

การสแกนวัตถุด้วยกล้อง Vision Camera ในระนาบแบบ 2 มิติ
ด้วยเครื่อง CNC

SCANNING OBJECT WITH A VISION CAMERA

ON 2D PLANE BY CNC



ชวินโรจน์ เรืองนวมดี
ณัฐพนธ์ พรประสิทธิ์กุล
ธนาตล เอี่ยมสุนทร

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SCANNING OBJECT WITH A VISION CAMERA
ON 2D PLANE BY CNC



Chawinroj Rueangnuamdee
Thanadon lamsunthorn
Nattapon pornprasitthikul

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN INSTRUMENTATION ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LARDKRABANG
ACADEMIC YEAR 2019

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การสแกนวัตถุด้วยกล้อง Vision Camera ในระนาบแบบ 2 มิติ ด้วยเครื่อง SCANNING OBJECT WITH A VISION CAMERA ON 2D PLANE BY CNC

นักศึกษาผู้จัดทำ นายชวินโรจน์ เรืองนวมดี รหัสนักศึกษา 59010297

นายณัฐพนธ์ พรประสิทธิกุล รหัสนักศึกษา 59010453

นายธนาตล เอี่ยมสุนทร รหัสนักศึกษา 59010610

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.สุพรรณ กุลพาณิชย์

รศ.ดร.ทวีพล ชื้อสัตย์

ปีการศึกษา 2562

บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้เป็นการประยุกต์เอาเครื่อง CNC (Computer Numerical Control) ติดตั้งกล้อง Vision Camera ในแนวแกน Z เพื่อสแกนวัตถุที่วางบน X-Y Table ของเครื่อง CNC และจดจำภาพวัตถุ เพื่อจัดเก็บเป็นฐานข้อมูลบนเครื่องคอมพิวเตอร์ ในทางกลับกันถ้าต้องการทราบวัตถุชนิดหนึ่งชนิดใดที่วางบนพื้นที่บน X-Y Table เครื่องควบคุมก็จะควบคุมการเคลื่อนที่ของกล้องให้สามารถสแกนวัตถุแล้วนำภาพที่ได้ไปเปรียบเทียบและค้นหาในฐานข้อมูลเพื่อทำการวิเคราะห์ระบุลักษณะของวัตถุนั้นก็จะทราบทันทีว่าเป็นวัตถุชนิดใด การประมวลผลทั้งหมดนี้เป็นการประมวลผลแบบระนาบ 2 มิติ อาศัยโปรแกรม NI Vision Builder AI เป็นเครื่องมือในการจัดเก็บ จดจำ และระบุลักษณะของวัตถุจากภาพ นอกจากนี้ยังติดตั้งกล้อง Pixy Camera ทำงานร่วมกับ Arduino อีกชุดหนึ่งมองในมุมสูงเห็นภาพบนพื้นที่บน X-Y Table ทั้งหมดช่วยในการชี้ตำแหน่งของวัตถุที่วางอยู่บนเครื่อง CNC เพื่อระบุ Coordinate X-Y ของวัตถุแล้วส่งค่าตำแหน่งที่ได้ผ่านทางพอร์ตอนุกรมในรูปแบบ Host Link Protocol ไปยังเครื่องควบคุมหลักเพื่อควบคุมเครื่อง CNC ที่มีกล้อง Vision Camera ติดตั้งอยู่ให้เคลื่อนที่ไปยังเป้าหมายที่กล้อง Pixy มองเห็น สำหรับมอเตอร์ที่ใช้ควบคุมการเคลื่อนที่เป็น AC Servo motor ทั้ง 3 แกนควบคุมด้วยเครื่องควบคุม PLC Omron CP1H XA40 DTR มีพื้นที่ในการควบคุมขนาด 60 ซม.* 30 ซม. ในแนวแกน X และ Y ตามลำดับ

Thesis Title SCANNING OBJECT WITH A VISION CAMERA ON 2D PLANE BY CNC

Authors Mr.Chawinroj Rueangnuamdee
Mr.Thanadon Iamsunthorn
Mr.Nattapon Pornprasittikul

Thesis Advisor Assoc.Prof.Dr.Suphan Gulphanich
Assoc.Prof.Dr.Taweepol Suesut

Year 2019

ABSTRACT

This research is an application of CNC (Computer Numerical Control) to install the Z-axis Vision Camera to scan objects placed on the X-Y Table of the CNC and recognize the objects to be stored as a database on a computer. On the other hand, if you want to know what kind of object is placed on the area on the XY Table, the controller will control the movement of the camera to scan the object and compare the image and search in the database to analyze the characteristics of That object will know immediately what kind of object it is. All of this processing is a 2D plane processing using the NI Vision Builder AI program as a tool to store, remember and identify the characteristics of objects from images. In addition, the Pixy Camera is also installed with another Arduino. Look at it from a high angle, see the image on the entire XY Table, help to locate the object placed on the CNC machine to specify the Coordinate XY of the object, then send the position value. Which is via the Host Link Protocol serial port to the master controller to control the CNC with Vision Camera installed to move to the target that the Pixy can see for Motors that control the movement of AC Servo motor control with a 3-axis machine control PLC Omron CP1H XA40 DTR area to control the size of 60 cm * 30 cm in X and Y respectively.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้ประสบความสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี อันเนื่องมาจากความกรุณาของอาจารย์ ที่ปรึกษา รศ.ดร.สุพรรณ กุลพานิชย์ รศ.วิริยะ กองรัตน์ รศ.ดร.ทวีพล ซื่อสัตย์ ที่ได้ให้ความรู้ คำปรึกษา ชี้แนะแนวทางในการแก้ปัญหาและประสบการณ์ที่ดีแก่ข้าพเจ้ารวมถึงสนับสนุนอุปกรณ์สำหรับทำแขนกล สำหรับผู้พิการตลอดระยะเวลาที่ได้ทำการศึกษาจัดทำปริญญาานิพนธ์นี้

ขอขอบคุณผู้แต่งหนังสือเอกสารอ้างอิงและเว็บไซต์ต่างๆ คณะผู้จัดทำได้นำมาใช้อ้างอิง ประกอบ การศึกษา และจัดทำปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้จนปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้ข้าพเจ้าขอมอบให้กับบิดามารดาซึ่ง เป็นที่รักและเคารพยิ่งตลอดจนครูบาอาจารย์ที่เคารพทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และ ถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีให้แก่ข้าพเจ้า

ชวินโรจน์ เรืองนามดี
ณัฐพนธ์ พรประสิทธิ์กุล
ธนาชล เอี่ยมสุนทร



สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญรูป	VI
สารบัญตาราง.....	X
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	1
1.3 ขอบเขตโครงการ.....	1
1.4 ปัญหาหรือประโยชน์ที่ได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 Servo motor.....	3
2.2 PLC.....	6
2.3 โปรแกรม Cx-programmer	9
2.4 โปรแกรม NB-Designer.....	10
2.5 เทคโนโลยีวิชั่น(Vision Technology).....	12
2.6 NI VISION BUILDER	13
2.7 การประมวลผลภาพ (Image Processing).....	14
2.8 การสื่อสารข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรม RS232	15
2.9 Arduino.....	20

2.10 กล้อง PIXY.....	22
2.11 Webcam.....	26
2.12 Human Machine Interface (HMI).....	27
บทที่ 3 การออกแบบและขั้นตอนการทดลอง.....	29
3.1 การติดตั้งและการสร้าง Software ขึ้นตำแหน่งวัตถุ อ่านวัตถุและวิเคราะห์วัตถุ.....	29
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง.....	42
3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง.....	45
3.4 การดำเนินงานในส่วน HMI.....	45
3.5 การควบคุม Servo ด้วย PLC และโปรแกรม Cx-Programmer.....	47
บทที่ 4 ผลการทดลอง.....	54
4.1 การทดลองหาเวลาเฉลี่ยใน 1 รอบการทำงาน.....	54
4.2 การทดลองความคลาดเคลื่อนของการเคลื่อนที่.....	54
4.3 การทดลองวิเคราะห์วัตถุที่กล้องตรวจจับได้.....	56
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ.....	63
5.1 สรุปผลการทดลอง.....	63
5.2 ปัญหาและอุปสรรค.....	63
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	64
บรรณานุกรม.....	65

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 นิยามตามคู่มืออ้างอิงเซอร์โวฉบับภาษาเยอรมัน	3
2.2 คอนโทรลเลอร์ (Controller)	5
2.3 เซอร์โวไดรฟ์เวอร์ (Servo Driver)	5
2.4 เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor)	6
2.5 PLC รุ่น CP1H	8
2.6 การต่อระบบควบคุมย้อนกลับแบบเต็มรูปแบบ	9
2.7 Cx-programmer	9
2.8 แสดงส่วนประกอบของระบบวิชชั่น	12
2.9 โปรแกรม NI VISION BUILDER	14
2.10 แสดงการประมวลผลภาพ (Image Processing)	14
2.11 แสดงการเชื่อมต่อ RS-232	16
2.12 การเข้าหัวแบบสายตรง	17
2.13 การเข้าหัวแบบสายไขว้	18
2.14 การสื่อสารแบบ Host Link	18
2.15 การสื่อสารแบบ No-Protocol	18
2.16 บอร์ด Arduino Uno R3	19
2.17 โปรแกรม Arduino IDE	20
2.18 Pixy2 Camera	21
2.19 ส่วนประกอบของ Pixy2 Camera	21
2.20 Port Pixy2 Camera	22
2.21 โปรแกรม PixyMon	23

2.22 การรับรู้วัตถุของกล้อง Pixy.....	24
2.23 กล้องเว็บแคม.....	24
2.24 หน้าจอ HMI ของ Omron.....	26
3.1 ส่วนแสดงผลโปรแกรม pixymon (1).....	29
3.2 ส่วนแสดงผลโปรแกรม pixymon (2).....	30
3.3 ส่วนแสดงผลโปรแกรม pixymon (3).....	30
3.4 ส่วนแสดงผลโปรแกรม pixymon (4).....	31
3.5 หน้าเขียนโปรแกรม Arduino IDE.....	31
3.6 แสดงค่า x และ y ทาง Serial monitor คู่กับวัตถุที่ถูกตรวจจับในตำแหน่งนั้น.....	32
3.7 ที่มาของค่าใน blocks ที่ pixy ตรวจจับได้ในแกน x และ y.....	32
3.8 หน้าเปิดโปรแกรม NI Vision Builder AI 2018 SP1(64-bit).....	36
3.9 ตั้งค่าเลือกกล้อง Microsoft LifeCam HD-500.....	37
3.10 ตั้งค่า RGB ของภาพ.....	37
3.11 หน้าตั้งค่า Template Region.....	38
3.12 แสดงเครื่องมือสำหรับลบส่วนเกินของภาพ.....	38
3.13 Match Pattern Setup.....	39
3.14 การ set ค่าที่สามารถเปลี่ยนตำแหน่งตามแกนอ้างอิงได้.....	39
3.15 แสดงเครื่องมือใน Custom Overlay.....	40
3.16 Custom Overlay Setup.....	40
3.17 แสดงโปรแกรมที่ออกแบบขึ้น.....	41
3.18 Setup Delay.....	41
3.19 รูปสำเร็จตัวโปรแกรมที่ออกแบบ.....	42
3.20 กล้อง Pixy 2 CMUcam5 Image Sensor.....	42

3.21 Arduino Uno R3.....	43
3.21 กล้องเว็บแคม WEBCAM OKER (177)	44
3.23 การเชื่อมต่อ HMI และ PLC.....	46
3.24 หน้าจอแสดงผล และ เลือก AUTO/MANUAL.....	46
3.25 แผนผังการควบคุมด้วยมือและอัตโนมัติ (Manual Mode/Auto Mode).....	47
3.26 Joystick.....	48
3.27 Settings Analog Input ของแกน X และ Y (แรงดันไฟฟ้าจาก Joystick).....	49
3.28 Structure text การทำอัตราส่วนแรงดันไฟฟ้าเป็น Pulse ในการหมุน Servo Motor	49
3.29 Ladder Diagram ในการหมุน Servo Motor (แกน X) ด้วย Pulse&speed ใน Manual Mode	50
3.30 Ladder Diagram ในการหมุน Servo Motor (แกน Y) ด้วย Pulse&speed ใน Manual Mode.....	50
3.31 Settings Serial Port2 สำหรับหน้าจอ HMI.....	51
3.32 Settings Serial Port1 สำหรับ Arduino	51
3.33 Ladder Diagram ในการหมุน Servo Motor (แกน X) ด้วย Pulse&speed ใน Auto Mode... ..	52
3.34 Ladder Diagram ในการหมุน Servo Motor (แกน Y) ด้วย Pulse&speed ใน Auto Mode	53
3.35 Structure text การทำอัตราส่วนค่าที่ได้จากกล้อง เป็นตำแหน่ง	53
3.36 Structure text การทำ Interpolation ของแกน X และ แกน Y.....	53
4.1 ตำแหน่งของการทดลองที่ 4.1	54
4.2 การทดลองวิเคราะห์ห้วงเวลาที่ 1	56
4.3 การทดลองวิเคราะห์ห้วงเวลาที่ 2	57
4.4 การทดลองวิเคราะห์ห้วงเวลาที่ 3	57
4.5 การทดลองวิเคราะห์ห้วงเวลาที่ 4.....	58
4.6 การทดลองวิเคราะห์ห้วงเวลาที่ 5.....	58

4.7 การทดลองวิเคราะห์หัตถุครั้งที่ 6	59
4.8 การทดลองวิเคราะห์หัตถุครั้งที่ 7	59
4.9 การทดลองวิเคราะห์หัตถุครั้งที่ 8	60
4.10 การทดลองวิเคราะห์หัตถุครั้งที่ 9	60
4.11 การทดลองวิเคราะห์หัตถุครั้งที่ 10	61
4.12 การทดลองวิเคราะห์หัตถุครั้งที่ 11	61



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงชุดคำสั่งพื้นฐาน	11
4.1 ตารางการทดลอง ที่ค่ากล้อง X=164 ,Y=194 (ระยะใกล้).....	55
4.2 การทดลอง ที่ค่ากล้อง X=112,Y=162(ระยะกลาง).....	55
4.3 การทดลอง ที่ค่ากล้อง X=36,Y=225(ระยะไกล)	55
4.3 การทดลองค่าความคลาดเคลื่อนในแนวแกน Y.....	56



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ

ปัจจุบันเทคโนโลยีเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาใน ภาคอุตสาหกรรมเพราะปัจจุบันมีการแข่งขันใน ภาคอุตสาหกรรมจำนวนมากและรุนแรงขึ้นทั้ง คุณภาพ ปริมาณ และบริการ ระบบควบคุมอัตโนมัติ เป็นทางเลือกที่ ภาคอุตสาหกรรมส่วนใหญ่เลือกใช้ ทำให้การเรียนการสอนระบบควบคุมจำเป็นต้องพัฒนาให้เพียงพอต่อความต้องการ ของภาคอุตสาหกรรมซึ่งในปัจจุบันในสถานศึกษาได้มีการ จัดการเรียน การสอนที่เกี่ยวกับระบบควบคุมหลากหลาย ซึ่งในภาคอุตสาหกรรมการสแกนหาวัตถุที่สนใจนั้น มีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว และมีความต้องการทางด้านประสิทธิภาพที่สูงขึ้น มีความแม่นยำ จึงทำให้ต้องมีการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีในการสแกนหาและตรวจสอบวัตถุ ซึ่งในการสแกนหา นั้น มีทั้งการ ตรวจสอบในการวัดขนาด การวัดจำนวน ซึ่งจะมีผลในการระบุความถูกต้องของชิ้นงานนั้น ผลิตภัณฑ์ ต่างๆ การสแกนหาวัตถุด้วยกล้องเป็นที่นิยมอย่างมาก และมีความสำคัญในโลกปัจจุบัน โดยในปัจจุบันมีความต้องการในการซื้อของผู้บริโภคมากยิ่งขึ้น แต่เกิดข้อจำกัดในการผลิตไม่ตอบสนองตามความต้องการของผู้บริโภคได้ เช่น สินค้าที่ผลิตออกมาไม่ตรงตามมาตรฐาน การนำเทคโนโลยีด้านการสแกนหาและ ตรวจสอบวัตถุจะมาช่วยแก้ปัญหา นี้ จึงได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีในการผลิตสินค้า เพื่อปรับปรุงคุณภาพ และแก้ไขปัญหาดังกล่าว ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อศึกษาอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องทางทฤษฎีและปฏิบัติการควบคุมการเคลื่อนที่แบบ 3 แกน XYZ ของเครื่อง CNC ด้วยตัวควบคุม PLC และ Servo Motor
2. เพื่อศึกษาเป็นแนวทางในการสแกนวัตถุที่สนใจด้วยกล้อง Vision Camera
3. เพื่อศึกษาเป็นแนวทางในการสร้างอุปกรณ์สแกนหาวัตถุ ผลิตภัณฑ์ จากโรงงานอุตสาหกรรมให้มี มาตรฐานตามที่ต้องการ

1.3 ขอบเขตโครงการ

1. ศึกษาการควบคุมตำแหน่งบนระนาบ 2 มิติของเครื่อง CNC โดยอาศัยเครื่องควบคุม PLC และ Servo Motor แบบ 3 แกน
2. ศึกษาการเคลื่อนที่ครอบคลุมพื้นที่ขนาด 60 ซม. X 30 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ศึกษาการสแกนชิ้นงานเป็นแบบ 2 มิติโดยชิ้นงานวางอยู่กับที่ ในระนาบ X-Y ของเครื่อง CNC และ ตัวกล้องเคลื่อนที่ไปตำแหน่งใดในระนาบ X-Y
4. ตัวกล้องติดตั้งในแนวแกน Z และสามารถควบคุมให้เคลื่อนที่ ขึ้น-ลง เพื่อปรับระยะวัตถุของกล้อง
5. การติดตั้งกล้อง Pixy ในระดับสูงเพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่การทำงาน

1.4 ปัญหาหรือประโยชน์ที่ได้รับ

1. การใช้งาน Hardware และ Software ของเครื่องควบคุม PLC
2. การใช้งาน Servo Drive + Servo Motor และการ Interface เข้ากับเครื่องควบคุม PLC
3. การใช้งาน Hardware และ Software NI (National Instrument) ของ Vision Module และการ Interface ร่วมกับเครื่องควบคุม PLC ผ่านทาง Port อนุกรม
4. การใช้งานกล้อง Pixy กับ Arduino เพื่อชี้ตำแหน่ง Coordinate ของชิ้นงานบนระนาบ x-y ของเครื่อง CNC
5. การประยุกต์ร่วมระหว่าง PLC กับ Servo Motor และ PLC กับ Vision Camera
6. การ Interface ในแต่ละส่วนให้ทำงานร่วมกันเป็นกระบวนการที่ต้องการ

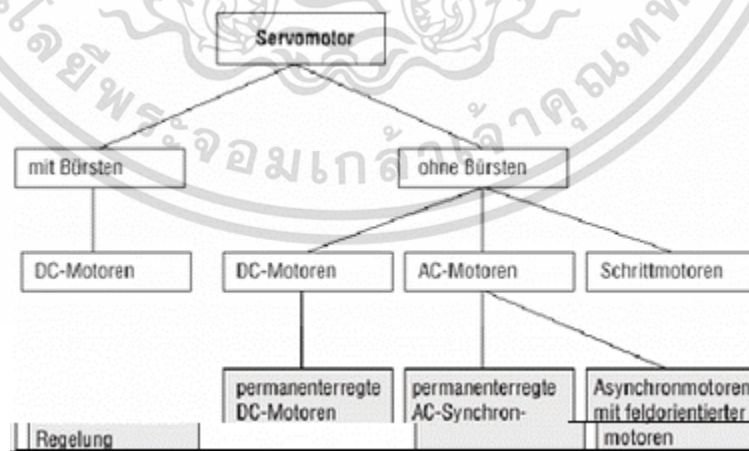
บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 Servo motor

ปัจจุบันเซอร์โวมอเตอร์เริ่มเข้ามามีบทบาทในวงการอุตสาหกรรมมากขึ้นโดยสังเกตจากเครื่องจักรใหม่ๆ ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศหรือแม้แต่เครื่องที่ผลิตขึ้นใช้เองในประเทศก็ตามได้มีการนำเอาเซอร์โวมอเตอร์มาประกอบในเครื่องจักรเพื่อช่วยให้ประสิทธิภาพในการผลิตดียิ่งขึ้น จุดเด่นของการนำเอาเซอร์โวมอเตอร์มาใช้ก็คือความเร็วและความแม่นยำในการทำงานซึ่งเมื่อมองในมุมของผู้ใช้งานซึ่งก็คือเจ้าของโรงงานหรือฝ่ายผลิตก็ตามแล้วแต่ต้องการลดของเสียและสินค้าที่ผลิตได้ต้องมีคุณภาพ ตัวแปรนี้ก็คือความแม่นยำนั่นเอง ส่วนความเร็วที่ดีขึ้นก็ไปเพิ่มผลผลิตต่อหนึ่งหน่วยเวลาของการผลิตทำให้ได้กำไรเพิ่มมากขึ้น การใช้งานเซอร์โวมอเตอร์ สามารถที่จะควบคุมพารามิเตอร์ได้หลายอย่าง เช่น ควบคุมตำแหน่ง ความเร็ว แรงบิด หรือแม้แต่เส้นทางการเคลื่อนที่ก็สามารถทำได้ขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ควบคุม

ประเภทของเซอร์โวมอเตอร์ โดยทั่วไปจะมีทั้งดีซีและเอซีเซอร์โว ในเครื่องจักรรุ่นเก่าๆเราจะพบว่า DC Servo Motor มีการใช้เครื่องจักรอุตสาหกรรมมากกว่า AC Servo Motor เนื่องจากช่วงที่ผ่านมาการควบคุมกระแสกระแสสูงๆ นั้นจะต้องใช้ SCRs แต่ปัจจุบันทรานซิสเตอร์ได้พัฒนาขีดความสามารถให้ตัดต่อกระแสสูงและใช้งานที่ความถี่ได้สูงขึ้น จึงทำให้ระบบควบคุมทางเอซีและระบบเซอร์โวได้ถูกนำมาใช้งานมากขึ้น ซึ่งสามารถแยกประเภทของเซอร์โวได้ดังนี้



รูปที่ 2.1 นิยามตามคู่มืออ้างอิงเซอร์โวฉบับภาษาเยอรมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. มอเตอร์ชนิดที่มีแปรงถ่าน

เซอร์โวมอเตอร์ชนิดนี้ที่สเตรเตอร์จะเป็นแม่เหล็กถาวร ส่วนโรเตอร์ยังใช้แปรงถ่านและคอมมิวเตเตอร์เรียงกระแสเข้าสู่ขดลวดอาร์เมเจอร์เหมือนกับดีซีมอเตอร์ทั่วไป

