

โปรแกรมวิทัศน์สำหรับควบคุมแขนกลอัตโนมัติในการประกอบอุปกรณ์
อิเล็กทรอนิกส์เข้ากับแผงวงจรพิมพ์

VISUAL PROGRAM FOR AUTOMATICALLY CONTROLLING ROBOT
ARM IN ASSEMBLING COMPONENTS ON PRINTED-CIRCUIT BOARD



รายงานสหกิจศึกษาเป็นส่วนหนึ่งในหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมระบบการผลิต
วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

โปรแกรมวิทัศน์สำหรับควบคุมแขนกลอัตโนมัติในการประกอบอุปกรณ์

อิเล็กทรอนิกส์เข้ากับแผ่นวงจรพิมพ์

VISUAL PROGRAM FOR AUTOMATICALLY CONTROLLING ROBOT
ARM IN ASSEMBLING COMPONENTS ON PRINTED-CIRCUIT BOARD



เลขหมู่.....
เลขทะเบียน **147904**
วันเดือนปี = 16 ต.ค. 2560

b. 12862733
i.

รายงานสหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งในหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมระบบการผลิต

วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

VISUAL PROGRAM FOR AUTOMATICALLY CONTROLLING ROBOT
ARM IN ASSEMBLING COMPONENTS ON PRINTED-CIRCUIT BOARD



A CO-OPERATIVE REPORT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN MANUFACTURING SYSTEM ENGINEERING
COLLEGE OF ADVANCED MANUFACTURING INNOVATION
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อสหกิจศึกษา

โปรแกรมวิทัศน์สำหรับควบคุมแขนกลอัตโนมัติในการประกอบ
อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เข้ากับแผงวงจรพิมพ์
Develop an application for image processing in
conjunction with robot automation for insert the
component into PCB

นักศึกษา

นายธนาคม เทียงทัศน์

รหัสนักศึกษา

56120016

ปริญญา

วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา

วิศวกรรมระบบการผลิต

พ.ศ.

2559

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร. ฉัตรพล ภาคศิริ

วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อนุมัติให้สหกิจศึกษาเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ประจำปี
การศึกษา 2559

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ดร. ฉัตรพล ภาคศิริ	
ผศ.ดร. วรวิทย์ มรรคเจริญ	
ดร. สันทัต ชูวงอินทร์	
นางสาวศลิษา เผือกเนียม	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อสหกิจศึกษา	โปรแกรมวิทัศน์สำหรับควบคุมแขนกลอัตโนมัติในการประกอบ
	อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เข้ากับแผ่นวงจรพิมพ์
นักศึกษา	นายธนาคม เทียงทัศน์
รหัสนักศึกษา	56120016
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมระบบการผลิต
พ.ศ.	2559
อาจารย์นิเทศ	ดร. ฉัตรพล ภาคศิริ
ผู้นิเทศงาน	นางสาวศลิษา เผือกเนียม
ชื่อสถานประกอบการ	บริษัทแคล - คอมพ์ อิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน)

บทคัดย่อ

ระบบอัตโนมัติ ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในอุตสาหกรรมการผลิต เนื่องจากการแข่งขันทางการค้าต่างมีการลดต้นทุนการผลิตและเพิ่มคุณภาพของสินค้าให้สูงขึ้น ด้วยเหตุผลนี้จึงศึกษาและให้ความสนใจเกี่ยวกับการพัฒนาโปรแกรมสำหรับระบบอัตโนมัติซึ่งสามารถสนับสนุนผู้ใช้งานระบบอัตโนมัติทำให้สามารถเข้าถึงระบบอัตโนมัติได้ง่ายยิ่งขึ้น

โปรแกรมนี้นี้ถูกพัฒนาขึ้นมาจากภาษา C# ซึ่งจะได้นหน้าต่างที่ใช้งานได้ง่ายและสามารถเชื่อมต่อกับโปรแกรมตัวอื่นได้อีกทำให้ในส่วนของการทำงานนั้นจะมีความแม่นยำมากในการควบคุมแขนกลอัตโนมัติ โปรแกรมนี้เป็นศูนย์กลางของการควบคุมระบบทั้งหมดซึ่งประกอบไปด้วย สายพานลำเลียงแผ่นวงจรพิมพ์อัตโนมัติ ระบบประมวลผลภาพและแขนกลอัตโนมัติ โดยระบบนี้จะเริ่มต้นจากการที่แผ่นวงจรพิมพ์เคลื่อนที่มาจากสายพานลำเลียงและมาหยุดในบริเวณที่กำหนดไว้จากนั้นแขนกลอัตโนมัติก็จะทำการหยิบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ไปไว้ที่กล่องตัวที่ 1 ซึ่งกล่องก็จะทำการถ่ายภาพอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เพื่อที่จะตรวจสอบความสมบูรณ์และตำแหน่งของอุปกรณ์ต่อมาแขนกลอัตโนมัติก็จะเคลื่อนที่ไปยังแผ่นวงจรพิมพ์แล้วกล่องตัวที่ 2 ซึ่งติดอยู่ที่ปลายแขนกลอัตโนมัติก็จะทำการตรวจสอบตำแหน่งของแผ่นวงจรพิมพ์ที่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์นั้นจะลงไปประกอบด้วยจากนั้นแขนกลอัตโนมัติก็จะทำการประกอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กับแผ่นวงจรพิมพ์ โดยการทำงานทั้งหมดนี้จะทำ 4 ครั้งต่อ 1 ถาดขนส่ง หลังจากกระบวนการทั้งหมดเสร็จสิ้นลงถาดขนส่งก็จะไปสู่สถานีถัดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา แล! ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Visual program for automatically controlling robot arm in assembling components on printed-circuit board
Student	Mr. Thanakom Thiangthat
Student ID	56120016
Degree	Bachelor of Engineering
Program	Manufacturing System Engineering
Year	2016
Advisor	Dr. Chatrpol Pakasiri
Mentor	Miss Salisa Phuakneam
Company	Cal-Comp Electronics (Thailand) Public Company Limited

ABSTRACT

Automation becomes an important element in manufacturing industry because of high production costs and high quality products. This project is focusing on developing a program for automatic assembling components on printed-circuit board (PCB). The program can be easily configured by users to set up automatic assembly system.

The program is developed on c# platform. The interface is easy to use. It can be combined with other programs. The control part is very precise in positioning the robot arm. The program is the central control unit to connect between conveyor buffer system, image processing system and robot arm. The system starts with PCBs that are transported on conveyor buffer and stopped at a fixed position. The robot arm then moves to pick a component and stops at the first camera. The camera will take the picture of the component to check its quality and its position on the robot arm. After that, the robot arm will move to the PCB assembly position. The second camera on the robot arm will take a picture of the PCB in order to find the assembly position. Then the robot arm will put the component on that position. This process repeats four times for four PCBs on each carrier. After finishing all PCBs assembly, the carrier moves to the next station.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การที่ข้าพเจ้าได้มาปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ บริษัทแคล-คอมพ์ อีเล็กทรอนิกส์(ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) ตั้งแต่วันที่ 1 สิงหาคม พ.ศ. 2559 ถึงวันที่ 2 ธันวาคม พ.ศ. 2559 ส่งผลให้ข้าพเจ้าได้รับความรู้และประสบการณ์ต่างๆ ความรู้ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ภาคอุตสาหกรรม

สำหรับรายงานวิชาสหกิจนี้ สำเร็จลงได้ด้วยจากความร่วมมือและสนับสนุนจากพี่พนักงานบริษัท แคล-คอมพ์ อีเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) ที่ได้ให้ความรู้ คำแนะนำ คำปรึกษาเป็นแนวคิดที่เป็นประโยชน์ต่อรายงานฉบับนี้ และขอขอบพระคุณ ดร. ฉัตรพล ภคศิริ อาจารย์ที่ปรึกษาที่คอยให้ความรู้ คำแนะนำ และแนวคิด รวมถึงยังตรวจทานแก้ไขรายงานฉบับนี้จนสำเร็จสมบูรณ์ตามหลักเกณฑ์ข้อบังคับ รวมถึงขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ได้ให้ความสนับสนุนในด้านต่างๆ

ทั้งนี้ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าโครงการที่จัดทำขึ้นมาจะเป็นประโยชน์แก่ผู้สนใจ และใคร่ศึกษาเพื่อนำไปพัฒนาให้ดียิ่งขึ้น หากมีข้อผิดพลาดประการใดผู้จัดทำก็ขออภัยและนำไปแก้ไข

ธนาคม เทียงทัศน์

ผู้จัดทำรายงาน

2 ธันวาคม 2558

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญภาพ.....	VII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	2
1.3 ขอบเขตของโครงการ.....	2
1.4 คำจำกัดความที่ใช้ในการศึกษา.....	2
1.5 ตารางระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินงาน.....	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
1.7 รายละเอียดของสถานประกอบการ.....	4
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	7
2.1 เทคโนโลยีการประมวลผลภาพ (Image processing).....	7
2.1.1 ภาพดิจิทัล (Digital Image).....	8
2.1.2 รูปร่างของภาพ (Image Shape).....	9
2.1.3 มาตรฐานของสี.....	11
2.1.4 ภาพระดับสีเทา (Gray g Scale Image).....	17
2.1.5 ฮิสโตแกรมของภาพ (Image Histogram).....	18
2.1.6 สัญญาณรบกวนเกาส์เซียน (Gaussian Noise).....	19
2.1.7 ค่าขีดแบ่ง (Thresholding).....	20
2.1.8 Template Matching.....	21
2.2 หุ่นยนต์อุตสาหกรรม (Industrial Robot Type).....	23
2.2.1 Cartesian (Gantry) Robot.....	24
2.2.2 Cylindrical Robot.....	25
2.2.3 Spherical Robot (Polar).....	26
2.2.4 SCARA Robot.....	27

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.2.5 Articulated Arm (Revolute).....	28
2.3 ความหมายของ Structure Programming.....	30
2.3.1 การทำงานแบบตามลำดับ (Sequence).....	30
2.3.2 การเลือกกระทำตามเงื่อนไข (Decision).....	31
2.3.3 การทำซ้ำ (Repetition or Loop).....	31
บทที่ 3 วิธีดำเนินการ.....	32
3.1 ส่วนประกอบของระบบ.....	33
3.2 ขั้นตอนการทำงานของระบบ	34
3.3 แผนผังรูปภาพการทำงานของระบบโดยรวม	35
3.4 กระบวนการวิเคราะห์รูปภาพด้วยระบบประมวลผลภาพ	36
3.4.1 วิเคราะห์และตรวจสอบมาตรฐานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์.....	37
3.4.2 วิเคราะห์หาตำแหน่งที่จะใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงในแผ่นวงจรพิมพ์	43
3.5 กระบวนการหยิบใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ของแขนกลอัตโนมัติ.....	46
3.6 กระบวนการประมวลผลของโปรแกรม.....	52
บทที่ 4 ผลการทดลอง	59
4.1 การทดลองที่ 1 ทดสอบความแม่นยำของการประมวลผลของโปรแกรม.....	59
4.2 การทดลองที่ 2 ผลการเก็บค่า Yield.....	60
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	63
5.1 สรุปผลการทดลอง	63
5.2 ปัญหาและอุปสรรค.....	63
5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนา.....	64
เอกสารอ้างอิง	65
ภาคผนวก ก คู่มือการใช้งานโปรแกรม.....	66

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ตารางระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินงาน	3
3.1 ตารางแสดง Input / Output ของ Robot.....	58
4.1 ผลการทดลองทดสอบความแม่นยำของการประมวลผลของแอปพลิเคชัน	59
4.2 ผลการเก็บค่าจากการทำงานจริงโดยจะวัดออกมาเป็น %Yield Rate	61



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1-1 แสดงป้ายบริษัทที่จังหวัดเพชรบุรี.....	5
1-2 แสดงบริเวณภายในโรงงานที่เพชรบุรี.....	5
2-1 ภาพขั้นตอนการประมวลผลภาพ.....	7
2-2 แบบบิตแมป (Bitmap Image).....	8
2-3 แบบเวกเตอร์ (Vector Image).....	8
2-4 ตัวอย่างภาพแบบบิตแมป (Bitmap Image).....	9
2-5 ตัวอย่างภาพแบบเวกเตอร์ (Vector Image).....	9
2-6 ภาพแสดงถึงระบบสี RGB.....	11
2-7 แสดงระบบสี HSV.....	12
2-8 ภาพแสดงถึงระบบสี HSV.....	13
2-9 ภาพแสดงถึงระบบสี HLS.....	14
2-10 ภาพแสดงถึงระบบสี CMY.....	15
2-11 ภาพแสดงถึงระบบสี YUV.....	16
2-12 ภาพแสดงถึงตัวอย่างการแปลงสีของระบบ RGB เป็น XYZ.....	17
2-13 ภาพระดับสีเทา (Gray g Scale Image).....	17
2-14 แสดงค่าความเข้มสี.....	17
2-15 ฮิสโตแกรมของภาพ(Image Histogram)ที่มีมืดและสว่าง.....	18
2-16 ฮิสโตแกรมของภาพ(Image Histogram)ที่ Contrast น้อยและเยอะ.....	19
2-17 ภาพต้นฉบับ (ขวา) และ ภาพที่มีสัญญาณรบกวนเกาส์เซียน (ซ้าย).....	20
2-18 จากการพิจารณาจากรูปภาพการตัด Thresholding เพื่อแยกวัตถุกับพื้นหลัง.....	21
2-19 Thresholding ภาพต้นฉบับ (ขวา) และภาพที่ทำการตัด Thresholding (ซ้าย).....	21
2-20 ภาพแสดงถึงการหาค่าความต่างระหว่าง Template(ต้นแบบ) กับ Target.....	22
2-21 ภาพแสดงถึงการเปรียบเทียบระหว่างแขนกลกับมนุษย์.....	23
2-22 ภาพ Cartesian Robot Work Envelop Of Cartesian Robot.....	24
2-23 ภาพ Cylindrical Robot Work Envelop Of Cylindrical Robot.....	25
2-24 ภาพ Spherical Robot Work Envelop Of Spherical Robot.....	26
2-25 ภาพ SCARA Robot Work Envelop Of SCARA Robot.....	27
2-26 ภาพ Articulated Arm Robot Work Envelop Of Articulated Robot.....	28
2-27 ภาพ Flow chart ของการทำงานแบบตามลำดับ.....	30

