข้มของสี โดยถ้าสีมีความเข้มมาก เมื่อนำมาผสมกันจะทำให้เกิดเป็นสีขาว จึงเรียกระบบสีนี้ว่าแบบ Additive หรือการผสมสีแบบบวก

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 2.3 แสดงระบบสี RGB

2.2.2. ระบบสี CMYK

CMYK เป็นระบบสีที่ใช้กับเครื่องพิมพ์ที่พิมพ์ออกทางกระดาษหรือวัสดุผิวเรียบอื่น ๆ ซึ่งประกอบด้วยสีหลัก 4 สีคือ สีฟ้า (Cyan), สีม่วงแดง (Magenta), สีเหลือง (Yellow) และสีดำ (Black) เมื่อนำมาผสมกันจะเกิดสีเป็นสีดำแต่จะไม่ดำสนิทเนื่องจากหมึกพิมพ์มีความไม่บริสุทธิ์ จึงเป็นการผสมสีแบบลบ (Subtractive) หลักการเกิดสีของระบบนี้คือ หมึกสีหนึ่งจะดูดกลืนแสงจากสีหนึ่งแล้วสะท้อนกลับออกมาเป็นสีต่าง ๆ เช่น สีฟ้าดูดกลืนแสงของสีม่วงแล้วสะท้อนออกมาเป็นสีน้ำเงิน ซึ่งจะสังเกตได้ว่าสีที่สะท้อนออกมาจะเป็นสีหลักของระบบ RGB การเกิดสีในระบบนี้จึงตรงข้ามกับการเกิดสีในระบบ RGB

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รูปที่ 2.4 แสดงระบบสี CMYK

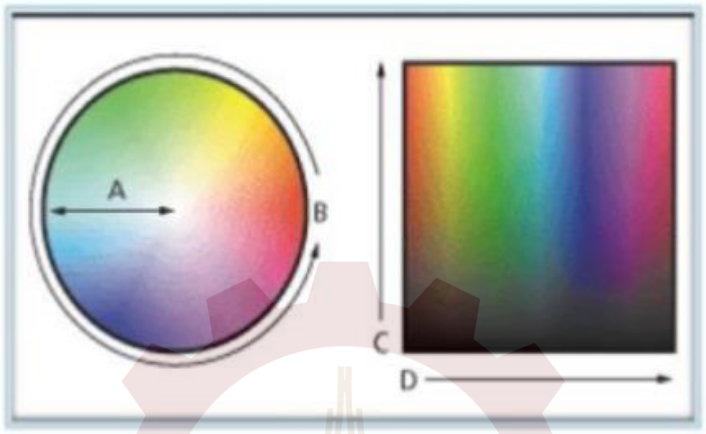
2.2.3. ระบบสี HSB

HSB เป็นระบบสีแบบการมองเห็นของสายตา มนุษย์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

Hue คือสีต่าง ๆ ที่สะท้อนออกมาจากวัตถุแล้วเข้าสู่สายตาของเรา ซึ่งมักเรียกสีตามชื่อสี เช่น สีเขียว สีเหลือง สีแดง เป็นต้น

Saturation คือความสดของสี โดยค่าความสดของสีจะเริ่มที่ 0 ถึง 100 ถ้ากำหนด Saturation ที่ 0 สีจะมีความสดน้อย แต่ถ้ากำหนดที่ 100 สีจะมีความสดมาก

Brightness คือระดับความสว่างของสี โดยค่าความสว่างของสีจะเริ่มที่ 0 ถึง 100 ถ้ากำหนดที่ 0 ความสว่างจะน้อยซึ่งจะเป็นสีดำ แต่ถ้ากำหนดที่ 100 สีจะมีความสว่างมากที่สุด



รูปที่ 2.5 แสดงระบบสี HSB

2.2.4.ระบบสี LAB

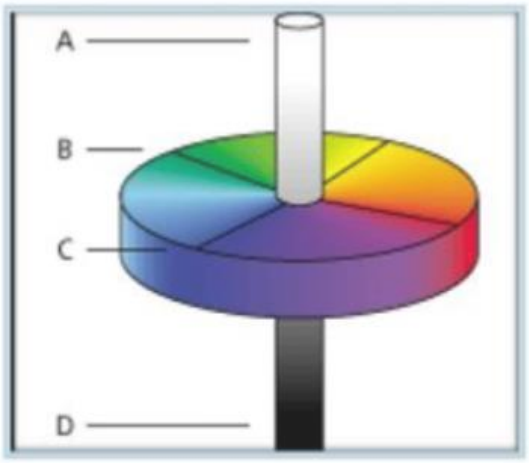
LAB เป็นระบบสีที่ไม่ขึ้นกับอุปกรณ์ใด ๆ (Device Independent) โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

“L” หรือ Luminance เป็นการกำหนดความสว่างซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 100 ถ้ากำหนดที่ 0 จะกลายเป็นสีดำ แต่ถ้ากำหนดที่ 100จะเป็นสีขาว

“A” เป็นค่าของสีที่ไล่จากสีเขียวไปสีแดง

“B” เป็นค่าของสีที่ไล่จากสีน้ำเงินไปเหลือง

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 2.6 แสดงระบบสี LAB

2.3 หลักการทำงานและการแสดงผลของภาพกราฟฟิก

2.3.1 หลักการทำงาน

หลักการทำงานของภาพกราฟฟิก คือ ภาพที่เกิดบนจอคอมพิวเตอร์ เกิดจากการทำงานของโหมดสี RGB ซึ่งประกอบด้วย สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน โดยใช้หลักยิงประจุไฟฟ้าให้เกิดการเปล่งแสงของสีทั้ง 3 สีมาผสมกัน ทำให้เกิดเป็นจุดสีสี่เหลี่ยมเล็ก ๆ ที่เรียกว่า พิกเซล (Pixel) ซึ่งมาจากคำว่า Picture กับ Element โดยพิกเซล จะมีหลากหลายสี เมื่อนำมาวางต่อกันจะเกิดเป็นรูปภาพ ซึ่งภาพที่ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์มี 2 ประเภท คือ แบบ Raster กับ Vector

หลักการของภาพกราฟิกแบบ Raster เป็นภาพกราฟฟิกที่เกิดจากการเรียงตัวกันของจุดสี่เหลี่ยมเล็ก ๆ หลากหลายสี ซึ่งเรียกจุดสี่เหลี่ยมเล็ก ๆ นี้ว่าพิกเซล (Pixel) ในการสร้างภาพกราฟิกแบบ Raster จะต้องกำหนดจำนวนของพิกเซลให้กับภาพที่ต้องการสร้าง ถ้ากำหนดจำนวนพิกเซลน้อย เมื่อขยายภาพให้มีขนาดใหญ่ขึ้นจะทำให้มองเห็นภาพเป็นจุดสี่เหลี่ยมเล็กๆ หรือถ้ากำหนดจำนวนพิกเซลมากก็จะทำให้แฟ้มภาพมีขนาดใหญ่ ดังนั้นการกำหนดพิกเซลจึงควรกำหนดจำนวนพิกเซลให้เหมาะกับงานที่สร้าง

หลักการของกราฟฟิกแบบ Vector เป็นภาพกราฟฟิกที่เกิดจากการอ้างอิงความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ หรือการคำนวณซึ่งภาพจะมีความเป็นอิสระต่อกัน โดยแยกชิ้นส่วนของภาพทั้งหมดออกเป็นเส้นตรง เส้นโค้ง รูปทรง เมื่อมีการขยายภาพความละเอียดของภาพจะไม่ลดลง แฟ้มจะมีขนาดเล็กกว่าแบบ Raster ภาพกราฟฟิกแบบ Vector นิยมใช้เพื่องานสถาปัตย์ตกแต่งภายใน และการออกแบบต่าง ๆ เช่น การออกแบบอาคาร การออกแบบรถยนต์ การสร้างโลโก้ การสร้างการ์ตูน เป็นต้น

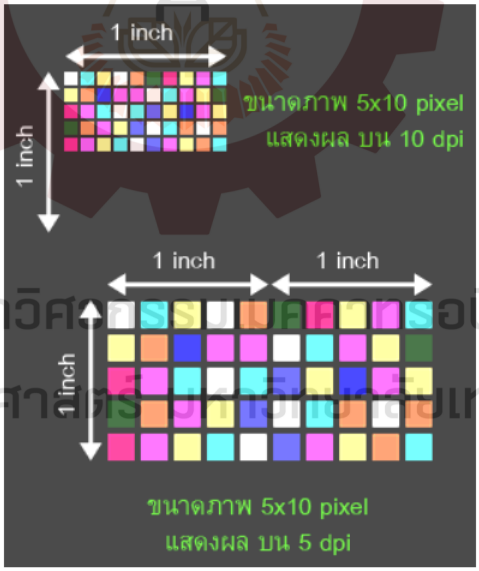
สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2.3.2 ความละเอียดของภาพ (Resolution)

ความละเอียดของภาพ (Resolution) หมายถึง จำนวนจุดต่อพื้นที่การแสดงผล นิยมวัดกันเป็นจุดต่อนิ้ว (DPI) การสร้างกราฟฟิกผ่านจอมอนิเตอร์ไม่จำเป็นต้องมี รายละเอียดของภาพสูงเกินไปโดยทั่วไปจะใช้ความละเอียด 72 DPI ก็เพียงพอเพื่อให้ขนาดของไฟล์ไม่ใหญ่เกินไป ซึ่งจะต่างจากความละเอียดของภาพเมื่อใช้ในงานพิมพ์ อาจต้องใช้ความละเอียดสูงมาก เช่น 350 DPI สำหรับภาพสี และ 600 DPI สำหรับภาพขาวดำ เป็นต้น

พิกเซล (pixel) เป็นหน่วยพื้นฐานของภาพ คือจุดภาพบนจอแสดงผล หรือ จุดภาพในรูปภาพที่รวมกันเป็นภาพขึ้น โดยภาพหนึ่ง ๆ จะประกอบไปด้วยจุดภาพหรือพิกเซลมากมาย และแต่ละภาพที่สร้างขึ้นจะมีความหนาแน่นของจุดภาพ หรือบางครั้งแทนว่าความละเอียด (ความคมชัด) ที่แตกต่างกันไป จึงใช้ในการบอกคุณสมบัติของภาพ จอภาพ หรือ อุปกรณ์แสดงผลภาพได้

คำว่า "พิกเซล" (pixel) มาจากคำว่า "พิกเจอร์" (picture) ที่แปลว่า รูปภาพ และ "เอเลเมนต์" (element) ที่แปลว่า องค์ประกอบ จอภาพที่มีจำนวนพิกเซลมาก จะมีความละเอียดของภาพมาก โดยมากจะระบุจำนวนพิกเซลแนวนอน x แนวตั้ง เช่น 1366 x 768 พิกเซล และที่สำคัญที่เรามักเจออีกคำหนึ่งก็คือ *megapixel* คือหน่วยล้านของ pixel ... 1 megapixel (mp) จึงมาค่าเท่ากับ 1 ล้าน pixel



รูปที่ 2.7 แสดงจุดภาพ พิกเซล (pixel)

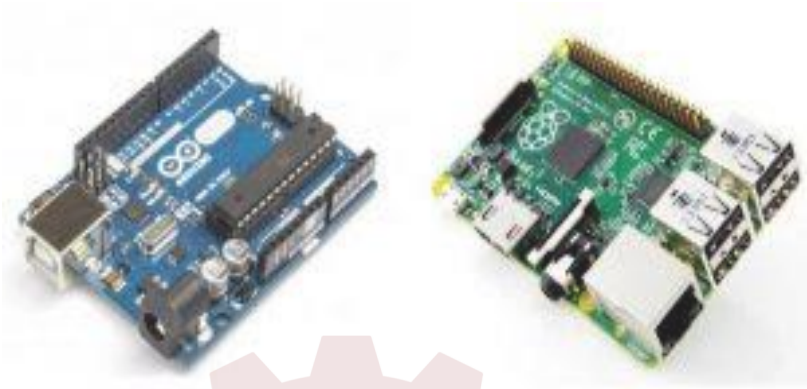
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์

ในปัจจุบันเครื่องใช้ไฟฟ้าอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ตลอดจนระบบโรงงานอุตสาหกรรมจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งติดตั้งอยู่ภายในเป็นตัวควบคุมเกือบทั้งหมด ทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์กลายเป็นอีกหนึ่งอุปกรณ์ที่ผู้ผลิตสารกึ่งตัวนำหลายๆ บริษัทให้ความสนใจ และมีการแข่งขันสูงมาก อุปกรณ์ที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมมีมากมายหลายชนิด เช่น อุปกรณ์เครื่องใช้ภายในบ้าน สัญญาณไฟจราจร รถยนต์ ตลอดจนระบบอุตสาหกรรม PLC, CNC, Robot เป็นต้น ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC ซึ่งเป็นไมโครคอมพิวเตอร์แบบชิปเดี่ยว (Single Chip Microcontroller) ถูกใช้งานอย่างแพร่หลาย การศึกษาเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์จึงมีองค์ประกอบหลายอย่าง เช่น สถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ วงจรอิเล็กทรอนิกส์ตลอดจนภาษาที่จะใช้ในการเขียน ซึ่งจะต้องศึกษาควบคู่กันไป โดยจะนาเสนอลำดับการทำงานดังต่อไปนี้