2. เซอร์โวมอเตอร์ชนิดที่ไม่มีแปรงถ่าน

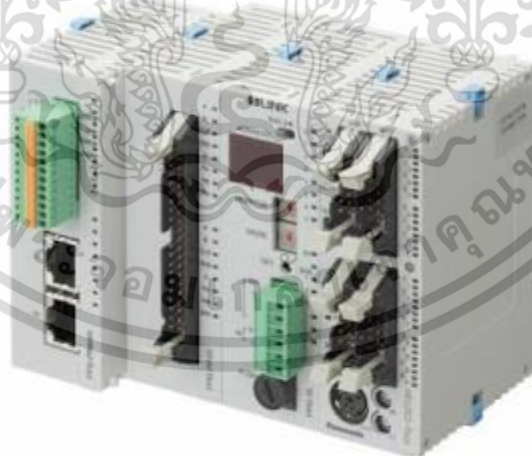
เซอร์โวมอเตอร์ในกลุ่มนี้ประกอบด้วยดีซีเซอร์โว (DC Brushless Servo) โรเตอร์ทำด้วยแม่เหล็กถาวร) เอซีเซอร์โว (AC Servo) ซึ่งมีทั้งแบบซิงโครนัสเซอร์โว อะซิงโครนัสเซอร์โว (การนำอินดักชันมอเตอร์มาใช้ทำเป็นระบบขับเคลื่อนเซอร์โวมอเตอร์) และสเตปป์ิงเซอร์โวมอเตอร์

องค์ประกอบในการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์

การทำงานเพียงตัว Servo Motor เพียงอย่างเดียวนั้นไม่สามารถทำงานได้ การที่จะให้ Servo Motor จะควบคุมลักษณะที่กล่าวมาข้างต้นนั้นต้องมีองค์ประกอบดังนี้

1.คอนโทรลเลอร์ (Controller)

หลักการทำงานหลักๆหน้าที่ของ Controller คือ มีหน้าที่รับคำสั่งจากผู้ใช้งานว่าต้องการให้ Servo Motor นั้นเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเท่าไรและระยะทางไกลหรือใกล้แค่ไหน หน้าที่ตรงจุดนี้จะเป็น Controller จะเป็นตัวกำหนดให้กับตัว Servo Motor



รูปที่ 2.2 คอนโทรลเลอร์ (Controller)

2. เซอร์โวไดรฟ์เวอร์ (Servo Driver)

หน้าที่ของ Servo Driver คือ จะรับสัญญาณมาจาก Controller และสั่งการให้กับตัว Servo Motor เคลื่อนที่ตามที่ Controller สั่งการมา แต่ทำไม Controller ไม่สั่งการควบคุมไปที่ Servo Motor โดยตรง เนื่องจาก Servo Driver จะเป็นตัวที่ปรับตั้งค่าของตัว Servo Motor ให้ทำงานตามรูปแบบของการควบคุมไม่ว่า จะเป็นการควบคุม ความเร็ว(Speed Control) , แรงบิด(Torque) และ ตำแหน่ง (Position Control) ตัว Servo Driver จะเป็น ตัวกำหนดค่าตัวแปรหรือพารามิเตอร์ต่างๆ ให้กับตัว Servo Motor ให้ทำงานได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ เพราะฉะนั้นเมื่อใช้ Servo Motor ก็จะต้องมี Servo Driver เสมอ



รูปที่ 2.3 เซอร์โวไดรฟ์เวอร์ (Servo Driver)

3. เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor)

หน้าที่ของเซอร์โวมอเตอร์ คือ ขับเคลื่อนอุปกรณ์ของเครื่องจักรกลหรือระบบของการทำงานนั้นๆ ให้เป็นไปตามรูปแบบที่ได้รับคำสั่งจากตัว Servo Driver พร้อมกับส่งสัญญาณป้อนกลับให้กับตัว Servo Driver ว่าตอนนี้ Servo Motor เคลื่อนที่ด้วย ความเร็วเท่าไรและระยะทางในการเคลื่อนที่เป็นระยะทางเท่าไรแล้ว ด้วยสัญญาณของตัว Encoder ที่อยู่ภายในตัว Servo Motor ทำให้การเคลื่อนที่ของ Servo Motor นั้นมีความแม่นยำสูง



รูปที่ 2.4 เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor)

ด้วยองค์ประกอบข้างต้นทั้งหมดทั้งหมดนั้น พอจะทำให้ผู้ที่ใช้งานหรือผู้ที่กำลังศึกษา พอที่จะมองภาพของการ ทำงานของระบบ Servo Motor ว่าองค์ประกอบของระบบหรือการที่จะใช้งาน Servo Motor นั้นต้องมีองค์ประกอบอะไรบ้างจึงจะใช้งาน Servo Motor ได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ ข้อแตกต่างของเซอร์โวมอเตอร์กับมอเตอร์ธรรมดา

โครงสร้างพื้นฐานและหลักการของเซอร์โวมอเตอร์คล้ายกับอินดักชั่นมอเตอร์ทั่วไป แต่ได้ถูก ปรับปรุง และ ออกแบบเพิ่มเติม เพื่อให้มีความแม่นยำสูง มีความเร็วที่สูง และ รับปรุงโครงสร้างเพื่อให้ เหมาะกับการเคลื่อนที่ได้รวดเร็วยิ่งขึ้น

2.2 PLC

โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (Programmable logic Control : PLC) เป็นอุปกรณ์ ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือกระบวนการทำงานต่างๆ โดยภายในมี Microprocessor เป็น มันสมองสั่งการที่สำคัญ PLC จะมีส่วนที่เป็นอินพุตและเอาต์พุตที่สามารถต่อออกไปใช้งานได้ทันที ตัว ตรวจจับหรือสวิตซ์ต่างๆ จะต่อเข้ากับอินพุต ส่วนเอาต์พุตจะใช้ต่อออกไปควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ หรือเครื่องจักรที่เป็นเป้าหมาย เราสามารถสร้างวงจรหรือแบบของการควบคุมได้โดยการป้อนเป็น โปรแกรมคำสั่งเข้าไปใน PLC นอกจากนี้ยังสามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อื่นเช่นเครื่องอ่านบาร์โค้ด (Barcode Reader) เครื่องพิมพ์ (Printer) ซึ่งในปัจจุบันนอกจากเครื่อง PLC จะใช้งานแบบเดี่ยว (Stand

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

alone) แล้วยังสามารถต่อ PLC หลายๆ ตัวเข้าด้วยกัน (Network) เพื่อควบคุมการทำงานของระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นด้วยจะเห็นได้ว่าการใช้งาน PLC มีความยืดหยุ่นมากดังนั้นในโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ จึงเปลี่ยนมาใช้ PLC มากขึ้น

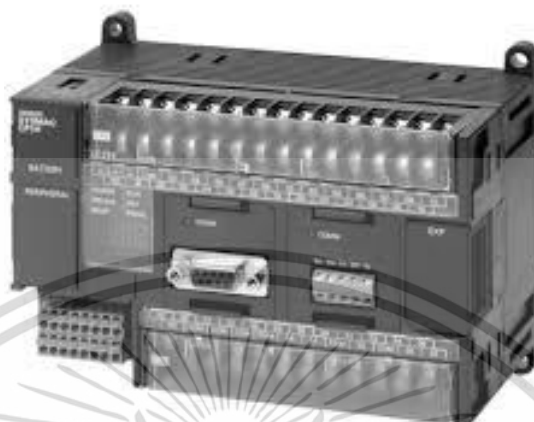
PLC เป็นอุปกรณ์ชนิดโซลิด – สเตท (Solid State) ที่ทำงานแบบลอจิก (Logic Functions) การออกแบบการทำงานของ PLC จะคล้ายกับหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ จากหลักการพื้นฐานแล้ว PLC จะประกอบด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า Solid-State Digital Logic Elements เพื่อให้ทำงานและตัดสินใจแบบลอจิก PLC ใช้สำหรับควบคุมกระบวนการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ในโรงงานอุตสาหกรรม

การใช้ PLC สำหรับควบคุมเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมจะมีข้อได้เปรียบกว่าการใช้ระบบของรีเลย์ (Relay) ซึ่งจำเป็นจะต้องเดินสายไฟฟ้า หรือที่เรียกว่า Hard- Wired ฉะนั้นเมื่อมีความจำเป็นที่ต้องเปลี่ยนกระบวนการผลิต หรือลำดับการทำงานใหม่ ก็ต้องเดินสายไฟฟ้าใหม่ ซึ่งเสียเวลาและเสียค่าใช้จ่ายสูง แต่เมื่อเปลี่ยนมาใช้ PLC แล้ว การเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือลำดับการทำงานใหม่นั้นทำได้โดยการเปลี่ยนโปรแกรมใหม่เท่านั้น นอกจากนี้แล้ว PLC ยังใช้ระบบโซลิด – สเตท ซึ่งน่าเชื่อถือกว่าระบบเดิม การกินกระแสไฟฟ้าน้อยกว่า และสะดวกกว่าเมื่อต้องการขยายขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร

PLC เป็นอุปกรณ์คอมพิวเตอร์สำหรับใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม PLC ประกอบด้วย หน่วยประมวลผลกลาง หน่วยความจำ หน่วยรับข้อมูล หน่วยส่งข้อมูล และหน่วยป้อนโปรแกรม PLC ขนาดเล็กส่วนประกอบทั้งหมดของ PLC จะรวมกันเป็นเครื่องเดียว แต่ถ้าเป็นขนาดใหญ่สามารถแยกออกเป็น ส่วนประกอบย่อยๆ ได้

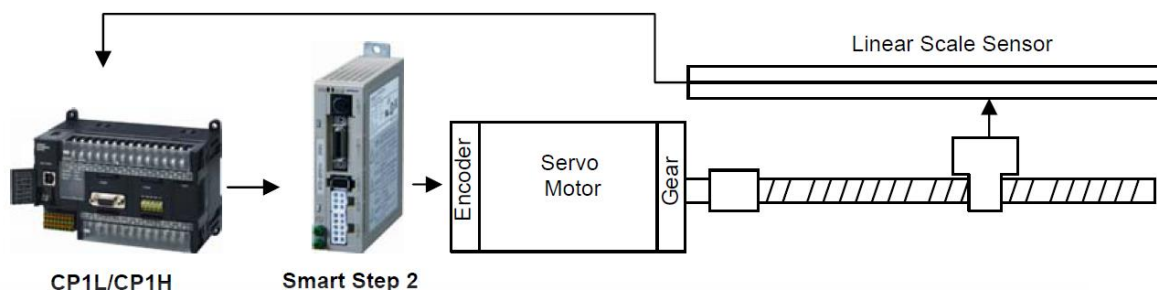
หน่วยความจำของ PLC ประกอบด้วย หน่วยความจำชนิด RAM และ ROM หน่วยความจำชนิด RAM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมของผู้ใช้และข้อมูลสำหรับการปฏิบัติงานของ PLC ส่วน ROM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC ตามโปรแกรมของผู้ใช้ ROM ย่อมาจาก Read Only Memory สามารถโปรแกรมได้แต่ลบไม่ได้ ถ้าชำรุดแล้วซ่อมไม่ได้

PLC รุ่น CP1H



รูปที่ 2.5 PLC รุ่น CP1H

PLC รุ่น CP1H กับตัว Servo motor มีการต่อระบบควบคุมป้อนกลับแบบเต็มรูปแบบ (Full-Close Loop Control) ระบบควบคุมแบบมีการป้อนกลับเต็มรูปแบบ จะเป็นระบบควบคุมโดยใช้เซนเซอร์วัดสิ่งที่ต้องการควบคุมทางตรง เช่น รูปที่ 1-3 แสดงถึงการควบคุมตำแหน่งของ Table ซึ่งกรณีนี้ PLC สามารถควบคุมตำแหน่งของ Table ได้ด้วยการอ่านค่าสัญญาณจากเซนเซอร์ (linear scale sensor) ที่ติดตั้งที่ตำแหน่งของ Table เลยโดยตรงโดยวิธีนี้จะให้ความเที่ยงตรงที่ค่อนข้างจะแม่นยำสูง



รูปที่ 2.6 การต่อระบบควบคุมป้อนกลับแบบเต็มรูปแบบ

2.3 โปรแกรม Cx-programmer



รูปที่ 2.7 Cx-programmer

Cx-program เป็นโปรแกรมสนับสนุนเพื่อใช้ในการสร้างโปรแกรมประยุกต์ ตรวจสอบสถานะการทำงานโปรแกรม หรือหน่วยความจำ ในระหว่างเครื่องควบคุมกำลังควบคุมอยู่ หรือ ทำการ Force Set/Reset หน่วยความจำเอาต์พุตขณะหยุดทำงานเพื่อใช้ตรวจสอบโหลดหรือการว่าสามารถทำการ On-Off ได้ตามที่ต้องการหรือไม่ นอกจากนี้ยังสามารถจำลองการทำงานโปรแกรมได้เสมือนจริงโดยไม่ต้องมีเครื่องควบคุม ยังมีคุณสมบัติอื่นๆอีกจำนวนมากซึ่งไม่ขอกล่าวในที่นี้

คำสั่งพื้นฐาน การเขียนโปรแกรมด้วยคำสั่งพื้นฐานทางลอจิกมีความจำเป็นต้องเข้าใจเริ่มตั้งแต่สถานะหรือข้อมูลอินพุตทางด้านฮาร์ดแวร์ ที่เป็นตัวกำหนดข้อมูลเข้านำมาประมวลผลตามเงื่อนไขของโปรแกรมประยุกต์ที่ทำงานกันเป็นแบบลอจิกในชั้นตอนนี้ ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบสถานะในหน่วยความจำ PLC ที่ CPU มีการอ่านและเขียนข้อมูลเหล่านั้นลงไปตามเงื่อนไขโปรแกรมประยุกต์ที่ได้

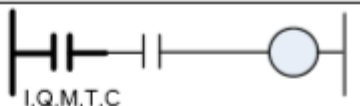
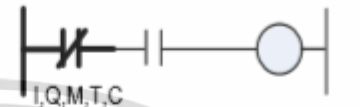



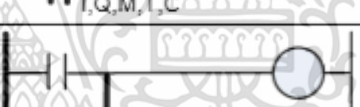
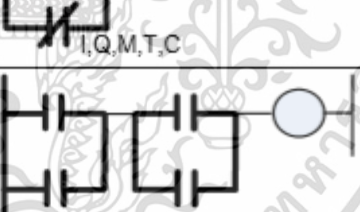
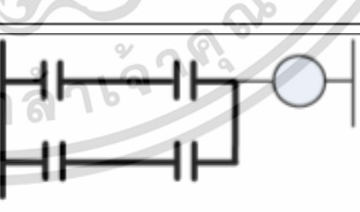
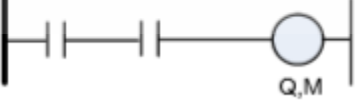
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กล่าวมา และในขั้นตอนสุดท้ายนำผลลัพธ์ที่ได้เขียนออกไปยังหน่วยความจำเอาต์พุตเพื่อขับออกไปยังอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับเอาต์พุตของ PLC ดังนั้นในการทดลองส่วนนี้จะใช้เพียงคำสั่งพื้นฐานที่เป็นคำสั่งระดับบิตเท่านั้น

2.4 โปรแกรม NB-Designer

NB-Designer เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการสร้าง อุปกรณ์อินพุต-เอาต์พุต ในรูปแบบ Graphic เสมือนจริงให้ปรากฏบนหน้าจอแสดงผล HMI และสามารถควบคุมผ่านหน้าจอโดยการสัมผัสหรือแตะที่หน้าจอ HMI ณ บริเวณอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นเหล่านั้น ก็สามารถควบคุมไปยังเครื่องควบคุม PLC ที่รับโปรแกรมอยู่ได้อย่างสมบูรณ์แบบ ผ่านหน้าจอแบบสัมผัสโดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์อินพุต-เอาต์พุตอย่างเดิม ที่สำคัญการเชื่อมต่อระหว่าง PLC กับ HMI จะสื่อสารข้อมูลผ่านพอร์ทอนุกรมในรูปแบบ Host Link Protocol จึงทำให้การส่งข้อมูลถึงกันได้จำนวนมากในแต่ละครั้ง ในการสร้าง Graphic นอกจากจะสร้างเป็นอุปกรณ์ อินพุต-เอาต์พุตแบบบิต “On-Off” แล้วยังสามารถ สร้างเป็นเปอร์เซ็นต์แถบกราฟได้ หรือ กำหนดชุดข้อมูลตัวเลข ผ่านฟังก์ชันคีย์เช่นเดียวกับการกดแป้นพิมพ์ตัวเลขบนเครื่องคิดเลข ข้อมูลเหล่านี้ก็จะถูกเชื่อมต่อถึงกันได้ทันทีภายหลังจากที่ Down Load ไฟล์จึงมีความสะดวกและรวดเร็วกว่าการใช้อุปกรณ์อินพุตเอาต์พุตจริง

คำสั่งพื้นฐาน สรุปลำดับพื้นฐานที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม Statement List (ST) , Function Block (FBD) และ Ladder Diagram (LD)

No.	Function	ST (ST)	FBD	Ladder Diagram (LD)	Description
1.	Load	A	&		Start of a logic operation with NO contact
2.	Load Inverse	AN	&		Start of a logic operation with NC contact
3.	And	A	&		AND operation with NO contact (series circuit)
4.	And Inverse	AN	&		AND operation with NC contact (series circuit)
5.	Or	O	>=1		OR operation with NO contact (parallel circuit)
6.	Or Inverse	ON	>=1		OR operation with NC contact (parallel circuit)
7.	And Block	A()	&		Coupling command series connection of parallel operation
8.	Or Block	O()	>=1		Coupling command parallel connection of series operation
9.	Out	=	=		Output command according to the logic operation

ตารางที่ 2.1 ชุดคำสั่งพื้นฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 เทคโนโลยีวิชัน (Vision Technology)

ระบบแมชชีนวิชัน (Machine Vision) เป็นระบบที่นิยมใช้งานในภาคอุตสาหกรรมเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากสามารถนำระบบนี้มาใช้แทนการตรวจสอบสินค้าด้วยสายตาคน ซึ่งสายตาคนมีข้อจำกัดในเรื่องความเร็วและความถูกต้อง ดังนั้นแมชชีนวิชัน จึงเป็นเครื่องมือควบคุมคุณภาพที่มีความน่าเชื่อถือและคุ้มค่าต่อการลงทุนของภาคอุตสาหกรรม

ซึ่งความสามารถของระบบแมชชีนวิชันจะมีประโยชน์กับการทำงานเพื่อตรวจสอบวัตถุหรือสิ่งของที่เราสสนใจ ซึ่งทำได้หลายวิธี ได้แก่

1. การวัดมิติของชิ้นงาน
2. วัดค่าสี ค่าความสว่าง
3. ตรวจสอบชิ้นส่วนว่ามี/ไม่มี นับจำนวน
4. หาตำแหน่ง ความเอียงของชิ้นส่วน
5. อ่านบาร์โค้ด อ่านตัวอักษร
6. การทำงานร่วมกับกล้องจริง และสั่งการผ่านฮาร์ดแวร์ให้สร้างสัญญาณ Pass/Fail วัตถุทดลองแต่ละชิ้น



รูปที่ 2.8 แสดงส่วนประกอบของระบบวิชัน

ส่วนประกอบของระบบแมชชีนวิชัน

1. แสงสว่าง (Lighting) เป็นสิ่งจำเป็นที่ทำให้กล้องสามารถเห็นสิ่งที่ต้องการเห็นอย่างชัดเจน ซึ่งปัจจุบันนิยมใช้หลอด LED เพราะแสงจะมีความเสถียรและไม่กระพริบ ซึ่งจะทำให้ซอฟต์แวร์สามารถประมวลผลได้ถูกต้องและแม่นยำขึ้น โดยในแต่ละงานเทคนิคในการใช้แสงจะแตกต่างกันออกไปตามลักษณะงาน เช่น สีของแสง (Color) รูปร่างของแสง (Shape) เป็นต้น อีกทั้งลักษณะการฉายแสงก็มีผลต่อการมองเห็นวัตถุ ได้แก่ Font Light, Back Light, Dome Light, Angle Light เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เลนส์ (Lens) มีผลต่อความละเอียดของภาพที่ถ่าย เนื่องจากเลนส์แต่ละอันจะมีค่าที่แตกต่างกัน ซึ่งสามารถแบ่งได้คือ
 - เลนส์แบบค่า Focal length คงที่ เช่น 8mm, 12mm, 16mm, 25mm, 35mm, 50 mm เป็นต้น
 - เลนส์แบบปรับค่า Focal length ได้ เช่น เลนส์ซูม ต่างๆ เป็นต้น
3. กล้อง (Camera) นิยมใช้กล้องแบบดิจิทัล ซึ่งการใช้งานกับระบบแมชชีนวิชั่นจะใช้กับการถ่ายภาพแบบพื้นที่ (Area scan) เป็นหลัก โดยกล้องจะมีการเชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์หลายแบบให้เลือกใช้ ได้แก่
 - GigE: เชื่อมต่อกับสายแลน (Lan) โดยมีการตั้งค่า ip address ให้กล้องกับเครื่องคอมพิวเตอร์เชื่อมต่อกันได้ และความยาวสูงสุดของการเชื่อมต่อประมาณ 100 เมตร
 - USB: ง่ายและสะดวกกับการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ และความยาวสูงสุดของการเชื่อมต่อประมาณ 5 เมตร
4. Frame Grabber คือ การ์ดที่ออกแบบมาเพื่อรองรับการเชื่อมต่อกับกล้องโดยเฉพาะ โดยมีทั้งสำหรับกล้อง Camera link, USB3 และ GigE เป็นต้น
5. การ์ดรับข้อมูลเข้าและข้อมูลออก (I/O card) จะเป็นการใช้งานการ์ด DAQ หรือการ์ดสำหรับสื่อสารกับอุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งในการใช้งานจริงอาจต้องมีการอ่านค่าจากเซ็นเซอร์ (Sensor) รวมถึงการส่งงานรีเลย์หรือมอเตอร์ตามผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลภาพ
6. ซอฟต์แวร์ (Software) ซึ่งในระบบแมชชีนวิชั่น จะแบ่งการใช้งานซอฟต์แวร์เป็น 2 ส่วน ได้แก่
 - ไดรฟ์เวอร์ (Driver) เพื่อใช้ในการสั่งงานกล้องให้ดึงภาพและแสดงภาพ โดยจะใช้โปรแกรม NI-IMAQdx ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของชุดไดรฟ์เวอร์ ที่เรียกว่า NI Vision Acquisition Software (VAS)
 - แอปพลิเคชัน (Application) ใช้สำหรับจัดการและประมวลผลภาพ ซึ่งเรียกว่า NI Vision Builder for Automated Inspection (VBAI)

2.6 NI VISION BUILDER

NI VBAI Run Time License สำหรับ Vision Builder for Automated Inspection ช่วยให้คุณตั้งค่าการทำงานของกล้อง ประมวลผลวิเคราะห์รูปภาพและกำหนดผลลัพธ์ของการตรวจสอบจากภาพได้โดยไม่ต้องเขียนโปรแกรมที่ซับซ้อน