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2-28 ภาพ Flow chart ของการเลือกกระทำตามเงื่อนไข.....	31
2-29 ภาพ Flow chart ของการทำซ้ำ.....	31
3-1 ระบบประกอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อัตโนมัติ.....	32
3-2 ระบบประกอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อัตโนมัติจำลอง	33
3-3 การทำงานของระบบโดยรวม	34
3-4 สัญลักษณ์โปรแกรม NI Vision Template Editor.....	36
3-5 รูปอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในแกน X	37
3-6 ภาพขาวดำจากกล้องอุตสาหกรรมก่อนทำการประมวลผลภาพในแกน X.....	38
3-7 หา Template Matching เพื่อระบุตำแหน่งของสิ่งที่สนใจ	39
3-8 หา Template Matching เพื่อตรวจสอบความสมบูรณ์ของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์.....	39
3-9 รูปอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในแกน Y	40
3-10 ภาพขาวดำจากกล้องอุตสาหกรรมก่อนทำการประมวลผลภาพในแกน Y.....	41
3-11 หา Template Matching ของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์.....	42
3-12 รูปของแผ่นวงจรพิมพ์	43
3-13 ภาพขาวดำจากกล้องอุตสาหกรรมก่อนทำการประมวลผลภาพแผ่นวงจรพิมพ์	44
3-14 หา Template Matching ของรูที่ใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์บนแผ่นวงจรพิมพ์	45
3-15 สัญลักษณ์โปรแกรม Epson RC+ 5.0.....	46
3-16 แผ่นวงจรพิมพ์ (PCB) อยู่ในภาตขนส่ง (Carrier).....	46
3-17 แผ่นวงจรพิมพ์กำลังไหลเข้ามาในระบบ	47
3-18 แขนกลอัตโนมัติทำการหยิบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	48
3-19 กล้องอุตสาหกรรมทำการตรวจสอบและหาตำแหน่งของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์.....	49
3-20 กล้องอุตสาหกรรมที่ปลายแขนกลอัตโนมัติทำการตรวจสอบและหาตำแหน่งของแผ่นวงจรพิมพ์ ..	50
3-21 แขนกลอัตโนมัติ (Robot Epson) ใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงในแผ่นวงจรพิมพ์ (PCB).....	51
3-22 สัญลักษณ์โปรแกรม Visual Studio 2015	52
3-23 การเขียนโปรแกรมในสายการผลิต	52

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ปัจจุบันกระบวนการผลิตแบบอัตโนมัติได้มีบทบาท และมีความสำคัญต่อโรงงานในอุตสาหกรรมไทยมากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังทำให้กระบวนการผลิตเป็นไปอย่างรวดเร็วและมีคุณภาพ จึงต้องนำเอาเครื่องมือที่สามารถลดเวลาในการผลิต และลดต้นทุนในการผลิตเข้ามาใช้ เพื่อเพิ่มศักยภาพของการผลิตให้สูงมากยิ่งขึ้น

การนำเอาระบบอัตโนมัติ หรือเครื่องจักรอัตโนมัติเข้ามาช่วยในการผลิต ทำให้เครื่องจักรสามารถทำงานเองได้ เป็นการลดงานของคนงาน และยังประหยัดพื้นที่ของโรงงาน

ประโยชน์จากการนำเอาระบบอัตโนมัติมาใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม

1. ลดต้นทุนในการผลิต
2. เพื่อทดแทนแรงงานคน
3. เพื่อปรับปรุงคุณภาพมาตรฐานของกระบวนการผลิต
4. เพื่อลดหรือป้องกันความเสียหายอันเกิดจากความบกพร่องของมนุษย์

กระบวนการผลิตแบบอัตโนมัติ ในโรงงานอุตสาหกรรม การคิดค้นและพัฒนาโปรแกรม เป็นอีกส่วนที่สำคัญ ที่ถูกนำมาใช้ในการช่วยทำให้การทำงานที่ซับซ้อนมีความง่ายมากยิ่งขึ้น การจะพัฒนาให้โปรแกรมครอบคลุมการทำงานที่ต้องการทั้งหมดนั้น จำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจในลำดับและขั้นตอนของการทำงานทั้งหมดจึงจะสามารถออกโปรแกรมให้ตรงตามความต้องการได้

ผู้ศึกษาเห็นคุณประโยชน์และให้ความสนใจ ที่จะพัฒนาโปรแกรม ที่ใช้เป็นศูนย์กลาง ตัวเชื่อมการทำงานร่วมกันระหว่างสายพานลำเลียงแผ่นวงจรพิมพ์แบบอัตโนมัติ ระบบประมวลผลภาพและแขนกลอัตโนมัติ ซึ่งจะทำงานโดยการนำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ไปประกอบเข้ากับแผ่นวงจรพิมพ์ก่อนนำไปเชื่อม โดยโปรแกรมนี้สามารถปรับแก้ค่าต่างๆได้ เช่น ค่าพิกัดของโปรแกรมวิทัศน์ ค่าพิกัดของแขนกลอัตโนมัติ ชนิดของแผ่นวงจรพิมพ์ที่จะถูกส่งมาในระบบ เป็นต้นทำให้ลดระยะเวลาในการออกแบบระบบใหม่และยังสามารถปรับปรุงและแก้ไขขั้นตอนการทำงานของระบบได้อย่างรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1.2.1 โปรแกรมนี้สามารถทำงานได้อย่างถูกต้องแม่นยำในการรับ – ส่งค่าระหว่างระบบประมวลผลภาพและแขนกลอัตโนมัติ
- 1.2.2 โปรแกรมนี้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต
- 1.2.3 โปรแกรมนี้สามารถนำมาใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม

1.3 ขอบเขตของโครงการ

- 1.3.1 สามารถที่จะแก้ไข-ตรวจทานการทำงานของระบบประมวลผลภาพและแขนกลอัตโนมัติได้
- 1.3.2 สามารถที่จะแยกแยะได้ว่าชิ้นงานเสียหายหรือไม่
- 1.3.3 มีระยะเวลาการทำงานใน 1 รอบไม่เกิน 40 วินาทีและมีค่าความถูกต้องไม่ต่ำกว่า 99.5%

1.4 คำจำกัดความที่ใช้ในการศึกษา

- 1.4.1 โปรแกรม (program) กลุ่มชุดคำสั่งที่ใช้อธิบายชิ้นงาน หรือกลุ่มงานที่จะประมวลผลโดยคอมพิวเตอร์ โปรแกรมคอมพิวเตอร์อาจหมายถึง ซอฟต์แวร์แอปพลิเคชัน หรือ โปรแกรม โปรแกรมคอมพิวเตอร์ส่วนใหญ่นั้นเป็นชุดคำสั่งที่ออกแบบตามขั้นตอนวิธี โดยปกติแล้วเขียนโดยโปรแกรมเมอร์หรือไม่ก็สร้างโดยโปรแกรมอื่น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ชุดหนึ่งๆอาจเขียนขึ้นด้วยระบบรหัสหรือที่เรียกว่า ภาษาเครื่องซึ่งมักเขียนได้ยากและเหมาะกับช่างเทคนิคเฉพาะทางภายหลังจึงได้มีการสร้างภาษาโปรแกรมที่ใกล้เคียงภาษามนุษย์มากขึ้น
- 1.4.2 สายพานลำเลียงแบบอัตโนมัติ (conveyor buffer) คือสายพานที่สามารถลำเลียงแผ่นวงจรพิมพ์แบบอัตโนมัติไม่ว่าจะด้วยวิธีใดในการควบคุมก็ตาม
- 1.4.3 ระบบประมวลผลภาพ (image processing) เป็นการประยุกต์ใช้งานการประมวลผลสัญญาณบนสัญญาณ 2 มิติ เช่น ภาพถ่าย หรือวิดีโอ และยังรวมถึงสัญญาณ 2 มิติอื่น ๆ ที่ไม่ใช่ภาพด้วย
- 1.4.4 แขนกลอัตโนมัติ (robot arm) คือหุ่นยนต์ที่สามารถหยิบ จับ เคลื่อนย้าย มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งของได้ในพื้นที่การทำงานของมัน แต่ไม่สามารถทำงานนอกพื้นที่การทำงานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.5 แผ่นวงจรพิมพ์ (printed circuit board, PCB) เป็นแผงที่มีลายทองแดงนำไฟฟ้า อยู่ใช้ สำหรับต่อวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เพื่อประกอบเป็นวงจรแทนการต่อวงจร ด้วยสายไฟ โดยแผงวงจรมีอาจมีเพียงด้านเดียวหรือสองด้านหรือสามารถวางซ้อน กันได้หลาย ๆ ชั้นได้เช่นกันตามความต้องการของผู้ออกแบบ

1.4.6 แมชชิงเทมเพลต (template matching) เป็นการตรวจสอบวัตถุที่สนใจในภาพ โดยจะนำรูปของวัตถุที่สนใจมาเปรียบเทียบกับภาพที่มีเพื่อหาวัตถุชิ้นๆในภาพ

1.5 ตารางระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินงาน

ในการดำเนินงานการเขียนโปรแกรมวิทัศน์สำหรับควบคุมแขนกลอัตโนมัติในการประกอบ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เข้ากับแผ่นวงจรพิมพ์ช่วงแรกเป็นการศึกษาสายการผลิตการประกอบชิ้นงาน จากนั้นเริ่มออกแบบ เขียนและพัฒนาโปรแกรม ต่อมาจะทดสอบโปรแกรมควบคู่ไปกับการปรับปรุง และแก้ไขโดยจะทำการเก็บผลการทำงานไว้ด้วยในขั้นตอนเหล่านี้ดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ตารางระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินงาน

ลำดับ	ขั้นตอนในการดำเนินงาน	ระยะเวลาในการดำเนินงาน			
		ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.
1	ศึกษาและรวบรวมข้อมูลการทำงานของสายการผลิตการประกอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	■			
2	ออกแบบโปรแกรม	■			
3	สร้างและพัฒนาโปรแกรม	■			
4	ทดสอบโปรแกรม		■	■	
5	ปรับปรุงและแก้ไขโปรแกรม		■	■	■
6	สรุปผลการทดลอง				■
7	จัดทำรูปเล่มรายงาน				■

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

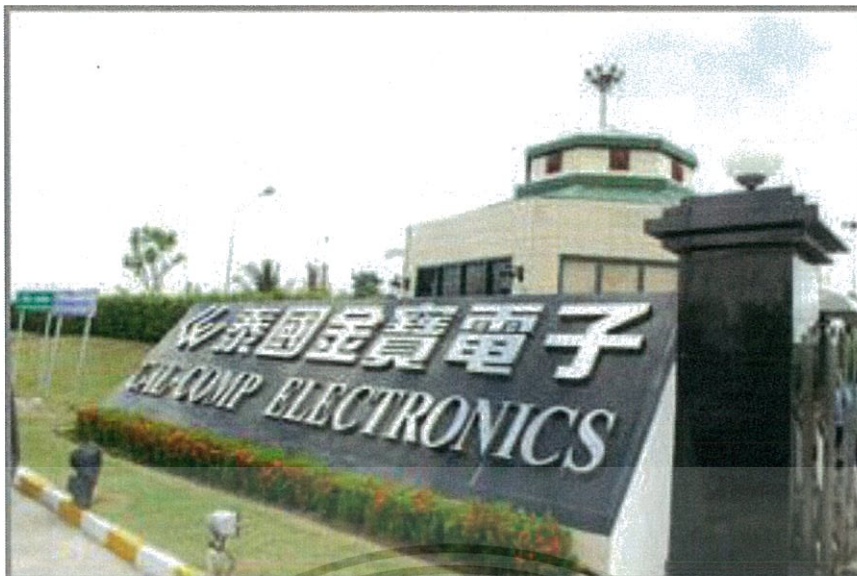
- 1.6.1 สามารถนำโปรแกรมนี้ไปใช้ในกระบวนการผลิตเพื่อทำให้สามารถแก้ไขกระบวนการผลิตได้สะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น
- 1.6.2 ได้รับความรู้ในการออกแบบโปรแกรมจากภาษา C#
- 1.6.3 ได้รับความรู้ในการออกแบบระบบประมวลผลภาพด้วยโปรแกรมของ National Instrument
- 1.6.4 ได้รับความรู้ในการออกแบบระบบการทำงานของแขนกลอัตโนมัติ Epson RS3
- 1.6.5 สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปพัฒนาหรือประยุกต์ใช้กับงานด้านอื่นๆได้

1.7 รายละเอียดของสถานประกอบการ

บริษัท แคล - คอมพ์ อีเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) ก่อตั้งขึ้นเมื่อวันที่ 4 ธันวาคม 2532 จดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยเมื่อปี 2543 โดยใช้ชื่อหลักทรัพย์ในการซื้อขายว่า CCET ในปี 2546 บริษัทได้จดทะเบียนซื้อขาย TDR (Taiwan Depositary Receipts) ในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยได้ทันทัน โดยใช้ชื่อหลักทรัพย์ในการซื้อขายว่า 9105 บริษัทฯ เป็นผู้ผลิตและส่งออกผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปในรูปแบบของ OEM (Original Equipment Manufacturing) และ ODM (Original Design Manufacturing) ทั้งยังเป็นผู้นำด้านการบริการการผลิตสินค้าอิเล็กทรอนิกส์ Electronics Manufacturing Services (EMS) ทำให้บริษัทฯ สามารถผลิตสินค้าที่มีความหลากหลายเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าทั่วโลก

มากกว่า 22 ปีที่บริษัทฯ มีประสบการณ์ทางด้านการผลิตในประเทศไทย ผลิตภัณฑ์ของบริษัทได้รับการยอมรับจากลูกค้าชั้นนำทั่วโลก ทั้งความแม่นยำในแผนการผลิต, 6 ซิกมา, TQM (Total Quality Control) ระบบโรงงานจำลอง ความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยี, ขั้นตอนการตรวจสอบที่รัดกุมและมีคุณภาพ, วิเคราะห์อัตราความเสียหายซ้ำชุดของผลิตภัณฑ์, ความระมัดระวังในการทำงานของพนักงาน ซึ่งทั้งหมดนี้ก่อให้เกิดสินค้าที่มีคุณภาพและได้มาตรฐาน จึงทำให้บริษัทฯ ได้รับการยอมรับในด้านการผลิตสินค้าที่มีคุณภาพจากสถาบันในประเทศและต่างประเทศ โดยบริษัทเป็นผู้ผลิตรายแรกๆ ในประเทศไทยที่ได้รับใบรับรองมาตรฐาน ISO 9002, ISO 14001, QS 9000 และ IEC17025