ไมโครคอนโทรลเลอร์ คือ อุปกรณ์ประเภทสารกึ่งตัวนำที่รวบรวมฟังก์ชันการทำงานต่าง ๆ ไว้ภายในตัวของมันเอง โดยมีโครงสร้างใกล้เคียงกับคอมพิวเตอร์ คือ ภายในประกอบด้วยหน่วยรับข้อมูลและโปรแกรมหน่วยประมวลผล หน่วยความจำ หน่วยแสดงผล ซึ่งส่วนประกอบเหล่านี้มีความสมบูรณ์ในตัวของมันเอง ทำให้มีขนาดเล็ก และสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เชื่อมต่อกับตัวมัน ง่ายต่อการนำไปประยุกต์ใช้งาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) มาจากคำ 2 คำ คำหนึ่งคือ ไมค์โคร (Micro) หมายถึงขนาดเล็กและคำว่าคอนโทรลเลอร์ (Controller) หมายถึงตัวควบคุมหรืออุปกรณ์ควบคุม ดังนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จึงหมายถึงอุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็ก แต่ในตัวอุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็กนี้ ได้บรรจุความสามารถที่คล้ายคลึงกับ ระบบคอมพิวเตอร์ ที่คนโดยส่วนใหญ่คุ้นเคย กล่าวคือภายใน ไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รวมเอาซีพียู หน่วยความจำ และพอร์ต ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักสำคัญของระบบคอมพิวเตอร์เข้าไว้ด้วยกัน โดยทำการบรรจุเข้าไว้ในตัวถังเดียวกันความแตกต่างของ Microcontroller กับ Microcomputer คือ Microcontroller นั้นมีความสมบูรณ์ภายในตัวของมันเอง คือ มีส่วนประกอบต่าง ๆ ครบถ้วน ส่วน Microcomputer นั้นต้องทำงานร่วมกับอุปกรณ์ข้างเคียงที่เชื่อมต่อจากภายนอก เช่น แป้นพิมพ์ เครื่องอ่านเขียนแผ่นบันทึก หน่วยความจำ I/O ฯลฯ

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 2.8 แสดง Microcontroller

2.5 บอร์ดราสเบอร์รี่ (Raspberry Pi)

Raspberry Pi เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่มีขนาดเพียงแค่หนึ่งฝ่ามือเท่านั้น ที่มีความสามารถเหมือนเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ทุกประการ ทั้งต่อจอ Monitor Lan หรือ Wifi ก็ใช้งานได้หมด หรือจะเอามาทำ Server ก็ได้ ที่จะต่างก็เพียงประสิทธิภาพการประมวลผลเท่านั้นที่สู้ไม่ได้

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รูปที่2.9 Raspberry Pi model B+

2.6 พีแอลซี (Programmable Logic Controller)

PLC ย่อมาจากคำว่า "Programmable Logic Controller" เป็นอุปกรณ์ควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ที่มีหน่วยความจำในการเก็บโปรแกรมสำหรับควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ต่อกับขั้วเข้าและขั้วออกของมัน PLC นี้ยังมีชื่อเรียกอย่างอื่น เช่น PC ซึ่งย่อมาจาก "Programmable Controller" และ SC ซึ่งย่อมาจาก "Sequence Controller" PLC ขนาดเล็กอาจเรียกว่าซีเควนเซอร์ (Squencer) ก็มี พีแอลซีถือเป็นอุปกรณ์ควบคุมสำคัญมากตัวหนึ่ง ในการควบคุมเครื่องจักรต่าง ๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมให้ทำงานแบบอัตโนมัติ ในระบบ FA (Factory Automation) พีแอลซีจะถูกใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร ทำให้เครื่องจักรสามารถทำงานได้เองโดยอัตโนมัติเป็นการลดภาระหน้าที่ของคนงาน พีแอลซีนั้นมีทั้งที่มีขนาดใหญ่หรืออาจเป็นระบบควบคุมสายพานลำเลียงในโรงงานจนกระทั่งถึง พีแอลซีขนาดเล็กซึ่งใช้ในการควบคุมเครื่องจักรแต่ละเครื่อง

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์

รูปที่ 2.10 ภาพแสดง PLC

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2.6.1 โครงสร้างของพีแอลซี

โครงสร้างภายในของพีแอลซีแต่ละส่วนนั้นจะประกอบกันทำงานเป็นระบบควบคุม หรือที่เราเรียกว่า พีแอลซี ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนสำคัญคือ ยูนิต ทั้ง 5 ส่วน เมื่อประกอบเข้าด้วยกันแล้วก็จะกลายเป็นพีแอลซีชุดหนึ่งที่สามารถทำงานได้ แต่ละยูนิตจะมีหน้าที่และคุณสมบัติ ดังนี้

ก) ซีพียู (CPU; Central Processing Unit)

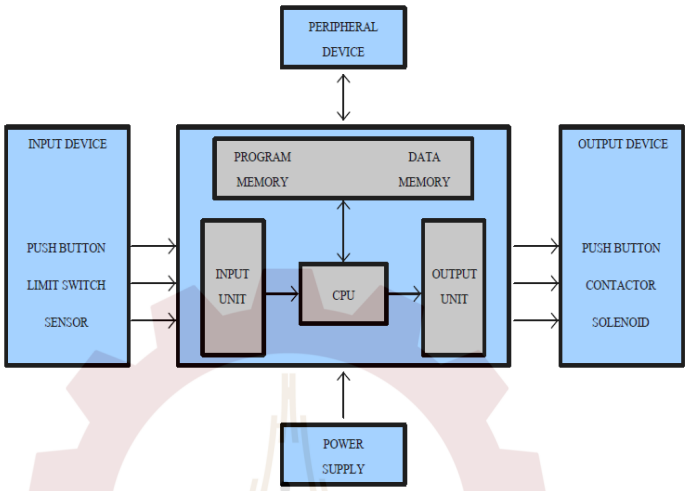
ข) หน่วยความจำ (Memory Unit)

ค) ภาคอินพุต (Input Unit)

ง) ภาคเอาต์พุต (Output Unit)

จ) ภาคแหล่งจ่ายพลังงาน (Power Supply Unit)

2.6.2 ลักษณะโครงสร้างภายในของพีแอลซีประกอบด้วย

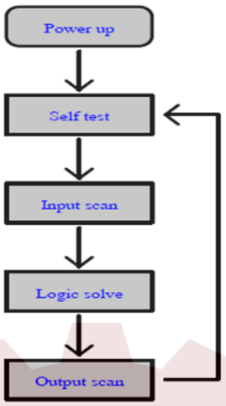


รูปที่ 2.11 แสดงโครงสร้างภายในของ PLC

2.6.3 การทำงานของพีแอลซี

พีแอลซีส่วนใหญ่จะมีลำดับการทำงานพื้นฐานอยู่ 4 ขั้นตอนและจะทำงานซ้ำ ๆ กันหลายครั้งภายในเวลาหนึ่งวินาที และเมื่อเริ่มต้นจ่ายไฟให้กับพีแอลซี มันจะเริ่มตรวจสอบการทำงานของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์เพื่อที่จะหาข้อบกพร่อง แต่ถ้าไม่มีปัญหาใด ๆ มันจะนำเอาข้อมูลในอินพุต (สัญญาณอินพุตต่าง ๆ) เข้ามาเก็บไว้ในหน่วยความจำซึ่งเราจะเรียกว่า สแกนอินพุต (Input Scan) หลังจากนั้น พีแอลซีก็จะประมวลผลตามโปรแกรมแลดเดอร์ (Ladder Program) โดยจะใช้ข้อมูลจากหน่วยความจำการประมวลผลดังกล่าวนี้เรียกว่า สแกนลอจิก (Logic Scan) ในขณะที่พีแอลซีประมวลผลตามโปรแกรมแลดเดอร์นั้นค่าเอาต์พุต ของโปรแกรมแลดเดอร์ ก็จะเปลี่ยนแปลงไปตาม เงื่อนไขต่าง ๆ ของโปรแกรม แต่การเปลี่ยนแปลงนี้จะอยู่ในหน่วยความจำชั่วคราว (Temporary Memory) เท่านั้น เมื่อการสแกนแลดเดอร์ทำงานเสร็จแล้วข้อมูลด้าน เอาต์พุต ในหน่วยความจำชั่วคราวนี้จะถูกส่งไปที่ยูนิตเอาต์พุตทำให้อุปกรณ์ที่ต่ออยู่ภายนอกทำงานหรือไม่ทำงานตามผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผล ซึ่งเรียกว่า สแกนเอาต์พุต (Output Scan) เมื่อสิ้นสุดการสแกนเอาต์พุตพีแอลซีจะกลับไปเริ่มต้นการทำงานใหม่ ซึ่งกระบวนการดังกล่าวนี้จะใช้เวลา 5–10 mS หรือเร็วกว่าขึ้นอยู่กับความเร็วในการทำงานของ CPU

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 2.12แสดง วงรอบการสแกนของ พีแอลซี

2.6.4 การสแกนอินพุตและเอาต์พุต

เมื่ออินพุตต่าง ๆ ที่ต่อเข้ากับพีแอลซี นั้นจะถูกสแกน มันจะเก็บค่าหรือสถานะต่าง ๆ ไว้ในหน่วยความจำและเมื่อเอาต์พุตที่ต่อกับพีแอลซีถูกสแกนมันก็จะทำการคัดลอก (Copy) ข้อมูลจากหน่วยความจำส่งออกไปให้เอาต์พุต และเมื่อทำการสแกนแลดเดอร์หรือประมวลผลแลดเดอร์พีแอลซีมันจะใช้ค่าหรือข้อมูลในหน่วยความจำเท่านั้น โดยไม่สนใจค่าหรือข้อมูลจริงของอินพุตและเอาต์พุตในขณะนั้น

ในทำนองเดียวกันถ้าเอาต์พุตต้องเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา เมื่อประมวลผลในแต่ละคำสั่งของโปรแกรมแลดเดอร์แทนที่จะประมวลผลให้จบทั้งโปรแกรม มันจะทำให้พีแอลซีทำงานได้ช้ามาก เพราะต้องคัดลอกข้อมูลไปที่ยูนิคเอาต์พุตทุกครั้งที่ค่ามันเปลี่ยนแปลงจากการประมวลผล

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สัญญาณอินพุตที่ดีจะต้องมีคุณสมบัติและหน้าที่ดังนี้

- ทำให้สัญญาณที่เข้าได้ระดับที่เหมาะสมกับพีแอลซี

- การส่งสัญญาณระหว่างอินพุตกับ CPU จะติดต่อกันด้วยลำแสง โดยอาศัยอุปกรณ์ประเภท โฟโต้ทรานซิสเตอร์ เพื่อต้องการจะแยกสัญญาณ (Isolate) ทางไฟฟ้าให้ออกจากกัน เป็นการป้องกันไม่ให้ CPU เสียหายเมื่ออินพุตเกิดลัดวงจร

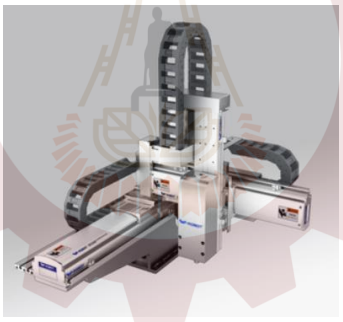
- หน้าสัมผัสจะต้องไม่สั่นสะเทือน (Contact Chattering) ในส่วนของเอาต์พุตจะทำหน้าที่รับค่าสภาวะที่ได้จากการประมวลผลของ CPU แล้วนำค่าเหล่านี้ไปควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น รีเลย์ หรือหลอดไฟ เป็นต้น นอกจากนั้นแล้ว ยังทำหน้าที่แยกสัญญาณของหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ออกจากอุปกรณ์ด้านเอาต์พุต ซึ่งปกติแล้วเอาต์พุตนี้จะสามารถขับโหลดได้ด้วยกระแสไฟฟ้าประมาณ 1–2 แอมแปร์ แต่ถ้าโหลดนั้นต้องการกระแสไฟฟ้ามากกว่านี้ จะต้องต่อเข้ากับอุปกรณ์ขับอื่นเพื่อขยายให้รับกระแสไฟฟ้ามากขึ้น เช่น รีเลย์ แมกเนติกคอนแทคเตอร์เป็นต้น

2.7 ประเภทของหุ่นยนต์

ประเภทของหุ่นยนต์ สามารถแบ่งแยกได้หลากหลายรูปแบบตามลักษณะเฉพาะของการใช้งาน ได้แก่ การแบ่งประเภทตามการเคลื่อนที่ นอกจากนี้อาจจำแนกตามรูปลักษณ์ภายนอกด้วยก็ได้