Vision Builder for Automated Inspection เป็นซอฟต์แวร์แอปพลิเคชันที่ช่วยให้คุณพัฒนาและปรับใช้ระบบตรวจสอบด้วย Vision System ได้อย่างรวดเร็ว การใช้เครื่องมือพัฒนาแบบ Menu-Driven ช่วยให้คุณสามารถตั้งค่าการทำงานของกล้อง ปรับแต่งการประมวลผลภาพจากอัลกอริธึมที่ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และกำหนดขั้นตอนการตรวจสอบจากภาพนั้นๆ นอกจากนั้นตัวโปรแกรมยังสามารถเชื่อมต่อกับฮาร์ดแวร์ที่ทำงานเป็นระบบอัตโนมัติ รวมไปถึงสามารถกำหนดผลลัพธ์ของการตรวจสอบจากรูปภาพได้อีกด้วย

Vision Builder for Automated Inspection (Deployment) สามารถทำการควบคุมการทำงานตัวโปรแกรมที่ถูกสร้างขึ้นด้วย Vision Builder for Automated Inspection (Development) เท่านั้นไม่สามารถทำการสร้างอัลกอริทึมการตรวจสอบด้วยระบบ Vision ได้



รูปที่ 2.9 โปรแกรม NI VISION BUILDER

2.7 การประมวลผลภาพ (Image Processing)



รูปที่ 2.10 แสดงการประมวลผลภาพ (Image Processing)

การประมวลผลภาพ (Image Processing) หมายถึง การนำภาพมาประมวลผลหรือคิดคำนวณด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เรากำลังต้องการทั้งในเชิงคุณภาพและปริมาณ โดยมีขั้นตอนต่างๆ ที่สำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คือ การทำให้ภาพมีความคมชัดมากขึ้น การกำจัดสัญญาณรบกวนออกจากภาพ การแบ่งส่วนของวัตถุที่เราสนใจออกมาจากภาพ เพื่อนำภาพวัตถุที่ได้ไปวิเคราะห์หาข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น ขนาด รูปร่าง และทิศทาง การเคลื่อนของวัตถุในภาพ จากนั้นเราสามารถนำข้อมูลเชิงปริมาณเหล่านี้ไปวิเคราะห์ และสร้างเป็นระบบ เช่น ระบบดูแลและตรวจสอบสภาพการจราจรบนท้องถนนโดยการนับจำนวนรถบนท้องถนนในภาพถ่ายด้วยกล้องวงจรปิดในแต่ละช่วงเวลา ระบบตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม ระบบเก็บข้อมูลรถที่เข้าและออกอาคารโดยใช้ภาพถ่ายของป้ายทะเบียนรถเพื่อประโยชน์ในด้านความปลอดภัย เป็นต้น จะเห็นได้ว่าระบบเหล่านี้จำเป็นต้องมีการประมวลผลภาพจำนวนมาก และเป็นกระบวนการที่ต้องทำซ้ำๆ กันในรูปแบบเดิมเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งงานในลักษณะเหล่านี้หากให้มนุษย์วิเคราะห์เอง มักต้องใช้เวลามากและใช้แรงงานสูง อีกทั้งหากจำเป็นต้องวิเคราะห์ภาพเป็นจำนวนมาก ผู้วิเคราะห์ภาพเองอาจเกิดอาการล้า ส่งผลให้เกิดความผิดพลาดขึ้นได้ ดังนั้นคอมพิวเตอร์จึงมีบทบาทสำคัญในการทำหน้าที่เหล่านี้แทนมนุษย์ อีกทั้ง คอมพิวเตอร์มีความสามารถในการคำนวณและประมวลผลข้อมูลจำนวนมากในเวลาอันสั้น จึงมีประโยชน์อย่างมากในการเพิ่มประสิทธิภาพการประมวลผลภาพและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากภาพในระบบต่างๆ

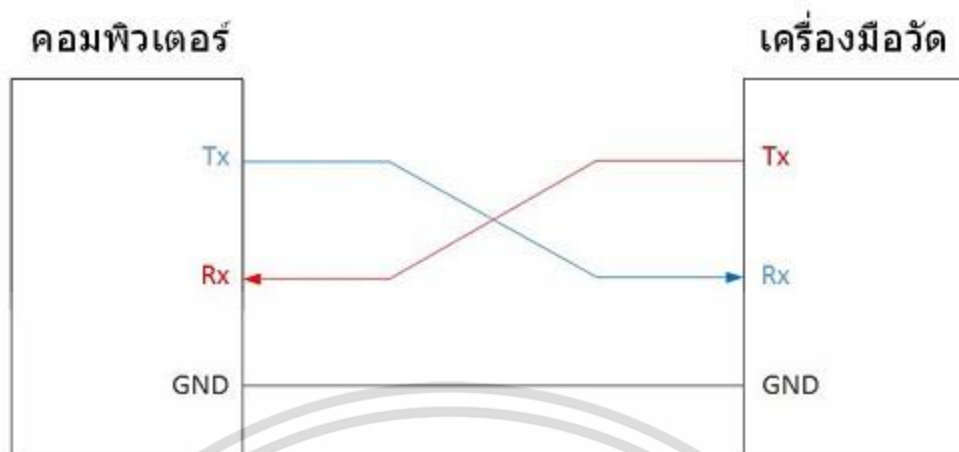
2.8 การสื่อสารข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรม RS232

2.8.1 RS232

RS232 คือมาตรฐานการสื่อสารข้อมูลดิจิทัลแบบอนุกรม (serial communication) ซึ่งถูกกำหนดขึ้นครั้งแรกในปี ค.ศ. 1960 โดย EIA (Electronic Industries Association) หรือ สมาคมอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ของอเมริกา ซึ่งในยุคแรก RS232 เป็นที่นิยมมากขนาดที่คอมพิวเตอร์ทุกเครื่องจะต้องมี Serial port สำหรับการสื่อสารมาตรฐานนี้และเชื่อว่าคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้หลายๆ ท่านก็ยังมี Port เชื่อมต่อนี้อยู่ แต่ในปัจจุบันได้มี USB ซึ่งเป็นมาตรฐานสื่อสารที่รับ/ส่งข้อมูลได้เร็วกว่าเข้ามาแทนที่ ทำให้มาตรฐานการสื่อสารอย่าง RS232 ก็ค่อยๆ มีอุปกรณ์ที่รองรับน้อยลงเรื่อยๆ ตามเวลา มาตรฐาน RS232 เป็นมาตรฐานที่รับ/ส่งข้อมูลแบบ Full duplex หรือจะให้พูดง่ายๆ คือสามารถรับและส่งข้อมูลได้พร้อมกันทั้งคู่ในเวลาเดียวกัน โดยการรับ/ส่งข้อมูลนั้นจะใช้สายไฟทั้งหมด 3 เส้น ได้แก่

1. Tx (Transmit data) คือ สายส่งข้อมูล ซึ่งสายเส้นนี้จะมีหน้าที่ในการส่งข้อมูลเท่านั้น
2. Rx (Receive data) คือ สายรับข้อมูล ซึ่งสายเส้นนี้จะมีหน้าที่ในการรับข้อมูลเท่านั้น
3. GND (Signal ground) คือ สายกราวด์ เป็นสายเทียบหรืออ้างอิงแรงดันไฟฟ้า 0 V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ตัวอย่าง การเชื่อมต่อ RS-232 ระหว่างคอมพิวเตอร์กับเครื่องมือวัด

รูปที่ 2.11 แสดงการเชื่อมต่อ RS-232

จากภาพเป็นตัวอย่างการเชื่อมต่อแบบ RS232 ของเครื่องมือวัดอุตสาหกรรมกับคอมพิวเตอร์ เพื่อตั้งค่าเครื่องมือวัดผ่าน Software โดย

1. Tx (เครื่องมือวัด) จะถูกต่อเข้ากับ Rx (คอม) เพื่อส่งข้อมูลจากเครื่องมือวัดไปยังตัวรับของคอมพิวเตอร์
2. Rx (เครื่องมือวัด) จะถูกต่อเข้ากับ Tx (คอม) เพื่อรับข้อมูลที่ถูกส่งมาจากคอมพิวเตอร์
3. GND (เครื่องมือวัด) จะถูกต่อเข้ากับ GND (คอม) เพื่อเทียบสัญญาณแรงดัน 0V

ข้อดีของสัญญาณ RS232

จากที่กล่าวมาข้างต้นการสื่อสารแบบ RS232 ถูกคิดค้นมาตั้งแต่ปี 1960 ซึ่งถือว่านานมาก จาก การถือกำเนิดมาอย่างยาวนานนั้นก็ทำให้ข้อดีเหลือน้อยลงไปทุกทีเพราะมีการสื่อสารรูปแบบใหม่ที่ถูก พัฒนาให้ดีกว่าเกิดขึ้นอยู่ทุกวัน แต่ถึงกระนั้น RS232 ก็ยังพอมือข้อดีหลงเหลืออยู่ ซึ่งจะขออธิบายเป็นข้อๆ ดังนี้

ความคุ้นเคยของผู้ใช้

ปัจจุบันรูปแบบการสื่อสารได้ถูกพัฒนามาอย่างยาวไกลจนถึง RS232 แบบไม่เห็นฝุ่นและการคง อยู่ของ RS232 จะเป็นไปได้ก็เพราะตัวผู้ใช้อย่างคงใช้งานมันอยู่นั่นเองและสาเหตุหลักที่ยังมีการใช้อยู่ก็คง หนีไม่พ้นสิ่งที่เรียกว่า "ความคุ้นเคย" เนื่องจากการใช้งานสัญญาณดิจิทัลต้องมีการเขียนโปรแกรม (ยกเว้นซื้อสำเร็จรูป) และการเขียนโปรแกรมนั้นต้องมีความรู้เรื่องสัญญาณนั้นๆด้วยถึงจะเขียนโปรแกรม ได้ ซึ่งหากผู้มีความรู้เกี่ยวกับ RS232 แล้ว จึงไม่ใช่เรื่องแปลกที่จะเลือกใช้สัญญาณนี้ มีอุปกรณ์รองรับการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RS232 เป็นระบบที่ถูกคิดค้นมาตั้งแต่ปี 1960 และเป็นที่ยอมรับในยุคแรกซึ่งมีข้อดีคือ มีอุปกรณ์ที่รองรับเยอะ การสื่อสารแบบ RS232 เป็นการสื่อสารที่มีอยู่ในเมนบอร์ดคอมพิวเตอร์แทบทุกรุ่น ซึ่งคนทั่วไปจะรู้จักกันในชื่อ Serial port ซึ่งทำให้การสื่อสารแบบ RS232 ไม่จำเป็นต้องใช้ Converter (ตัวแปลงสัญญาณ) ในการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ ซึ่งต่างจากมาตรฐานใหม่อย่าง RS422, RS485 ที่ถึงแม้จะมีข้อดีที่มากกว่าแต่ก็ต้องใช้ Converter ในการแปลงสัญญาณอยู่ดี แต่ข้อดีข้อนี้อาจอยู่ได้อีกไม่นาน เพราะปัจจุบันเมนบอร์ดรุ่นใหม่ๆได้นำ Serial port ออกจากเมนบอร์ดและเพิ่ม Port การสื่อสารน้องใหม่ที่กำลังเป็นที่นิยมเข้าไปแทนที่นั่นคือการสื่อสารแบบ USB ซึ่งทำให้การสื่อสารรุ่นเก่าอย่าง RS232 ค่อยๆ เลือนหายไปตามกาลเวลา

การต่อสายแลนมี 2 แบบ ดังนี้

1. การเข้าหัวแบบสายตรง (Straight-through cable EIA/TIA 568B)

ปลายสายด้านที่ 1	ลำดับสาย	การเรียงสี	ปลายสายด้านที่ 2
 <p>568B Male</p>	1	ขาว-ส้ม	 <p>568B Male</p>
	2	ส้ม	
	3	ขาว-เขียว	
	4	น้ำเงิน	
	5	ขาว-น้ำเงิน	
	6	เขียว	
	7	ขาว-น้ำตาล	
	8	น้ำตาล	

รูปที่ 2.12 การเข้าหัวแบบสายตรง

โดยคู่ ขาวส้ม - ส้ม และ ขาวเขียว-เขียว จะเป็น 2 คู่ที่มีความถี่ในการตีเกลียวมากที่สุด เพื่อลดสัญญาณรบกวนจากภายนอกมากที่สุด (โดยจะอยู่ใน ลำดับที่ 1 2 3 6 ที่เป็น pin ที่มีการรับส่งสัญญาณ LAN PIN กลาง 4 - 5จะเป็นคู่ขาวฟ้า-ฟ้าได้ออกแบบไว้รองรับสัญญาณโทรศัพท์ที่จะมาในคู่กลาง Pin 7-8 ขาวตาล-ตาล เป็นคู่ที่ออกแบบมาเพื่อสำรองการใช้งานในอนาคต)

2. การเข้าหัวแบบสายไขว้ (Crossover cable EIA/TIA 568A & 568B)

ปลายสายด้านที่ 1	ลำดับสาย	การเรียงสี		ลำดับสาย	การเรียงสี	ปลายสายด้านที่ 2
 <p>568A Male</p>	1	ขาว-เขียว		1	ขาว-ส้ม	 <p>568B Male</p>
	2	เขียว		2	ส้ม	
	3	ขาว-ส้ม		3	ขาว-เขียว	
	4	น้ำเงิน		4	น้ำเงิน	
	5	ขาว-น้ำเงิน		5	ขาว-น้ำเงิน	
	6	ส้ม		6	เขียว	
	7	ขาว-น้ำตาล		7	ขาว-น้ำตาล	
	8	น้ำตาล		8	น้ำตาล	

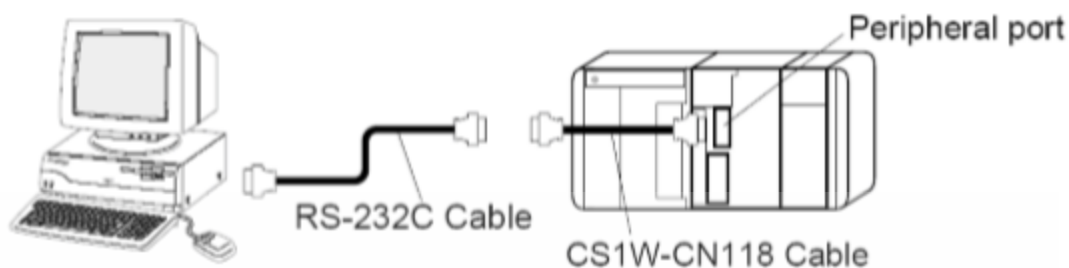
รูปที่ 2.13 การเข้าหัวแบบสายไขว้

การเข้าหัวของสายแลนให้เป็นไปตามมาตรฐานนั้นจะทำให้การรับส่งสัญญาณข้อมูลต่างๆ ไม่ว่าจะ เป็นระหว่างคอมพิวเตอร์ หรือ อุปกรณ์ต่างๆ จะทำให้การใช้งานไม่เกิดปัญหาที่ตามมา ไม่ว่าจะเอาไปใช้กับอุปกรณ์ใดๆ ที่ไหนก็ได้ แต่ถ้าเกิดการเข้าหัวสายแลนที่ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน ไม่ใช่จะทำไม่ได้ แต่อาจจะทำให้การส่งข้อมูลหรือสัญญาณความเร็ว นั้น ไม่ดีเท่าที่ควร เราสามารถทดสอบหลังจากที่เข้าหัวของสายแลน จากเครื่องวัดเบื้องต้นแบบหลอดLED (สัญญาณไฟจะติดสีแดงหรือไม่ติดนั้นก็จะบ่งบอกว่าการเข้าหัวของสายแลนผิดคู่หรือสีของสายแลนไม่เข้ากัน) หรือทดสอบวิธีคือทดสอบด้วยการ Ping (ที่ระยะ 30 เมตร ก็เริ่มจะมีความผิดพลาดและสัญญาณขาดหาย)

2.8.2 Host Link Protocol

2.8.2.1 การติดต่อสื่อสารแบบ Host Link

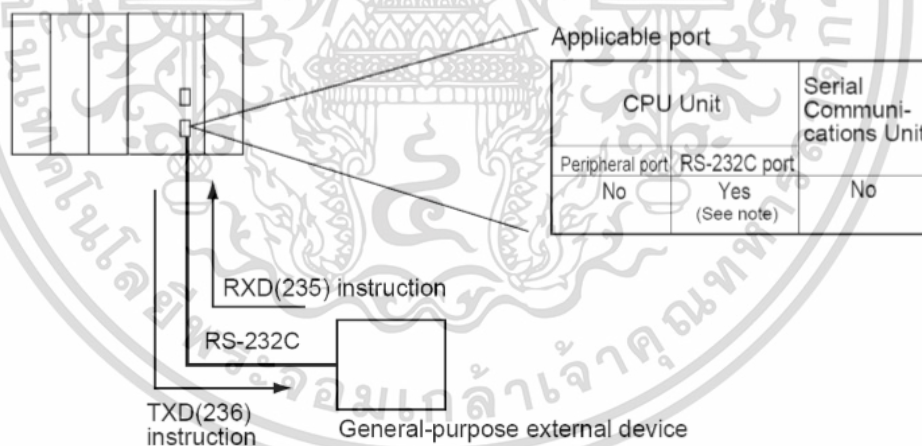
การติดต่อสื่อสารแบบ Host Link (Sysmac Way) สำหรับระบบ Host Link นั้นจะใช้คอมพิวเตอร์เป็นศูนย์กลางในการควบคุมระบบเรียกว่า Host Computer เพื่อสั่งให้ PLC ทำงานตามที่ต้องการ เช่น ใช้ในการแสดงผลของข้อมูล (Monitor Data) เช่น สถานะการทำงานของเครื่องจักร ค่าความผิดพลาด (Errors) และข้อมูลเชิงคุณภาพต่าง ๆ นอกจากนี้ยังใช้ในการส่งข้อมูลเพื่อไปควบคุมการทำงานของ PLC ด้วย โดยการเขียนรูปแบบคำสั่งขึ้นมาที่ Host Computer เพื่อรับ-ส่งข้อมูลระหว่าง PLC กับคอมพิวเตอร์ โดยคำสั่งดังกล่าวจะแบบเป็น 2 รูปแบบคือ “Host Command” และ “FINS Command” รูปแบบการติดต่อสื่อสารแบบ Host Link สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ผ่าน Peripheral Port, RS-232 Port และ Communication Unit ของ PLC ได้ ซึ่งรูปแบบของ Host Link เป็นดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 การสื่อสารแบบ Host Link

2.8.2.2 No-Protocol (RS-232) communication

การติดต่อสื่อสารแบบนี้ถูกใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์มาตรฐานทั่วไป โดยทำการติดต่อผ่านพอร์ต RS-232C โดยไม่ต้องมีคำสั่งที่เป็นรูปแบบในการติดต่อสื่อสารเพียงแต่ใช้คำสั่งที่มีอยู่แล้วใน PLC คือคำสั่ง TXD (236) และ RXD (235) ในการรับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ เช่น Barcode Reader กับ PLC ลักษณะรูปแบบการติดต่อสื่อสาร การติดต่อสื่อสารแบบ No-Protocol สามารถใช้ได้กับ RS-232C Port ที่อยู่บน CPU Unit เท่านั้น รูปแบบของระบบสื่อสารแบบ No-Protocol แสดงดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.15 การสื่อสารแบบ No-Protocol (Customer)

เริ่มต้นใช้งานระบบ No-Protocol Communication การใช้งาน PLC ทำงานในระบบ No-Protocol Communication (RS-232C) ในหัวข้อนี้จะขอยกตัวอย่างการใช้งาน PLC รุ่น CJ1M ในการทำระบบ No-Protocol Communication ร่วมกับ Temperature Controller รุ่น E5CK (K_Series) เพื่อทดสอบกำหนดค่าพารามิเตอร์ของ Temperature Controller เนื่องจาก PLC ในปัจจุบันมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประสิทธิภาพมากขึ้นที่สามารถนำเอาอุปกรณ์ต่อรวมภายนอกเข้ามาต่อกับ PLC เป็นระบบควบคุมได้หลายรูปแบบ เช่น

- การต่อ Touch Screen กับ PLC ที่มีระบบสื่อสารที่กำหนดรูปแบบการรับ-ส่งข้อมูลไว้เรียบร้อยแล้วเรียกว่า NT-Link

- การต่อ Computer กับ PLC มีระบบสื่อสารที่กำหนดรูปแบบการรับ-ส่งข้อมูลไว้เรียบร้อยแล้วเรียกว่า Host Link

- การต่อ PLC กับ Barcode Reader, Temperature Controller หรือ เครื่อง Recoder นั้น อุปกรณ์จำพวกนี้ยังไม่มีกำหนดรูปแบบการรับส่งข้อมูล จะใช้ระบบสื่อสารที่เรียกว่า No-Protocol และ Protocol Macro ซึ่งสามารถกำหนดรูปแบบการรับส่งข้อมูลโดยผู้ใช้งาน ทำให้สามารถเชื่อมต่อ PLC กับอุปกรณ์อื่นได้ซึ่งขึ้นอยู่กับอุปกรณ์นั้นว่าใช้รูปแบบการรับส่งข้อมูลแบบใด

สำหรับระบบ No-Protocol สามารถทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์ผ่านพอร์ต RS-232 เท่านั้น ดังนั้น อุปกรณ์ที่เลือกใช้ต้องมีข้อกำหนดไว้ว่าสามารถทำระบบนี้ได้ เนื้อหาต่อไปนี้จะยกตัวอย่างการใช้งานรุ่น CJ1M กับ Temperature รุ่น E5_K Series ที่มี Communication Unit

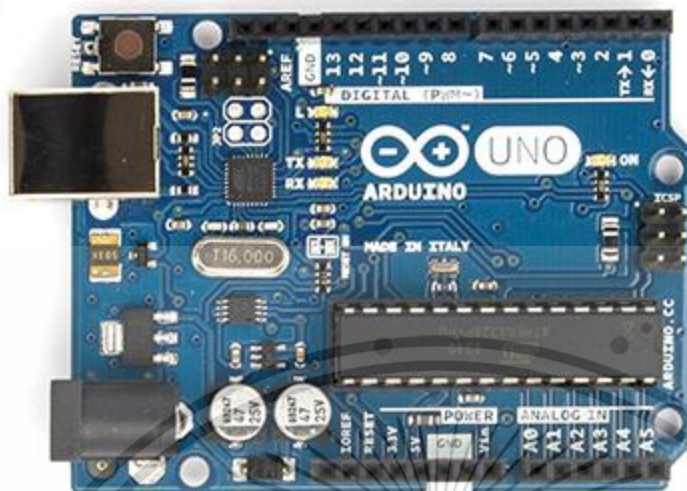
2.9 Arduino

2.9.1 Arduino คือ

Arduino คือ โครงการที่นำชิปไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลต่างๆ มาใช้ร่วมกันในภาษา C ซึ่งภาษา C นี้เป็นลักษณะเฉพาะ คือมีการเขียนไลบรารีของ Arduino ขึ้นมาเพื่อให้การส่งงานไมโครคอนโทรลเลอร์ที่แตกต่างกัน สามารถใช้งานโค้ดตัวเดียวกันได้ โดยตัวโครงการได้ออกบอร์ดทดลองมาหลายๆ รูปแบบ เพื่อใช้งานกับ IDE ของตนเอง สาเหตุหลักที่ทำให้ Arduino เป็นนิยมมาก เป็นเพราะซอฟต์แวร์ที่ใช้งานร่วมกันสามารถโหลดได้ฟรี และตัวบอร์ดทดลองยังถูกแจกจ่าย ทำให้ผู้ผลิตเงินนำไปผลิตและขายออกตลาดมาในราคาที่ถูกลงๆ โดยบอร์ดที่ถูกที่สุดในตอนนี้คือบอร์ด Arduino ที่มีราคาเพียง 120 – 150 บาทเท่านั้น