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1.1 แสดงป้ายบริษัทที่จังหวัดเพชรบุรี

1.7.1 ประวัติของสถานประกอบการ

บริษัท แคล-คอมพ์ อิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) (“บริษัทฯ”) ก่อตั้งด้วยทุนจดทะเบียนเริ่มแรก 125 ล้านบาท เมื่อวันที่ 4 ธันวาคม 2532 เพื่อผลิตและส่งออกผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปและอุปกรณ์ประเภทอิเล็กทรอนิกส์ (Electronics Manufacturing Services: EMS) ปัจจุบันบริษัทฯ บริษัทฯ มีทุนจดทะเบียน 4,277,556,192 บาท และมีทุนชำระแล้วทั้งสิ้น 4,085,064,192 บาท



ภาพที่ 1.2 แสดงบริเวณภายในโรงงานที่เพชรบุรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บริษัทฯ ประกอบธุรกิจผลิต (Original Equipment Manufacturing-OEM) ผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์ให้กับเจ้าของผลิตภัณฑ์ชั้นนำของโลกหลายบริษัท เช่น Western Digital, Seagate, Hitachi, Advance Digital Broadcast, Technicolor, Pace, Hewlett Packard, Nikon และอื่นๆ เป็นต้น ผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์ที่บริษัทฯ ผลิต สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทหลัก ได้แก่

- อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ ได้แก่ เครื่องพิมพ์ชนิดพ่นหมึก เครื่องพิมพ์ชนิดเลเซอร์ เครื่องพิมพ์ multi-function เครื่องพิมพ์กระดาษต่อเนื่อง เครื่องพิมพ์ขนาดใหญ่ เมนบอร์ด External Hard Disk และแผงวงจร PC สำหรับ hard disk เป็นต้น

- อุปกรณ์โทรคมนาคม ได้แก่ รับส่งสัญญาณดาวเทียม เครื่องหูฟังโทรศัพท์มือถือระบบไร้สาย (Bluetooth) เป็นต้น

ณ วันที่ 31 ธันวาคม 2555 บริษัทฯ มีพนักงานทั่วโลกทั้งสิ้น 16,937 คน โดยแบ่งออกเป็นพนักงานในประเทศจีนจำนวน 5,547 คน ในไทยจำนวน 6,994 คน ในไต้หวันจำนวน 1,068 คน ในมาเลเซียจำนวน 678 คน ในบราซิลจำนวน 1,345 คน ในเม็กซิโกจำนวน 890 คน ในสหรัฐอเมริกาจำนวน 258 คน ในสิงคโปร์จำนวน 61 คน และในฟิลิปปินส์จำนวน 96 คน

บริษัทฯ ได้รับการส่งเสริมการลงทุนในกิจการประเภท 5.4, 5.5, 5.6 และ 5.7 อุตสาหกรรมการผลิต ผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์ และ ผลิตชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์ที่ใช้กับผลิตภัณฑ์ อิเล็กทรอนิกส์ จากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (BOI) ใช้สิทธิประโยชน์การส่งเสริมการลงทุนจากสำนักงาน จำนวน 8 โครงการ นอกจากนี้ยังมี บริษัท Avaplas (Thailand) Limited ซึ่งได้รับการส่งเสริมการลงทุนในโครงการสำหรับการผลิตชิ้นส่วนพลาสติกสำหรับสินค้าอิเล็กทรอนิกส์ อีก 3 โครงการด้วย

1.7.2 วิสัยทัศน์ของสถานประกอบการ

สามารถก้าวขึ้นเป็นผู้นำในธุรกิจ Electronics Manufacturing Services (EMS) อีกทั้งขยายฐานธุรกิจเข้าสู่อุตสาหกรรมแบบ Original Design Manufacturing (ODM) เพื่อเพิ่มคุณภาพสินค้า และสร้างความยั่งยืนในอนาคตให้กับธุรกิจได้

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

สำหรับบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ โดยจะนำเสนอทฤษฎีที่ใช้อ้างอิงและหลักการที่เกี่ยวข้องกับการทำงานวิจัยนี้ โดยมีเนื้อหา ดังนี้

2.1 เทคโนโลยีการประมวลผลภาพ (Image processing)

การประมวลผลภาพ (Image Processing) หมายถึง การนำภาพมาประมวลผลหรือคิดคำนวณด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เรากำลังต้องการทั้งในเชิงคุณภาพและปริมาณ



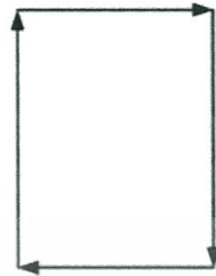
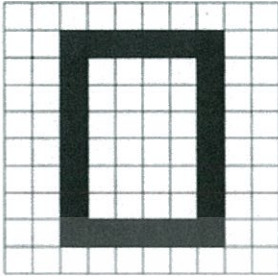
ภาพที่ 2-1 ภาพขั้นตอนการประมวลผลภาพ

โดยมีขั้นตอนต่าง ๆ ที่สำคัญ คือ การทำให้ภาพมีความคมชัดมากขึ้น การกำจัดสัญญาณรบกวนออกจากภาพ การแบ่งส่วนของวัตถุที่เราสนใจออกมาจากภาพ เพื่อนำภาพวัตถุที่ได้ไปวิเคราะห์หาข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น ขนาด รูปร่าง และทิศทางการเคลื่อนของวัตถุในภาพ จากนั้นเราสามารถนำข้อมูลเชิงปริมาณเหล่านี้ไปวิเคราะห์ และสร้างเป็นระบบ เพื่อใช้ประโยชน์ในงานด้านต่างๆ เช่น ระบบรู้จำลายนิ้วมือเพื่อตรวจสอบว่าภาพลายนิ้วมือที่มีอยู่นั้นเป็นของผู้ใด ระบบตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม ระบบคัดแยกเกรดหรือคุณภาพของพืชผลทางการเกษตร ระบบอ่านรหัสไปรษณีย์อัตโนมัติ เพื่อคัดแยกปลายทางของจดหมายที่มีจำนวนมากในแต่ละวันโดยใช้ภาพถ่ายของรหัสไปรษณีย์ที่อยู่บนซอง ระบบเก็บข้อมูลรถที่เข้าและออกอาคารโดยใช้ภาพถ่ายของป้ายทะเบียนรถเพื่อประโยชน์ในด้านความปลอดภัย ระบบดูแลและตรวจสอบสภาพการจราจรบนท้องถนนโดยการนับจำนวนรถบนท้องถนนในภาพถ่ายด้วยกล้องวงจรปิดในแต่ละช่วงเวลา ระบบรู้จำใบหน้าเพื่อเฝ้าระวังผู้ก่อการร้ายในอาคารสถานที่สำคัญ ๆ หรือในเขตคนเข้าเมือง เป็นต้น จะเห็นได้ว่าระบบเหล่านี้จำเป็นต้องมีการประมวลผลภาพจำนวนมาก และเป็นกระบวนการที่ต้องทำซ้ำ ๆ กันในรูปแบบเดิมเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งงานในลักษณะเหล่านี้ หากให้มนุษย์วิเคราะห์เอง มักต้องใช้เวลาและใช้แรงงานสูง อีกทั้งหากจำเป็นต้องวิเคราะห์ภาพเป็นจำนวนมาก ผู้วิเคราะห์ภาพเองอาจเกิดอาการล้า ส่งผลให้เกิดความผิดพลาดขึ้นได้ ดังนั้นคอมพิวเตอร์จึงมีบทบาทสำคัญในการทำหน้าที่เหล่านี้แทนมนุษย์ อีกทั้ง เป็นที่ทราบโดยทั่วกันว่า คอมพิวเตอร์มีความสามารถในการคำนวณและประมวลผลข้อมูลจำนวนมากได้ในเวลาอันสั้น จึงมีประโยชน์อย่างมากในการเพิ่มประสิทธิภาพการประมวลผลภาพและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากภาพในระบบต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1 ภาพดิจิทัล (Digital Image)

โดยทั่วไปแล้วเราสามารถที่จะแบ่งรูปภาพที่ปรากฏและใช้งานบนเครื่องคอมพิวเตอร์ ออกเป็น 2 ประเภท คือ



ภาพที่ 2-2 แบบบิตแมป (Bitmap Image)

คือ รูปที่ได้จะเป็นสี่เหลี่ยมเล็กที่ถูกพันสีเรียง

ภาพที่ 2-3 แบบเวกเตอร์ (Vector Image)

คือรูปที่ได้จะเป็นเส้นที่ได้จากการคำนวณทางคณิตศาสตร์

โดยรูปภาพแบบบิตแมป(Bitmap Image) จะพิจารณาตัวรูปภาพซึ่งถูกแบ่งออกเป็น ส่วนย่อยเล็ก ๆ หลาย ๆ ส่วนหรือที่เรียกว่า พิกเซล(Pixels) ที่ถูกนำมารวมกันและใช้แสดงผลภาพซึ่ง จะบอกตำแหน่ง(x, y) ของภาพได้ โดยทั่วไปเราแทนภาพดิจิทัลด้วยฟังก์ชัน 2 มิติ (x , y) ส่วน รูปภาพแบบเวกเตอร์(Vector Image) จะประกอบด้วยเส้นสายต่างๆ ที่สร้างขึ้นจากการคำนวณทาง คณิตศาสตร์ของลักษณะทางเรขาคณิตเพื่อสร้างรูปทรงต่างๆ ที่เราเห็น ซึ่งเรียกว่าเวกเตอร์ (Vectors)

2.1.1.1 ภาพแบบบิตแมป (Bitmap Image)

ภาพบิตแมป เป็นภาพที่ประกอบขึ้นจากจุดขนาดเล็กๆ หรือที่เรียกว่าพิกเซลจำนวนมาก ที่เรียงต่อกันจนเป็นภาพภาพหนึ่ง เพื่อให้เห็นภาพลักษณะนี้ชัดเจนยิ่งขึ้น ให้นึกถึงการสร้างภาพบน ตารางสี่เหลี่ยมเล็กๆ เราจะใช้สีแต้มลงในช่องสี่เหลี่ยมแต่ละช่องจนกลายเป็นภาพที่มีขนาดใหญ่ ภาพ แบบบิตแมปนี้จะมีจำนวนจุดขนาดเล็กๆจำนวนมาก ดังนั้น ดวงตาของมนุษย์ไม่สามารถจะมองเห็น และแยกแยะรายละเอียดส่วนย่อยเล็กๆ นั้นได้ แต่เมื่อลองขยายภาพดูจะเห็นเป็นรูปตาราง ยิ่งขยาย ใหญ่เท่าไร ตารางสี่เหลี่ยมก็ยิ่งมีขนาดใหญ่ จนทำให้มองเห็น จุด หรือ พิกเซล(Pixel) มีผลให้ภาพมี ความไม่ชัดเจนมากขึ้น โดยทั่วไปแล้วภาพบิตแมปเป็นภาพประเภทที่นิยมใช้กันมากในภาพถ่าย

2.1.1.2. ภาพแบบเวกเตอร์ (Vector Image)

ภาพแบบเวกเตอร์ จะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกับแบบบิตแมป คือประเภนี้ไม่ว่าจะขยายใหญ่แค่ไหน ก็ยังคงรายละเอียดและความคมชัดไว้ได้เหมือนเช่นเดิมโดยไม่ผิดเพี้ยน เนื่องจากภาพแบบเวกเตอร์นั้นประกอบด้วยเส้นตรง เส้นโค้ง และรูปทรงต่างๆ ภาพที่ได้จะสร้างขึ้นจากคำสั่งที่บอกถึงลักษณะของภาพ ในรูปแบบทางเรขาคณิตด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ ดังนั้นโปรแกรมที่ต้องการเปิดรูปภาพจะต้องนำสมการต่างๆ ที่บันทึกเอาไว้มาคำนวณและสร้างรูปทรงของภาพขึ้นมาใหม่ จุดเด่นคือไม่ว่าจะขยายภาพให้ใหญ่แค่ไหน คอมพิวเตอร์ก็จะคำนวณค่าต่างๆ ให้ใหม่ทุกครั้ง ทำให้ภาพที่เกิดขึ้นมามีความคมชัด ภาพแบบเวกเตอร์ จึงเหมาะกับงานที่มีความแม่นยำและต้องการความละเอียดสูง เช่น การสร้างภาพโลโก้ การสร้างภาพสามมิติ การสร้างแบบร่างทางวิศวกรรม



ภาพที่ 2-4 ตัวอย่างภาพแบบ

บิตแมป (Bitmap Image) คือ รูป
ที่ได้จะเป็นสี่เหลี่ยมเล็กที่ถูกพันสี



ภาพที่ 2-5 ตัวอย่างภาพแบบ

เวกเตอร์ (Vector Image) คือรูป
ที่ได้จะเส้นที่ได้จากการคำนวณ

2.1.2 รูปร่างของภาพ (Image Shape)

วัตถุที่มีอยู่ตามธรรมชาติและที่มนุษย์สร้างขึ้นมีรูปร่างที่แตกต่างกันไป ทั้งที่เป็นรูปทรงเรขาคณิตและไม่เป็นรูปทรงเรขาคณิต ในศาสตร์ของการประมวลผลภาพนั้น การกำหนดขอบเขตของภาพทุกภาพให้อยู่ในรูปสี่เหลี่ยม (Rectangular image model) เป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากที่สุด เนื่องจากทำให้การอ่านภาพ การจัดเก็บข้อมูลภาพในหน่วยความจำ และการแสดงผลภาพออกทางอุปกรณ์ต่าง ๆ เป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพการเก็บข้อมูลภาพลงหน่วยความจำ ของคอมพิวเตอร์สามารถทำได้โดยการจองหน่วยความจำ ของเครื่องไว้ในรูปของตัวแปรอะเรย์ (array) โดยค่าในแต่ละช่องของอะเรย์แสดงถึงคุณสมบัติของจุดภาพ (pixel) และตำแหน่งของช่องอะเรย์เป็นตัวกำหนดตำแหน่งของจุดภาพ