2.7.1 Linear Robot

Linear Robot คือ หุ่นยนต์ที่ทำงานบนแกนตั้งฉากซึ่งหมายรวมถึงหุ่นยนต์แบบ Cartesian และ Gantry เอาไว้ด้วยกัน โดยสามารถทำงานได้บน 3 แกน X Y และ Z ด้วยการเคลื่อนที่แนวตรง ทำให้การทำงานมีความแม่นยำสูงและออกแบบการทำงานได้ง่าย มีความแข็งแกร่งทนทานเนื่องจากมีระยะการใช้งานที่แน่นอน นิยมใช้ในการหยิบจับเพื่อทำการประกอบ เช่น การประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ หรือติดชิ้นส่วนยานยนต์ด้วยสารเคมี



รูปที่ 2.13 Linear Robot

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

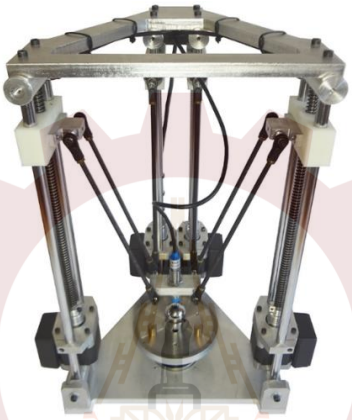
2.7.2 SCARA Robot

SCARA หุ่นยนต์ที่มีความโดดเด่นเรื่องความคล่องแคล่วรวดเร็วแต่มีข้อจำกัดสำหรับระยะการปฏิบัติการณ์ มีข้อต่อขนานกัน 2 จุด เหมาะกับงานประกอบชิ้นส่วนที่ต้องการความรวดเร็วและมีขนาดเล็ก สิ่งสำคัญสำหรับการใช้งาน SCARA คือ การออกแบบระบบที่ต้องการความแม่นยำสูงจากการคำนวณรูปแบบการทำงาน สามารถใช้งานได้ดีกับอุตสาหกรรมชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์

รูปที่ 2.14 SCARA Robot

2.7.3 Parallel Robot

Parallel Robot หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า Delta Robot เป็นหุ่นยนต์ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับแมงมุม ใช้การขยับในรูปทรงเรขาคณิตมีจุดเด่นในการขยับและจับชิ้นส่วนได้อย่างแผ่วเบาทำงานได้อย่างอิสระภายใต้แกน X Y และ Z เหมาะสำหรับอุตสาหกรรมอาหารและบรรจุภัณฑ์



รูปที่ 2.15 Parallel Robot

2.7.4 Articulated Arm Robot

คือ ระบบหุ่นยนต์ที่ประกอบด้วยข้อต่อโรตารีตั้ง 3 จุดขึ้นไปและอาจมีมากได้ถึง 10 จุด โดยส่วนมากมักพบเจอ Articulated Arm Robot แบบ 6 แกน สามารถใช้ในสายการผลิตได้อย่างหลากหลายด้วยมิติองศาการทำงานที่ค่อนข้างเป็นอิสระ รวมถึงความสามารถในการประยุกต์ใช้งานได้ตามลักษณะของสายการผลิตได้อย่างเหมาะสม รองรับขนาดชิ้นส่วนได้หลากหลายขึ้นกับศักยภาพของรุ่นจากแต่ละผู้ผลิต

สำนักวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รูปที่ 2.16 Articulated Arm Robot

2.8 หลักการพื้นฐานของคิเนมาติกส์

Kinematics (จลนศาสตร์)

- การวิเคราะห์
- ตำแหน่ง (Position)
- ระยะขจัด (Displacement)
- การหมุน (Rotation)
- อัตราเร็ว (Velocity)
- ความเร่ง (Acceleration)

Machine หรือ เครื่องจักร

- นิยาม : เป็นอุปกรณ์ทางกลที่ใช้ส่งถ่ายการเคลื่อนที่และพลังงาน (Transmit Motion and Energy)

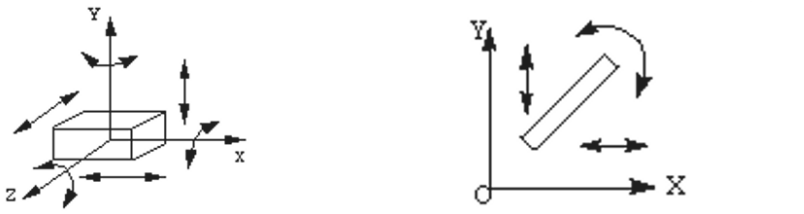
Mechanisms หรือ กลไก

- นิยาม : เป็นชิ้นส่วนของเครื่องจักรกลที่ใช้ส่งถ่ายการเคลื่อนที่ (Transmit Motion)

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

DOF หรือ ลำดับขั้นความอิสระ

- นิยาม : จำนวนของพิกัดอิสระ (independent coordinate) ที่น้อยที่สุด ที่ต้องการเพื่อกำหนดตำแหน่งของชิ้นส่วนหรือกลไก
- นิยาม : จำนวน Input ที่ต้องการเพื่อให้ได้การเคลื่อนที่ของ Output ที่ต้องการ



รูปที่ 2.17 DOF

2.8.1 Planar Mechanisms

Kinematics chain นิยาม : Assembly ของ Links และ Joints ซึ่ง Input link จะทำการควบคุมการเคลื่อนที่ของ Output

Mechanisms นิยาม : Kinematics chain ที่มีอย่างน้อย 1 Link ติดอยู่กับ Ground หรือ reference frame

- Ground หมายถึง Link ที่ Fixed อยู่กับ reference frame
- Crank หรือ ข้อเหวี่ยง หมายถึง Link ที่สามารถเคลื่อนที่ ครบรอบ รอบจุดยึดที่ติดอยู่กับ ground
- Rocker หมายถึง Link ที่แกว่งไปมา หรือ โยกไปมารอบจุดยึดที่ติดอยู่กับ ground
- Coupler หรือ Complex link หมายถึง Link ที่มี Complex motion และไม่มีจุดที่ยึดติดกับ Ground

2.8.2 การหา DOF หรือ Mobility

Kutzbach's Equation :

$$\text{DOF หรือ } M = 3(L-1) - 2J_1 - J_2$$

โดยที่

L คือ จำนวนของ Link ทั้งหมดในกลไก (รวม ground)

J_1 คือ จำนวนของ Full Joint ในกลไก

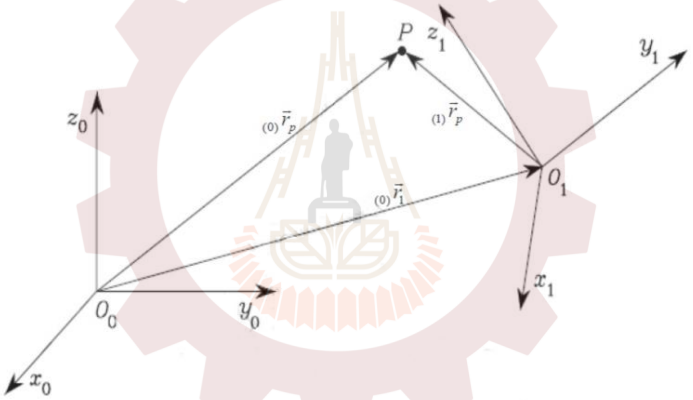
J_2 คือ จำนวนของ Half Joint ในกลไก

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2.9 สมการที่ใช้ในการควบคุมตำแหน่งการเคลื่อนที่ของแขนกล

2.9.1 การระบุตำแหน่งของแขนกลด้วยเวกเตอร์

เนื่องจากการที่จะควบคุมแขนกลให้ปลายแขนสามารถเคลื่อนที่ไปสู่ตำแหน่งต่าง ๆ ที่ต้องการได้นั่นจะต้องอาศัยหลักการทางจลศาสตร์ และพลศาสตร์ของการเคลื่อนที่ของแขนกลแบบ 6 แกน เพื่อคำนวณหาตำแหน่งต่าง ๆ ของแต่ละแกนของแขนกลที่เคลื่อนที่ไปในระบบพิกัด (X, Y, Z) โดยใช้หลักการทางเวกเตอร์เพื่อช่วยในการระบุขนาดและทิศทางในการเคลื่อนที่ของแขนกล



รูปที่ 2.18 แสดงความสัมพันธ์ของการบอกตำแหน่งในรูปเวกเตอร์

จากรูปที่ 2.18 สามารถเขียนความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบเวกเตอร์ได้ดังนี้

$$^{(0)}\vec{r}_{1p} = {}^{(0)}\vec{r} + {}^{(0)}\vec{r}_{1p} \quad (1.)$$

$$^{(0)}\vec{r}_{1p} = {}^{(0)}\vec{r} + {}^{01}\bar{R}_{(1)}\vec{r}_p \quad (2.)$$

$$^{01}R = [{}_{(0)}e\frac{1}{x}x_{(0)}e\frac{1}{y}x_{(0)}e\frac{1}{z}] \quad (3.)$$

$$(^{01}R)^{-1} = (^{01}R)^{T} = (^{10}R) \quad (4.)$$

$$R_x R_y \neq R_y R_x \quad (5.)$$

$$R_x(R_y R_z) = (R_x R_y)R_z \quad (6.)$$

เมื่อ

R คือ เมทริกซ์ การหมุน (Rotation Matrix)

$\vec{r}$ คือ เวกเตอร์ระยะกระจัด

e คือ เวกเตอร์หนึ่งหน่วย

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

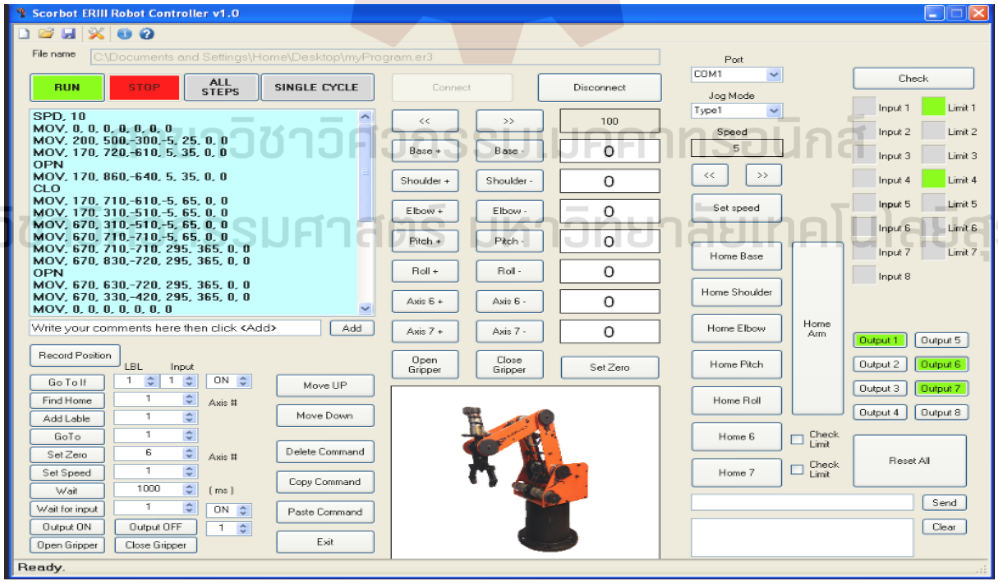
2.10 การควบคุมหุ่นยนต์พื้นฐานนั้นจะมีอยู่ด้วยกัน 3 ส่วน ประกอบด้วย

1. Programming Pendent : อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการป้อนคำสั่งโดยผู้ควบคุมหรือ User
2. Controller : ส่วนที่ทำหน้าที่ในการรับคำสั่งจาก User ผ่าน Programming Pendant และนำมาประมาณผล เพื่อทำการควบคุมหรือสั่งการทำงานของหุ่นยนต์
3. Manipulator : เรียกง่ายๆ ว่า ตัวหุ่นยนต์ ที่จะทำงานตามคำสั่งที่ผ่านการประมวลผลจาก Controller

องค์ประกอบทั้ง 3 ส่วนที่กล่าวมาข้างต้นนั้นเรียกได้ว่าเป็นสิ่งที่สำคัญมาก เพราะเนื่องจากการควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์หรือการโปรแกรมหุ่นยนต์ให้สามารถทำงานได้นั้น จะต้องมีความรู้ในข้อมูลที่เกี่ยวกับรายละเอียดที่สำคัญของตัวหุ่นยนต์ด้วยจึงจะสามารถโปรแกรมหุ่นยนต์ได้อย่างถูกต้อง

2.11 Scorbot ER3 controller / programmer software

ตัวอย่างการใช้ Program Scorobot ER3 Controller v1.0



รูปที่ 2.19 แสดงตัวอย่างการใช้โปรแกรม Scorobot ER3 Controller v1.0

คำสั่งที่ใช้

MOV------Move to current position

GTI--------Go to a labeled line IF an input is triggered

HOM------Find home switch

LBL-------Label line number

GTO------Go to a labeled line

SZR-------Set current position to zero

SPD-------Set speed (1-10)