2.9.2 Arduino Uno คือ

คำว่า Uno เป็นภาษาอิตาลี ซึ่งแปลว่าหนึ่ง เป็นบอร์ด Arduino รุ่นแรกๆ ที่ออกมา มีขนาดประมาณ 68.6x53.4mm เป็นบอร์ดมาตรฐานที่นิยมใช้งานมากที่สุด เนื่องจากเป็นขนาดที่เหมาะสมสำหรับการเริ่มต้นเรียนรู้ Arduino และมี Shields ให้เลือกใช้งานได้มากกว่าบอร์ด Arduino รุ่นอื่นๆ ที่ออกแบบมาเฉพาะมากกว่า โดยบอร์ด Arduino Uno ได้มีการพัฒนาเรื่อยมา ตั้งแต่ R2 R3 และรุ่นย่อยที่เปลี่ยนชิปไอซีเป็นแบบ SMD



รูปที่ 2.16 บอร์ด Arduino Uno R3

2.9.3 Arduino IDE คือ

Arduino IDE คือ เครื่องมือการเขียนโปรแกรมที่มีใช้งานได้กับ Arduino ได้ทุกรุ่น โดยภายในจะมีเครื่องมือที่จะเป็นสำหรับติดต่อ Arduino เช่น การค้นหา Arduino ที่ติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ การเลือกรุ่น Arduino ที่ต่ออยู่เพื่อตรวจสอบว่าขนาดของโปรแกรมที่เขียน หรือไลบรารีต่างๆ ที่ช่วยกับ Arduino อีกทั้งยังมีโปรแกรมติดต่อผ่านซีเรียลโดยตรงสำหรับคอมพิวเตอร์ โปรแกรม Arduino IDE เป็นโปรแกรมสามารถนำไปใช้งานได้ฟรีๆ อีกทั้งมีโค้ดตัวอย่างให้ทดสอบกับเซ็นเซอร์ต่างๆ เช่น โปรแกรมไฟกระพริบ โปรแกรมวัดอุณหภูมิ



รูปที่ 2.17 โปรแกรม Arduino IDE

2.10 กล้อง PIXY

2.10.1 กล้อง Pixy2

Pixy2 เป็นกล้องขนาดเล็กที่ออกแบบมาสำหรับการรับรู้วัตถุติดตามและการอ่านบาร์โค้ดที่ไม่ยากนัก Pixy2 สามารถจดจำวัตถุที่แตกต่างได้ 7 แบบตามรูปร่างและสี แต่ละวัตถุเหล่านี้ได้คำสั่งให้จดจำลักษณะเฉพาะที่ไม่ซ้ำกัน กล้องยังมีอัลกอริทึมสำหรับคำสั่งต่างๆ ต่อไปนี้ Pixy2 สามารถมองเห็นเส้นที่ไปข้างหน้า เพื่อพิจารณาว่าเมื่อใดที่มองเห็นเส้นที่ตามกันเรียกว่า เวกเตอร์ จะเปลี่ยนหรือข้ามทับอีกเส้นหนึ่งนั่นคือ จุดตัด วิธีนี้คล้ายกับวิธีเมื่อเดินบนจักรยานหรือขับรถไปตามถนน Pixy2 สามารถตรวจจับบาร์โค้ด 16 ตัวได้อย่างง่ายดาย คุณสามารถใช้สิ่งเหล่านี้เป็นตัวบ่งชี้ภาพสำหรับโครงการหุ่นยนต์ของ Pixy2 เป็นหน่วยความจำที่บรรจุในตัวมันเป็นโปรเซสเซอร์แบบออนบอร์ดที่ทำงานในตัวทั้งหมดทั้งการรับรู้วัตถุที่เฉพาะเจาะจงและกรองวัตถุภายนอก ทำให้ไมโครคอมพิวเตอร์หรือไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานได้อย่างอิสระมากขึ้นโดยใช้ Pixy2 เป็น "เซ็นเซอร์อัจฉริยะ"



รูปที่ 2.18 Pixy2 Camera

2.10.2 คุณสมบัติ Pixy2



รูปที่ 2.19 ส่วนประกอบของ Pixy2 Camera

นอกเหนือจากการมีคุณสมบัติทั้งหมดของ Pixy Cam ดั้งเดิมแล้ว Pixy2 ยังมีฟังก์ชันเพิ่มเติมเหล่านี้:

- ตรวจสอบเส้นจุดตัดและบาร์โค้ดแบบง่าย
- มีอัตราเฟรม 60 เฟรมต่อวินาที
- มีแหล่งกำเนิดแสงในตัวประกอบด้วยไฟ LED สีขาวสองดวง
- อัลกอริทึมการติดตามใหม่ที่ช่วยให้คุณติดตามวัตถุ

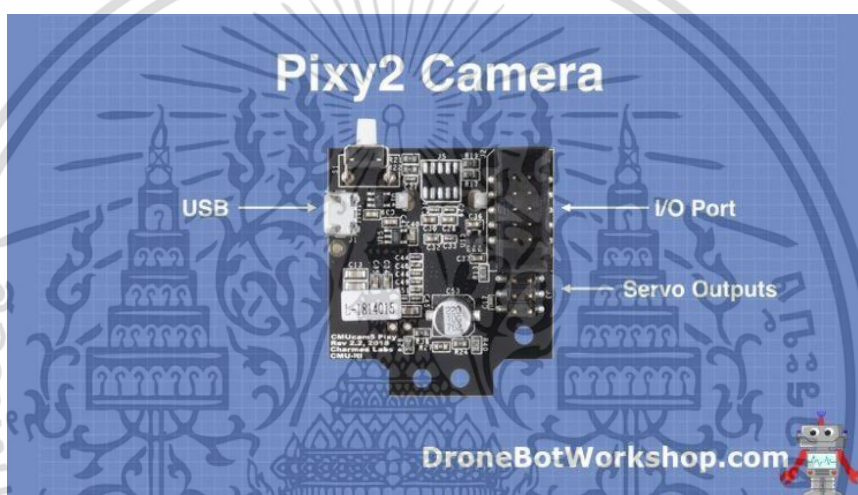
Pixy2 มีการเชื่อมต่อที่หลากหลายที่สามารถใช้เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ไมโครคอมพิวเตอร์หรือไมโครคอนโทรลเลอร์

- การเชื่อมต่อ USB
- การเชื่อมต่อแบบอนุกรม UART

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การเชื่อมต่อบัส I2C
- การเชื่อมต่อ SPI Bus
- เอาต์พุตแบบอะนาล็อก
- เอาต์พุตดิจิทัล

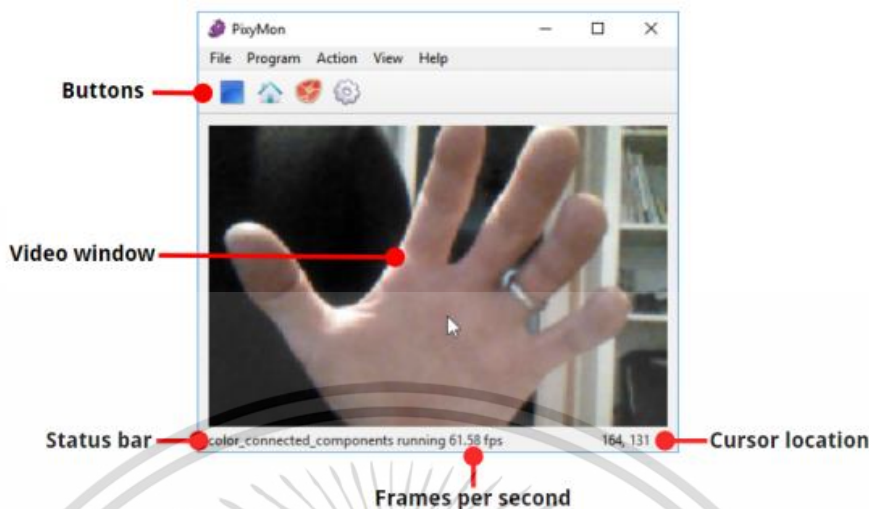
อุปกรณ์ใช้แหล่งจ่ายไฟ 5 โวลต์ที่สามารถได้รับจากการเชื่อมต่อ USB นอกจากนี้ยังสามารถขับเคลื่อนโดยแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดไว้ 5 โวลต์หรือแหล่งที่ไม่มีการควบคุมของ 6 ถึง 10 โวลต์ (อุปกรณ์มีตัวควบคุมแรงดันไฟฟ้าออนบอร์ด) มั่นกินไฟประมาณ 140mA ที่ 5 โวลต์ Pixy2 ยังมีการเชื่อมต่อสำหรับเซอร์โวมอเตอร์สองตัว สำหรับใช้กับชุดแพนและเอียงเสริมที่สามารถต่อเข้ากับ Pixy2 ได้



รูปที่ 2.20 Port Pixy2 Camera

2.10.3 PixyMon

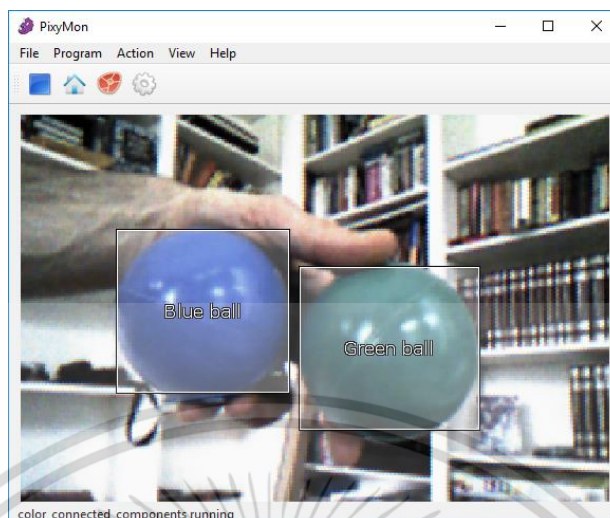
โปรแกรมที่จำเป็นต้องดาวน์โหลดอย่างแนนอนเรียกว่า PixyMon เพื่อใช้คู่กับตัวกล้อง Pixy2 PixyMon เป็นโปรแกรมที่ทำงานบนคอมพิวเตอร์และช่วยในการกำหนดค่าของ Pixy2 ตัวโปรแกรมจะสอนกล้องเพื่อให้รู้จักวัตถุ ตรวจสอบและเรียนรู้แก่จุดบกพร่องโปรแกรมของตนเอง นอกจากนี้ยังมีจอภาพที่ช่วยให้คุณเห็นว่ากล้องนั้นกำลังตรวจจับวัตถุอยู่ PixyMon สามารถรองรับการใช้งานสำหรับ Windows, Linux และ Mac OS X



รูปที่ 2.21 โปรแกรม PixyMon

2.10.4 การรับรู้วัตถุของกล้อง Pixy

คุณสมบัติหลักของ Pixy2 คือความสามารถในการตรวจจับและติดตามวัตถุ Pixy2 ใช้อัลกอริทึมในการกรองสีเพื่อตรวจจับวัตถุ ดังนั้นวัตถุที่ต้องการตรวจจับควรมีสีที่แตกต่างกัน สามารถปรับการตั้งค่าได้ในระดับต่างๆ แต่การที่จะแยกแยะวัตถุสองชิ้นที่มีสีเดียวกันนอกจากใช้เฉดสีของวัตถุแล้ว Pixy2 ยังใช้อัลกอริทึมที่สูงขึ้นเพื่อแยกแยะวัตถุการสอน Pixy2 เพื่อตรวจจับวัตถุโดยการกำหนดสีเฉพาะให้กับวัตถุ สามารถสอนให้จดจำสีได้สูงสุดเจ็ดสี สามารถสอน Pixy2 เพื่อจดจำสีเพิ่มเติมได้อีกเจ็ดรายการ มีสองวิธีในการสอนให้ Pixy2 เรียนรู้ให้รู้จักวัตถุคือด้วยตนเองและด้วย PixyMon การรับรู้วัตถุทั้งหมดจะดำเนินการในโหมดคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อกับสี ในกรณีของงานวิจัยได้มีการใช้ Pixy เพื่อการอ่านค่าตำแหน่ง Coordinate ของชิ้นงานหรือวัตถุที่กำลังพิจารณาอยู่ว่าอยู่ที่ตำแหน่งใดบน x-y table ของเครื่อง CNC เพื่อให้ Arduino ส่งตำแหน่งไปยัง PLC ผ่าน Host Link Protocol ทางพอร์ตอนุกรม RS232



รูปที่ 2.22 การรับรู้วัตถุของกล้อง Pixy

2.11 Webcam

2.11.1 ความหมายของเว็บแคม (Webcam)

เว็บแคม (Webcam) หรือเรียกเต็ม ๆ ว่า Web Camera แต่ในบางครั้งก็มีคนเรียกว่า Video Camera หรือ Video Conference เป็นอุปกรณ์พุดที่สามารถจับภาพเคลื่อนไหวของเราไปปรากฏในหน้าจอมอนิเตอร์ และสามารถส่งภาพเคลื่อนไหวนี้ผ่านระบบเครือข่ายเพื่อให้คนอื่นอีกฟากหนึ่งสามารถเห็นตัวเราเคลื่อนไหวได้เหมือนอยู่ต่อหน้า ถือว่าเป็นอุปกรณ์ที่มีประโยชน์อีกตัวหนึ่ง และเริ่มมีความจำเป็นมากขึ้นเรื่อย ๆ ยี่ห้อกล้องเว็บแคมที่มีชื่อเสียงและใช้กันทั่วไป โดยที่เด่นที่สุดในตอนนี้ คือ กล้องเว็บแคมของ Logitech ซึ่งผลิตกล้องเว็บแคมออกมาในท้องตลาดมากที่สุด ทั้งเรื่องคุณภาพและความสวยงามก็จัดอยู่ในอันดับต้นๆ



รูปที่ 2.23 กล้องเว็บแคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11.2 ชนิดของกล้องเว็บแคม (Webcam)

กล้องเว็บแคม (Webcam) แบ่งออกได้ 2 ชนิด คือ แบบมีสาย และแบบไร้สาย โดยแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันดังนี้

- กล้องเว็บแคม (WebCam) แบบมีสาย จะมีความยุ่งยากในเรื่องการใช้สายต่อพ่วงเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ แต่จะมีราคาถูกกว่าแบบไร้สายมาก ทำให้คนส่วนใหญ่นิยมซื้อกล้องเว็บแคม (Webcam) แบบมีสายมาใช้งาน ข้อเสียของกล้องเว็บแคม (Webcam) แบบมีสาย คือ ทำให้ไม่สามารถวางตัวกล้องได้ไกลจากเครื่องคอมพิวเตอร์ ทำให้กล้องไม่สามารถจับภาพเคลื่อนไหวในระยะไกล ๆ ได้เหมือนแบบไร้สาย

- กล้องเว็บแคม (Webcam) แบบไร้สาย จะมีราคาค่อนข้างแพงมากเมื่อเทียบกับแบบมีสาย เนื่องจากตัวกล้อง ต้องใช้เทคโนโลยีแบบไร้สายที่เรียกว่า Wireless WiFi หรือ IEEE 802.11 ที่ค่อนข้างมีต้นทุนสูง จึงส่งผลให้ตัวกล้องมีราคาแพงจึงไม่ค่อยได้รับความนิยมนัก จุดเด่นของกล้องเว็บแคม (Webcam) แบบไร้สาย คือ สามารถนำไปติดตั้งที่จุดใดก็ได้ โดยไม่ต้องคำนึงระยะห่างระหว่างตัวกล้องกับคอมพิวเตอร์

2.11.3 ส่วนประกอบของกล้องเว็บแคม (Webcam)

โดยหลัก ๆ แล้ว การซื้อกล้องเว็บแคม (Webcam) มาใช้งาน จะเห็นว่ากล้องเว็บแคม (Webcam) ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ที่สำคัญดังนี้

1. เลนส์กล้อง จะทำหน้าที่ในการจับภาพเคลื่อนไหวต่างๆ ที่เคลื่อนไหวผ่านไปมาอยู่หน้ากล้อง หรืออยู่ในตำแหน่งที่เลนส์กล้องสามารถมองเห็นภาพได้
2. ตัวปรับระยะโฟกัส จะทำหน้าที่ในการปรับโฟกัสของภาพเพื่อให้ภาพมีความชัดเจนมากขึ้น
3. ฐานรองกล้อง มีไว้สำหรับเป็นที่ตั้งของตัวกล้องซึ่งช่วยให้เราสามารถวางกล้องบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ได้สะดวก

2.12 Human Machine Interface (HMI)

2.12.1 HMI (Human Machine Interface)

โดยนำคอมพิวเตอร์มาเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดต่อระหว่างผู้ใช้งานกับเครื่องจักร เพื่อควบคุมและเป็นจอแสดงผล HMI รวมไปถึง SCADA เกิดจากความต้องการของผู้ใช้งานที่ต้องการเข้าไปควบคุมระบบที่ PLC เป็นตัวควบคุมอยู่ โดย HMI นั้น จะเป็นการนำข้อมูลจาก PLC ส่งผ่านโครงข่ายของการสื่อสารแบบต่างๆ และทำการรวบรวมข้อมูลในรูปแบบต่างๆ เข้าด้วยกันและสามารถสั่งการได้โดย

ผู้เชี่ยวชาญงานอุตสาหกรรมในปัจจุบันเกือบทุกประเภทจะมีระบบควบคุมอัตโนมัติที่ใช้ PLC เป็นตัวควบคุมและจะต้องใช้งานร่วมกันกับ HMI โดยใช้ HMI เป็นตัวสื่อสารระหว่างผู้ใช้งานกับ ระบบ Module PLC หรือจอแสดงผลต่างๆ โดยให้ PLC สั่งงาน ไปที่เครื่องจักรอีกที เพื่อนำไปใช้งานกับเครื่องจักรต่างๆ ใน Line ผลิตโดยที่ทาง EnergyScope เลือกใช้ HMI ที่เชื่อมต่อกับ PLC ต่างๆ ได้ทุกยี่ห้อผ่านทาง Digital Communication Ports (RS485, RS232, MODBUS, PROFIBUS, ETHERNET) และยังสามารถเชื่อมต่อกับพอร์ต USB ได้โดยตรง ทำให้มีความสะดวกในการใช้งานมากขึ้น

2.12.2 Human Machine Interface (HMI) : NB7W-TW00B

ในโครงการนี้จะเลือกใช้เป็น HMI NB7W-TW00B ซึ่งเป็นของบริษัท Omron (Specification: 7 inch, TFT LCD, Color, 800 × 480 dots)



รูปที่ 2.24 หน้าจอ HMI ของ Omron

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและขั้นตอนการทดลอง

ในส่วนของ Part Vision Camera เป็นการออกแบบ Software โดยใช้โปรแกรม PixyMon, Arduino IDE และ NI Vision Builder AI 2018 SP1(64-bit) เพื่อสร้างโปรแกรมชี้ตำแหน่งวัตถุ อ่านวัตถุและวิเคราะห์โดยใช้ Vision Camera (Pixy2 and Webcam)

3.1 การติดตั้งและการสร้าง Software ชี้ตำแหน่งวัตถุ อ่านวัตถุและวิเคราะห์วัตถุ

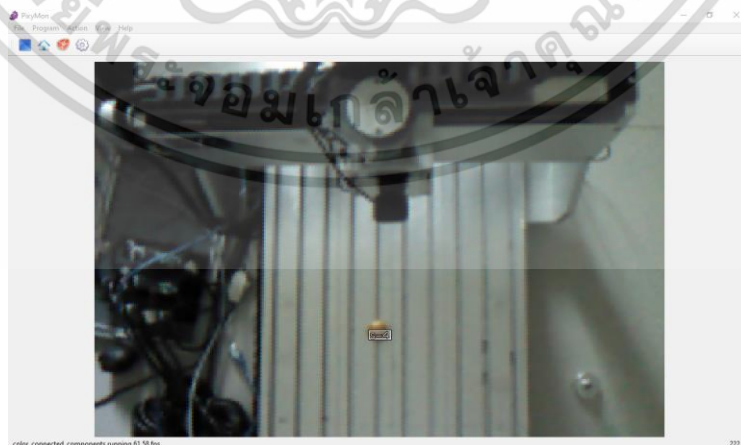
3.1.1 ลงโปรแกรม NI License Activator 1.2 เพื่อให้สามารถเปิดใช้โปรแกรม NI Vision Builder AI 2018 SP1(64-bit) ได้

3.1.2 ลงโปรแกรม Arduino IDE เพื่อให้สามารถเชื่อมต่อกับบอร์ด Arduino UNO R3 ได้

3.1.3 ลงโปรแกรม PixyMon เพื่อให้สามารถแสดงภาพและรับข้อมูลจากกล้อง Pixy 2 ได้

3.1.4 ลงโปรแกรม Driver ของกล้องเว็บแคม เพื่อให้สามารถใช้กล้องเว็บแคมกับคอมพิวเตอร์ได้

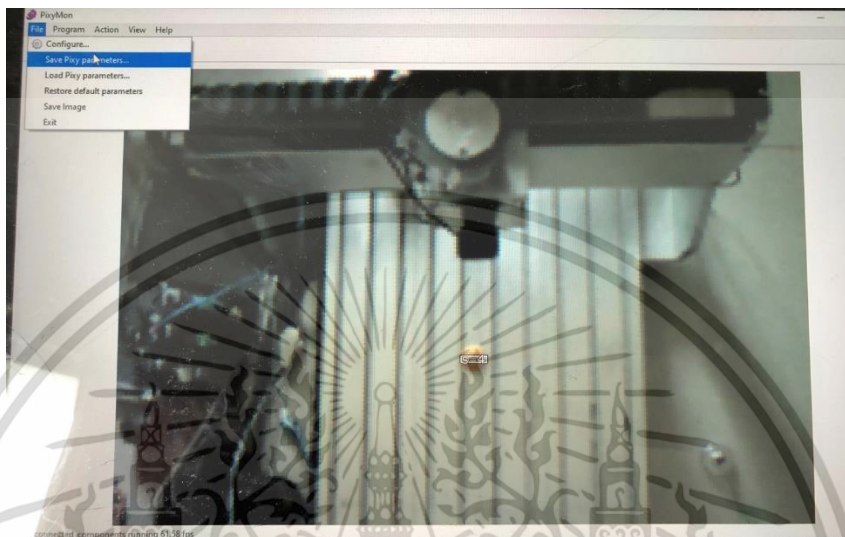
ขั้นตอนการเตรียมโปรแกรมและกล้อง Pixy2 ทำการเชื่อมต่อ กล้อง Pixy2 และ Arduino เข้ากับคอมพิวเตอร์ โดยใช้สาย USB ที่ต่อกับตัวกล้อง Pixy2 และ Arduino เสียบเข้าไปที่คอมพิวเตอร์เพื่อให้มีไฟเลี้ยงตัวกล้องและ Arduino โดยในการตรวจสอบว่าได้ทำการเชื่อมต่อตัวกล้อง Pixy 2 กับคอมพิวเตอร์แล้ว โดยทำการเปิดโปรแกรม PixyMon มาภาพที่ถ่ายจากกล้องจะแสดงขึ้นมาในโปรแกรม PixyMon ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ส่วนแสดงผลโปรแกรม pixymon (1)