สมมติให้ Image เป็นตัวแปรแบบอะเรย์ขนาด $M \times N$ (M แถว และ N คอลัมน์) ที่ใช้เก็บภาพขนาด $M \times N$ จุด (M จุดในแนวนอน และ N จุดในแนวตั้ง) ค่าสี (หรือความสว่าง ในกรณีที่เป็นภาพ grey level) ของจุดภาพในแถวที่ 5 คอลัมน์ที่ 4 จะตรงกับค่าของ Image(5,4) จะเห็นว่าเราใช้ตำแหน่งของจุดภาพทั้งสองแกนเป็นตัวชี้ค่าข้อมูลในอะเรย์จากการใช้หน่วยความจำ เพื่อการเก็บภาพในลักษณะที่กล่าวมา เนื่องที่ในการเก็บภาพสามารถคำนวณได้จาก $M \times N \times g$ เมื่อ g เป็นจำนวนเต็มที่แทนจำนวนบิตของข้อมูลในแต่ละจุดภาพ ตัวอย่างถ้า g มีค่าเท่ากับ 8 บิตเราจะสามารถเก็บความแตกต่างของระดับสีที่เป็นไปสูงสุด 256 ระดับ ค่า M และ N จะเป็นตัวบอกถึงความละเอียดของภาพ สำหรับคอมพิวเตอร์ทั่วไปในระบบ VGA (Video Graphic Array) จะมีขนาด 640x480, 800x600 และ 1024x768 จุด เป็นต้น การกำหนดความละเอียดจะขึ้นอยู่กับงานที่จะใช้ ในงานบางอย่างใช้ความละเอียดแค่ 30 x50 จุด ก็พอแล้วแต่ในงานบางชนิด ใช้ความละเอียดถึง 1000 x 1000 จุด ก็ยังไม่พอปกติแล้วในการเก็บข้อมูลภาพโดยเครื่องมือต่าง ๆ จะเก็บตามมาตรฐานของโทรทัศน์ซึ่งมีอัตราส่วน x ต่อ y เท่ากับ 4:3 สำหรับเครื่องมือเก็บข้อมูลภาพที่ไม่เป็นไปตามอัตราส่วน 4:3 เมื่อนำภาพนี้ไปแสดงในจอภาพมาตรฐานจะทำให้ภาพที่แสดงนั้นมีขนาดของจุดภาพไม่เป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสเช่นในบางระบบอาจจะใช้ความละเอียดในการแสดงเท่ากับ 640 x 512 ซึ่งจะทำให้ขนาดของจุดภาพที่ได้มีขนาดของด้านกว้างมีความยาวมากกว่าด้านสูง ซึ่งลักษณะดังกล่าวนี้เป็นหัวข้อที่ต้องสนใจสำหรับการเขียนโปรแกรมทางด้านกราฟิกและการจัดการข้อมูลจำนวนสีสูงสุดที่เป็นไปได้ของแต่ละจุดภาพขึ้นอยู่กับจำนวนบิตที่ใช้ เมื่อมีการกำหนดให้ขนาดของบิตต่อจุดมากขึ้นจะทำให้จำนวนของสีมากขึ้นด้วยตัวอย่างเช่น

$$1 \text{ บิต} = 2^1 = 2 \text{ สี}$$

$$2 \text{ บิต} = 2^2 = 4 \text{ สี}$$

$$4 \text{ บิต} = 2^4 = 16 \text{ สี}$$

$$8 \text{ บิต} = 2^8 = 256 \text{ สี}$$

$$16 \text{ บิต} = 2^{16} = 65536 \text{ สี เป็นต้น}$$

สำหรับการแสดงข้อมูลภาพที่มีขนาด 1 บิตและ 8 บิตนั้นจะมีการทำงานที่จะใกล้เคียงกันเนื่องจากหน่วยประมวลผลจะไม่สามารถจัดการกับข้อมูลที่เป็นบิตเดียว ๆ ได้ดังนั้นในการแสดงข้อมูลออกจากจอภาพตัวโปรเซสเซอร์จะทำการก๊อปปี้ข้อมูลทั้ง 8 บิต(1 Byte) ส่งให้กับจอภาพซึ่งในกรณีที่มี Pixel มีขนาด 1 บิต เมื่อโปรเซสเซอร์จะทำงานกับบิตแรกที่ต้องการแล้วก็จะทำการก๊อปปี้ข้อมูลชุดใหม่ทันทีโดยที่ไม่เกี่ยวกับข้อมูลอีก 7 บิตที่เหลือส่วนในกรณี Pixel ที่มีขนาด 8 บิต โปรเซสเซอร์จะทำการก๊อปปี้ข้อมูลชุดใหม่ก็ต่อเมื่อโปรเซสเซอร์ทำงานกับทุกบิตแล้วตัวอย่างสำหรับระบบที่มีความละเอียดเท่ากับ 800x600 และมีขนาด 16 บิตต่อ Pixel จะสามารถแสดงสีได้ทั้งหมด 65536 ระดับและต้องใช้เนื้อที่ในการเก็บเท่ากับ 800x600x16 บิต

2.1.3 มาตรฐานของสี

มาตรฐานของสีที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีอยู่หลายระบบด้วยกัน ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับให้นำไปใช้แต่ โดยทั่วไปแล้วทุกมาตรฐานจะมีแนวคิดเดียวกันคือการแทนจุดสีด้วยจุดที่อยู่ภายในสเปส 3 มิติ โดยจะมีแกนอ้างอิงสำหรับจุดสีนั้นในสเปสซึ่งแต่ละแกนจะมีความเป็นอิสระต่อกัน ตัวอย่างเช่นในระบบ RGB จะมีแกนสีคือ แกนสีแดง เขียว และ น้ำเงินในระบบ HLS จะมีแกนเป็น ค่าสี(hue) ความสว่าง (lightness) และความบริสุทธิ์ของสี(saturation)ตัวอย่างระบบสีที่นิยมใช้กันได้แก่ ระบบ RGB HSV (Hue Saturation Value) และ HLS (Hue Lightness Saturation)

2.1.3.1 ระบบสี RGB

ระบบสี RGB เป็นระบบสีที่เกิดจากการรวมกันของแสงสีแดง เขียวและน้ำเงินโดยมีการรวมกันแบบ Additive ซึ่งโดยปกติจะนำไปใช้ในจอภาพแบบ CRT (Cathode ray tube) ในการใช้งานระบบสีRGB ยังมีการสร้างมาตรฐานที่แตกต่างกันออกไปที่นิยมใช้งานได้แต่ RGB-CIE และ RGB-NTSC ระบบสีแบบ RGB ของ CIE เป็นระบบสีที่พัฒนาขึ้นโดย CIE (Commission International 'Eclairage) ซึ่งอ้างอิงสีด้วยสีแดงที่ 700 nm สีเขียวเท่ากับ 546.1 nm และสีน้ำเงิน 435.8 nm ระบบสีแบบ RGB ของ NTSC เป็นระบบสีที่พัฒนาโดย NTSC (National Television System Committee) เพื่อใช้สำหรับการแสดงภาพของจอภาพแบบ CRT เป็นมาตรฐานสำหรับผู้ผลิตแบบ CRT ให้มีลักษณะเดียวกัน



ภาพที่ 2-6 ภาพแสดงถึงระบบสี RGB

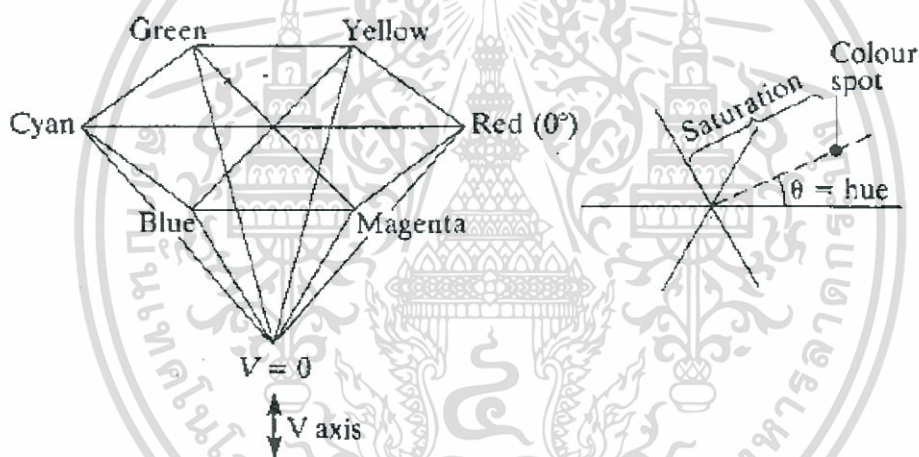
2.1.3.2 ระบบสี HSV (Hue Saturation Value)

เป็นการพิจารณาสีโดยใช้ Hue Saturation และ Value ซึ่ง Hue คือค่าสีของสีหลัก(แดง เขียวและน้ำเงิน)ในทางปฏิบัติจะอยู่ระหว่าง 0 และ 255 ซึ่งถ้า Hue มีค่าเท่ากับ 0 จะแทนสีแดงและเมื่อ Hue มีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ สีก็จะเปลี่ยนแปลงไปตามสเปกตรัมของสีจนถึง 256 จึงจะกลับมาเป็นสีแดงอีกครั้งซึ่งสามารถแทนให้อยู่ในรูปขององศาได้ดังนี้คือ สีแดง = 0 องศา สีเขียวเท่ากับ 120 องศา สีน้ำเงินเท่ากับ 240 องศา Hue สามารถคำนวณได้จากระบบสี RGB ได้ดังนี้

$$red_h = red - \min(red, green, blue)$$

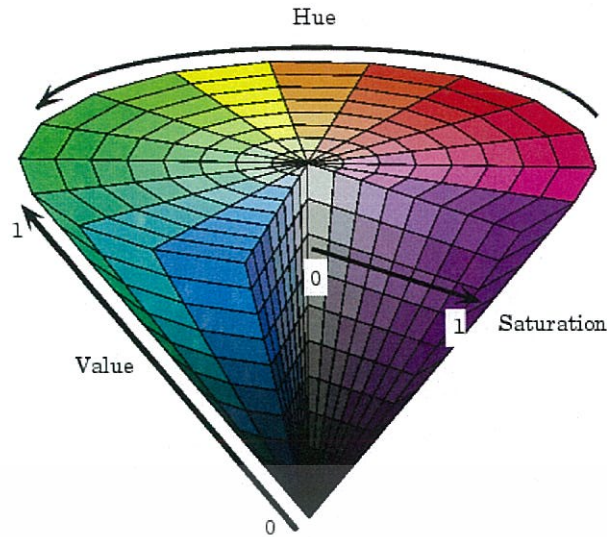
$$green_h = green - \min(red, green, blue)$$

$$blue_h = blue - \min(red, green, blue)$$



ภาพที่ 2-7 แสดงระบบสี HSV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2-8 ภาพแสดงถึงระบบสี HSV

จากลักษณะโมเดลของระบบ Hue พบว่าจะมีค่าอย่างน้อยหนึ่งค่าที่จะเท่ากับ 0 แต่ถ้ามีสองค่าเท่ากับ 0 แล้ว Hue จะเป็นมุมของสี(ค่าสี)มีค่าเป็นไปตามสีที่สามและถ้าทั้งสามสีมีค่าเท่ากับ 0 แล้วจะทำให้ไม่มีค่าของ Hue หรือสีที่ได้จะมีค่าเท่ากับสีขาวนั่นเองตัวอย่างเช่น จอภาพขาว-ดำ ถ้าเกิดมีสีใดสีหนึ่งมีค่าเท่ากับ 0 จะทำให้ค่าสีที่ได้เป็นไปตามสีที่เหลือการให้นำหนักในการพิจารณาเมื่อสีแดงมีค่าเท่ากับ 0

$$\frac{(240 \times \text{blue}_h + 120 \times \text{green}_h)}{\text{blue}_h + \text{green}_h}$$

Saturation คือความบริสุทธิ์ของสีซึ่งถ้า Saturation มีค่าเท่ากับ 0 แล้วสีที่ได้จะไม่มี Hue ซึ่งจะเป็นสีขาวล้วนแต่ถ้า Saturation มีค่าเท่ากับ 255 แสดงว่าจะไม่มีแสงสีขาวผสมอยู่เลย Saturation สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\text{Saturation} = \frac{\max(\text{red}, \text{green}, \text{blue}) - \min(\text{red}, \text{green}, \text{blue})}{\max(\text{red}, \text{green}, \text{blue})}$$

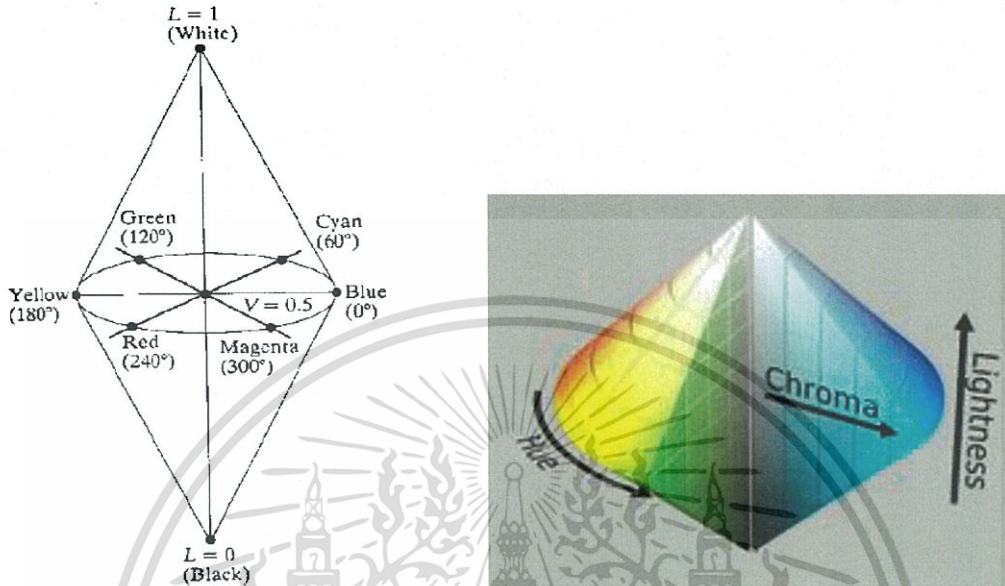
Value คือความสว่างของสีซึ่งสามารถวัดได้โดยค่าความเข้มของความสว่างของแต่ละสีที่ประกอบกัน สามารถคำนวณได้จาก

$$\text{value} = \max(\text{red}, \text{green}, \text{blue})$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3.3 ระบบสีแบบ HLS (Hue Lightness Saturation)