WAT-------Wait for spesified time

WFI--------Wait for an Input until it triggered

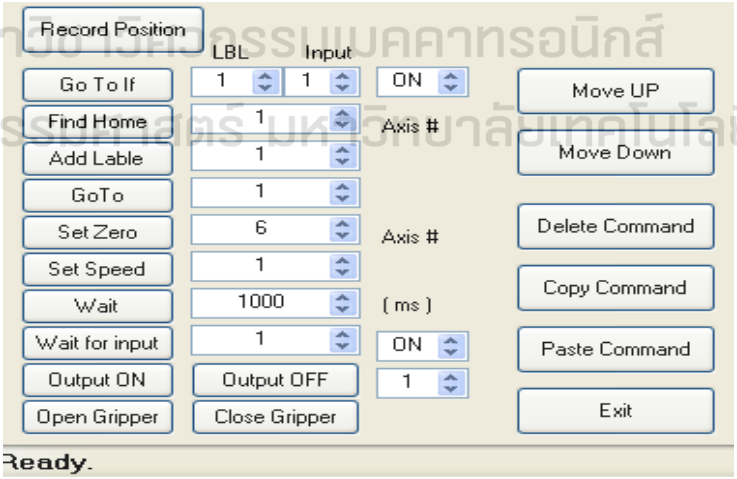
ONN--------Set an output to ON state

OFF--------Set an output to OFF state

OPN--------Open the gripper

CLO--------Close the gripper

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

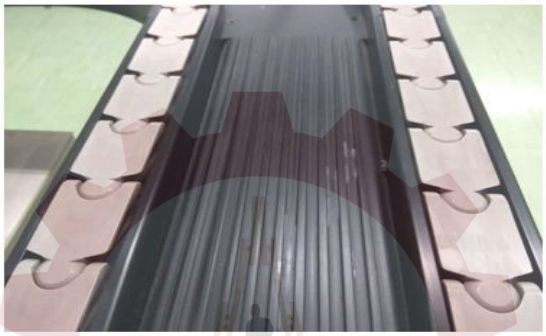


รูปที่ 2.20 แสดงคำสั่งในการควบคุม Scorobot ER3

การทำงานของโปรแกรมนั้นจะทำงานทีละบรรทัด โดยทำงานจากบนลงล่าง โปรแกรมสามารถ รับค่า IN PUT เพื่อเริ่มทำงานในบรรทัดที่กำหนด และ สามารถส่งสัญญาณ OUTPUT ออกเพื่อนำสัญญาณไปใช้งานต่อได้

2.12 สายพานTop Chain Conveyor

คือสายพานลำเลียงที่ใช้โซ่เป็นตัวขับ ด้านบนเป็นโซ่ที่เรียงต่อกันคล้ายๆ กับก้างปลา สามารถโค้งงอได้มากถึง 90องศา มีทั้งแบบที่เป็นพลาสติกและสเตนเลสเหมาะแก่การลำเลียงชิ้นงานเล็กๆ เช่น ลำเลียงขวด, กระป๋อง,แก้ว หรือชิ้นงานบรรจุถุงดังรูปที่ 2.6.1



รูปที่ 2.21 สายพานTop Chain Conveyor

2.13 หลักการควบคุมมอเตอร์ ในงานอุตสาหกรรม

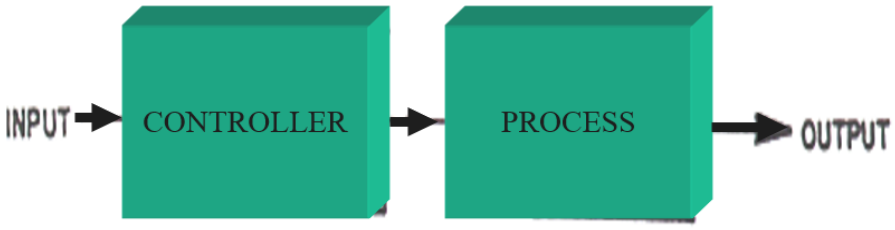
การควบคุมแบบอัตโนมัติมี 2 แบบ คือ

1. การควบคุมแบบลูปเปิด (Open Loop Control)
2. การควบคุมแบบลูปปิด (Close Loop Control) หรือการควบคุมแบบป้อนกลับ (Feed Back Control)

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2.13.1 การควบคุมแบบลูปเปิด

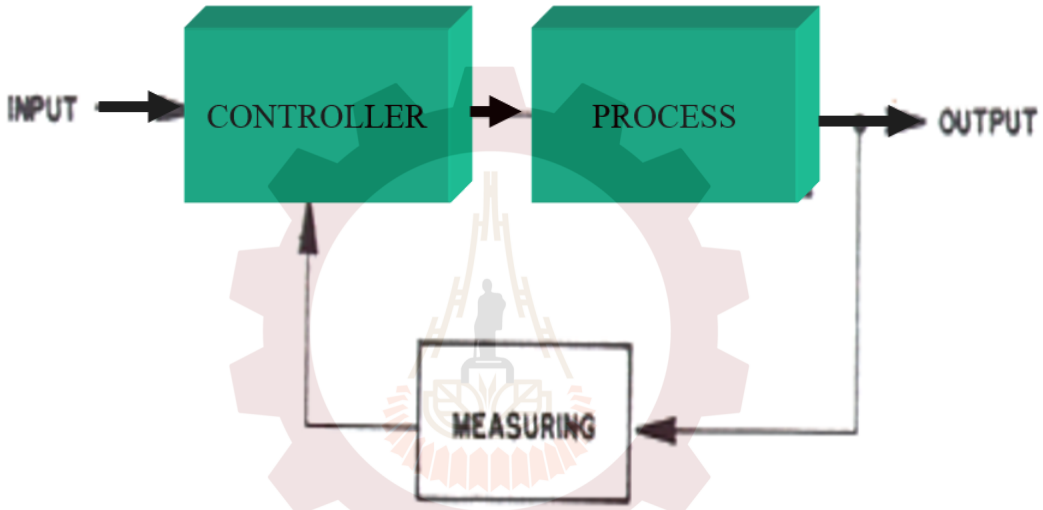
เป็นการควบคุมแบบให้ระบบทำตามค่าที่กำหนดไว้โดยไม่มี การตรวจ สอบและนำผลที่ได้ที่ด้านออก(Output) กลับไปปรับกระบวนการใด ๆ อีก



รูปที่ 2.22 การควบคุมแบบลูปเปิด

2.13.2 การควบคุมแบบลูปปิด หรือการควบคุมแบบป้อนกลับ

เป็นการควบคุมแบบให้ระบบทำตามค่าที่กำหนดไว้ในครั้งแรก และมีการตรวจสอบและนำผลที่ได้ที่ด้านออก(Output)กลับไปปรับกระบวนการการทำงานของระบบโดยอัตโนมัติเพื่อให้ได้ ผลตามค่าเป้าหมายที่กำหนด



รูปที่ 2.23 การควบคุมแบบลูปปิด

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 3
วิธีการดำเนินโครงการ

3.1 ตารางวัสดุและอุปกรณ์

1	พีแอลซี (PLC) Mitsubishi FX-1S
2	ราสเบอร์รี่พาย (Raspberry PI)
3	สายไฟอ่อน 22 AWG (UL1007)
4	เทปพันสายไฟ 3M ยาว 10 เมตร
5	ตะกั่วบัดกรี 0.8 mm
6	หัวแร้งบัดกรี
7	ชุดสกรู M8
8	โฟโต้เซ็นเซอร์
9.	ฟิวเจอร์บอร์ด
10.	ไม้แบบ
11.	Modul Relay Arduino 4Chanel
12.	Relay 24Vdc + Socket
13.	เมาส์
14.	คีย์บอร์ด Logitech

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.2 วิธีการจัดทำโครงงาน

1.ศึกษาหาข้อมูลเครื่องประกอบชิ้นงานอัตโนมัติ

1.1- ศึกษาความต้องการในภาคอุตสาหกรรมที่ใช้เครื่องจักรอัตโนมัติในปัจจุบัน

2.ศึกษาหาข้อมูลอุปกรณ์และวัสดุที่จะนำมาทำเครื่องประกอบชิ้นงานอัตโนมัติ

2.1- ศึกษาหาข้อมูลระบบควบคุมที่ใช้ในอุตสาหกรรม และ อุปกรณ์ที่ใช้

2.2- ศึกษาการทำงานของเครื่องประกอบชิ้นงานอัตโนมัติ

3.เลือกวัสดุและอุปกรณ์ที่จะใช้ในการทำเครื่องประกอบชิ้นงานอัตโนมัติ

3.1- เลือกใช้อุปกรณ์ตัวควบคุมหลัก ใช้เป็น พีแอลซี (PLC) Mitsubishi FX-1S

3.2- เลือกใช้อุปกรณ์สั่งหุ่นยนต์ตรวจสอบผ่านกล้อง ใช้เป็นราสเบอร์รี่พาย (Raspberry PI)

4.เขียนโค้ดPythonและทดสอบการทำงานการตรวจสอบด้วยกล้องผ่านอุปกรณ์ราสเบอร์รี่พาย

4.1- เขียนโค้ดPython ผ่านบอร์ดราสเบอร์รี่พายเพื่อทำการทดสอบ

5.ติดตั้งอุปกรณ์เพื่อทำการทดสอบระบบหุ่นยนต์และเซ็นเซอร์หยุด pallet

5.1- ติดตั้งหุ่นยนต์ บริเวณใกล้กับตำแหน่งหยุด pallet ของสายพานลำเลียง

5.2- ติดตั้งเซ็นเซอร์หยุด pallet บริเวณใกล้ตำแหน่งตัวหยุด pallet

6.ทดสอบการทำงานของระบบหุ่นยนต์และเซ็นเซอร์หยุด pallet และการตรวจสอบด้วยกล้อง

6.1- ทดสอบการหยุดของ pallet ที่ตำแหน่งการตรวจสอบด้วยกล้อง

6.2- ทดสอบการเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งหยิบชิ้นงานที่ถูกต้อง ทั้ง 4 ชิ้น

7.กำหนดตำแหน่งการหยิบจับชิ้นงานผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์

7.1- กำหนดตำแหน่งการเคลื่อนที่ผ่านโปรแกรม Scorbot ER3 controller

7.2- เมื่อกำหนดตำแหน่งการคลื่อนที่ของหุ่นยนต์เสร็จ ให้บันทึก โปรแกรม

8.ทดสอบระบบเครื่องประกอบชิ้นงานอัตโนมัติ

8.1- ทดสอบระบบโดย เลื่อน pallet ที่มีสัญลักษณ์เรขาคณิต ไปบริเวณตรวจสอบด้วยกล้อง

8.2- เมื่อกล้องตรวจพบสัญลักษณ์เรขาคณิต จะสั่งงานให้หุ่นยนต์หยิบชิ้นงานตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ และวาง ใน pallet ได้อย่างถูกต้อง

9.หลักการทำงานของเครื่อง

9.1- เปิดสวิตช์สายพานลำเลียงและเปิดระบบลม

9.2- pallet เคลื่อนที่ตามสายพานลำเลียงมาหยุดที่จุดตรวจสอบด้วยกล้อง จำนวน 4 pallet

9.3- กล้องจะตรวจสอบ pallet และทำการเลือกวัตถุที่ตรงกับ pallet

9.4- หุ่นยนต์จะประกอบชิ้นงานที่ถูกต้องใส่ให้ตรงกับ pallet

9.5- เมื่อ pallet มีชิ้นงานที่ถูกต้องจะถูกปล่อยให้เคลื่อนออก และ ตรวจสอบ pallet ถัดไป เพื่อประกอบชิ้นงานให้ถูกตามที่กำหนด

10.ทดสอบการทำงานของระบบ

10.1- ทดสอบการเคลื่อนที่ของ pallet

10.2- ทดสอบระบบหยุด pallet

10.3- ทดสอบระบบการตรวจสอบชิ้นงาน

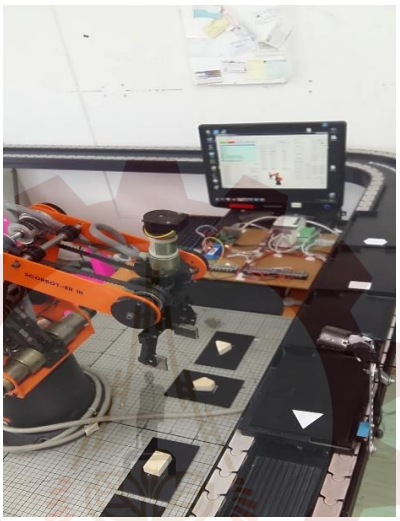
10.4- ทดสอบระบบการประกอบชิ้นงาน

10.5- ทดสอบระบบเมื่อมีชิ้นงานอยู่บน pallet

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

11.ขั้นตอนการทดลอง

11.1- ตรวจเช็คอุปกรณ์สายพานลำเลียงและหุ่นยนต์



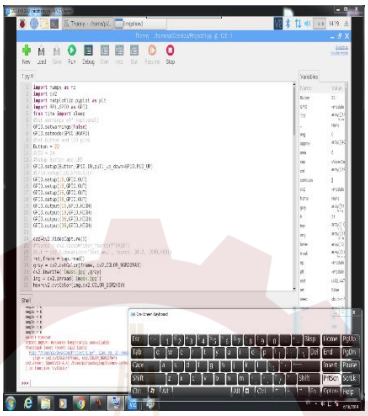
11.2- จัดเตรียมชิ้นงานรูปเรขาคณิตทั้ง 4 ชิ้น วางที่ตำแหน่งที่กำหนด