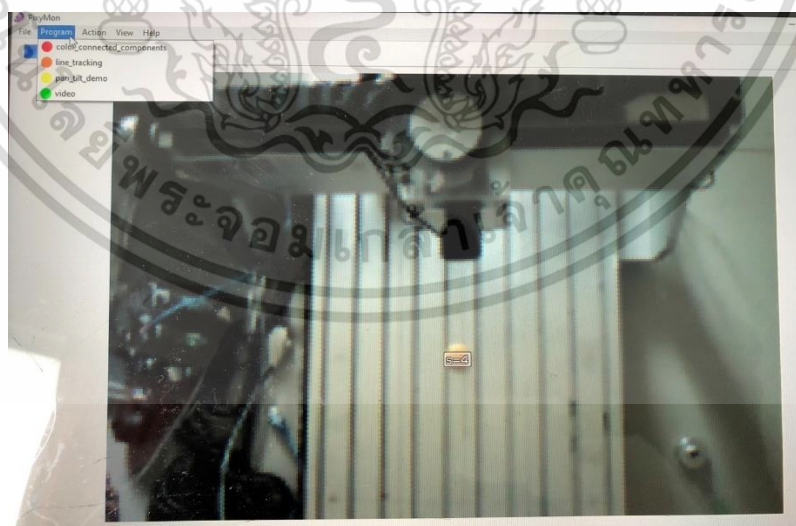
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นเข้าไปที่คำสั่ง File เพื่อตั้งค่าต่างๆ ของกล้องที่กำลังถ่ายภาพวัตถุอยู่ ในส่วนนี้เราจะทำการกำหนดค่าพารามิเตอร์ของวัตถุที่กำลังสนใจ โดยการกำหนดขนาดและความกว้างของวัตถุที่สามารถตรวจจับได้



รูปที่ 3.2 ส่วนแสดงผลโปรแกรม pixymon (2)

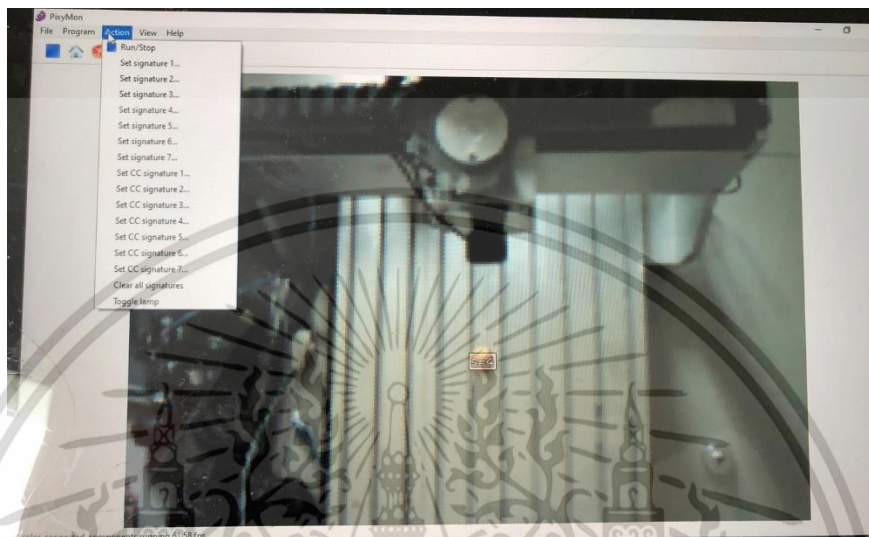
ถัดจากนั้นเราจะไปที่ Program โดยเราจะเลือก color_connected_componernts ดังรูปที่ 3.2 เพื่อให้กล้องมีความสามารถในการตรวจจับและจำแนกแยกสีของวัตถุ) โดยกล้อง Pixy2 สามารถตรวจจับได้ 7 สี (แดง ส้ม เหลือง เขียว ฟ้า น้ำเงินและม่วง) ตัวอย่างได้ทำการตรวจจับสีเหลือง



รูปที่ 3.3 ส่วนแสดงผลโปรแกรม pixymon (3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

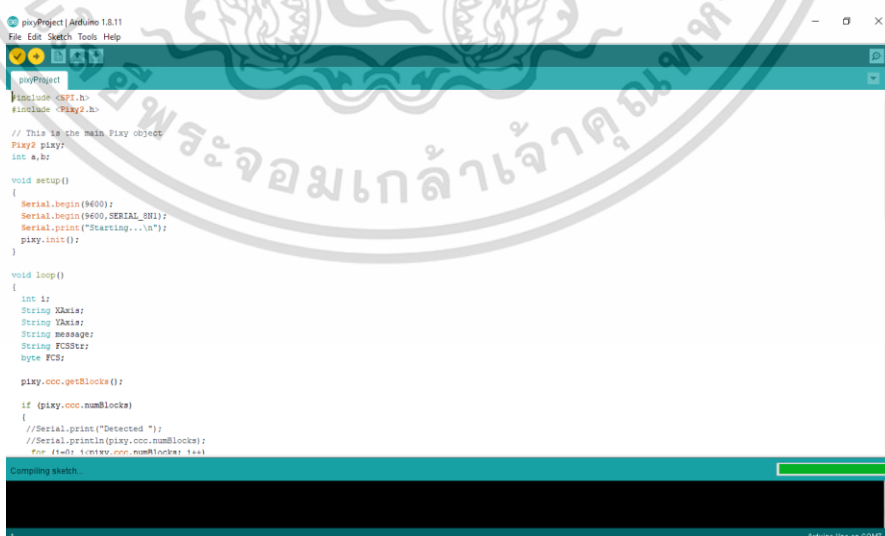
ขั้นตอนในการบันทึกสีของวัตถุที่เราสนใจ ไปที่เมนูเลือก Action > Set signature 1 เสร็จแล้วให้คลิกเมาส์ลาก เป็นกรอบสี่เหลี่ยมครอบวัตถุนั้นที่ต้องการตัวโปรแกรมจะทำการจดจำสีของวัตถุนั้นไว้เก็บข้อมูลไว้ใน Set signature 4



รูปที่ 3.4 ส่วนแสดงผลโปรแกรม pixymon (4)

การเชื่อมต่อ Pixy2 เข้ากับ Arduino ในส่วนนี้เปิดโปรแกรม Arduino Ide แล้วทำการอัปโหลด libraries ของ Pixy2 ที่ได้ download มาจาก <https://pixycam.com/downloads-pixy2/> เปิดเรียกโค้ดแสดงค่าของกล้อง Pixy2 โดยเลือก example > Pixy > hello_world แล้วอัปโหลดลงบอร์ดที่ใช้

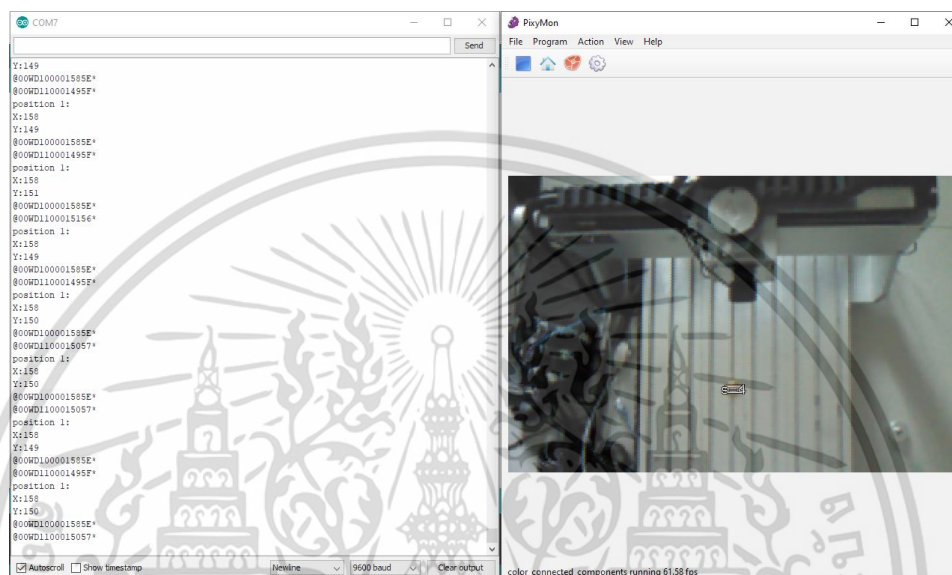
งาน



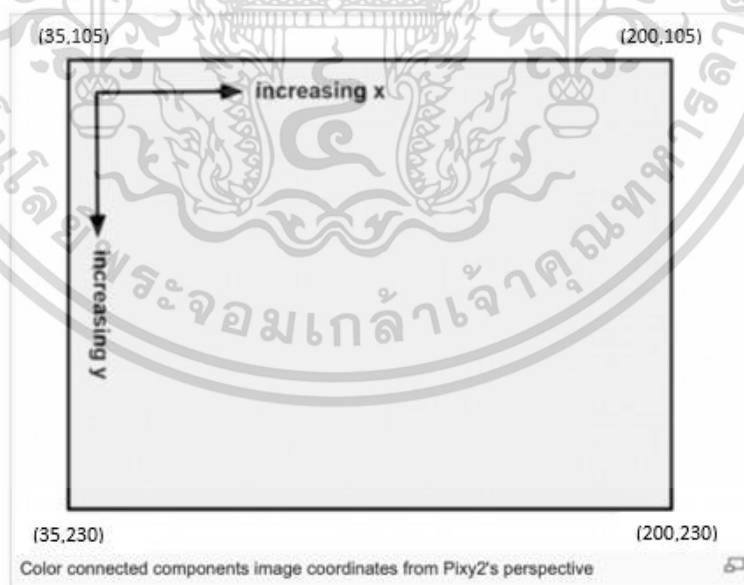
รูปที่ 3.5 หน้าเขียนโปรแกรม Arduino IDE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่เนื่องจากโค้ดที่ให้มาบอกค่าของกล่องหลายค่า เราจึงทำการแก้ไขโค้ดของโปรแกรมให้สามารถตรวจจับตำแหน่งของวัตถุเพื่อแสดงค่า X และ Y (ค่าตำแหน่งของวัตถุในภาพที่แสดงจากกล้อง Pixy2) ซึ่งเป็นค่าที่ชี้ตำแหน่งของวัตถุที่เราต้องการตรวจจับ และทำการเขียนโค้ดเพิ่มเติมเพื่อให้สามารถส่งค่าชี้ตำแหน่งของวัตถุไปให้เครื่อง PLC ต่อไป



รูปที่ 3.6 แสดงค่า x และ y ทาง Serial monitor คู่กับวัตถุที่ถูกตรวจจับในตำแหน่งนั้น



รูปที่ 3.7 ที่มาของค่าใน blocks ที่ pixy ตรวจจับได้ในแกน x และ y

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนของ Code Arduino ในส่วนของโค้ดที่เขียนลงในโปรแกรม Arduino เพื่อสามารถแสดงค่าชี้ตำแหน่งของวัตถุที่อ่านได้จากกล้อง Pixy2 และส่งค่าตำแหน่งของวัตถุไปให้เครื่อง PLC มีดังนี้

```
#include <SPI.h>

#include <Pixy2.h> //ประกาศฟังก์ชันในการเรียกใช้กล้อง pixy2

Pixy2 pixy;

int a,b; //กำหนดตัวแปร a และ b

void setup()
{
  Serial.begin(9600); //ประกาศความเร็วในการรับส่งข้อมูล
  Serial.begin(9600,SERIAL_8N1); //กำหนดพอร์ตสื่อสารกับ PLC
  Serial.print("Starting...\n");//ส่งพิมพ์ตัวอักษรที่มีชื่อว่า Starting ให้แสดงออกผ่านทาง Serial
  pixy.init();//การเรียกใช้ ฟังก์ชันร่วม init()
}

void loop()
{
  int i; //กำหนดตัวแปร i เป็นเลขจำนวนเต็ม

  String XAxis;
  String YAxis;
  String message;
  String FCSStr;
  byte FCS;

  }
}
```

กำหนดตัวแปรชื่อต่างๆ
โดยมี **String** , **byte** เป็นประเภทของตัวแปร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

pixy.ccc.getBlocks();//เรียกใช้ฟังก์ชันให้กล่อง pixy ตรวจสอบจับสีได้ทั้งหมดใน blocks

if (pixy.ccc.numBlocks) //ถ้าตรวจเจอให้แสดงค่าออกมา

{

for (i=0; i<pixy.ccc.numBlocks; i++)//ใช้คำสั่งเพื่อให้ค่าที่ตรวจจับเพิ่มขึ้นหรือลดลง

a=pixy.ccc.blocks[i].m_x; //กำหนดตัวแปร a เท่ากับค่าที่กล่องตรวจจับได้ในแกน x

for (i=0; i<pixy.ccc.numBlocks; i++)

b=pixy.ccc.blocks[i].m_y; //กำหนดตัวแปร b เท่ากับค่าที่กล่องตรวจจับได้ในแกน y

{

Serial.print("position ");

Serial.print(i);

Serial.println(":");

Serial.print("X:");

Serial.println(a);

Serial.print("Y:");

Serial.println(b);

XAxis = String(a,DEC);

if (XAxis.length() == 1) XAxis = "000" + XAxis;

if (XAxis.length() == 2) XAxis = "00" + XAxis;

if (XAxis.length() == 3) XAxis = "0" + XAxis;

message = "@00WD1000" + XAxis;

FCS = message[0];

```

ส่วนของการส่งข้อมูลจาก Arduino ไปยัง PLC โดยใช้ WD1000 ของ PLC ส่งข้อมูลไปยัง Data memory ที่ 1000 ของ PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
for (byte j=1; j <= message.length()-1; j++)
```

```
{
```

```
    FCS = FCS ^ message[j];
```

```
}
```

```
FCSStr = String(FCS,HEX);
```

```
FCSStr.toUpperCase();
```

```
if (FCSStr.length() == 1) FCSStr = "0" + FCSStr;
```

```
message = message + FCSStr + "*" + char(13);
```

```
Serial.println(message);
```

```
YAxis = String(b,DEC);
```

```
if (YAxis.length() == 1) YAxis = "000" + YAxis;
```

```
if (YAxis.length() == 2) YAxis = "00" + YAxis;
```

```
if (YAxis.length() == 3) YAxis = "0" + YAxis;
```

```
message = "@00WD1100" + YAxis;
```

```
FCS = message[0];
```

```
for (byte j=1; j <= message.length()-1; j++)
```

```
{
```

```
    FCS = FCS ^ message[j];
```

```
}
```

```
FCSStr = String(FCS,HEX);
```

```
FCSStr.toUpperCase();
```

ส่วนของการส่งข้อมูลจาก Arduino ไปยัง
PLC โดยใช้ WD1100 ของ PLC ส่งข้อมูล
ไปยัง Data memory ที่ 1100 ของ PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

if (FCSStr.length() == 1) FCSStr = "0" + FCSStr;

message = message + FCSStr + "*" + char(13);

Serial.println(message);

}

delay(500);