พัฒนาโดย Teletromix Incorporated จะมีลักษณะคล้ายกับ HSV ดังนั้นชื่อของระบบจะขึ้นอยู่กับ Hue Lightness และ Saturation



ภาพที่ 2-9 ภาพแสดงถึงระบบสี HLS

Hue คือค่าของสีหลักซึ่งมีสีน้ำเงินอยู่ที่ 0 องศา สีเขียวอยู่ที่ 120 องศา และสีแดงอยู่ที่ 240 องศา

Lightness คือค่าความสว่างซึ่งจะมีค่าเปลี่ยนแปลงตามแนวแกน L โดยที่ L = 0 จะเป็นสีดำ L = 1 จะเป็นสีขาว สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\text{lightness} = \frac{\max(\text{red}, \text{green}, \text{blue}) - \min(\text{red}, \text{green}, \text{blue})}{2}$$

Saturation คือความบริสุทธิ์ของสีสามารถหาได้ดังนี้คือ

$$\text{saturation} = \begin{cases} \frac{\max(\text{red}, \text{green}, \text{blue}) + \min(\text{red}, \text{green}, \text{blue})}{\max(\text{red}, \text{green}, \text{blue}) - \min(\text{red}, \text{green}, \text{blue})} & \text{if } L \leq 0.5 \\ \frac{\max(\text{red}, \text{green}, \text{blue}) - \min(\text{red}, \text{green}, \text{blue})}{2 - \max(\text{red}, \text{green}, \text{blue}) - \min(\text{red}, \text{green}, \text{blue})} & \text{if otherwise} \end{cases}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3.4 ระบบสีแบบ CMY (Cyan Magenta Yellow)

CMY (Cyan Magenta Yellow) เป็นระบบสีที่พัฒนาขึ้นมาใช้สำหรับการพิมพ์ภาพสีโดยมีสีหลักคือสี Cyan Magenta และ Yellow ซึ่งเรียกว่า Subtractive primaries Color (สีแดง เขียว และน้ำเงิน เรียกว่า Additive primaries Color ระบบสีแบบ CMY สามารถทำได้โดยการนำเอาสีในระบบ RGB ลบกับสีขาวดังนี้คือ

$$C = 1 - R$$

$$M = 1 - G$$

$$Y = 1 - B$$

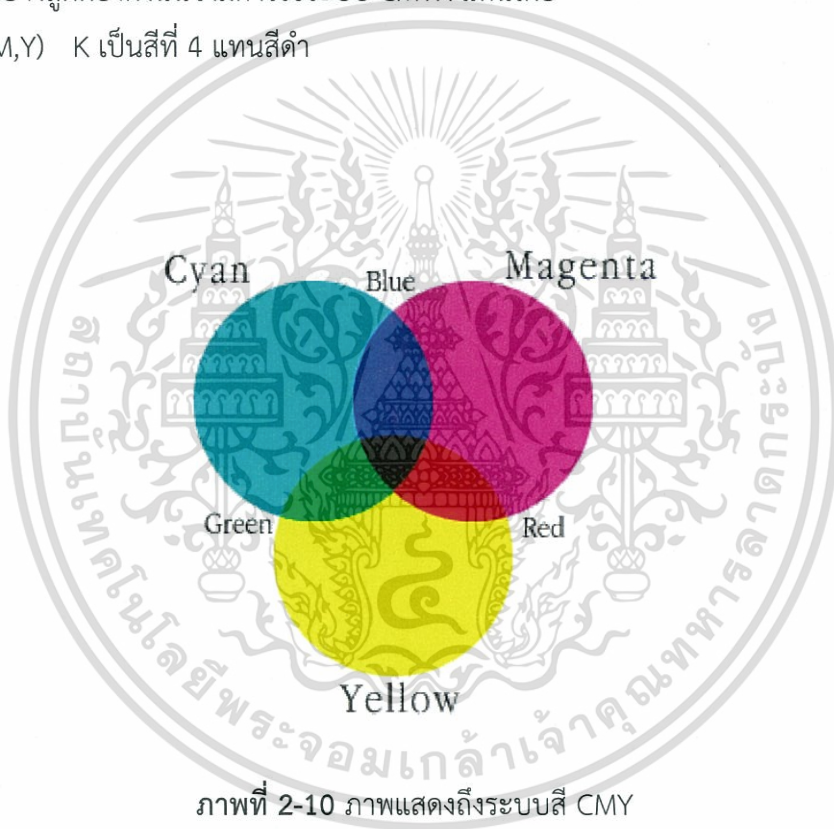
ระบบสี CMY จะนำไปใช้สำหรับการพิมพ์ภาพสีแต่ยังไม่ดีเท่าที่ควรเนื่องจากไม่ยังสามารถสร้างสีดำได้อย่างถูกต้องดังนั้นจึงมีการใช้ระบบ CMYK แทนโดย

$$K = \min(C, M, Y) \quad K \text{ เป็นสีที่ 4 แทนสีดำ}$$

$$C = C - K$$

$$M = M - K$$

$$Y = Y - K$$

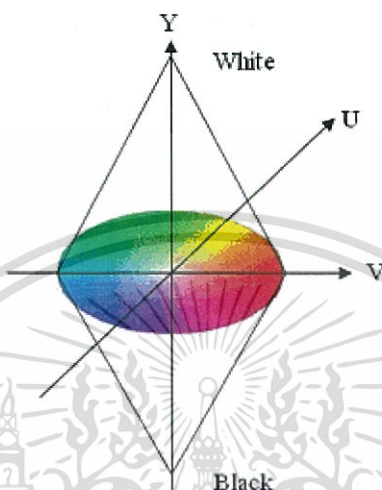


ภาพที่ 2-10 ภาพแสดงถึงระบบสี CMY

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3.5 ระบบสีแบบ YUV

ระบบสีแบบ YUV ใช้สำหรับโทรทัศน์แบบ PAL และ SECAM ซึ่งยังมีใช้อยู่ในหลายๆ ประเทศโดย Y คือค่าความสว่างของภาพส่วนสัญญาณ U และ V เป็นสัญญาณที่เก็บค่าสีของภาพ ต่อมาได้มีระบบ YIQ มาใช้แทนเนื่องจากพบว่าสัญญาณ I และ Q สามารถลด Bandwidth ได้มากกว่าสัญญาณ U และ V ในขณะที่ได้ภาพที่มีคุณภาพเท่ากัน



ภาพที่ 2-11 ภาพแสดงถึงระบบสี YUV

2.1.3.6 ระบบสีแบบ YIQ

เป็นระบบที่ใช้ใน TV Broadcasting สำหรับ NTSC ประโยชน์หลักก็เพื่อให้ใช้งานได้กับโทรทัศน์แบบขาว-ดำ โดยที่ y คือความสว่างของภาพ ส่วน I และ Q จะเป็นสัญญาณที่เข้ารหัสสีของภาพไว้ดังนั้นสำหรับโทรทัศน์ขาว-ดำ นั้นสามารถใช้ค่า Y ค่าเดียวก็สามารถได้ภาพที่สมบูรณ์

2.1.3.7 ระบบสีแบบ XYZ

เป็นระบบสีที่ CIE ได้กำหนดให้มีขึ้นเป็นมาตรฐานเนื่องจากในระบบสี RGB ยังไม่สามารถสร้างสีที่เป็นไปได้ทั้งหมดดังนั้นจึงได้มีตั้งระบบสี XYZ ซึ่งเป็นระบบสีที่สมมุติขึ้น

2.1.3.8 การแปลงค่าสีระหว่างระบบสีต่างๆ

การแปลงค่าสีระหว่างระบบสามารถทำได้โดยใช้ Matrix ตัวอย่างเช่น การแปลงสีระหว่างระบบ RGB(ICE) กับระบบสีแบบ XYZ จะมีเมตริกสำหรับแปลงดังนี้คือ

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.490 & 0.310 & 0.200 \\ 0.177 & 0.813 & 0.011 \\ 0.000 & 0.010 & 0.990 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R_{CIE} \\ G_{CIE} \\ B_{CIE} \end{bmatrix}$$

ภาพที่ 2-12 ภาพแสดงถึงตัวอย่างการแปลงสีของระบบ RGB เป็น XYZ

2.1.4 ภาพระดับสีเทา (Gray g Scale Image)

ลักษณะของภาพชนิดนี้ในแต่ละพิกเซลจะมีค่าความเข้มของแสงในแต่ละระดับที่แตกต่างกันไปตั้งแต่สีขาวไปยังสีดำ เราสามารถกำหนดระดับความเข้มของแสงนั้นได้โดยปกติแล้วภาพแบบระดับสีเทาก็จะมีความละเอียด (Resolution) เท่ากับ 8 bit ซึ่งภาพจะมีค่าระดับความเข้มแสงของสีดา 0 ส่วนค่าระดับความเข้มของสีขาวจะมีค่าเท่ากับ 255 โดยที่ค่าแต่ละพิกเซลของภาพจะหมายถึงความเข้มแสงแต่ละตำแหน่งของพิกเซลที่อยู่ในรูประดับสีเทาโดยการเปลี่ยนภาพจากระบบสีอาร์จีบี (RGB) เป็นระดับสีเทา (Gray Scale) จะใช้สมการดังนี้

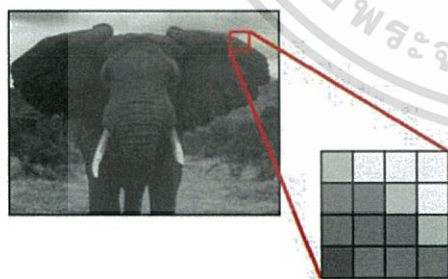
$$Y = 0.3R + 0.59G + 0.11B$$

โดย Y แทนค่าระดับสีเทา ณ จุดพิกเซลที่เราต้องการหา

R แทน ค่าสีแดง ณ จุด ที่ต้องการหา

G แทน ค่าสีเขียว ณ จุด ที่ต้องการหา

B แทน ค่าสีน้ำเงิน ณ จุด ที่ต้องการหา



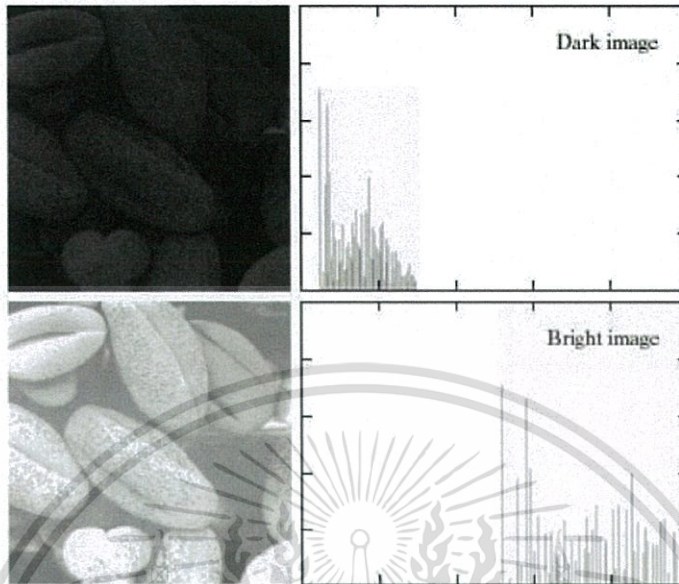
ภาพที่ 2-13 ภาพระดับสีเทา (Gray g Scale Image)

Gray Level			
187	214	218	220
128	129	185	222
126	127	128	190
100	124	126	129

ภาพที่ 2-14 แสดงค่าความเข้มสี จะสังเกตได้ว่า จะมีตั้งแต่สีขาวไปยังสีดำ แต่ค่าความเข้มของแสงในแต่ละระดับที่แตกต่างกันไป

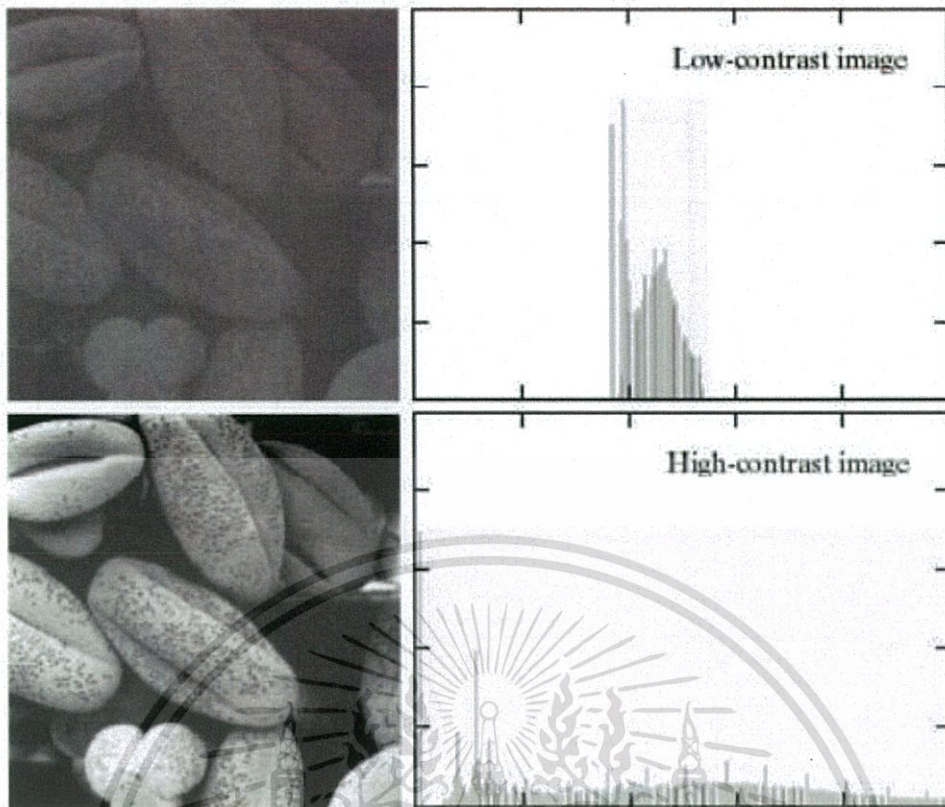
2.1.5 ฮิสโตแกรมของภาพ (Image Histogram)