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลและการออกแบบเครื่องจักรกลอุตสาหกรรม
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

11.3- เปิดระบบสายพานลำเลียงและโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์

11.4- เปิดระบบลมให้ระบบหยุด pallet

11.5- เริ่มโปรแกรม ตรวจสอบ ชิ้นงาน ก่อนการปรับตำแหน่งการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์



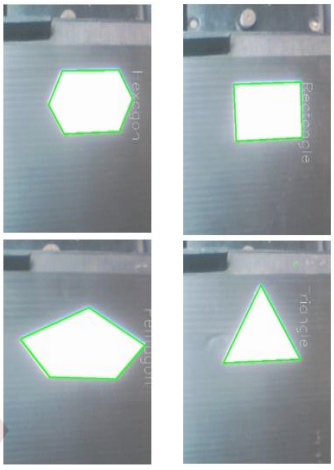
11.6- ทดสอบการทำงานของระบบหยุด pallet ทดสอบการตรวจจับของกล้อง ทดสอบการทำงานของหุ่นยนต์

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลและอิเล็กทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

11.7- เมื่อ pallet ถึงจุดตรวจสอบด้วยกล้อง PLC จะรอคำสั่งจาก Raspberry Pi 3 ด้วย Code python ที่เขียนไว้ให้ตรวจจับชิ้นงานรูปทรงเลขาคณิต ที่มีขนาด area > 30000 pixel และตรวจเช็ค อีกรอบว่ามุมของรูปทรงที่เข้ามามีกี่มุมด้วย ตัวแปร len (approx) และจะแสดงค่าออกทาง Python ว่าตอนนี้ กล้อง Detect ได้กี่มุม ถ้าถูกต้องตามเงื่อนไข Output จะถูกส่งไปให้ PLC

```
15 GPIO.setup(16,GPIO.OUT)
16 GPIO.setup(18,GPIO.OUT)
17 GPIO.setup(36,GPIO.OUT)
18 GPIO.setup(38,GPIO.OUT)
19 GPIO.output(16,GPIO.HIGH)
20 GPIO.output(18,GPIO.HIGH)
21 GPIO.output(36,GPIO.HIGH)
22 GPIO.output(38,GPIO.HIGH)
23
24 cap=cv2.VideoCapture(0)
25 #fourcc = cv2.VideoWriter_fourcc(*'XVID')
26 #out = cv2.VideoWriter('Test.avi', fourcc, 20.(
27 ret,frame = cap.read()
28 gray = cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
29 cv2.imwrite('1mask.jpg',gray)
30 img = cv2.imread('1mask.jpg')
31 hsv=cv2.cvtColor(img,cv2.COLOR_BGR2HSV)
```

```
Shell
Angle = 0
Angle = 0
Angle = 0
Angle = 0
```



11.8- เมื่อ PLC รับ Input มาจะทำการประมวลผลว่ารับค่าจาก Input ที่ 1-4 ก็จะสั่งออกทาง Output ที่ 1-4 ตามลำดับ

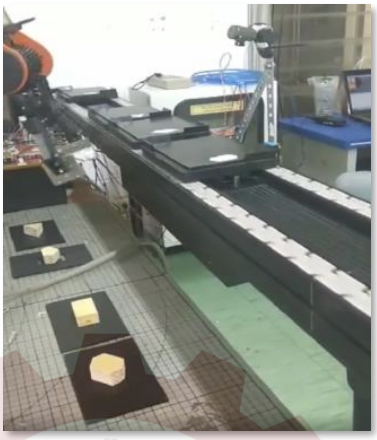
สามเหลี่ยม Input ที่ X1 สั่ง Output ที่ Y1 ส่งค่าไปให้กับ Robot ที่ input 3

สี่เหลี่ยม Input ที่ X2 สั่ง Output ที่ Y2 ส่งค่าไปให้กับ Robot ที่ input 4

ห้าเหลี่ยม Input ที่ X3 สั่ง Output ที่ Y3 ส่งค่าไปให้กับ Robot ที่ input 5

หกเหลี่ยม Input ที่ X4 สั่ง Output ที่ Y4 ส่งค่าไปให้กับ Robot ที่ input 6

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



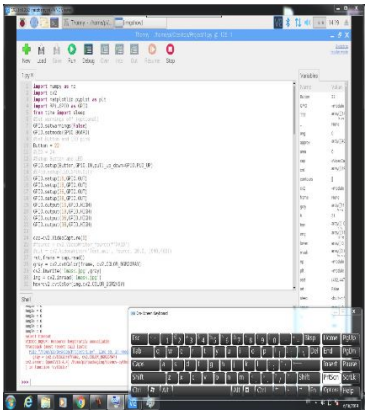
11.9- เมื่อหุ่นยนต์รับค่าจาก PLC จะเริ่มหยิบชิ้นงานให้จับเวลาการทำงาน สิ้นสุดเมื่อวางชิ้นงานลงบน palleและบันทึกผลการทดลองลงตารางที่

4.1 Cycle Time Before Optimize Unit Per Sec

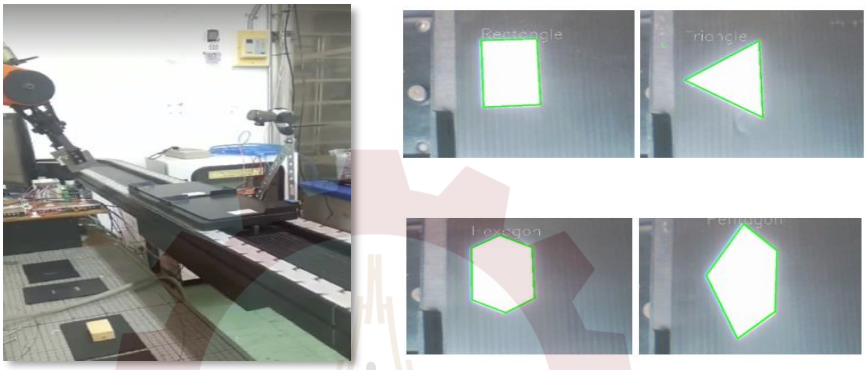
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

11.10- ทำแบบเดียวกันจนครบ 4 ชิ้นงาน

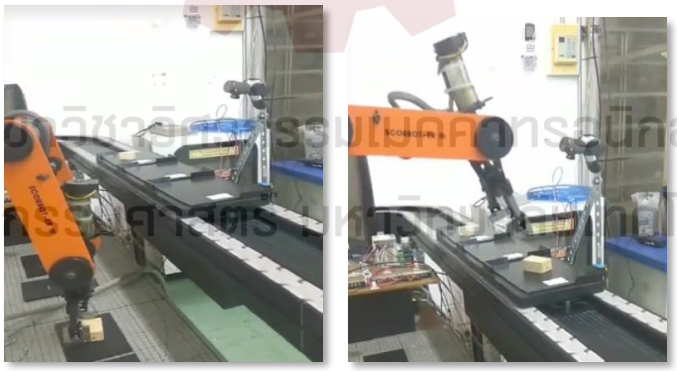
11.11- เริ่มโปรแกรม ตรวจสอบ ชิ้นงาน หลังการปรับตำแหน่งการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์



11.12- เมื่อ pallet ถึงจุดตรวจสอบด้วยกล้อง ระบบจะรอคำสั่งจากกล้องว่าถูกต้องตามลักษณะที่กำหนด และหยิบชิ้นงานมาวางตำแหน่ง pallet ที่ทำการตรวจสอบ



11.13- เมื่อหุ่นยนต์เริ่มหยิบชิ้นงานให้จับเวลาการทำงาน สิ้นสุดเมื่อวางชิ้นงานลงบน pallet และบันทึกผลการทดลองลงตารางที่ 4.2 Cycle Time After Optimize Unit Per Sec



สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

11.14- ทำแบบเดียวกันจนครบ 4 ชิ้นงาน

11.15- นำค่าที่ได้บันทึกลงตารางบันทึกผลที่ 4.1 และ 4.2ในบทที่ 4 และมาเปรียบเทียบกัน แยกชิ้นงานชนิด เป็นเดียวกัน นำไปสร้างกราฟ เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของเวลา ก่อนและหลังการปรับตั้งตำแหน่งการเคลื่อนที่

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิเคราะห์ผล

ตารางบันทึกผลที่ 4.1 Cycle Time Before Optimize Unit Per Sec การทดลองจับเวลาการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ก่อนการปรับตั้งตำแหน่งการเคลื่อนที่

Cycle Time Before Optimize Unit Per Sec				
รูปแบบ / รอบที่	Triangle	Rectangular	Pentagon	Hexagon
รอบ1	24.97	20.12	20.64	22.4
รอบ2	24.9	18.49	20.33	22.55
รอบ3	24.97	19.93	20.86	21.74
รอบ4	24.88	19.22	20.43	21.39
รอบ5	24.93	19.45	20.51	21.4
รอบ6	24.22	18.53	20.23	21.46
รอบ7	24.46	18.88	20.56	21.73
รอบ8	24.87	19.25	20.45	21.42
รอบ9	24.63	18.36	20.28	21.34
รอบ10	24.12	19.12	20.36	21.47
รอบ11	24.13	19.88	20.63	21.69
รอบ12	24.68	20.1	20.58	21.55
รอบ13	24.52	18.5	20.55	21.82
รอบ14	24.59	18.74	20.47	21.75
รอบ15	24.71	18.92	20.62	21.63
รอบ16	24.75	19.54	20.89	21.44
รอบ17	24.53	19.61	20.76	21.45
รอบ18	24.78	19.58	20.93	21.78
รอบ19	24.76	19.64	20.31	21.91
รอบ20	24.86	19.39	20.53	21.87
Average	24.66	19.26	20.55	21.69

สำนักวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางบันทึกผลที่ 4.2 Cycle Time After Optimize Unit Per Sec การทดลองจับเวลาการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์หลังการปรับตั้งตำแหน่งการเคลื่อนที่

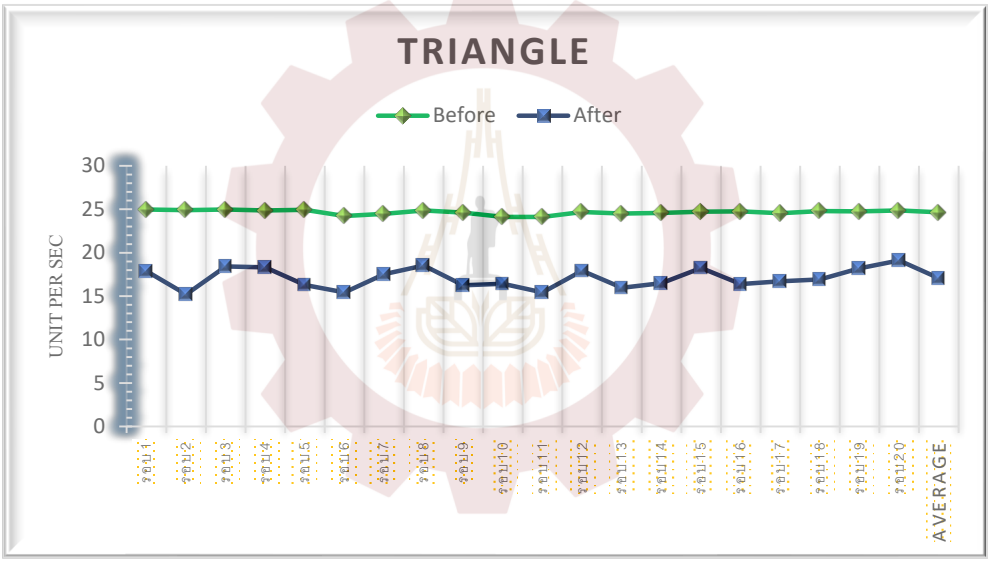
Cycle Time After Optimize Unit Per Sec				
รูปแบบ / รอบที่	Triangle	Rectangular	Pentagon	Hexagon
รอบ1	17.9	12.68	13.41	14.96
รอบ2	15.2	12.49	13.7	14.79
รอบ3	18.41	12.69	13.74	14.76
รอบ4	18.31	12.63	13.59	14.79
รอบ5	16.29	12.63	13.6	14.85
รอบ6	15.43	12.49	13.72	14.33
รอบ7	17.52	12.67	13.63	14.49
รอบ8	18.51	12.43	13.79	14.36
รอบ9	16.24	12.82	13.75	14.23
รอบ10	16.41	12.67	13.42	14.92
รอบ11	15.42	12.53	13.44	14.73
รอบ12	17.92	12.31	13.49	14.64
รอบ13	15.97	12.96	13.86	14.33
รอบ14	16.51	12.82	13.95	14.96
รอบ15	18.24	12.71	13.45	14.52
รอบ16	16.38	12.94	13.62	14.37
รอบ17	16.72	12.88	13.74	14.34
รอบ18	16.93	12.43	13.99	14.85
รอบ19	18.21	12.65	13.36	14.77
รอบ20	19.11	12.79	13.79	14.43
Average	17.08	12.66	13.65	14.62