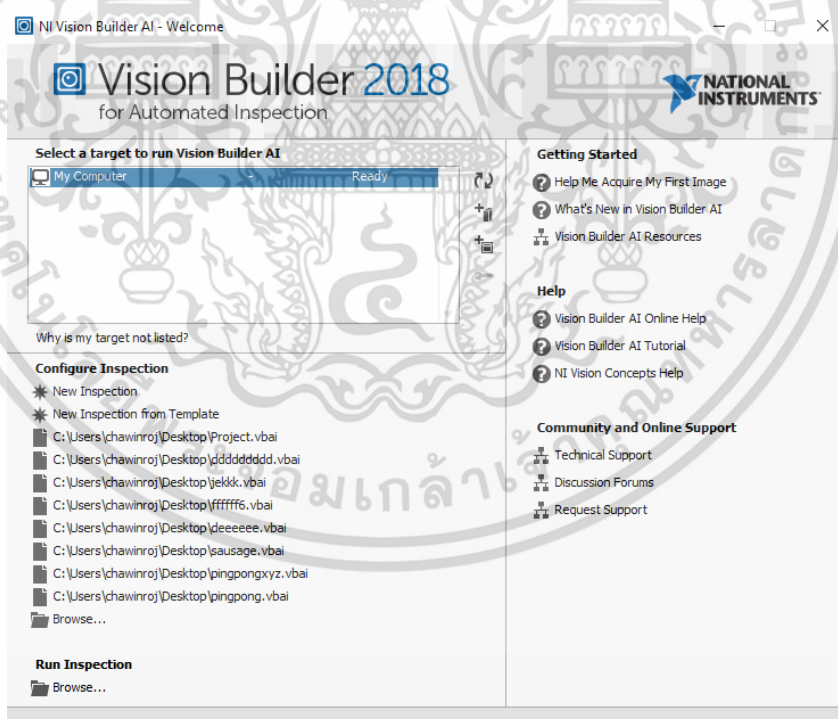
}

}

```

3.1.5 ออกแบบ Software อ่านวัตถุและวิเคราะห์วัตถุ

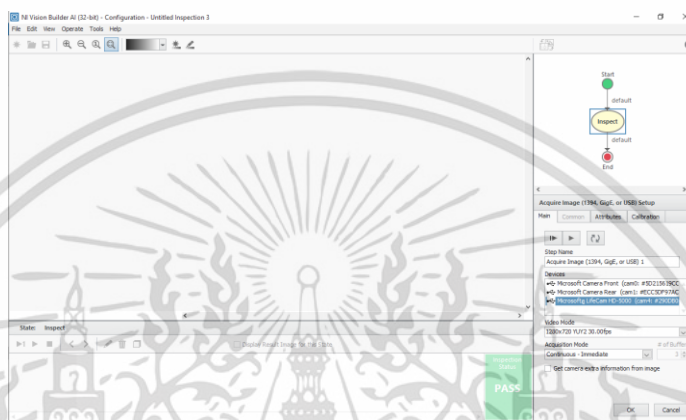
ทำการเปิดโปรแกรม NI Vision Builder AI 2018 SP1 (64-bit) ขึ้นมา จะเจอหน้าของโปรแกรม ขึ้นมาทำการสร้างไฟล์ใหม่โดยให้เลือกไปที่ New Inspection ดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 หน้าเปิดโปรแกรม NI Vision Builder AI 2018 SP1(64-bit)

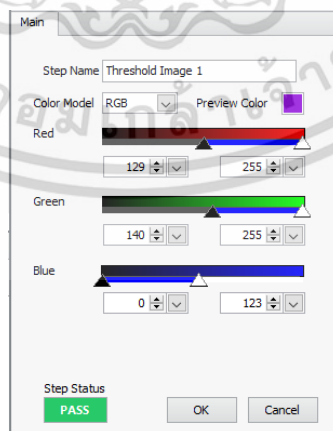
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นเลือกไปที่หัวข้อ Acquire Image ดังรูปที่ 3.9 โดยเลือกกล้องเว็บแคมที่จะนำมาถ่ายรูป คือ Microsoft LifeCam HD-500 ในช่องหัวข้อ Device เพื่อถ่ายภาพวัตถุที่ต้องการนำมาอ่านวิเคราะห์ ลักษณะ การถ่ายภาพวัตถุที่นำมาอ่านวิเคราะห์ต้องให้ระยะในการถ่ายกับระยะในการทำงานจริงเท่ากัน เสมอ เมื่อถ่ายภาพวัตถุที่ต้องการตรวจแล้วทำการ Save เพื่อบันทึกข้อมูลภาพไว้ สามารถถ่ายวัตถุที่จะนำมาตัวตรวจทั้งหมดไว้ได้ทีเดียวหรือจะค่อยๆ ถ่ายวัตถุทีละรูป



รูปที่ 3.9 ตั้งค่าเลือกกล้อง Microsoft LifeCam HD-500

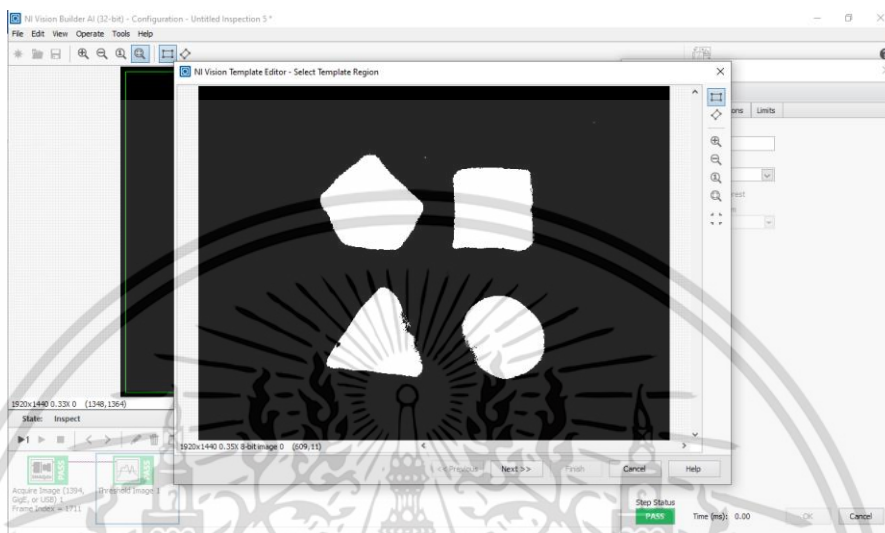
เราจะเลือกใช้คำสั่ง Threshold Image สำหรับการปรับแต่งคุณภาพของภาพวัตถุที่ถ่ายมาให้สามารถนำมาวิเคราะห์ข้อมูลของภาพได้ จะพบว่าเมื่อกดปุ่ม Threshold Image จะขึ้นหน้าต่าง Threshold Image setup ขึ้นมา จากนั้นทำการปรับค่า RGB ของภาพในหัวข้อ Color Model ดังรูปที่ 3.10 ให้ภาพของวัตถุและพื้นหลังมีค่าของสีที่ตรงจบบ้างต่างจากนั้นกด OK เพื่อจบการตั้งค่า Threshold Image



รูปที่ 3.10 ตั้งค่า RGB ของภาพ

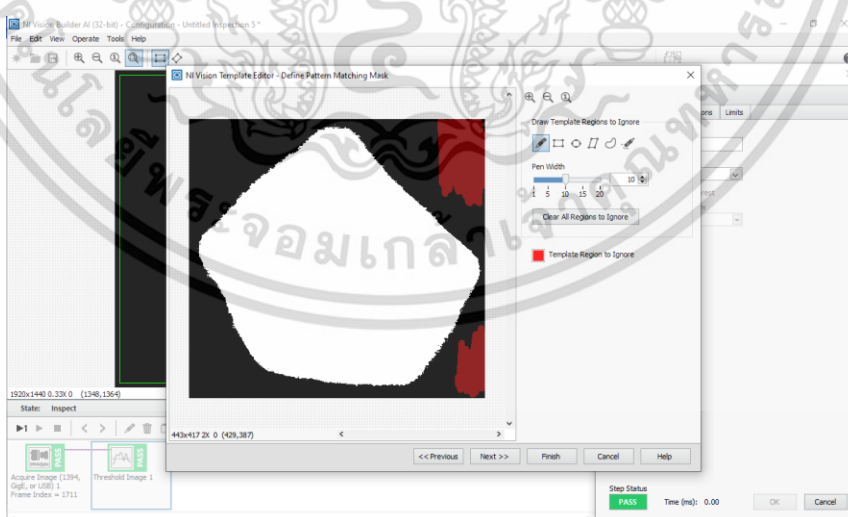
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นเราจะไปเลือกฟังก์ชัน Match Pattern เมื่อเรากดปุ่ม Match Pattern จะมีหน้าต่าง Select Template Region ขึ้นมา ทำการลากกรอบไปที่วัตถุ 1 ชิ้นงานที่ต้องการจะจำไว้ เมื่อลากเสร็จแล้ว จากนั้นกดที่ Next>> ดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 หน้าตั้งค่า Template Region

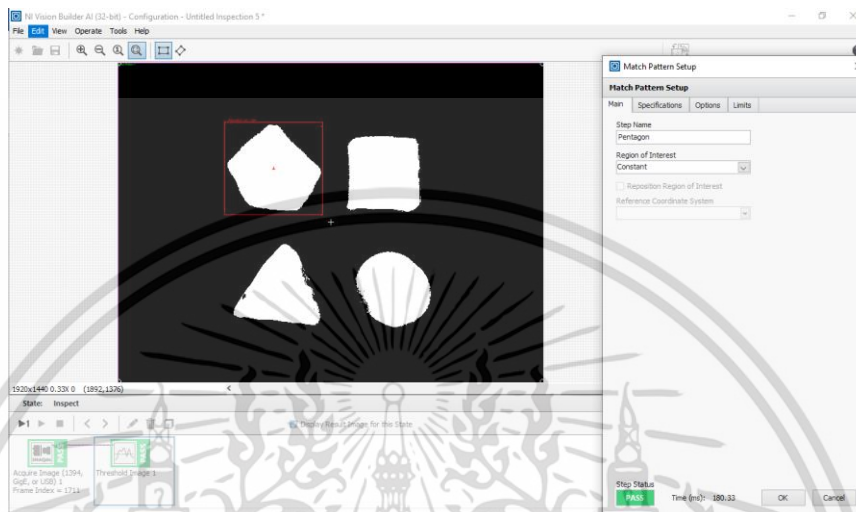
ในหน้าของ Define Pattern Matching Mask จะทำการเลือกเครื่องมือดินสอและระบายไปในส่วนของภาพวัตถุที่เราไม่ต้องการให้มีการจดจำ สามารถปรับขนาดของดินสอที่ใช้ลบส่วนที่ไม่สนใจในช่อง Pen Width ดังรูปที่ 3.12 จากนั้นกด Finish เพื่อเสร็จสิ้น



รูปที่ 3.12 แสดงเครื่องมือสำหรับลบส่วนเกินของภาพ

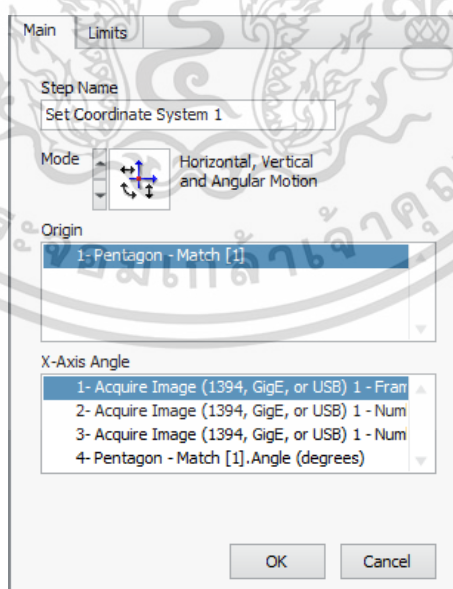
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในหน้าของหัวข้อ Match Pattern Setup ในช่องของ Step Name ทำการเปลี่ยนชื่อจาก Match Pattern 1 เป็นชื่อของวัตถุที่ต้องการให้โปรแกรมจดจำลักษณะไว้ตามที่ต้องการ ดังรูปที่ 3.13 จากนั้นกดปุ่ม OK เพื่อจบการตั้งค่าฟังก์ชัน Match Pattern



รูปที่ 3.13 Match Pattern Setup

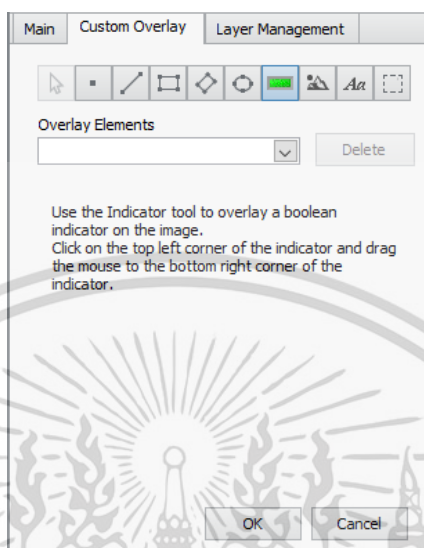
จากนั้นกดเลือกที่หัวข้อ Set Coordinate System (เป็นฟังก์ชันตั้งแกนอ้างอิงตำแหน่ง) ในหน้าต่างของ Set Coordinate System setup ในช่องของ Mode ให้เลือกแทนที่สามารถเคลื่อนที่ได้ทั้งแนวนอนแนวตั้งหรือเชิงมุมได้ Mode นั้นคือ Horizontal, Vertical and Angular Motion ดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 การ set ค่าที่สามารถเปลี่ยนตำแหน่งตามแกนอ้างอิงได้

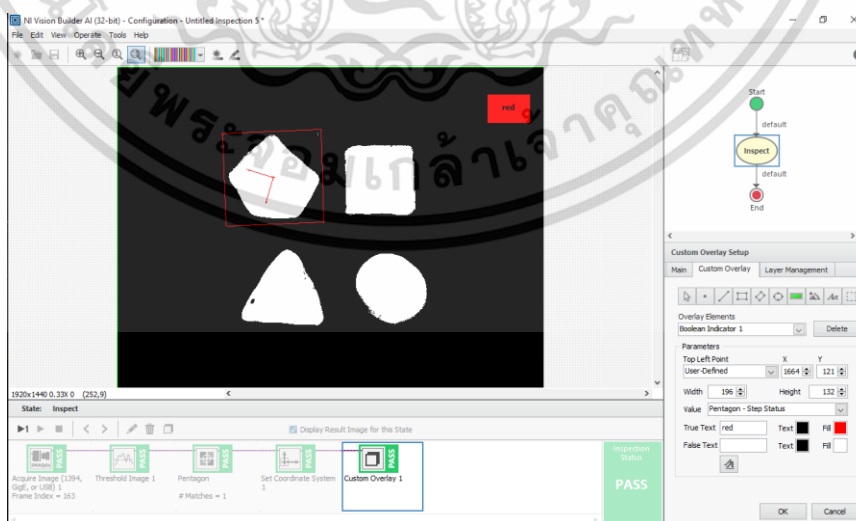
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในขั้นถัดไปเลือกที่หัวข้อ Custom Overlay ในหน้าต่างของหน้า Custom Overlay Setup ให้เลือกที่ Custom Overlay แล้วกดเลือกเครื่องมือ Overlay Boolean Indicator ดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 แสดงเครื่องมือใน Custom Overlay

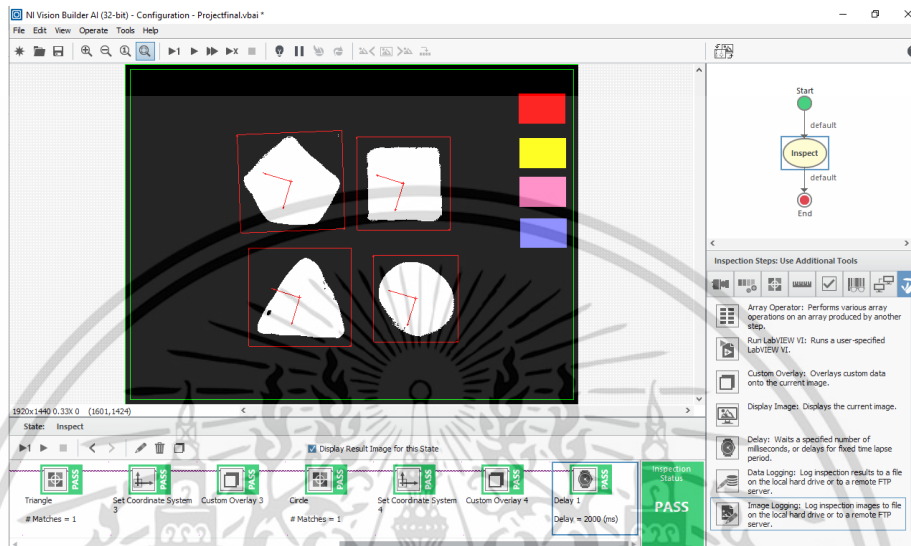
จากนั้นทำการวาดกล่อง Overlay Boolean Indicator ไปที่หน้าจอ Display โดยได้จัดวางไว้ที่ส่วนมุมของหน้าจอ จากนั้นทำการตั้งค่าที่แสดงเมื่อพบวัตถุที่ต้องการ ในช่องของ Value เลือก Match Pattern 1-Step Status ดังรูป 3.16 โดยสีที่แสดงจะเป็นไปตามสถานะ PASS หรือ FAIL สถานะของฟังก์ชันที่เราอ้างอิงไว้ (ขั้นตอนนี้อ้างอิงสถานะของ Match Pattern) โดยเราสามารถตั้งค่าที่ต้องการให้แสดงได้ในช่อง Fill กด OK เพื่อเสร็จสิ้นการตั้งค่า



รูปที่ 3.16 Custom Overlay Setup

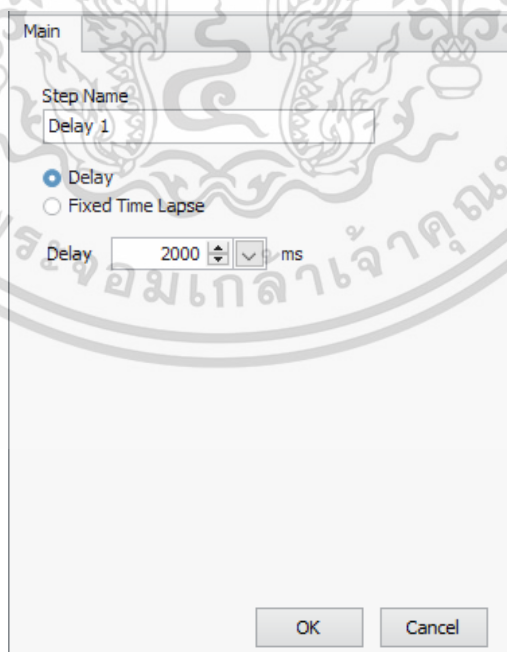
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากวัตถุที่นำมาอ่านและวิเคราะห์มี 4 ชิ้นงาน เราจึงต้องทำการสร้างฟังก์ชัน Match Pattern Set, Coordinate System, Custom Overlay เพิ่มอีกสองครั้งเพื่อที่จะสามารถแสดงสถานะของวัตถุอีก 3 ชิ้นที่เหลือได้ ดังรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 แสดงโปรแกรมที่ออกแบบขึ้น

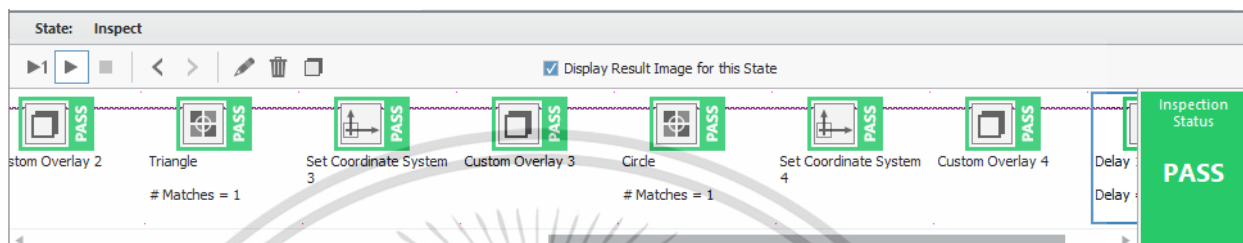
ถัดมาเราเลือกหัวข้อ Delay ในหน้าต่างของ Delay Setup ทำการปรับค่า Delay ให้เป็น 2000 ms กด OK เพื่อจบการตั้งค่า ดังรูปที่ 3.18



รูปที่ 3.18 Setup Delay

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นลองทำการ Run State Once ทดสอบ Software เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของ Software ว่าสามารถใช้งานได้ หลังจากติดตั้งฟังก์ชันที่จำเป็นสำหรับการออกแบบ Software สำหรับอ่านและวิเคราะห์สำเร็จ กด Save เพื่อบันทึกการอ่านและวิเคราะห์หัวข้อ ถือเป็นการเสร็จสิ้นการออกแบบ Software อ่านและวิเคราะห์หัวข้อ ดังรูปที่ 3.19



รูปที่ 3.19 รูปสำเร็จตัวโปรแกรมที่ออกแบบ

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1 กล้อง Pixy 2 CMUcam5 Image Sensor



รูปที่ 3.20 กล้อง Pixy 2 CMUcam5 Image Sensor

ข้อมูลจำเพาะ:

- ประเภทของเลนส์: Standard M12
- หน่วยประมวลผล: NXP LPC4330, 204 MHz, ดิวอัลคอร์
- เซ็นเซอร์รับภาพ: Aptina MT9M114 ความละเอียด 1296 × 976 พร้อมตัวประมวลผลภาพในตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มุมมองเลนส์: มุมมองแนวนอน 60 องศา, แนวตั้ง 40 องศา
 - การใช้พลังงาน: 140 mA ทั่วไป
 - พลังงานอินพุต: อินพุต USB (5V) หรืออินพุตที่ไม่ได้ควบคุม (6V ถึง 10V)
 - RAM: 264K ไบต์
 - Flash: 2M bytes
 - เอาต์พุตข้อมูลที่มีอยู่ : อนุกรม UART, SPI, I2C, USB, ดิจิตอล, อะนาล็อก
 - ขนาด: 1.5” x 1.65” x 0.6”
 - น้ำหนัก: 10 กรัม
 - แหล่งกำเนิดแสงในตัวประมาณ 20 ลูเมน
- คุณสมบัติ:
- Pixy2 ตรวจสอบเส้น จุดตัดและบาร์โค้ดขนาดเล็กสำหรับหุ่นยนต์ที่ติดตามสาย
 - ปรับปรุงเฟรม - 60 เฟรมต่อวินาที
 - เพิ่มอัลกอริธึมการติดตามในการตรวจจับวัตถุตามสี
 - ปรับปรุงและลดความซับซ้อนของไลบรารีสำหรับ Arduino, Raspberry Pi และคอนโทรลเลอร์อื่นๆ
 - แหล่งกำเนิดแสงแบบบูรณาการ

3.2.2 Arduino Uno R3



รูปที่ 3.21 Arduino Uno R3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Arduino Uno R3 เป็นบอร์ด Arduino ที่ได้รับความนิยมมากที่สุด เนื่องจากราคาไม่แพง ส่วนใหญ่โปรเจกต์และ Library ต่างๆ ที่พัฒนาขึ้นมา Support จะอ้างอิงกับบอร์ดนี้เป็นหลัก เนื่องจากเป็นขนาดที่เหมาะสมสำหรับการเริ่มต้นเรียนรู้ Arduino และมี Shields ให้เลือกใช้งานได้มากกว่าบอร์ด Arduino รุ่นอื่นๆ ที่ออกแบบมาเฉพาะมากกว่า โดยบอร์ด Arduino Uno ได้มีการพัฒนาเรื่อยมาตั้งแต่ R2 R3 และรุ่นย่อยที่เปลี่ยนชิปไอซีเป็นแบบ SMD

คุณสมบัติ:

- ATmega328 ไมโครคอนโทรลเลอร์
- แรงดันไฟฟ้าอินพุต - 7-12V
- 14 พิน I / O ดิจิตอล (เอาต์พุต PWM 6 ช่อง)
- 6 อินพุตแบบอนาล็อก
- หน่วยความจำแฟลช 32KB (0.5KB สำหรับบูตโหลดเดอร์)
- 2KB SRAM
- 1KB EEPROM
- ความเร็วสัญญาณนาฬิกา 16Mhz

3.2.3 กล้องเว็บแคม WEBCAM OKER (177)



รูปที่ 3.22 กล้องเว็บแคม WEBCAM OKER (177)

ข้อมูลจำเพาะ:

-Brand OKER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

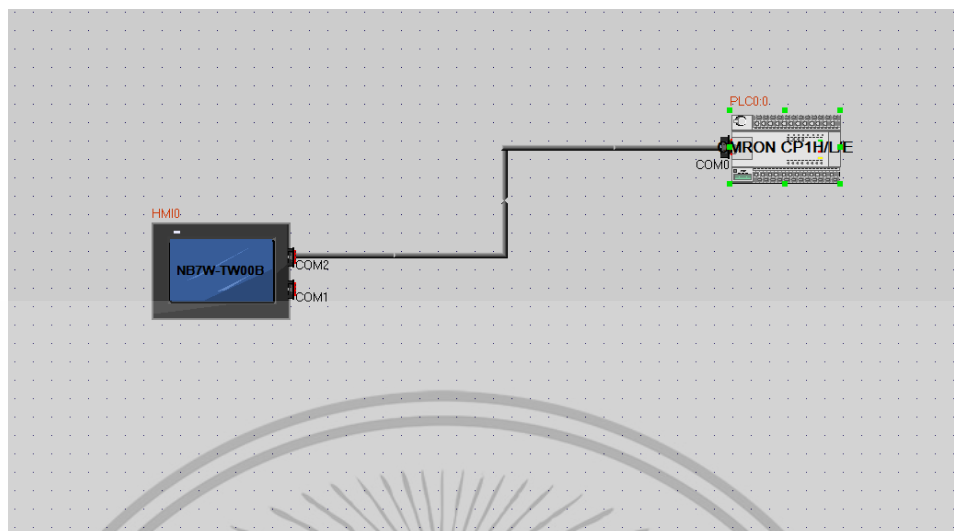
- Model OE-177
- Lens High quality glass lens
- Resolution 2.0M Pixels up to 16.0M Pixels by Software
- Frame rate 60 fps
- Focus range 30 mm - infinitive
- Interface USB 2.0
- System Requirements Windows 2000, ME, XP, Vista
- Info noise rate 48 dB

3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง

1. ทำการถ่ายภาพจากขนาดจริงของชิ้นงาน เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับรูปที่จะนำมาวิเคราะห์วัตถุ วัตถุที่จะนำมาวิเคราะห์มี 4 ชิ้นงาน
2. ทำการตั้งค่า Delay ให้มีค่าเท่ากับ 2000 เพื่อให้เวลากด Run โปรแกรมแล้ว สามารถจดบันทึกข้อมูลที่ได้ คือ ข้อมูลที่วิเคราะห์ได้จากภาพว่าวัตถุนั้นเป็นวัตถุลักษณะใด
3. กด Run ข้อมูลในโปรแกรม NI Vision Builder AI 2018 SP1 (64-bit)
4. โปรแกรมทำการ Run ตามคำสั่งเครื่องมือที่เราได้กำหนดตั้งไว้ไปตามขั้นตอนแต่ละขั้น
5. ผลที่ได้จากการฉายภาพจากกล้องจะขึ้นที่หน้าจอ Display
6. บันทึกผลการวิเคราะห์ชิ้นงานที่นำมาตรวจสอบว่าตรงตามมาตรฐานวัตถุที่ได้ถ่ายภาพเก็บไว้ที่เป็นชิ้นงานอ้างอิง
7. เมื่อทำการจดบันทึกเสร็จ ทำการกดปุ่ม Pause เพื่อหยุดการทำงาน
8. จากนั้นกดปุ่ม Stop เพื่อหยุดการ Run โปรแกรมการทำงาน