ฮิสโตแกรมของภาพ คือ กราฟที่แสดงจำนวน พิกเซลของข้อมูลภาพตามค่าระดับความเข้มเท่าที่แสดงอยู่บนภาพดิจิทัล



ภาพที่ 2-15 ฮิสโตแกรมของภาพ(Image Histogram) ฮิสโตแกรมออกไปทางมืด (ภาพบน) และฮิสโตแกรมออกไปทางสว่าง(ภาพล่าง)

จากภาพที่ 2-15 เมื่อพิจารณาที่ฮิสโตแกรมพบว่าภาพข้างบนไม่สามารถให้รายละเอียดบริเวณมืดของวัตถุได้ แต่เมื่อพิจารณารูปข้างล่างพบว่าถ้ารูปภาพไม่สามารถให้รายละเอียดบริเวณสว่างของวัตถุได้ แต่กลับรายละเอียดส่วนมืดได้ดีมากขึ้น



ภาพที่ 2-16 ฮิสโตแกรมของภาพ(Image Histogram) ภาพที่มีค่า Contrast น้อย(ภาพบน) และ ภาพที่มีค่า Contrast มาก(ภาพล่าง)

จากภาพที่ 2-16 เมื่อพิจารณาที่ฮิสโตแกรมพบว่าภาพข้างบนไม่สามารถให้รายละเอียดของความคมชัดของวัตถุ แต่เมื่อพิจารณารูปข้างล่างพบว่าถ้ารูปภาพมีค่าความคมชัดสูงจะทำให้สามารถเห็นความแตกต่างของบริเวณขอบวัตถุได้ดี

2.1.6 สัญญาณรบกวนเกาส์เซียน (Gaussian Noise)

สัญญาณรบกวนเกาส์เซียนเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณรบกวนที่ขึ้นๆ ลงๆ เป็นรูปแบบทางอุดมคติของสัญญาณรบกวนสีขาวซึ่งมีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ ค่าฟังก์ชันการกระจายของความน่าจะเป็นอยู่ในรูปของการกระจายตัวแบบปกติ (Normal Distribution) มีรูปแบบเดียวกันทั้งในโดเมนตำแหน่งและโดเมนความถี่

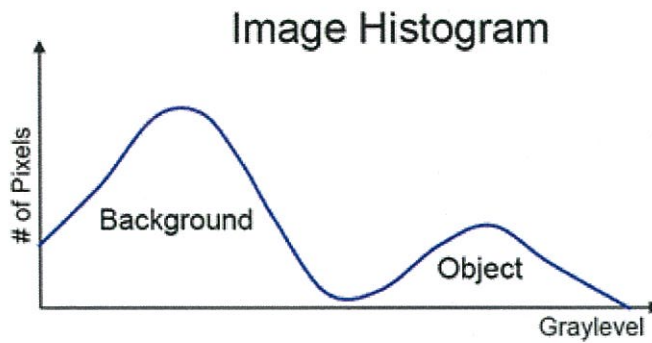


ภาพที่ 2-17 ภาพต้นฉบับ (ขวา) และ ภาพที่มีสัญญาณรบกวนเกาส์เซียน (ซ้าย)

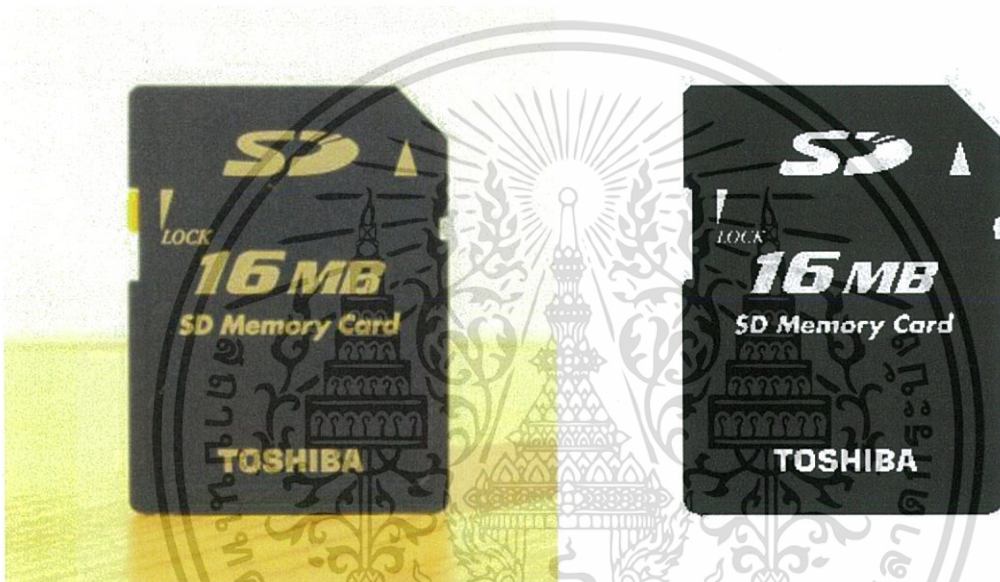
จากภาพที่ 2-17 เมื่อพิจารณารูป (ซ้าย) จะเห็นว่ามีการใส่สัญญาณรบกวนเข้าไปทำให้ภาพเป็นจุดๆ ไม่เนียนตา

2.1.7 ค่าขีดแบ่ง (Thresholding)

คือการหาภาพให้เป็นภาพขาว-ดำ โดยมีเพียงค่า 0 (สีดำ) และ 1 (สีขาว) ซึ่งจะดูจากค่าจุดสีว่ามีความเข้มมากน้อยกว่าค่าที่ตั้งไว้ (ค่าขีดแบ่ง) ถ้ามีค่ามากกว่าจะตั้งค่าเป็น 1 แต่ถ้าน้อยกว่าจะตั้งค่าเป็น 0 วิธีนี้ถือว่าเป็นเทคนิคพื้นฐานที่สุดที่ใช้ในการแบ่งแยกวัตถุและพื้นหลัง แต่ไม่ใช่เทคนิคที่ดีที่สุด เพราะเราจะไม่ทราบว่าค่าขีดแบ่งที่ควรใช้เป็นเท่าใด ต้องมีการสุ่มปรับไปเรื่อยๆ แล้วดูผลลัพธ์ วิธีนี้เรียกว่าการหาค่าขีดแบ่งด้วยมือ ต่อมาได้มีเทคนิคที่เรียกว่า การหาค่าขีดแบ่งที่ปรับค่าได้ (Adaptive) ซึ่งเป็น การหาค่าขีดแบ่งอัตโนมัติ (Automatic Thresholding) มาช่วยในการหาค่าขีดแบ่ง ซึ่งเทคนิคนี้จะแบ่งภาพออกเป็น 2 บริเวณ และยังมีอีกหลายเทคนิคที่ช่วยในการหาขีดแบ่งแบบอัตโนมัติ การหาค่าขีดแบ่งจะเกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ฮิสโทแกรม (Histogram) โดยบริเวณที่มีลักษณะต่างกันจะมีการขึ้นลงของกราฟในฮิสโทแกรมที่ต่างกัน โดยปกติแล้วจุดสูงสุดของฮิสโทแกรมจะเกี่ยวข้องกับบริเวณที่มีลักษณะเหมือนกันซ้อนทับกัน ระดับความทับซ้อนกันจะขึ้นกับการแยกกันของจุดสูงสุดและความกว้างของจุดสูงสุดหรือก็คือจุดตัดของบริเวณทั้งสองที่ซ้อนทับ ซึ่งการซ้อนทับกันนี้จะทำให้เกิดการแบ่งแยกภาพพื้นหลังกับวัตถุได้ไม่สมบูรณ์เนื่องจากอาจมีสัญญาณรบกวนหรือการกระจายของแสงในฉากไม่สม่ำเสมอ



ภาพที่ 2-18 จากการพิจารณาจากรูปภาพการตัด Thresholding เพื่อแยกวัตถุกับพื้นหลัง



ภาพที่ 2-19 Thresholding ภาพต้นฉบับ (ขวา) และภาพที่ทำการตัด Thresholding (ซ้าย)

จากภาพที่ 2-19 จะสังเกตเห็นได้ว่าภาพที่ทำการตัด Thresholding จะเห็นได้ว่าตัดพื้นหลังออก

2.1.8 Template Matching

การ Match template กับ Input image จะทำได้โดยการทำ convolution แบบ sum square difference เมื่อนำ template ไปวาง(convolution) แล้วให้ทำการนำเอาค่า pixel ใน template ลบกับค่า pixel ของรูปภาพ และทำการรวมค่าทั้งหมด ที่ลบได้ (sum square difference)

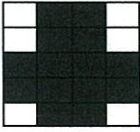
ถ้าได้ค่าน้อย หรือเป็น 0 แสดงว่า match ถ้าได้ค่ามากแสดงว่า not match

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sum Square Difference

คือการหาค่าความต่างระหว่าง Template(ต้นแบบ) กับ Target โดยค่าที่ได้ถ้ามีความต่างเป็น 0 หรือมีค่าน้อยมาก แสดงว่า Template กับ Target ตรงกัน(match) แต่ถ้าค่าที่ได้มีความต่างมาก แสดงว่า Template กับ Target ไม่ตรงกัน(not match)

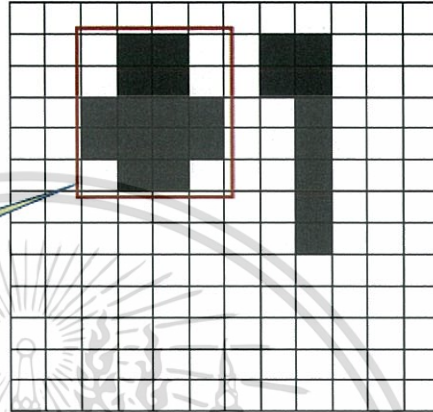
- ◆ You may have a template



- ◆ Put a template, do subtraction

- low number = good match

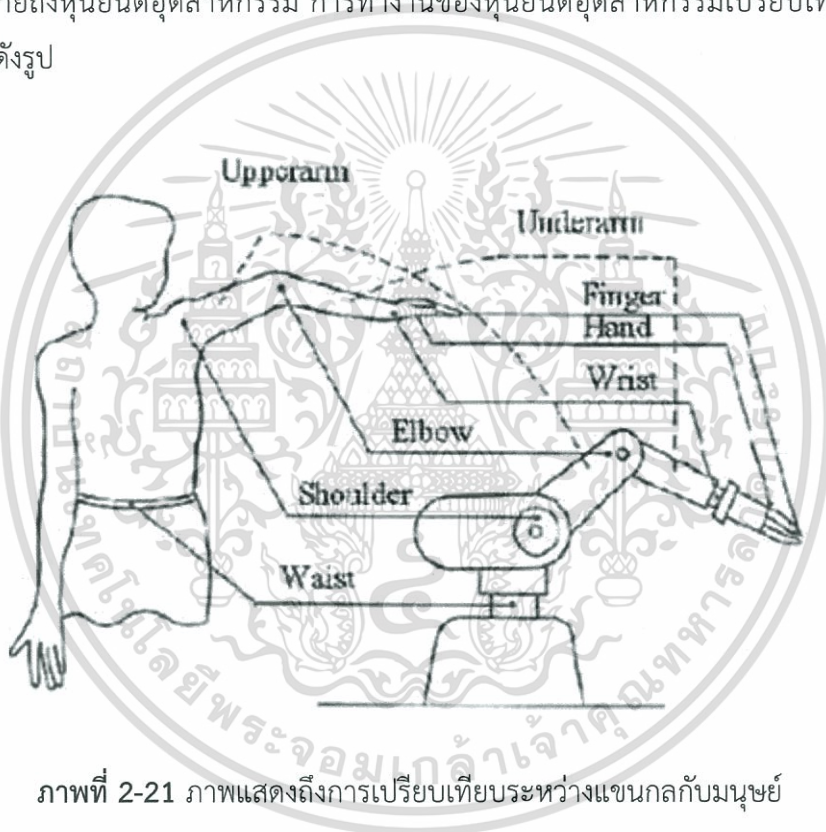
Number = 0



ภาพที่ 2-20 ภาพแสดงถึงการหาค่าความต่างระหว่าง Template(ต้นแบบ) กับ Target

2.2 หุ่นยนต์อุตสาหกรรม (Industrial Robot Type)

อุตสาหกรรมในประเทศไทยจะเห็นได้ว่าการนำเทคโนโลยีระบบอัตโนมัติ (Automation Technology) เข้ามาใช้งานเพื่อให้สินค้าสามารถแข่งขันในตลาดโลกได้ ทั้งในเรื่องราคา และคุณภาพ โดยเฉพาะในเรื่องคุณภาพ อาจเนื่องจากการเปลี่ยนรุ่นผลิตภัณฑ์อยู่บ่อยๆ ต้องใช้เวลาในการ Set Up ปัจจุบันจึงมีการนำเทคโนโลยีต่างๆ เข้ามาใช้ หนึ่งในเทคโนโลยีที่มีความยืดหยุ่นสูง ได้แก่ หุ่นยนต์อุตสาหกรรม เนื่องจากการเปลี่ยนการทำงานสามารถทำได้โดยการเปลี่ยนโปรแกรม นอกจากนี้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความสม่ำเสมอเป็นมาตรฐานเดียวกันการทำงานของหุ่นยนต์อุตสาหกรรมจะเลียนแบบร่างกายของมนุษย์ โดยจะเลียนแบบเฉพาะส่วนของร่างกายที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมเท่านั้น นั่นคือช่วงแขนของมนุษย์ ดังนั้น บางคนอาจจะได้ยินคำว่า “แขนกล” ซึ่งก็หมายถึงหุ่นยนต์อุตสาหกรรม การทำงานของหุ่นยนต์อุตสาหกรรมเปรียบเทียบกับแขนมนุษย์ แสดงดังรูป