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

กราฟเปรียบเทียบการทดลองจับเวลาการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ก่อนและหลัง การปรับตั้งตำแหน่งการเคลื่อนที่ของตารางบันทึกผลที่ 4.1 และ 4.2

รูปกราฟ 4.1.1 *Triangle*, 4.1.2 *Rectangular*,4.1.3 *Pentagon,* 4.1.4 *Hexagon*

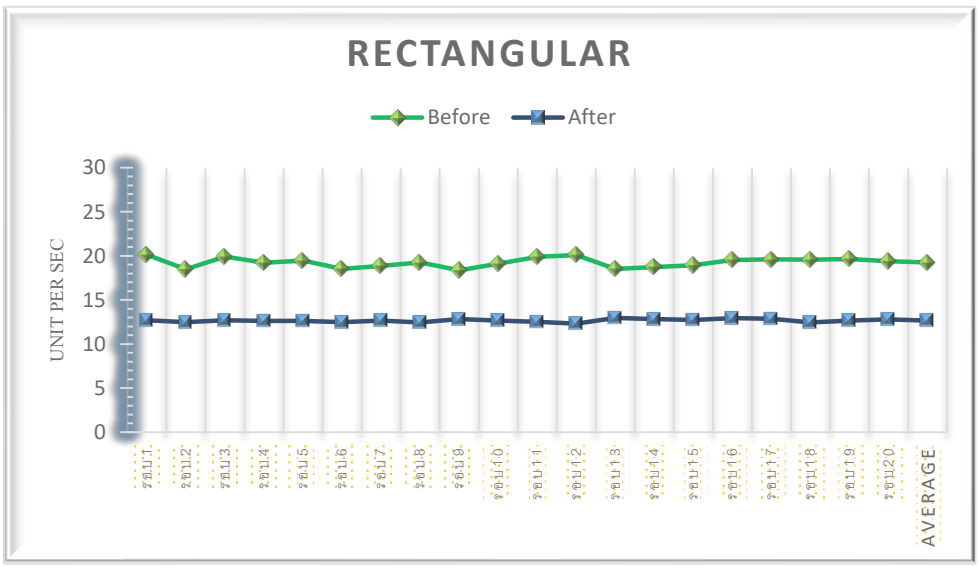
รูปกราฟ 4.1.1 *Triangle* แสดงผลเวลาของการคัดแยกชิ้นงาน ก่อนและหลัง การปรับตั้งตำแหน่งการเคลื่อนที่



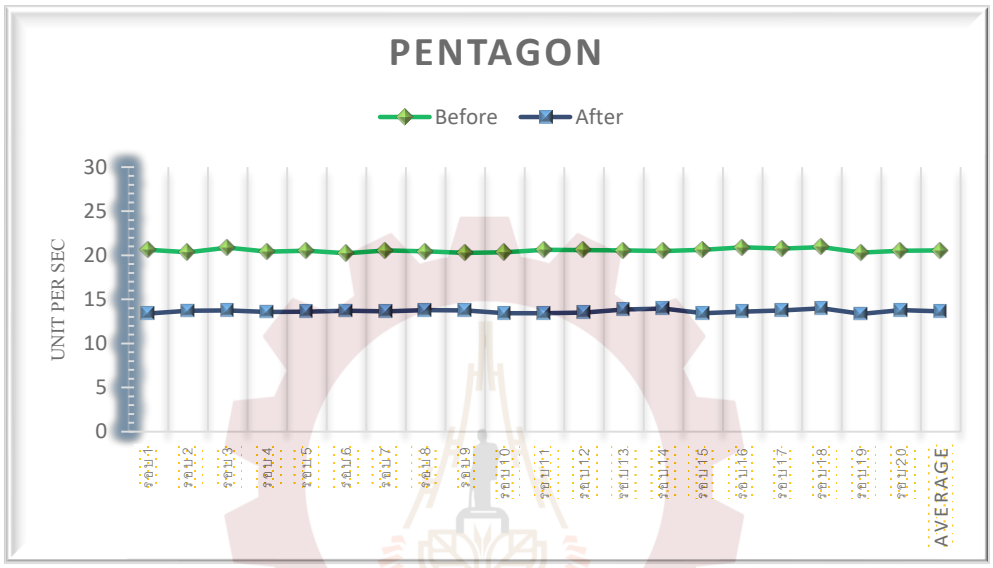
สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์

รูปกราฟ 4.1.2 *Rectangular* แสดงผลเวลาของการคัดแยกชิ้นงาน ก่อนและหลัง การปรับตั้งตำแหน่งการเคลื่อนที่

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

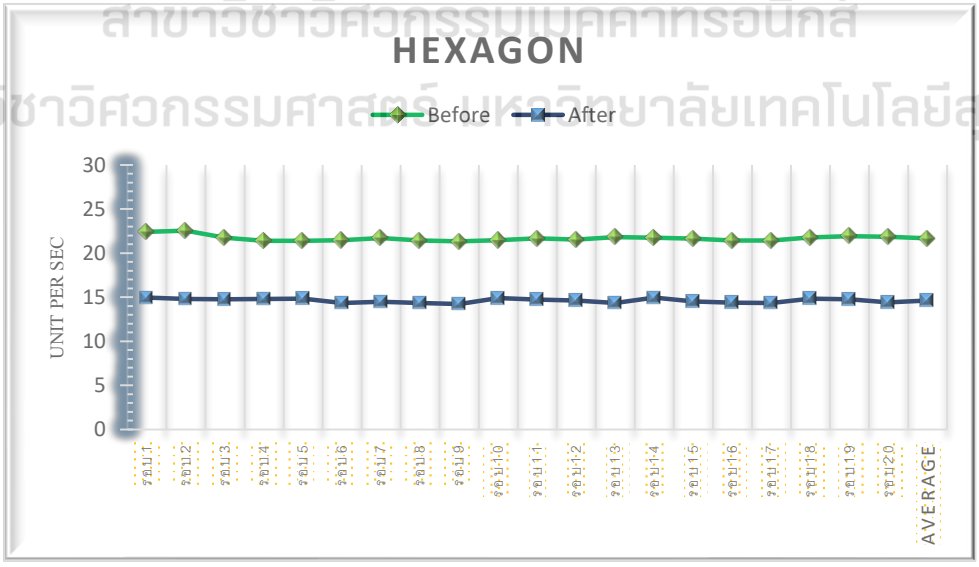


รูปกราฟ 4.1.3 *Pentagon* แสดงผลเวลาของการคัดแยกชิ้นงาน ก่อนและหลัง การปรับตั้งตำแหน่งการเคลื่อนที่



รูปกราฟ 4.1.4 *Hexagon* แสดงผลเวลาของการคัดแยกชิ้นงาน ก่อนและหลัง การปรับตั้งตำแหน่งการเคลื่อนที่

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่า กาเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ก่อนการปรับตั้ง ตาราง ที่4.1 Cycle Time Before Optimize Unit Per Sec ใช้เวลาการหยิบชิ้นงานต่อชิ้น ใช้เวลามากเนื่องจากการกำหนดจุดการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์มีหลายจุด ได้วิเคราะห์ว่าการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ มีบางตำแหน่งที่ไม่จำเป็นในการเคลื่อนที่ จึงกำหนดจุดการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ใหม่ การใช้เวลาในการหยิบวาง และนำค่าที่ได้บันทึกลงในตารางที่ 4.2 Cycle Time After Optimize Unit Per Sec มาเปรียบเทียบ จะเห็นได้ว่าการใช้เวลาสูงสุด ลดลง จาก 25 วินาที ลดลงเหลือ 20 วินาที ที่ตำแหน่งเวลาสูงสุด

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาการใช้โปรแกรมไพธอนเพื่อควบคุมกล้องให้ตรวจจับรูปเรขาคณิต สามารถตรวจสอบรูปเรขาคณิต ได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ และส่งสัญญาณให้กับ ตัวควบคุมหลัก โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ หรือ PLC เพื่อประมวลผล ส่งสัญญาณให้กับหุ่นยนต์ ทำงานได้ตามตำแหน่งที่ถูกต้องที่ถูกกำหนดไว้ในโปรแกรมควบคุม

ข้อเสนอแนะ

การทำงานของหุ่นยนต์ จะเคลื่อนที่แบบ Point-To-Point จะเป็นการเคลื่อนที่พร้อมกันทุกแกนพร้อม ๆ กันอย่างอิสระ มีผลทำให้การกำหนดแต่ละตำแหน่ง จะต้องมีความระมัดระวังในการกำหนดตำแหน่ง ซึ่งเป็น ข้อเสีย ของหุ่นยนต์ แบบ Articulated Arm ในเรื่องของการทำความเร็วหรือ Cycle Time

การทำงานของกล้องโดยใช้โปรแกรมไพธอน ควบคุมกล้องจะต้องมีความรู้ เรื่องการติดตั้งฟังก์ชัน และ ไลบรารี่ ความละเอียดของภาพและการลบ สัญญาณรบกวนบนรูปที่ตรวจสอบจึงมีความยุ่งยากในการควบคุมกล้องได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เอกสารอ้างอิง

เว็บไซต์

[1] A simulation of 6R lndustrial Articulated Robot Arm,แหล่งที่มา:
http://eprints.utcc.ac.th/2759/3/2759fulltext.pdf

[2] คู่มือปฏิบัติการวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ ระบบแขนกล(RobotArm),แหล่งที่มา:
http://www.ecpe.nu.ac.th/piyadanai/content/48_01/303405_1_48/File/03_Robot.pdf

[3] บริษัท DAIFUKU Always an Edge Ahead.เรื่องราวของระบบสายพานลำเลียง,แหล่งที่มา:
https://www.daifuku.com/th/solution/transport/

[4] ปัญหาที่เกิดจากการใช้งานเครื่องสายพานลำเลียง (Belt Conveyor),แหล่งที่มา:
https://isolution4u.wordpress.com

[5] Raspberry Pi คอมพิวเตอร์ขนาดเล็กสำหรับด้านการศึกษา,แหล่งที่มา:
https://www.scimath.org/article-technology/item/9104-raspberry-pi

[6] คู่มือการใช้งาน มิตซูบิชิ โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ (พีแอลซี),แหล่งที่มา:
http://www.mitsubishielectric.com/fa/assist/satellite/data/jy997d57401c.pdf

[7] โปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ Scorbot ER3 controller,แหล่งที่มา:
http://www.engineeringforless.com/scorbot-er3.html

[8] หลักการทำงานของกล้อง,แหล่งที่มา:
http://www.photohutgroup.com/

[9] Raspberry Pi 3 (Overview) ,แหล่งที่มา:
https://sysadmin.psu.ac.th/2018/01/29/raspberry-pi-3-overview/

[10] ระบบสีที่ใช้กับภาพกราฟฟิก,แหล่งที่มา:
http://lekstation.com/body1_p4.html

[11] Robitics กับประเภทของหุ่นยนต์อุตสาหกรรมที่ใช้งานในปัจจุบัน,แหล่งที่มา:
https://www.mmthailand.com/

[12] การควบคุมในระบบงานอุตสาหกรรม,แหล่งที่มา:
rlms.vec.go.th/media_courses/1120/10150012p.ppt

สถาบันวิทยบริการวิศวกรรมศาสตร์ อิเล็กทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

เว็บไซต์

[13] แสดงจุดภาพ พิกเซล (pixel) ,แหล่งที่มา:

http://www.halfbottle.net/wp/photography/resolution

[14] ภาพแสดง DOF,แหล่งที่มา:

eng.sut.ac.th/me/meold/2_2552/425306/425306_week1/425306_lecture1.pdf

[15] ภาพแสดงความสัมพันธ์ของการบอกตำแหน่งในรูปเวกเตอร์,แหล่งที่มา:

http://www.repository.rmutt.ac.th/bitstream/handle/123456789/2924/RMUTT-151714.pdf

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก ก.