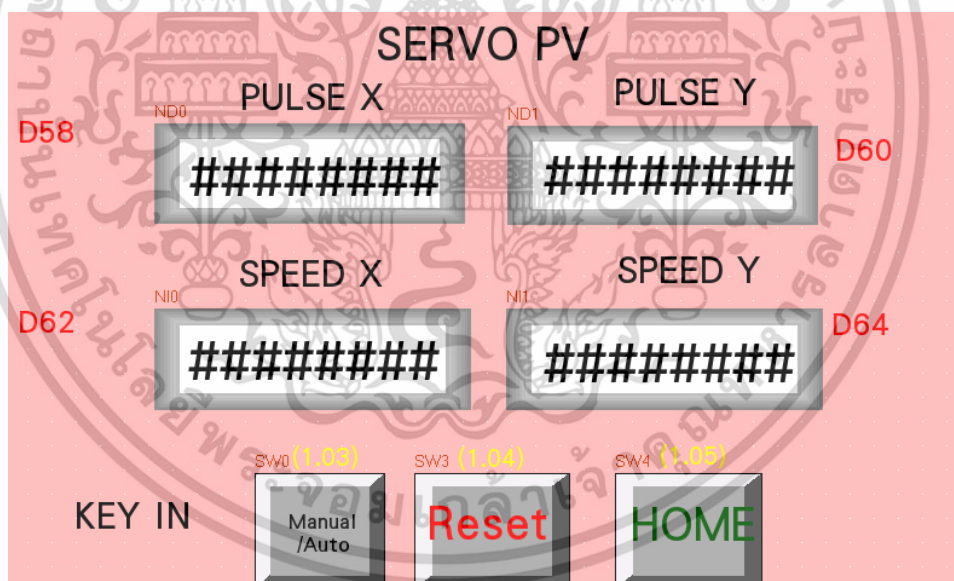
3.4 การดำเนินงานในส่วน HMI

Software ที่ใช้ในการทำจอแสดงผล HMI คือโปรแกรม NB-Designer โดยเราใช้ HMI เพื่อแสดงค่า PULSE และ SPEED และยังสามารถเลือกโหมด AUTO หรือ MANUAL ได้



รูปที่ 3.23 การเชื่อมต่อ HMI และ PLC

ขั้นแรกทำการเลือกรุ่นของ PLC และ HMI ให้ตรงกับที่เราใช้งาน ทางคณะผู้จัดทำใช้เป็น PLC CP1H/L/E และ HMI NB5Q-TW00B เชื่อมต่อกันด้วย Serial Port ดังแสดงในรูปที่ 3.23



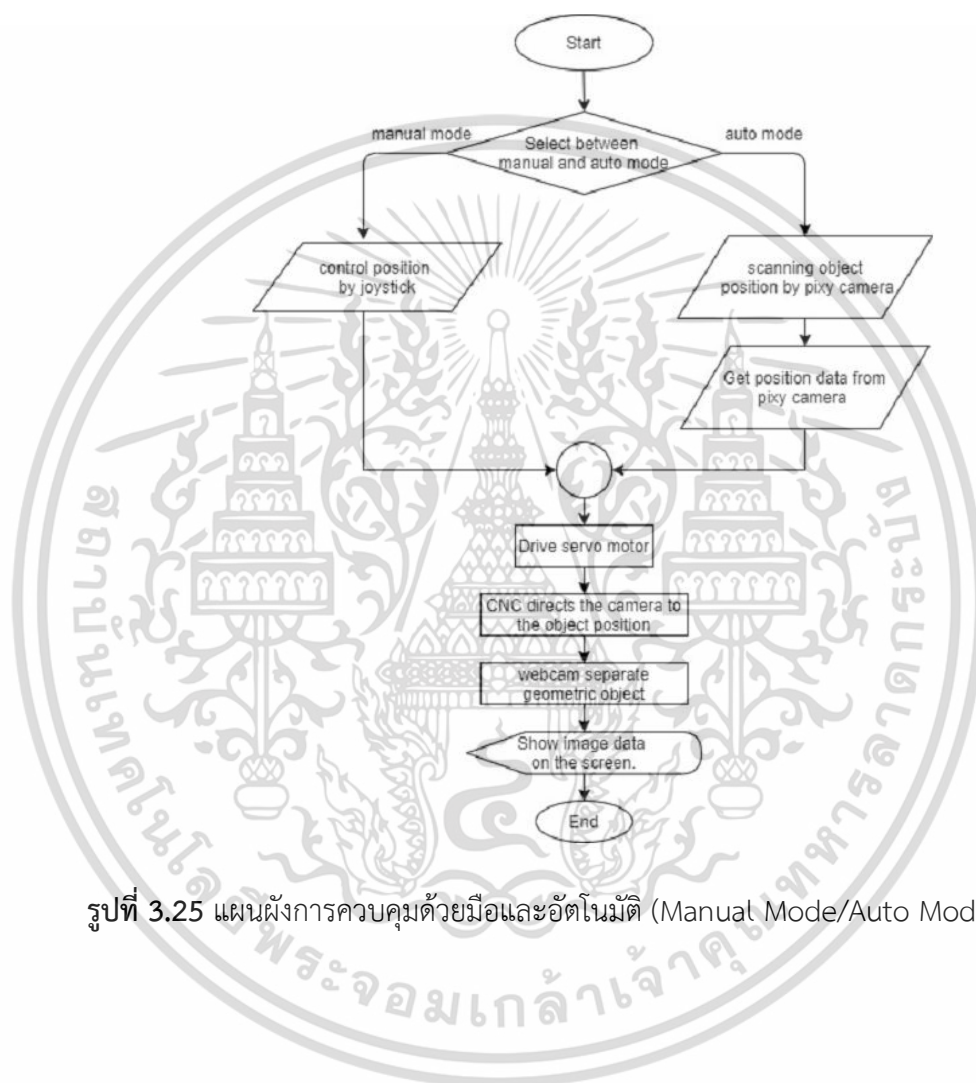
รูปที่ 3.24 หน้าจอแสดงผล และ เลือก AUTO/MANUAL

ใน MODE MANUAL เมื่อเราใช้ joystick ขับเคลื่อน servo จอ HMI จะแสดงค่า PULSE และ SPEED ของทั้ง 2 แกน เมื่อกดปุ่ม MANUAL/AUTO จะเป็นการเปิดใช้งาน AUTO จอ HMI จะแสดงค่า PULSE และ SPEED ที่ Servo วิ่งได้ ซึ่งค่า PULSE นั้นมาจากตำแหน่งของก๊อิ่ง ปุ่ม HOME เมื่อกดจะทำให้ Servo เคลื่อนไปยังตำแหน่งเริ่มต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การควบคุม Servo ด้วย PLC และโปรแกรม Cx-Programmer

PLC ทำหน้าที่ควบคุม Servo โดยการควบคุมด้วยมือและอัตโนมัติโดยใช้ Cx-Programmer เป็นซอฟต์แวร์การเขียนโปรแกรมให้กับ PLC โดยการใช้การเขียนภาษา Ladder Diagram และ Structure Text



รูปที่ 3.25 แผนผังการควบคุมด้วยมือและอัตโนมัติ (Manual Mode/Auto Mode)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

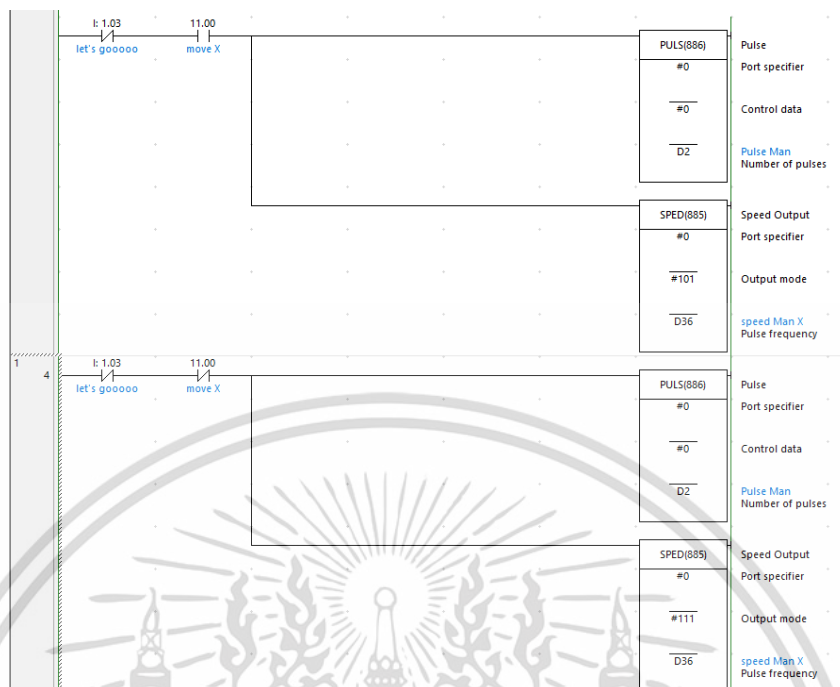
การควบคุมสมดุลของวัตถุด้วย PLC โดยการควบคุมด้วยมือ (Manual Mode)

หลักการทำงานการควบคุม Servo ด้วย PLC โดยการควบคุมด้วยมือ (Manual Mode) สำหรับการควบคุมด้วยมือผ่าน Joystick ในการควบคุม Servo วัตถุในระนาบ 2 แนวแกนโดยการโยก Joystick ในแกน X และ Y จะได้ค่าแรงดันไฟฟ้าตั้งแต่ -10 ถึง +10 โวลต์และแปลงเป็นสัญญาณ Analog (-6000 ถึง 6000) แก่ PLC โดยถ้าโยก Joystick ในทางแกน X+ จะได้แรงดันไฟฟ้า 0 ถึง +10 โวลต์ และโยก Joystick ในแกน X จะได้แรงดันไฟฟ้า 0 ถึง -10 โวลต์ เพื่อใช้แรงดันไฟฟ้าเป็น Input และเหมือนกันในแนวแกน Y โดยระดับความเร็วในการเคลื่อน Servo เป็นอัตราส่วนโดยตรงกับแรงดันไฟฟ้า

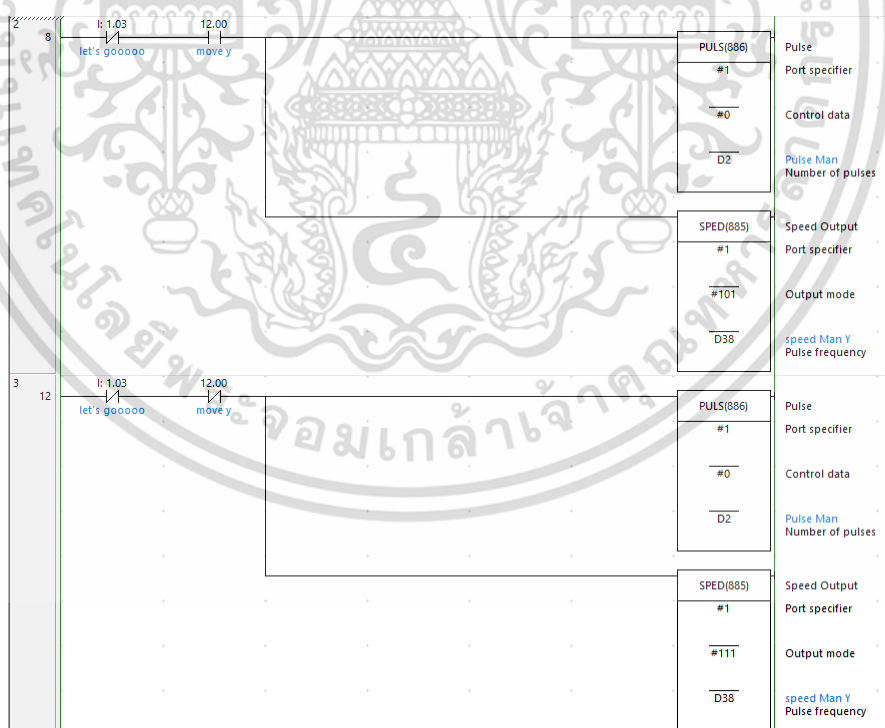


รูปที่ 3.26 Joystick

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.29 Ladder Diagram ในการหมุน Servo Motor (แกน X) ด้วย Pulse & speed ใน Manual Mode

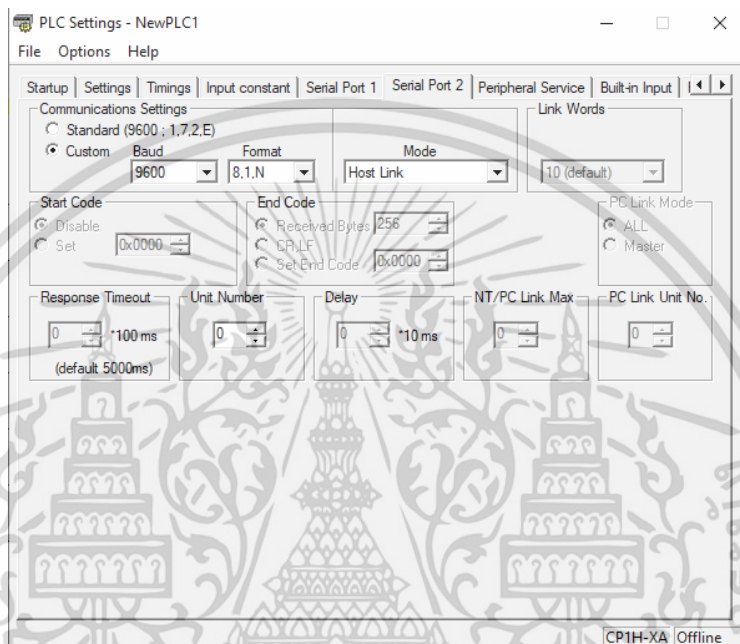


รูปที่ 3.30 Ladder Diagram ในการหมุน Servo Motor (แกน Y) ด้วย Pulse&speed ใน Manual Mode

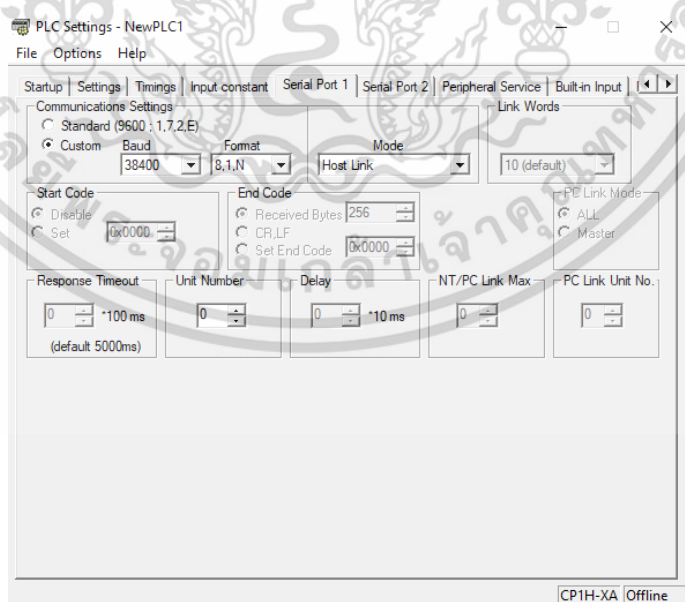
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การควบคุม Servo ด้วย PLC โดยการควบคุมแบบอัตโนมัติ (Auto Mode)

หลักการการทำงานการควบคุม Servo ด้วย PLC โดยการควบคุมแบบอัตโนมัติ (Auto Mode) สำหรับการควบคุมแบบอัตโนมัติ จะใช้กล่องเป็นตัวจับตำแหน่งของวัตถุเพื่อส่งค่าตำแหน่งไป PLC และทำการเคลื่อน Servo ไปยังตำแหน่งที่กล่องตรวจจับพิกัดได้



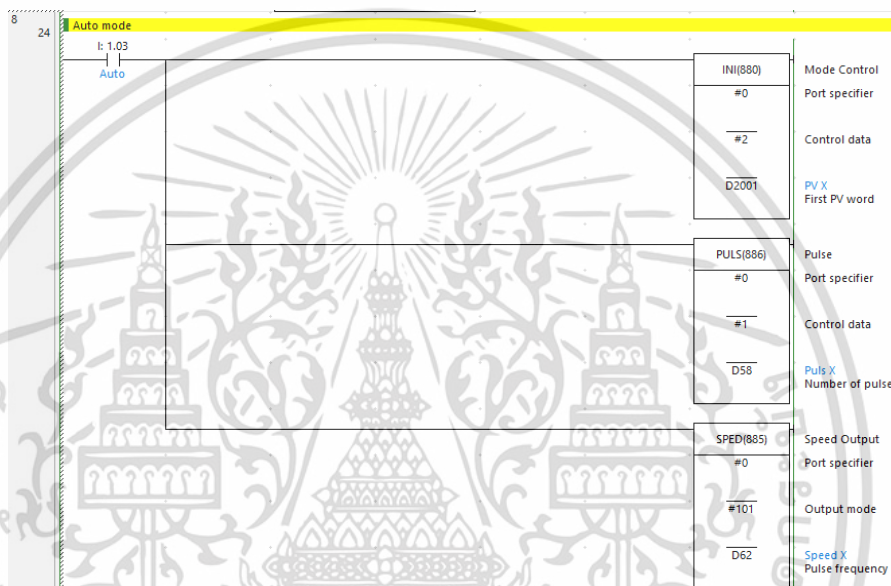
รูปที่ 3.31 Settings Serial Port2 สำหรับหน้าจอ HMI



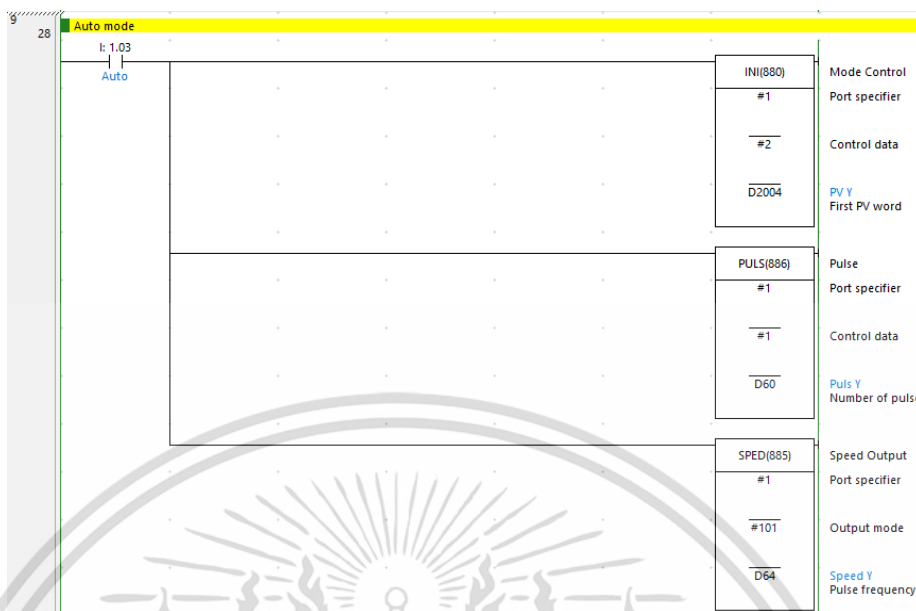
รูปที่ 3.32 Settings Serial Port1 สำหรับ Arduino

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้ Cx-Programmer สำหรับ PLC ในการควบคุมแบบอัตโนมัติ (Auto Mode) จะรับค่า Setpoint จากหน้าจอ HMI ผ่านสาย RS-232 โดยตั้งค่าที่ Serial port 2 เป็น Baud 9600 ,Format 8,1,N and Mode Host link ตามรูปที่ 3.31 และรับค่าตำแหน่งของวัตถุจากกล้องผ่าน Arduino ผ่านสาย RS-232 โดยตั้งค่าที่ Serial port 1 เป็น Baud 38400, Format 8,1,N และ Mode Host link ตามรูปที่ 3.32 จากนั้นเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งวัตถุและแสดงค่าของ PULSE กับ SPEED บนจอ HMI



รูปที่ 3.33 Ladder Diagram ในการหมุน Servo Motor (แกน X) ด้วย Pulse & speed ใน Auto Mode



รูปที่ 3.34 Ladder Diagram ในการหมุน Servo Motor (แกน Y) ด้วย Pulse & speed ใน Auto Mode

Name	Data Type	AT	Initial Value
Real_Input_Data	REAL		0.0
Real_XMax_Value	REAL		0.0
Real_XMin_Value	REAL		0.0
Real_Output_Scale	REAL		0.0
Real_YMax_Value	REAL		0.0
Real_YMin_Value	REAL		0.0

Internals	Inputs	Outputs	In Out	Externals
Real_Input_Data := DINT_TO_REAL(Input_Data); Real_XMax_Value := DINT_TO_REAL(XMax_Value); Real_XMin_Value := DINT_TO_REAL(XMin_Value); Real_YMax_Value := DINT_TO_REAL(YMax_Value); Real_YMin_Value := DINT_TO_REAL(YMin_Value); Real_Output_Scale := (((Real_YMax_Value - (Real_YMin_Value)) / ((Real_XMax_Value) - (Real_XMin_Value))) * ((Real_Input_Data) - Real_XMin_Value)) + (Real_YMin_Value); Output_Scale := REAL_TO_DINT(Real_Output_Scale);				

รูปที่ 3.35 Structure text การทำอัตราส่วนค่าที่ได้จากล๊องเป็นตำแหน่ง

Name	Data Type	AT	Initial Value
X2	DINT		0
Y2	DINT		0
Real_Y_Speed	REAL		0.0

Internals	Inputs	Outputs	In Out	Externals
X2 := ABS (X1); Y2 := ABS (Y1); Real_Y_Speed := (DINT_TO_REAL(Y2) / DINT_TO_REAL(X2)) * DINT_TO_REAL (X_Speed); Y_Speed := REAL_TO_DINT(Real_Y_Speed);				

รูปที่ 3.36 Structure text การทำ Interpolation ของแกน X และ แกน Y

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 การทดลองหาเวลาเฉลี่ยใน 1 รอบการทำงาน

โดยการทดลองนี้ทดลองเพื่อให้ทราบเวลาในการทำงานของเครื่องวิธีการทดลองจะทำการจับเวลาใน 1 รอบการทำงานของเครื่องนับจากเครื่องเริ่มทำงานเคลื่อนที่ไปยังวัตถุและกลับมาจุดเริ่มต้นอีกครั้งทั้งหมด 3 ระยะ ระยะที่ 1 (ใกล้) ค่าแกน $X=10.30$ cm ค่าแกน $Y=23.72$ cm ระยะที่ 2 (กลาง) ค่าแกน $X=24.39$ cm ค่าแกน $Y=15.47$ cm ระยะที่ 3 (ไกล) ค่าแกน $X=45$ cm ค่าแกน $Y=31.71$ ตามรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 ตำแหน่งของการทดลองที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ครั้งที่	Speed x	Speed y	Pulse x	Pulse y	ระยะทาง x (cm)	ระยะทาง y (cm)	เวลา(s)
1	16,384	37,724	82,410	189,750	10.30	23.72	18.76
2	16,384	37,724	82,410	189,750	10.30	23.72	18.87
3	16,384	37,724	82,410	189,750	10.30	23.72	18.13
4	16,384	37,724	82,410	189,750	10.30	23.72	18.68
5	16,384	37,724	82,410	189,750	10.30	23.72	17.93
						เวลาเฉลี่ย	18.47

ตารางที่ 4.1 ตารางการทดลองตำแหน่งที่ 1 ค่าที่ได้จากกล้อง X=164 ,Y=194 (ระยะใกล้)

ครั้งที่	Speed x	Speed y	Pulse x	Pulse y	ระยะทาง x (cm)	ระยะทาง y (cm)	เวลา(s)
1	16,384	10,388	195,181	123,750	24.39	15.47	24.54
2	16,384	10,388	195,181	123,750	24.39	15.47	24.63
3	16,384	10,388	195,181	123,750	24.39	15.47	24.82
4	16,384	10,388	195,181	123,750	24.39	15.47	24.40
5	16,384	10,388	195,181	123,750	24.39	15.47	24.53
						เวลาเฉลี่ย	24.58

ตารางที่ 4.2 การทดลองตำแหน่งที่ 2 ค่าที่ได้จากกล้อง X=112,Y=162 (ระยะกลาง)

ครั้งที่	Speed x	Speed y	Pulse x	Pulse y	ระยะทาง x (cm)	ระยะทาง y (cm)	เวลา(s)
1	16,384	11,546	360,000	253,688	45	31.71	40.70
2	16,384	11,546	360,000	253,688	45	31.71	41.48
3	16,384	11,546	360,000	253,688	45	31.71	42.82
4	16,384	11,546	360,000	253,688	45	31.71	42.30
5	16,384	11,546	360,000	253,688	45	31.71	42.39
						เวลาเฉลี่ย	41.94

ตารางที่ 4.3 การทดลองตำแหน่งที่ 3 ค่าที่ได้จากกล้อง X=36,Y=225 (ระยะไกล)

ค่าจากตาราง 4.1, 4.2 และ 4.3 เวลาเฉลี่ยใน 1 รอบการทำงาน 28.33 วินาที โดยเวลาที่มากที่สุด ใน 1 รอบการทำงาน เท่ากับ 42.82 วินาที ทั้งนี้เมื่อรู้เวลาในการทำงานของเครื่องเราจะสามารถคำนวณเวลาในการทำงานของกระบวนการต่าง ๆ ที่ใช้เครื่องนี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

4.2 การทดลองความคลาดเคลื่อนของการเคลื่อนที่

สำหรับการทดลองนี้ทดสอบเพื่อ วิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนของการเคลื่อนที่ในแกน Y ซึ่งจากการที่วิเคราะห์ในแกน X ไม่พบการคลาดเคลื่อน แต่พบการคลาดเคลื่อนในแกน Y ตามตารางที่ 4.4 (ตำแหน่ง Ymin= 102 ตำแหน่ง Ymax=225)

ครั้งที่	พิกัดวัตถุจากกล้อง	พิกัดที่ Servo Motor เคลื่อนที่	ค่าความคลาดเคลื่อน(Error)
1	162	161	1.67%
2	162	161	1.67%
3	162	161	1.67%
4	162	161	1.67%
5	162	161	1.67%

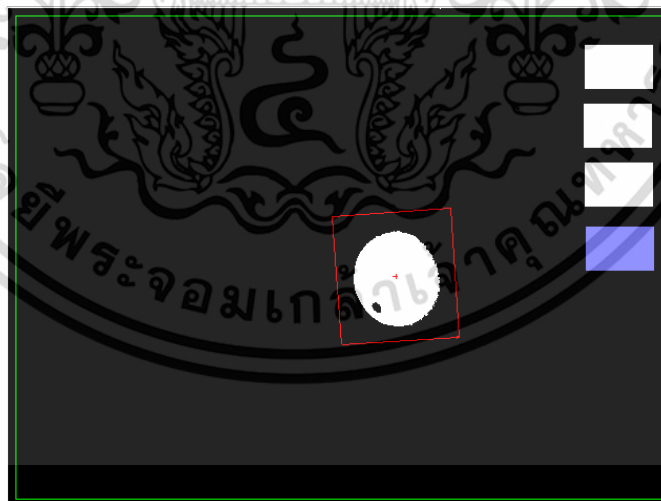
ตารางที่ 4.4 การทดลองค่าความคลาดเคลื่อนในแนวแกน Y

จากตารางที่ 4.4 ค่าความคลาดเคลื่อนในแนวแกน Y มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.67%

4.3 การทดลองวิเคราะห์วัตถุที่กล้องตรวจจับได้

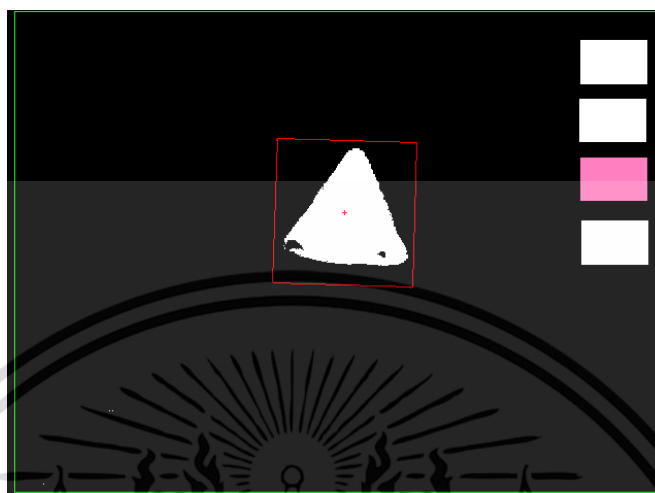
สำหรับการทดสอบ เพื่ออ่านวิเคราะห์วัตถุ เราทำการวิเคราะห์วัตถุรูปทรงเรขาคณิตแบบต่างๆ เราจะทำการหาลักษณะของวัตถุและเมื่อตรวจจับได้จะแสดงเป็นสัญญาณไฟของวัตถุทั้ง 4 ชั้นงานดังต่อไปนี้

ตรวจสอบวัตถุลักษณะทรงกลม 1 ชั้น สามารถวิเคราะห์ออกมาได้ว่าเป็นลักษณะทรงกลม สัญญาณไฟสีน้ำเงิน ตามรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 การทดลองวิเคราะห์วัตถุครั้งที่ 1