ภาพที่ 2-21 ภาพแสดงถึงการเปรียบเทียบระหว่างแขนกลกับมนุษย์

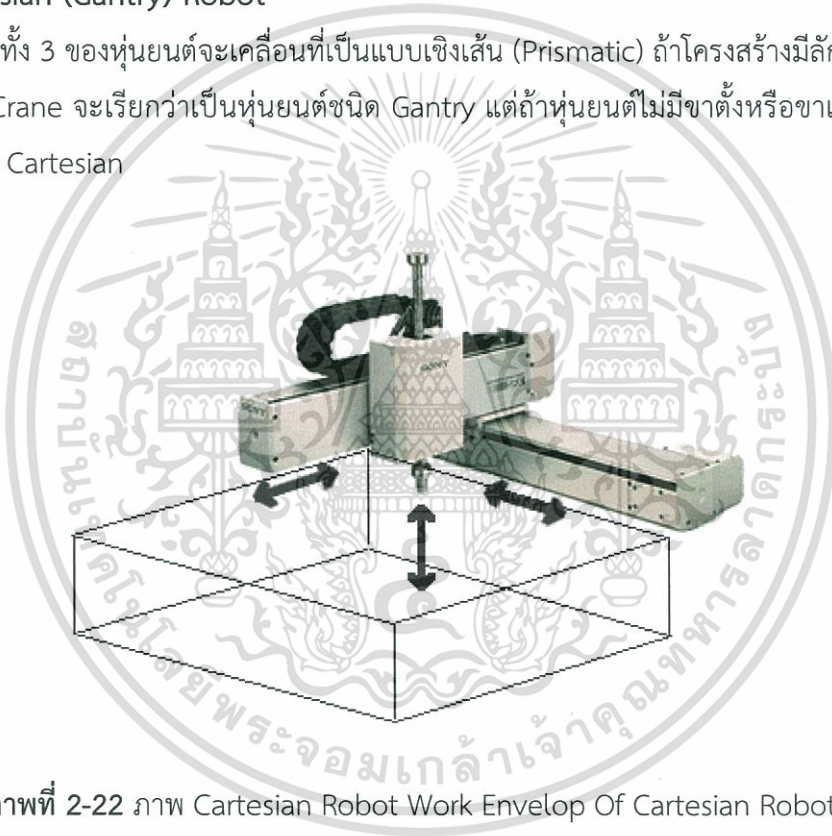
ปัจจุบันและในอนาคตหุ่นยนต์อุตสาหกรรมจะเข้ามามีบทบาทในอุตสาหกรรมมากขึ้น โดยจะทำงานแทนมนุษย์ในงานต่างๆ เหล่านี้งานที่อันตราย เช่น งานยกเหล็กเข้าเตาหลอม งานที่เกี่ยวข้องกับสารเคมี งานซ้ำซากน่าเบื่อ เช่น งานยกสินค้าจากสายงานการผลิต งานประกอบ งานบรรจุผลิตภัณฑ์ งานที่ต้องการคุณภาพมาตรฐานเดียวกัน เช่น งานเชื่อม งานตัด งานที่ต้องใช้ทักษะความชำนาญสูง เช่น งานเชื่อมแนว เชื่อมเลเซอร์ งานที่ต้องใช้ความละเอียดประณีต เช่น งานประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ งานตรวจสอบ (Inspection) ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หุ่นยนต์ คือ เครื่องจักรที่ถูกควบคุมอัตโนมัติ สามารถเขียนโปรแกรมใหม่ได้ ใช้งาน เอนกประสงค์ โปรแกรมการเคลื่อนที่จะต้องสามารถโปรแกรมให้เคลื่อนที่ได้อย่างน้อย 3 แกนหรือมากกว่า หุ่นยนต์อาจจะยึดอยู่กับที่หรือย้ายตำแหน่ง (Mobile) เพื่อใช้งานอุตสาหกรรม การแบ่งชนิดของหุ่นยนต์โดยทั่วไปการแบ่งชนิดของหุ่นยนต์จะแบ่งตามลักษณะรูปทรงของพื้นที่ ทำงาน (Envelope Geometric) แต่ก่อนจะอธิบายชนิดของหุ่นยนต์ขออธิบายการทำงานของจุดต่อ (Joint) ของหุ่นยนต์ อุตสาหกรรมซึ่งในขั้นพื้นฐานมี 2 ชนิดด้วยกัน ดังนี้ จุดต่อ (Joint) ทั้งสองแบบ เมื่อนำมาต่อเข้าด้วยกันอย่างน้อย 3 แกนหลักจะได้พื้นที่ทำงาน (Work envelope) ที่มีลักษณะ แตกต่างกันไป ซึ่งสามารถนำมาแบ่งชนิดของหุ่นยนต์ได้ดังต่อไปนี้

2.2.1 Cartesian (Gantry) Robot

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



ภาพที่ 2-22 ภาพ Cartesian Robot Work Envelop Of Cartesian Robot

ข้อดี

1. เคลื่อนที่เป็นแนวเส้นตรงทั้ง 3 มิติ
2. การเคลื่อนที่สามารถทำความเข้าใจง่าย
3. มีส่วนประกอบง่ายๆ
4. โครงสร้างแข็งแรงตลอดการเคลื่อนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสีย

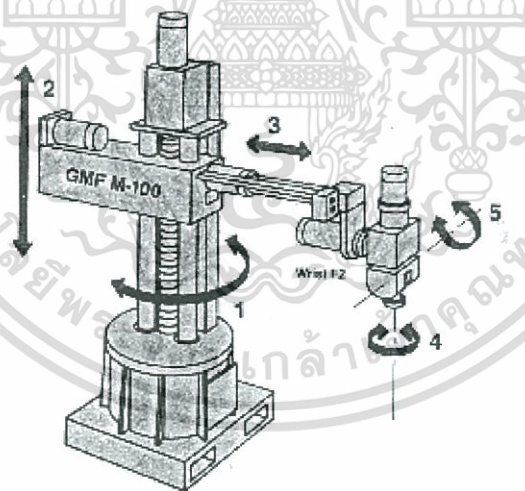
1. ต้องการพื้นที่ติดตั้งมาก
2. บริเวณที่หุ่นยนต์เข้าไปทำงานได้ จะเล็กกว่าขนาดของตัวหุ่นยนต์
3. ไม่สามารถเข้าถึงวัตถุจากทิศทางข้างใต้ได้
4. แขนแบบเชิงเส้นจะ Seal เพื่อป้องกันฝุ่นและของเหลวได้ยาก

การประยุกต์ใช้งาน

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

2.2.2 Cylindrical Robot

หุ่นยนต์ประเภทนี้จะมีแกนที่ 2 (ไหล) และแกนที่ 3 (ข้อศอก) เป็นแบบ Prismatic ส่วนแกนที่ 1 (เอว) จะเป็นแบบหมุน (Revolute) ทำให้การเคลื่อนที่ได้พื้นที่การทำงานเป็นรูปทรงกระบอก ดังรูป



ภาพที่ 2-23 ภาพ Cylindrical Robot Work Envelop Of Cylindrical Robot

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดี

1. มีส่วนประกอบไม่ซับซ้อน
2. การเคลื่อนที่สามารถเข้าใจได้ง่าย
3. สามารถเข้าถึงเครื่องจักรที่มีการเปิด - ปิด หรือเข้าไปในบริเวณที่เป็นช่องหรือโพรงได้ง่าย (Loading) เช่น การโหลดชิ้นงานเข้าเครื่อง CNC

ข้อเสีย

1. มีพื้นที่ทำงานจำกัด
 2. แกนที่เป็นเชิงเส้นมีความยุ่งยากในการ Seal เพื่อป้องกันฝุ่นและของเหลว
- การประยุกต์ใช้งาน

โดยทั่วไปจะใช้ในการหยิบยกชิ้นงาน (Pick-and-Place) หรือป้อนชิ้นงานเข้าเครื่องจักร เพราะสามารถเคลื่อนที่เข้าออกบริเวณที่เป็นช่องโพรงเล็กๆ ได้สะดวก

2.2.3 Spherical Robot (Polar)

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



ภาพที่ 2-24 ภาพ Spherical Robot Work Envelop Of Spherical Robot

ข้อดี

1. มีปริมาตรการทำงานมากขึ้นเนื่องจากการหมุนของแกนที่ 2 (ไหล่)
2. สามารถที่จะก้มลงมาจับชิ้นงานบนพื้นได้สะดวก

ข้อเสีย

1. มีระบบพิกัด (Coordinate) และส่วนประกอบ ที่ซับซ้อน
2. การเคลื่อนที่และระบบควบคุมมีความซับซ้อนขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประยุกต์ใช้งาน

ใช้ในงานที่มีการเคลื่อนที่ในแนวตั้ง (Vertical) เพียงเล็กน้อย เช่น การโหลดชิ้นงานเข้าออก จากเครื่องปั๊ม (Press) หรืออาจจะใช้งานเชื่อมจุด (Spot Welding)

2.2.4 SCARA Robot

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



ภาพที่ 2-25 ภาพ SCARA Robot Work Envelop Of SCARA Robot

ข้อดี

1. สามารถเคลื่อนที่ในแนวระนาบ และขึ้นลงได้รวดเร็ว
2. มีความแม่นยำสูง

ข้อเสีย

1. มีพื้นที่ทำงานจำกัด
2. ไม่สามารถหมุน (rotation) ในลักษณะมุมต่างๆได้
3. สามารถยกน้ำหนัก (Payload) ได้ไม่มากนัก

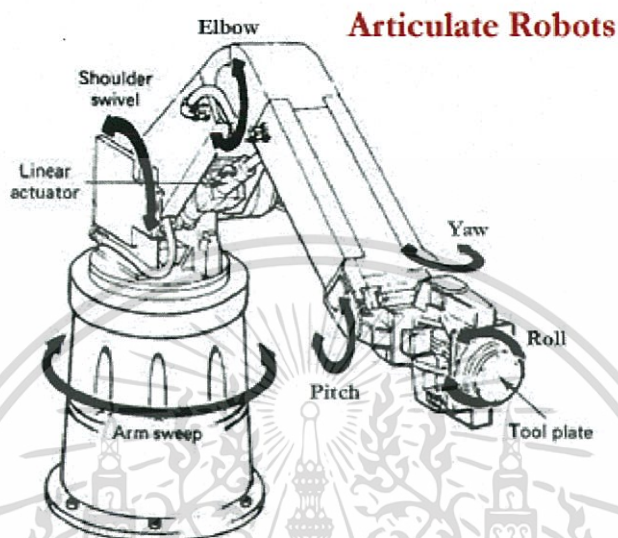
การประยุกต์ใช้งาน

เนื่องจากการเคลื่อนที่ในแนวระนาบและขึ้นลงได้รวดเร็วจึงเหมาะกับงานประกอบชิ้นส่วนทางอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งต้องการความรวดเร็วและการเคลื่อนที่ที่ไม่ต้องการการหมุนมากนัก แต่จะไม่เหมาะกับงานประกอบชิ้นส่วนทางกล (Mechanical Part) ซึ่งส่วนใหญ่การประกอบจะอาศัยการหมุน (Rotation) ในลักษณะมุมต่างๆ นอกจากนี้ SCARA Robot ยังเหมาะกับงานตรวจสอบ (Inspection) งานบรรจุภัณฑ์ (Packaging)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.5 Articulated Arm (Revolute)

ทุกแกนการเคลื่อนที่จะเป็นแบบหมุน (Revolute) รูปแบบการเคลื่อนที่จะคล้ายกับแขนคน ซึ่งจะประกอบด้วยช่วงเอว ท่อนแขนบน ท่อนแขนล่าง ข้อมือ การเคลื่อนที่ทำให้ได้พื้นที่การทำงาน ดังรูป



ภาพที่ 2-26 ภาพ Articulated Arm Robot Work Envelop Of Articulated Robot

ข้อดี

1. เนื่องจากทุกแกนจะเคลื่อนที่ในลักษณะ ของการหมุนทำให้มีความยืดหยุ่นสูงในการเข้าไปยังจุดต่างๆ
2. บริเวณข้อต่อ (Joint) สามารถ Seal เพื่อป้องกันฝุ่น ความชื้น หรือน้ำ ได้ง่าย
3. มีพื้นที่การทำงานมาก
4. สามารถเข้าถึงชิ้นงานทั้งจากด้านบน ด้านล่าง
5. เหมาะกับการใช้มอเตอร์ไฟฟ้า เป็นชุดขับเคลื่อน

ข้อเสีย

1. มีระบบพิกัด (Coordinate) ที่ซับซ้อน
2. การเคลื่อนที่และระบบควบคุมทำความเข้าใจได้ยากขึ้น
3. ควบคุมให้เคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง (Linear) ได้ยาก
4. โครงสร้างไม่มั่นคงตลอดช่วงการเคลื่อนที่ เพราะบริเวณขอบ Work Envelope ปลายแขนจะ
5. มีการสั่น ทำให้ความแม่นยำลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประยุกต์ใช้งาน

หุ่นยนต์ชนิดนี้สามารถใช้งานได้กว้างขวางเพราะสามารถเข้าถึงตำแหน่งต่างๆ ได้ดี เช่น งานเชื่อม Spot Welding, Path Welding, งานยกของ, งานตัด, งานทากาว, งานที่มีการเคลื่อนที่ยากๆ เช่น งานพันสี งาน Sealing ฯลฯ

การเลือกหุ่นยนต์ชนิดต่างๆ มาใช้งาน ควรพิจารณาให้เหมาะสมกับงานที่ต้องการให้หุ่นยนต์ทำดังที่อธิบายไว้ตอนต้น



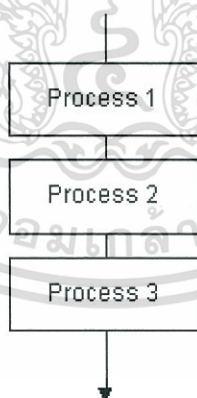
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ความหมายของ Structure Programming