1.รูปสายพานลำเลียง

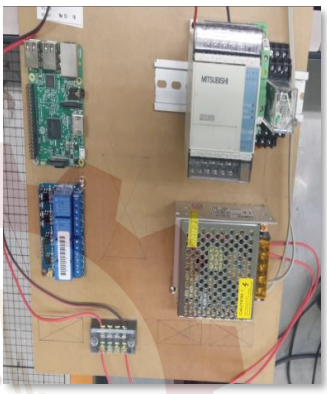
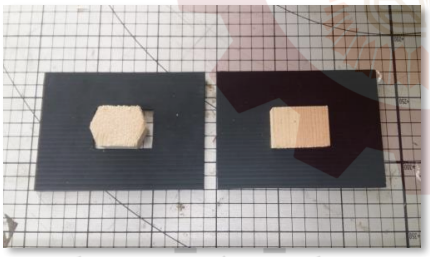
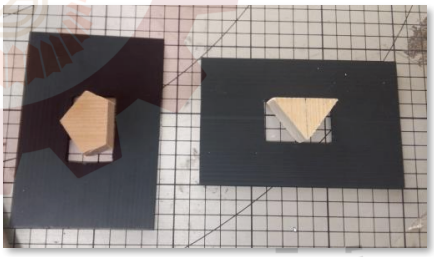
2.รูปหุ่นยนต์ประกอบชิ้นงาน

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

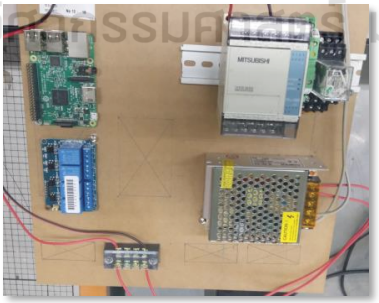
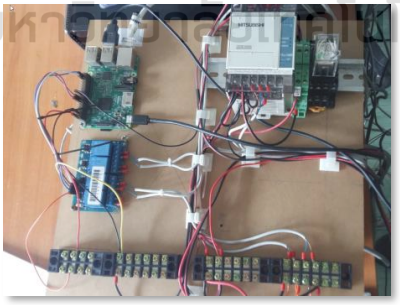
3.รูปอุปกรณ์ควบคุม

ภาคผนวก ก. (ต่อ)

4. รูปอุปกรณ์การทำงาน

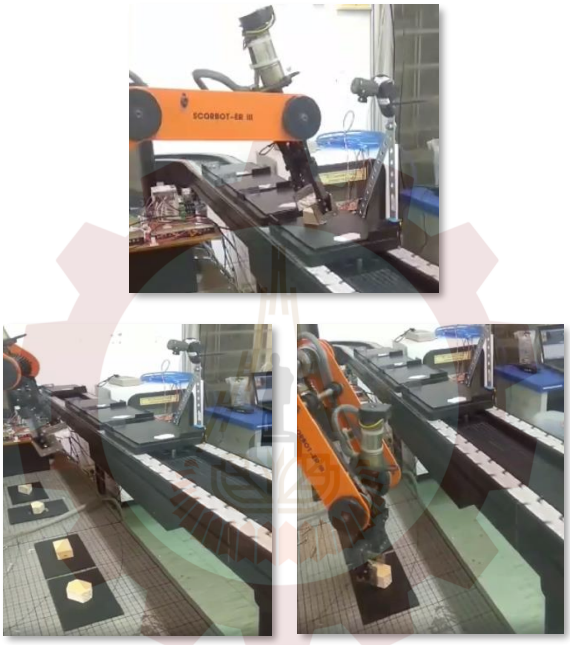




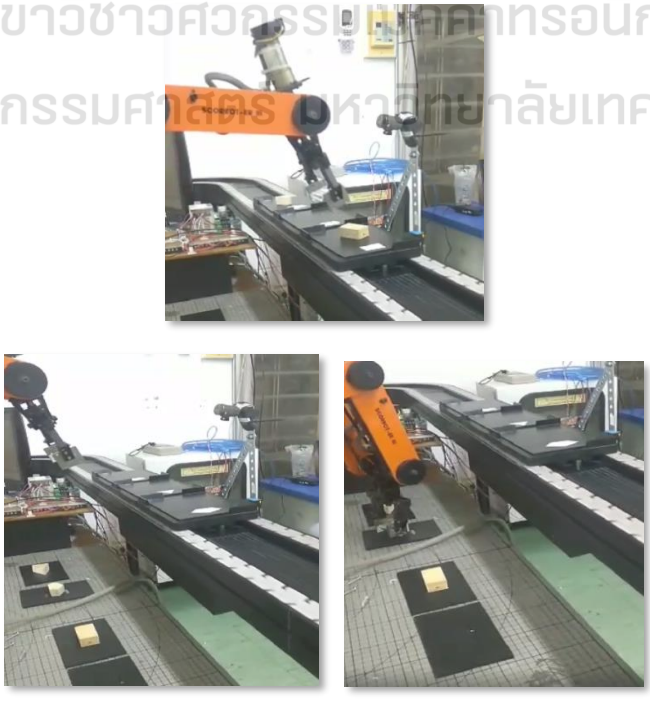
สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก ก. (ต่อ)

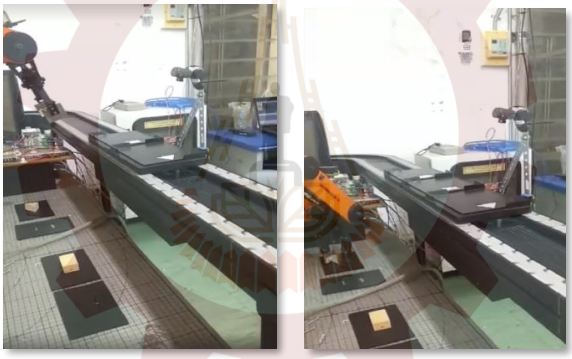
5. รูปภาพการทดลอง





สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

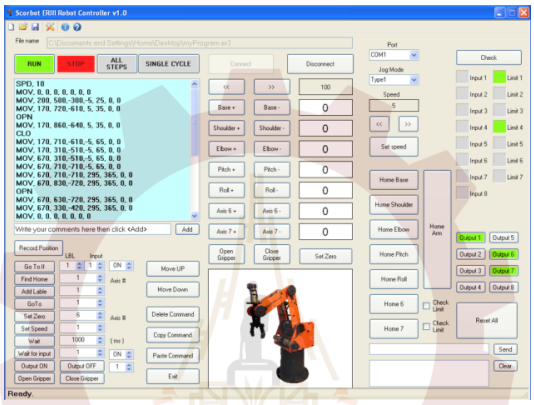
ภาคผนวก ก. (ต่อ)



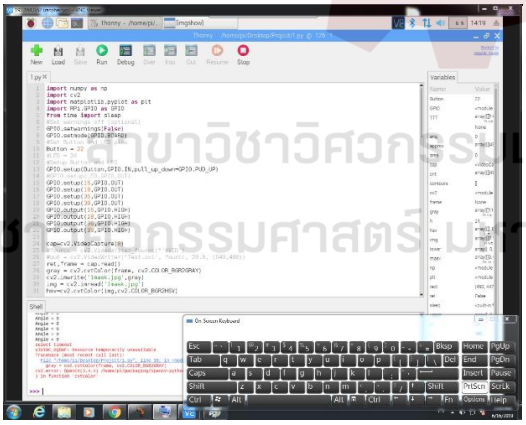
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลและอิเล็กทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก ก. (ต่อ)

6. รูปภาพโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์



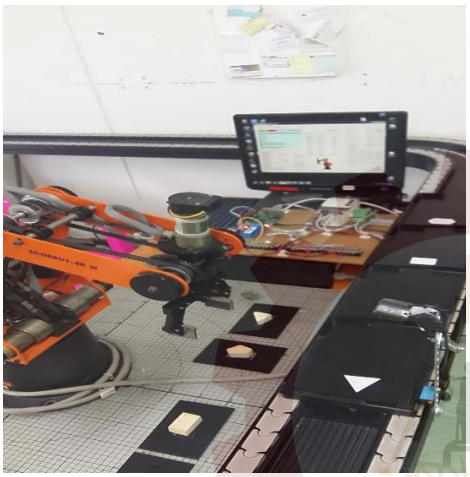
7. รูปภาพโปรแกรมควบคุมกล้องตรวจจับชิ้นงาน

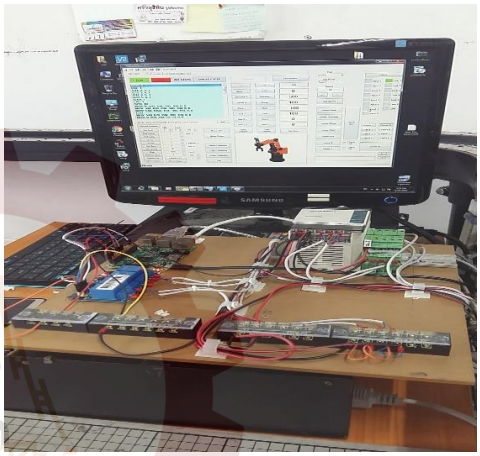


สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก ก. (ต่อ)

8. รูปภาพชิ้นงาน





สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลและการผลิตนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก ข.

1. การเขียน Code Python ที่ใช้ในการตรวจสอบวัตถุ

```
import numpy as np
import cv2
import matplotlib.pyplot as plt
import RPi.GPIO as GPIO
from time import sleep
#Set warnings off (optional)
GPIO.setwarnings(False)
GPIO.setmode(GPIO.BOARD)
#Set Button and LED pins
Sensor = 22
#Setup Button and LED
GPIO.setup(Sensor,GPIO.IN,pull_up_down=GPIO.PUD_UP)
#GPIO.setup(LED,GPIO.OUT)
GPIO.setup(16,GPIO.OUT)
GPIO.setup(18,GPIO.OUT)
GPIO.setup(36,GPIO.OUT)
GPIO.setup(38,GPIO.OUT)
GPIO.output(16,GPIO.HIGH)
GPIO.output(18,GPIO.HIGH)
GPIO.output(36,GPIO.HIGH)
GPIO.output(38,GPIO.HIGH)

cap=cv2.VideoCapture(0)
#fourcc = cv2.VideoWriter_fourcc(*'XVID')
#out = cv2.VideoWriter('Test.avi', fourcc, 20.0, (640,480))
```

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก ข. (ต่อ)

```
ret,frame = cap.read()
gray = cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
cv2.imwrite('1mask.jpg',gray)
img = cv2.imread('1mask.jpg')
hsv=cv2.cvtColor(img,cv2.COLOR_BGR2HSV)
plt.imshow(hsv)
plt.show()


while(True):
        area = 0
        ang = 0
        ret,frame = cap.read()
        gray = cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
        cv2.imwrite('1mask.jpg',gray)
        img = cv2.imread('1mask.jpg')
        hsv=cv2.cvtColor(img,cv2.COLOR_BGR2HSV)
        lower = np.array([0,0,200])
        upper = np.array([0,0,253])
        mask = cv2.inRange(hsv,lower,upper)
        #mask = cv2.morphologyEx(mask,cv2.MORPH_OPEN,None)
        #mask = cv2.morphologyEx(mask,cv2.MORPH_CLOSE,None)
        mask = cv2.erode(mask,None,iterations = 1 )
        mask = cv2.dilate(mask,None,iterations = 10 )
        cv2.imwrite('mask.jpg',mask)
        _,contours,_ = cv2.findContours(mask,cv2.RETR_TREE, cv2.CHAIN_APPROX_NONE)
```

สำนักวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก ข. (ต่อ)

```
#font=cv2.FONT_HERSHEY_COMPLEX
    for cnt in contours:
        rect = cv2.boundingRect(cnt)
        approx = cv2.approxPolyDP(cnt, 0.050*cv2.arcLength(cnt,True),True)
        cv2.drawContours(frame, [approx], 0, (0,255,0),5)
        x=approx.ravel()[0]
        y=approx.ravel()[1]
        x,y,w,h = rect
        area = w * h
        if GPIO.input(Sensor) == GPIO.LOW :
            if area >= 30000 :
                #if the shape is a triangle,it will have 3 vertices
                if len (approx)==3:
                    cv2.putText(frame,'Triangle',(x,y),0,1.5,(255,255,255))
                    cv2.imwrite('imgshow.jpg',frame)
                    GPIO.output(16,GPIO.HIGH)
                    GPIO.output(18,GPIO.HIGH)
                    GPIO.output(36,GPIO.LOW)
                    GPIO.output(38,GPIO.HIGH)
                elif len (approx)==4:
                    cv2.putText(frame,'Rectangle',(x,y),0,1.5,(255,255,255))
                    cv2.imwrite('T.jpg',frame)
                    GPIO.output(16,GPIO.LOW)
                    GPIO.output(18,GPIO.HIGH)
                    GPIO.output(36,GPIO.HIGH)
                    GPIO.output(38,GPIO.HIGH)
```

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก ข. (ต่อ)

```
    elif len (approx)==5:
        cv2.putText(frame,'Pentagon',(x,y),0,1.5,(255,255,255))
        cv2.imwrite('T.jpg',frame)
        GPIO.output(16,GPIO.HIGH)
        GPIO.output(18,GPIO.LOW)
        GPIO.output(36,GPIO.HIGH)
        GPIO.output(38,GPIO.HIGH)
    elif len (approx)==6:   #X2
        cv2.putText(frame,'Hexagon',(x,y),0,1.5,(255,255,255))
        cv2.imwrite('T.jpg',frame)
        GPIO.output(16,GPIO.HIGH)
        GPIO.output(18,GPIO.HIGH)
        GPIO.output(36,GPIO.HIGH)
        GPIO.output(38,GPIO.LOW)
    elif len (approx)<=2:
        cv2.imwrite('T.jpg',frame)
        GPIO.output(18,GPIO.HIGH)
        GPIO.output(16,GPIO.HIGH)
        GPIO.output(38,GPIO.HIGH)
        GPIO.output(36,GPIO.HIGH)

    ang = len (approx)
else:
    GPIO.output(18,GPIO.HIGH)
    GPIO.output(16,GPIO.HIGH)
    GPIO.output(38,GPIO.HIGH)
```