ตรวจสอบวัตถุลักษณะทรงสามเหลี่ยม 1 ชิ้น สามารถวิเคราะห์ออกมาได้ว่าเป็นลักษณะทรงสามเหลี่ยม สัญญาณไฟสีชมพูติด ตามรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 การทดลองวิเคราะห์วัตถุครั้งที่ 2

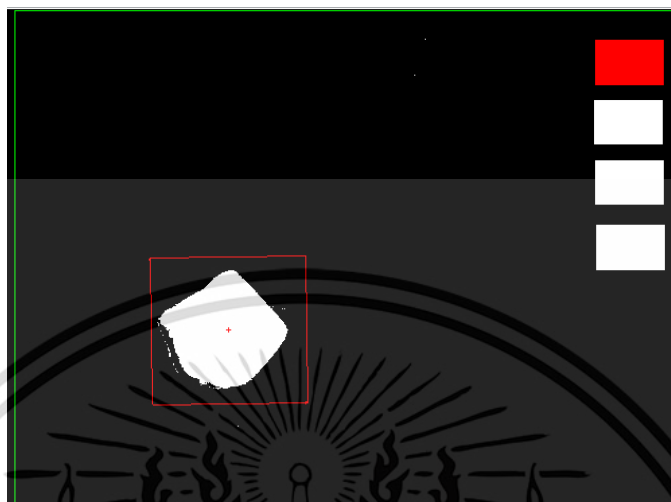
ตรวจสอบวัตถุลักษณะทรงสี่เหลี่ยม 1 ชิ้น สามารถวิเคราะห์ออกมาได้ว่าเป็นลักษณะทรงสี่เหลี่ยมสัญญาณไฟสีเหลืองติด ตามรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 การทดลองวิเคราะห์วัตถุครั้งที่ 3

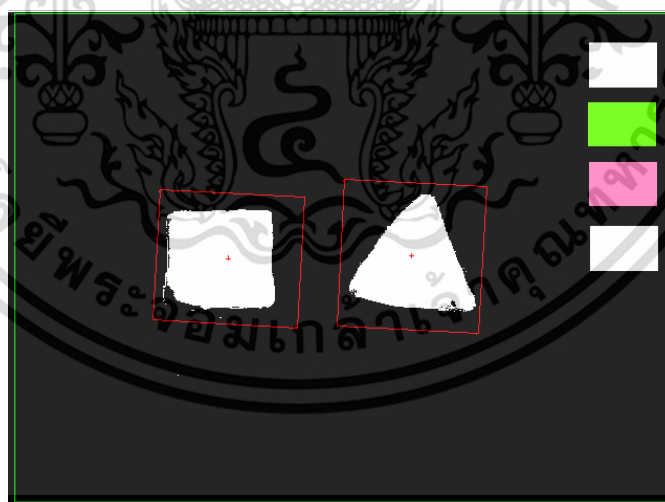
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจสอบวัตถุลักษณะทรงห้าเหลี่ยม 1 ชั้น สามารถวิเคราะห์ออกมาได้ว่าเป็นลักษณะทรงห้าเหลี่ยมสัญญาณไฟสีแดงติด ตามรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 การทดลองวิเคราะห์วัตถุครั้งที่ 4

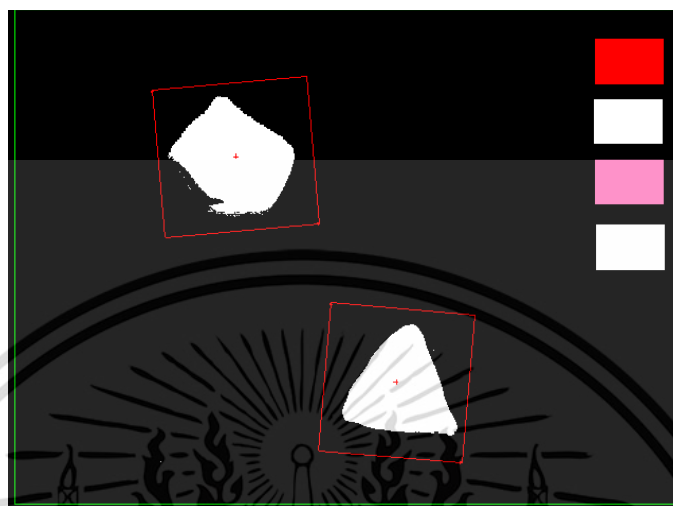
ตรวจสอบวัตถุลักษณะทรงสามเหลี่ยม 1 ชั้นและสี่เหลี่ยม 1 ชั้น สามารถวิเคราะห์ออกมาได้ว่าเป็นลักษณะทรงสามเหลี่ยมและสี่เหลี่ยม สัญญาณไฟสีชมพูและสีเหลืองติด ตามรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 การทดลองวิเคราะห์วัตถุครั้งที่ 5

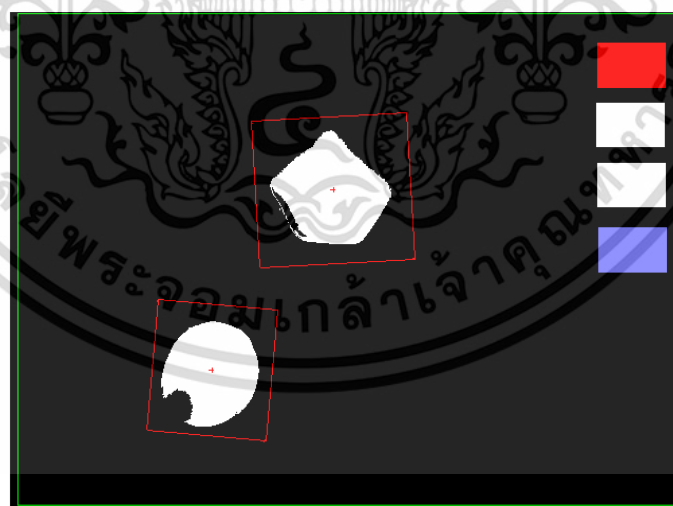
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจสอบวัตถุลักษณะทรงห้าเหลี่ยม 1 ชิ้นและสามเหลี่ยม 1 ชิ้น สามารถวิเคราะห์ออกมาได้ว่าเป็นลักษณะทรงห้าเหลี่ยมและสามเหลี่ยม สัญญาณไฟสีแดงและสีชมพูติด ตามรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 การทดลองวิเคราะห์วัตถุครั้งที่ 6

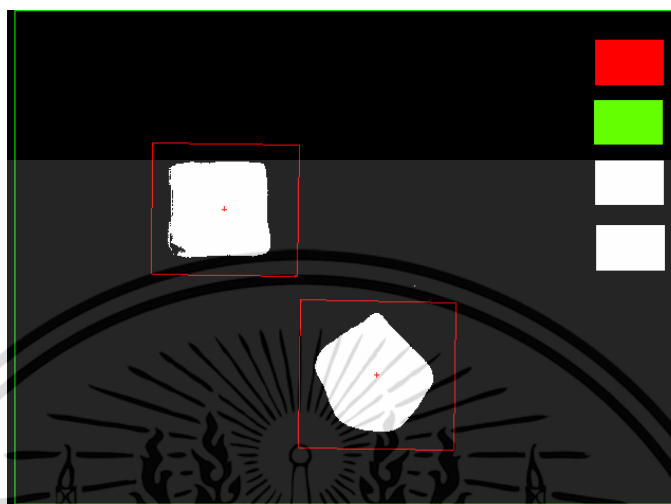
ตรวจสอบวัตถุลักษณะทรงห้าเหลี่ยม 1 ชิ้นและทรงกลม 1 ชิ้น สามารถวิเคราะห์ออกมาได้ว่าเป็นลักษณะทรงห้าเหลี่ยมและทรงกลม สัญญาณไฟสีแดงและสีน้ำเงินติด ตามรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 การทดลองวิเคราะห์วัตถุครั้งที่ 7

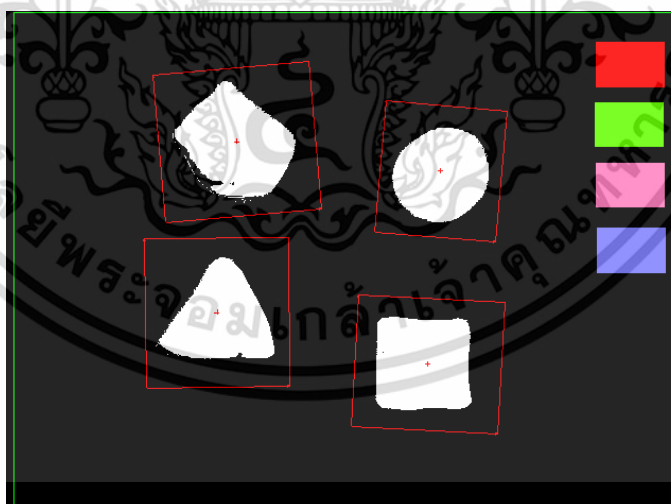
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจสอบวัตถุลักษณะทรงห้าเหลี่ยม 1 ชั้นและสี่เหลี่ยม 1 ชั้น สามารถวิเคราะห์ออกมาได้ว่าเป็นลักษณะทรงห้าเหลี่ยมและสี่เหลี่ยม สัญญาณไฟสีแดงและสีเหลืองติด ตามรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 การทดลองวิเคราะห์วัตถุครั้งที่ 8

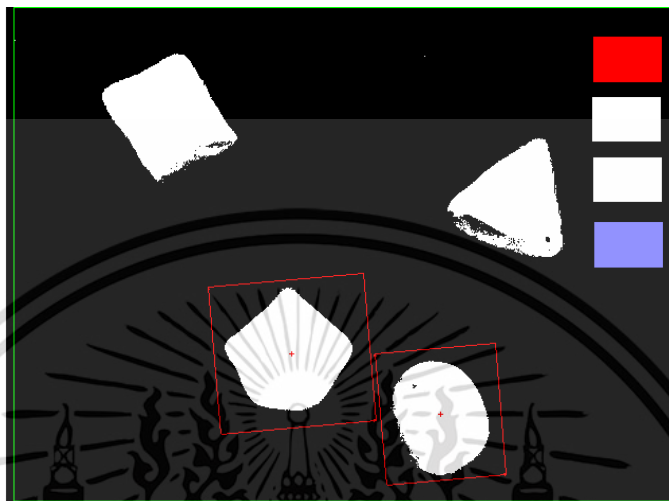
ตรวจสอบวัตถุลักษณะทรงห้าเหลี่ยม 1 ชั้น สี่เหลี่ยม 1 ชั้น สามเหลี่ยม 1 ชั้น และทรงกลม 1 ชั้น สามารถวิเคราะห์ออกมาได้ว่าเป็นลักษณะดังกล่าวทั้งหมด สัญญาณทุกสีติด ตามรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 การทดลองวิเคราะห์วัตถุครั้งที่ 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจสอบวัตถุลักษณะทรงห้าเหลี่ยม 1 ชิ้น สี่เหลี่ยม 1 ชิ้น สามเหลี่ยม 1 ชิ้น และทรงกลม 1 ชิ้น สามารถวิเคราะห์ออกมาได้ว่าเป็นลักษณะห้าเหลี่ยมและทรงกลม สัญญาณไฟสีแดงและสีน้ำเงินติด ในการทดลองนี้ไม่สามารถอ่านวิเคราะห์วัตถุทรงสี่เหลี่ยมและสามเหลี่ยมได้ ตามรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 การทดลองวิเคราะห์วัตถุครั้งที่ 10

ตรวจสอบวัตถุลักษณะทรงห้าเหลี่ยม 1 ชิ้น สี่เหลี่ยม 1 ชิ้น สามเหลี่ยม 1 ชิ้น และทรงกลม 1 ชิ้น สามารถวิเคราะห์ออกมาได้ว่าเป็นลักษณะทรงสี่เหลี่ยม, สามเหลี่ยมและทรงกลม สัญญาณไฟสีเหลือง, สีชมพูและสีน้ำเงินติด ตามรูปที่ 4.12 ในการทดลองนี้ไม่สามารถอ่านวิเคราะห์วัตถุทรงห้าเหลี่ยมได้



รูปที่ 4.12 การทดลองวิเคราะห์วัตถุครั้งที่ 11

จะเห็นผลการทดลองพบว่าการทดลองในการตรวจจับวัตถุรูปทรงเรขาคณิตแบบต่างๆ ในการทดลองจะสามารถตรวจจับวัตถุได้ประมาณ 11 ครั้งมีเพียงแค่ 2 ครั้งที่ไม่สามารถตรวจจับวัตถุได้จากการทดลอง 11 ครั้ง แล้วเมื่อนำมาสรุปรวมผลการทดลองจะสามารถตรวจจับวัตถุทุกรูปแบบได้จากการทดลองเห็นได้ว่าโปรแกรมในการทำงานเกิดความผิดพลาดได้บ้างเกิดจากโปรแกรมมีประสิทธิภาพในการทำงานได้ไม่สูงนัก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

ในการทดลองเกี่ยวกับเรื่อง Vision Camera ที่กล่าวมาทั้งหมดนั้น สามารถชี้ตำแหน่งระยะการจับวางของวัตถุ การอ่านวิเคราะห์ประมวลผลภาพและสื่อสารกับตัวเก็บข้อมูลของเครื่อง PLC จากการทดลองการเขียนออกแบบโปรแกรมคำสั่งให้กล้องสามารถตรวจจับตำแหน่งของกล้อง ตั้งแต่การติดต่อกับกล้อง ตรวจสอบระยะการวางของวัตถุ แสดงระยะการวางวัตถุ แสดงตำแหน่งของวัตถุที่ทำกรวิเคราะห์อยู่ หลังจากนั้นโปรแกรมจะเก็บค่าต่าง ๆ ที่ได้เพื่อส่งไปยังตัวเก็บข้อมูลในเครื่อง PLC ในส่วนของการสื่อสารกับตัวเก็บข้อมูลของเครื่อง PLC ในส่วนนี้จะทำการเก็บค่าที่ได้จากการชี้ตำแหน่งของวัตถุในส่วนที่หนึ่งไว้ คือ ค่าระยะการวางของวัตถุบน X-Y Table เพื่อนำค่าไปใช้ในการควบคุมการเคลื่อนที่ของกล้องต่อไป จากการทดลองการเคลื่อนที่ของ Servo Motor มีค่าความคลาดเคลื่อน 1.67% จากการเคลื่อนที่ของ Servo Motor ในส่วนตัวกล้องที่ใช้อ่านและวิเคราะห์ จากการทดลองการเขียนออกแบบคำสั่งให้กล้องสามารถอ่านและวิเคราะห์ประมวลผลวัตถุที่กำลังแสดงผ่านกล้อง นั้นจะทำให้ได้ภาพจากการฉายภาพแต่ละครั้งมาเปรียบเทียบกับภาพที่ได้ทำการจดจำไว้ จากการทดลองนี้เป็นการวิเคราะห์วัตถุต้องสงสัยโดยนำภาพต้นฉบับมาเปรียบเทียบกับภาพเป้าหมาย เพื่อหาทำการหาตำแหน่งของภาพที่มีความเหมือนกันในด้านลักษณะและค่าสีที่แสดงผ่านตัวกล้องที่กำลังส่งเปรียบเทียบกับภาพอ้างอิง แล้วนำวิเคราะห์จะสามารถทำให้ตรวจเช็ควัตถุต้องสงสัยออกมาได้ จากการทดลองการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมด 11 ครั้งสามารถสรุปได้ว่าการทดลองมีความผิดพลาด 27.27%

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

- 5.2.1 จากการทดลองสภาพแวดล้อมมีผลต่อภาพที่ได้ คือ เรื่องของแสงหากมีแสงมากเกินไปหรือน้อยเกินไปจะทำให้ภาพที่ได้มีการสะท้อนหรือเกิดเงาทำให้ภาพที่ได้มีความคาดเคลื่อน
- 5.2.2 อุปกรณ์ในส่วนของกล้องที่ใช้เป็นในการถ่ายภาพเป็น webcam ซึ่งมีความละเอียดไม่มากทำให้ความละเอียดของภาพที่ถ่ายออกมาไม่ชัดเจนมากนัก
- 5.2.3 เนื่องจากไม่เคยได้ศึกษาโปรแกรม NI Vision Builder มาก่อนทำให้ไม่มีความชำนาญในการใช้โปรแกรมทำให้ช่วงแรกยังทำงานได้ไม่เต็มที่นักและยังมีความไม่เข้าใจในเครื่องมือคำสั่ง

ต่อมาเมื่อสามารถปรับตัวและได้รับคำแนะนำจากอาจารย์ที่มีเชี่ยวชาญในเรื่องนี้ จึงทำงานได้ดีขึ้นตามลำดับ

- 5.2.4 การเขียนออกแบบโปรแกรมให้ได้ผลเป็นไปตามที่ต้องการ ต้องใช้เวลาในการตรวจสอบทดลอง
- 5.2.5 แก้ไข และพัฒนาคำสั่ง เพื่อจัดการแก้ปัญหาและข้อผิดพลาด
- 5.2.6 การติดตั้งของอุปกรณ์หากมีการเคลื่อนย้ายต้อง Set ตำแหน่งของกล้องทั้งสองตัวให้อยู่ที่เดิมเหมือนตอนแรกที่เราได้ทำการบันทึกค่าต่างๆ
- 5.2.7 ในส่วนโครงสร้างของ X-Y Table เกิดความเสียหายระหว่างการทดลองทำให้ไม่สามารถเคลื่อนที่ servo motor ไปยังตำแหน่งได้
- 5.2.8 ความเสียหายของการเชื่อมต่อ PLC และ servo motor เมื่อเกิดความเสียหายของสายใดสายหนึ่งทำให้ทั้งระบบไม่สามารถทำงานต่อได้ เนื่องจากใช้สายในการเชื่อมต่อจำนวนมากทำให้การหาต้นเหตุและแก้ปัญหาทำได้ยาก

5.3 ข้อเสนอแนะ

- 5.3.1 ในการพัฒนาอยากให้มีการออกแบบพัฒนาซอฟต์แวร์ในส่วนของการวิเคราะห์และตรวจสอบวัตถุให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น
- 5.3.2 พบว่ามีจำเป็นต้องมีการควบคุมสิ่งแวดล้อม เช่น แสงในบริเวณที่วางกล้องไม่ให้สว่างมากเกินไปหรือน้อยเกินไป จำเป็นควบคุมแสงให้เหมาะสม
- 5.3.3 ในการพัฒนาต่อจำเป็นต้องมีการจัดหาอุปกรณ์ที่มีคุณภาพสูงมากขึ้น เช่น กล้องที่มีความละเอียดมากขึ้นเพื่อประสิทธิภาพของผลลัพธ์ที่ดีขึ้น
- 5.3.4 จากการศึกษาพบว่าควรวางกล้องในที่ที่เหมาะสม เช่น หลีกเลี่ยงการเคลื่อนย้าย และการกระทบกระเทือนต่อกล้องที่ทำให้กล้องเปลี่ยนตำแหน่ง
- 5.3.5 ออกแบบส่วนโครงสร้างของระบบให้มีความแข็งแรงใช้งานง่าย และสะดวกต่อการบำรุงรักษา
- 5.3.6 เดินสายและเชื่อมต่อสายอย่างมีระเบียบเพื่อให้ง่ายต่อการตรวจสอบและแก้ปัญหา
- 5.3.7 ในอนาคตสามารถพัฒนาเพิ่มจำนวนแกนของ servo motor เพื่อสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลายมากขึ้น
- 5.3.8 อนาคตออกแบบพัฒนากล้องให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นเพื่อสามารถวิเคราะห์ชิ้นงานลักษณะที่มีความหลากหลายมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- [1] Pixy camera. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.thaieasyelec.com/pixy-2-cmucam5-image-sensor.html?__store=en&__from_store=th
- [2] Arduino. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.thaieasyelec.com/arduino-unor3.html>
- [3] Webcam. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.advice.co.th/product/webcam/oker/webcam-oker-177-black>
- [4] Arduino IDE. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://sites.google.com/site/karanwinatktch/unit1>
- [5] Ni vision Builder. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.techsquare.co.th/product/ni-vision-builder-for-automated-inspection-vbai-development-license/>