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก ข. (ต่อ)

```
            GPIO.output(36,GPIO.HIGH)
            #print('Area = %d ' % area)
            print('Angle = %d ' % ang)
GPIO.cleanup()
cap.release()
cv2.destroyAllWindows()
```

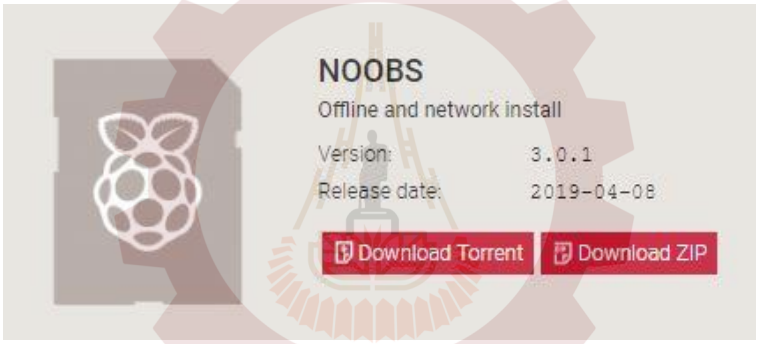
สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก ข. (ต่อ)

2. ขั้นตอนการติดตั้งระบบปฏิบัติการของบอร์ด

การติดตั้งระบบปฏิบัติการบน Raspberry Pi B+ ลงใน SD CARD มีขั้นตอนดังนี้

1) ทำการดาวน์โหลดไฟล์อิมเมจของระบบปฏิบัติการจากเว็บของ Raspberry Pi ที่ชื่อ NOOBS ให้เลือกโหลดเป็น .Zip



NOOBS เป็นเครื่องมือในการช่วยติดตั้งระบบปฏิบัติการให้ Raspberry Pi ทำให้สามารถติดตั้งได้ง่ายกว่าแบบเดิม ๆ ในอดีตมากมาย สามารถเลือกชนิดไฟล์ในการดาวน์โหลดได้สองแบบ คือ Torrent และ Zip ไฟล์

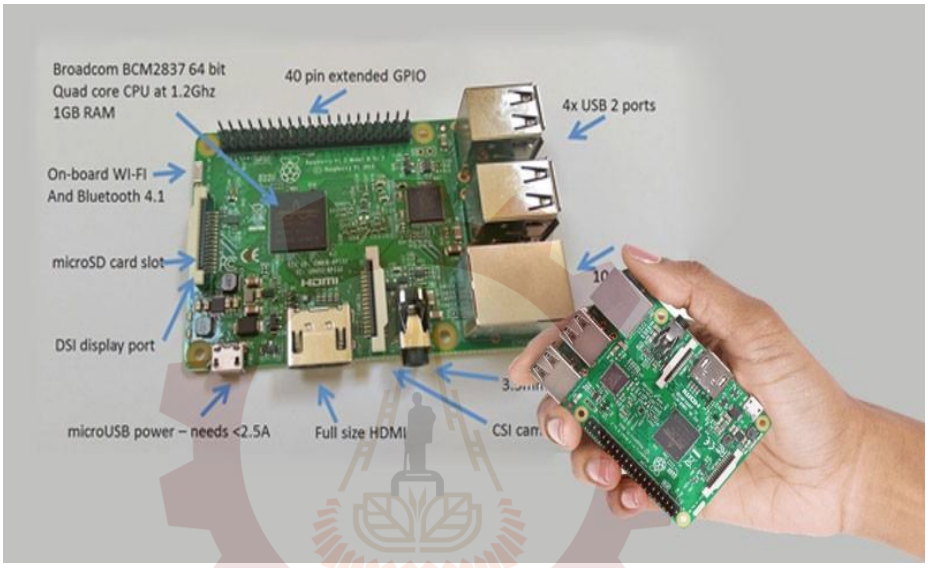
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2) Format SD Card และแตกไฟล์ NOOBS ลงใน SD Card
3) นำ Micro SD Card มาใส่เครื่อง Raspberry Pi 3 Model B+
4) เปิดเครื่อง Raspberry Pi
5) จะพบหน้าจอการติดตั้ง ให้เลือกระบบปฏิบัติการ Raspbian แล้วกด Install
6) รอจนเสร็จ โดยระบบจะมี Default คือ

Username : pi

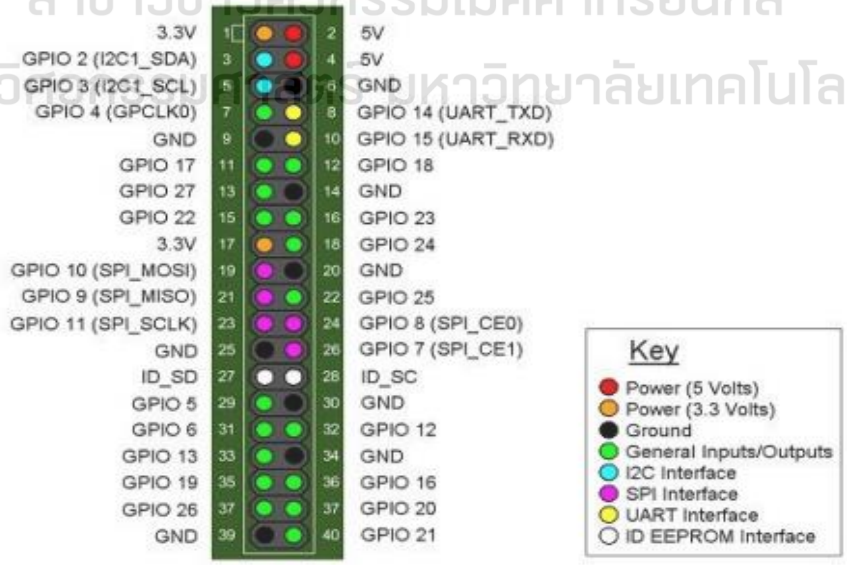
Pass Word : raspberry

ภาคผนวก ข. (ต่อ)



2.1 การจัดเรียงขาของ GPIO (General-Purpose Input/ Output)

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



ภาคผนวก ข. (ต่อ)

บอร์ด Raspberry Pi B+ มีขาอินพุตเอาต์พุตดิจิตอลหรือ GPIO สำหรับติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกรวม 40 ขาโดยมีการจัดเรียงขามาตรฐานตามรูปที่ 2.1

2.2 การทำ Static IP

1)เปิด Terminal

2)แก้ไขไฟล์ /etc/dhcpcd.conf โดย

```
sudo apt-get install xrdp
```

3)เพิ่มข้อมูลหมายเลข IP Address ที่เราต้องการลงไปที่บรรทัดสุดท้าย

```
# ตั้งค่าสำหรับล็อคไอพี LAN
interface eth0
static ip_address=192.168.1.50/24
static routers=192.168.1.1
static domain_name_servers=8.8.8.8

# ตั้งค่าสำหรับล็อคไอพี WiFi
interface wlan0
static ip_address=192.168.1.51/24
static routers=192.168.1.1
static domain_name_servers=8.8.8.8
```

4. ทำการรีบูทเครื่อง

```
sudo reboot
```

5. เสร็จสิ้น

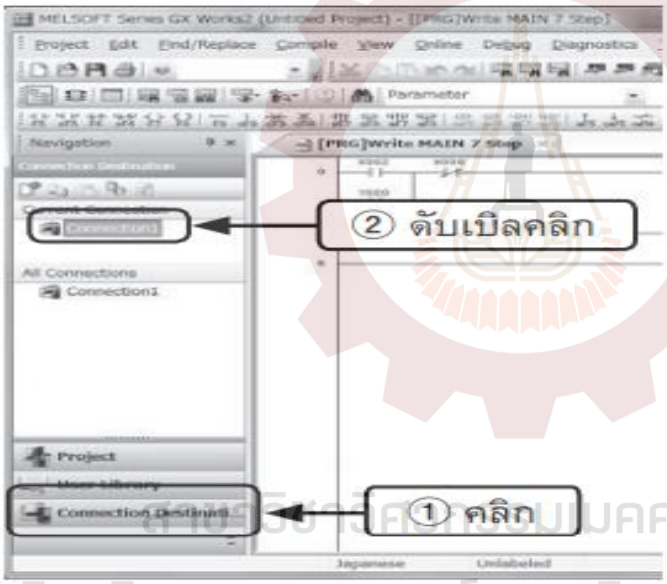
สำนักวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก ข. (ต่อ)

2.3 การเชื่อมต่อกับ PLC

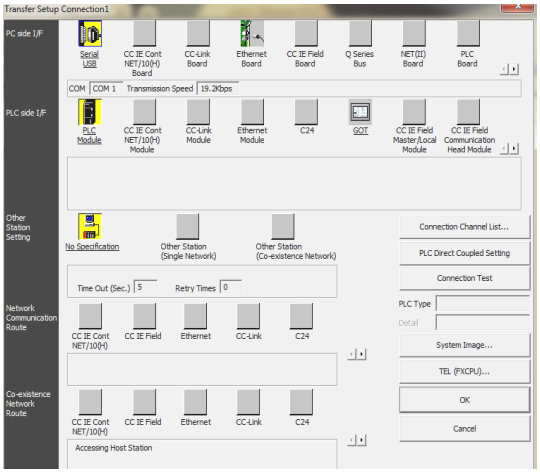
การเชื่อมต่อกับ FX PLC (เชื่อมต่อโดยใช้สาย USB cable)จำเป็นต้อง Install USB driver ลงในคอมพิวเตอร์เพื่อทำการต่อสาย USB ระหว่างคอมพิวเตอร์กับ FX PLC โดยส่วนใหญ่แล้ว Driver USB ของ PLC จะมีชื่อว่า CH341SER

2.3.1 Transfer Setup ใน GX Work2



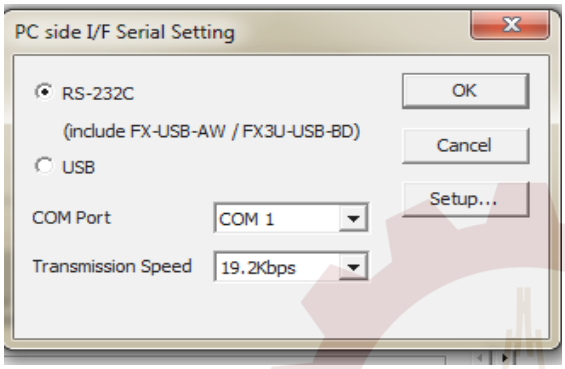
1. คลิกที่ Connection Destination ในหน้าจอ Navigation
2. ดับเบิลคลิกที่ Connection

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



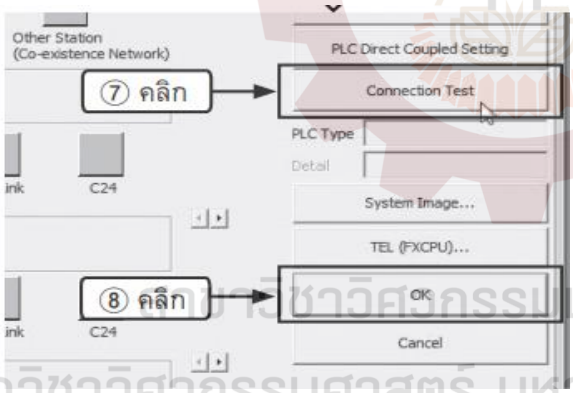
3. หน้าจอเพื่อระบุ Destination จะปรากฏขึ้นมา
4. ดับเบิลคลิกที่ Icon

ภาคผนวก ข. (ต่อ)



5. เลือก COM Port

6. จากนั้นคลิก [OK]



7. คลิกปุ่ม Connection Test เพื่อทำการตรวจสอบการรับส่ง สัญญาณไปที่ PLC

8 คลิก [OK] หลังตรวจสอบเสร็จ เพื่อยืนยันรายละเอียดที่ทำการ ตั้งค่าไป

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ข้อมูลผู้จัดทำ

นายณัฐพงษ์ กองแก้ว

ที่อยู่ 855 ม.10 ต.บางปูใหม่ ซอย.รสทิพย์ อ.เมือง สมุทรปราการ 10280

เบอร์โทรศัพท์ 087-0330191

E-mail : fornattapong@gmail.com

นายกรณ์สกล นนท์นาม

ที่อยู่ 75/328 ม.11 บ้านหนองคอน โคกกรวด อ.เมือง นครราชสีมา 30000

เบอร์โทรศัพท์ 065-3397792

E-mail : Ksknonnam@gmail.com

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

นายพิเชฐ คชประดิษฐ์

ที่อยู่ 263 ม.2 ต.โพธิ์กลาง อ.เมือง

นครราชสีมา 30000

เบอร์โทรศัพท์ 082-1382750

E-mail : Pichet002@gmail.com