การโปรแกรมแบบมีโครงสร้าง หรือ การโปรแกรมโครงสร้าง คือ การโปรแกรมที่ประกอบด้วยกระบวนการ 3 รูปแบบ ได้แก่ การทำงานแบบตามลำดับ(Sequence) การเลือกกระทำตามเงื่อนไข(Decision) และ การทำซ้ำ(Loop) มีตำราหลายเล่มแยกการเลือกตามเงื่อนไขเป็น if กับ select case หรือ การทำซ้ำแยกได้เป็น do while กับ do until แต่ก็ยังนับได้ว่าการเขียนโปรแกรมโครงสร้างมีกระบวนการเพียง 3 รูปแบบ และมีแนวคิดใหม่ว่าการโปรแกรมไม่จำเป็นต้องใช้ Structure Programming หากศึกษาในรายละเอียดก็พบว่าทุกภาษายังจำเป็นต้องมีกระบวนการ 3 รูปแบบนี้อยู่เป็นพื้นฐาน เช่น Microsoft Access ที่มีการใช้งาน Tool หรือ wizard ให้ใช้ แต่ก็ยังต้องมีการลง code ใน module ซึ่งต้องมีประสบการณ์ในการโปรแกรมแบบ Structure Programming เพื่อควบคุม Object ให้ทำงานประสานกันได้ การโปรแกรมแบบมีโครงสร้าง หรือ การโปรแกรมโครงสร้าง คือ การกำหนดขั้นตอนให้เครื่องคอมพิวเตอร์ทำงานโดยมีโครงสร้างการควบคุมพื้นฐาน 3 หลักการ ได้แก่ การทำงานแบบตามลำดับ (Sequence) การเลือกกระทำตามเงื่อนไข (Decision) และ การทำซ้ำ (Loop)

2.3.1 การทำงานแบบตามลำดับ (Sequence)

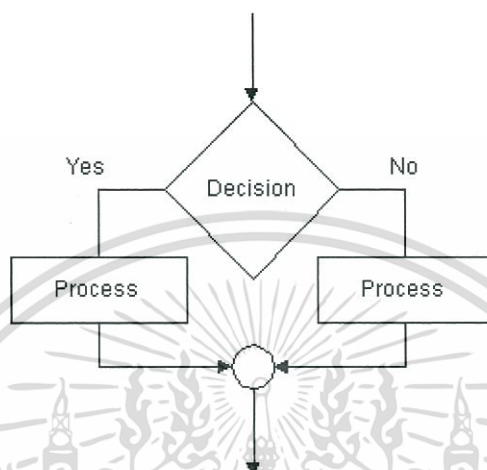
คือ การเขียนให้ทำงานจากบนลงล่าง เขียนคำสั่งเป็นบรรทัด และทำทีละบรรทัดจากบรรทัดบนสุดลงไปจนถึงบรรทัดล่างสุด สมมติให้มีการทำงาน 3 กระบวนการคือ อ่านข้อมูล คำนวณ และ พิมพ์ จะเขียนเป็นผังงาน (Flowchart) ในแบบตามลำดับได้ตามภาพ



ภาพที่ 2-27 ภาพ Flow chart ของการทำงานแบบตามลำดับ

2.3.2 การเลือกกระทำตามเงื่อนไข (Decision)

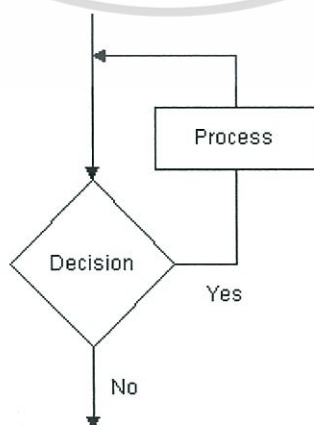
คือ การเขียนโปรแกรมเพื่อนำค่าไปเลือกกระทำ โดยปกติจะมีเหตุการณ์ให้ทำ 2 กระบวนการ คือเงื่อนไขเป็นจริงจะกระทำกระบวนการหนึ่ง และเป็นเท็จจะกระทำอีกกระบวนการหนึ่ง แต่ถ้าซับซ้อนมากขึ้น จะต้องใช้เงื่อนไขหลายชั้น เช่นการตัดเกรดนักศึกษา เป็นต้น ตัวอย่างผังงานนี้ จะแสดงผลการเลือกอย่างง่าย เพื่อกระทำกระบวนการเพียงกระบวนการเดียว



ภาพที่ 2-28 ภาพ Flow chart ของการเลือกกระทำตามเงื่อนไข

2.3.3 การทำซ้ำ (Repetition or Loop)

คือ การทำกระบวนการหนึ่งหลายครั้ง โดยมีเงื่อนไขในการควบคุม หมายถึงการทำซ้ำเป็นหลักการทำซ้ำที่ทำความเข้าใจได้ยากกว่า 2 รูปแบบแรก เพราะการเขียนโปรแกรมแต่ละภาษา จะไม่แสดงภาพอย่างชัดเจนเหมือนการเขียนผังงาน(Flowchart) ผู้เขียนโปรแกรมต้องจินตนาการ ถึงรูปแบบการทำงาน และใช้คำสั่งควบคุมด้วยตนเอง ตัวอย่างผังงานที่นำมาแสดงนี้เป็นการแสดงคำสั่งทำซ้ำ (do while) ซึ่งหมายถึงการทำซ้ำในขณะที่เป็นจริง และเลิกการทำซ้ำเมื่อเงื่อนไขเป็นเท็จ



ภาพที่ 2-29 ภาพ Flow chart ของการทำซ้ำ

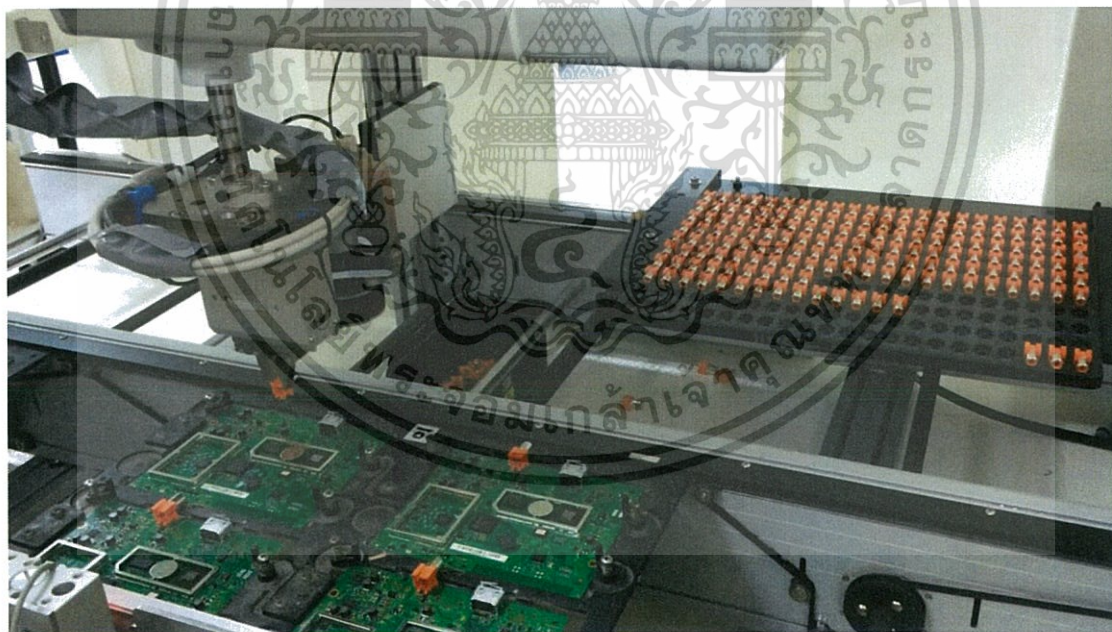
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการ

ในบทนี้จะกล่าวถึง ส่วนประกอบของโครงงาน ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมระบบวิทัศน์ ร่วมกับการทำงานของแขนกลอัตโนมัติในการประกอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เข้ากับแผ่นวงจรพิมพ์ ซึ่งจะมีรายละเอียดของ แผนผังการทำงาน และกระบวนการต่างๆ

โปรแกรมระบบวิทัศน์ร่วมกับการทำงานของแขนกลอัตโนมัติในการประกอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เข้ากับแผ่นวงจรพิมพ์ เป็นโปรแกรมที่สร้างขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการที่จะนำระบบประมวลผลภาพมาประมวลผลเพื่อหาตำแหน่งเป้าหมายที่ต้องการได้อย่างถูกต้องแม่นยำควบคุมไปกับการทำงานของแขนกลอัตโนมัติในการหยิบ-จับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เพื่อนำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เหล่านั้นไปไว้ในตำแหน่งที่ต้องการได้อย่างถูกต้อง โดยตามปกติแล้วจะใช้คนเป็นผู้ประกอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แต่จะนำแขนกลอัตโนมัติมาทดแทนคนเหล่านั้นและเพิ่มระบบประมวลผลภาพเพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นให้กับการทำงานของระบบ



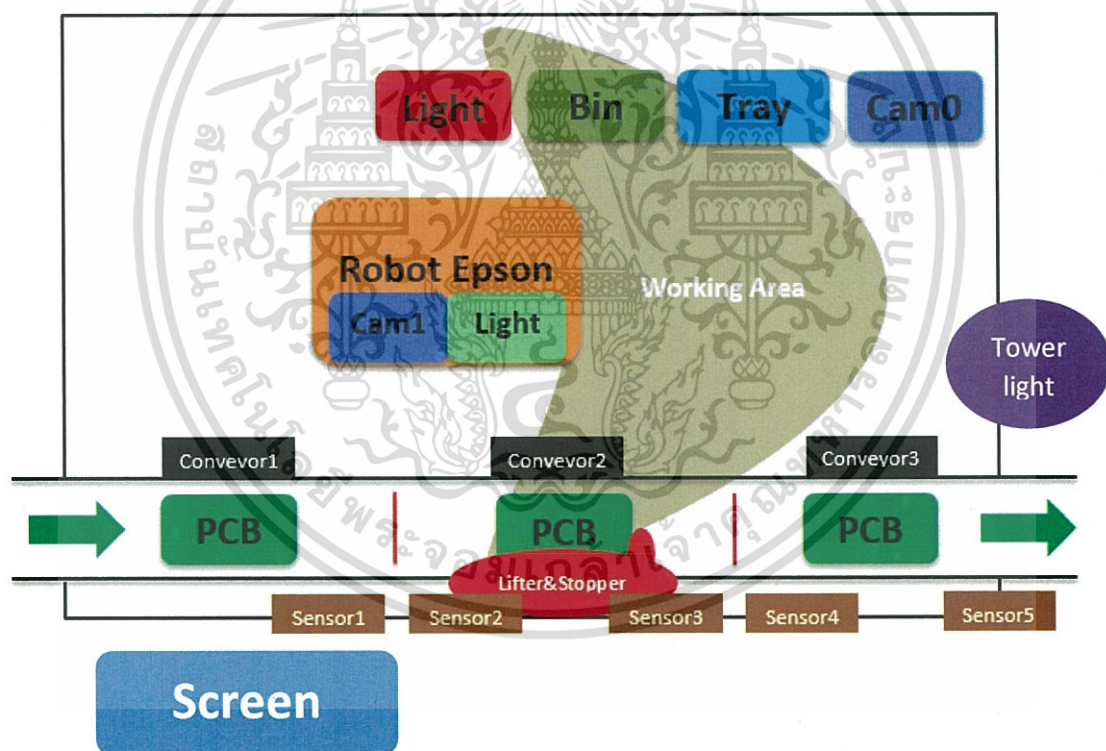
ภาพที่ 3-1 ระบบประกอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 ส่วนประกอบของระบบ

ระบบอัตโนมัตินี้จะมีส่วนประกอบหลักๆ ดังภาพที่ 3-2 ต่อไปนี้

1. แขนกลอัตโนมัติ (Epson RS3)
2. สายพานลำเลียงแผ่นวงจรพิมพ์ (Buffer Conveyor)
3. กล้องอุตสาหกรรม (Basler camera)
4. แหล่งกำเนิดแสง (Light)
5. ที่ใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ไม่สมบูรณ์ (Bin)
6. ถาดบรรจุอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (Tray)
7. ตัวยึดถาดขนส่ง (Lifter & Stopper)
8. เสาไฟสัญญาณ (Tower light)
9. หน้าจอแสดงผล (Screen)



ภาพที่ 3-2 ระบบประกอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อัตโนมัติจำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ขั้นตอนการทำงานของระบบ

เป้าหมายของโครงการนี้คือ ใช้ระบบอัตโนมัติในการใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงบนแผงวงจรพิมพ์โดยไม่เกิดความเสียหาย และรวดเร็ว ดังนั้นจึงคิดหลักการในการจะให้แขนกลอัตโนมัติหยิบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ใส่ลงแผงวงจรพิมพ์โดยมีขั้นตอนดังนี้

จากภาพที่ 3-2 ดูจากซ้ายไปขวา

3.2.1 แผงวงจรพิมพ์ที่อยู่ในถาดขนส่งจะวิ่งมาจากสายพานลำเลียงแผงวงจรพิมพ์อัตโนมัติของสถานีก่อนหน้านี้

3.2.2 แผงวงจรพิมพ์มาจากสายพานลำเลียงแผงวงจรพิมพ์อัตโนมัติแล้วจะมาถูกหยุดที่ตัวยึดถาดขนส่ง

3.2.3 แขนกลอัตโนมัติจะไปหยิบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์จากถาดบรรจุอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ มาตรวจสอบความสมบูรณ์ของชิ้นงานที่ห้องอุตสาหกรรม

3.2.4 ถ้าอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ไม่สมบูรณ์ก็จะทิ้งแล้วไปหยิบใหม่

3.2.5 ถ้าอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สมบูรณ์ก็จะไปตรวจสอบแผงวงจรพิมพ์โดยใช้กล้องอุตสาหกรรมที่ปลายแขนกลอัตโนมัติทำการตรวจสอบ

3.2.6 ถ้าแผงวงจรพิมพ์ไม่สมบูรณ์ก็จะมีข้อความเตือนเกิดขึ้น

3.2.7 ถ้าแผงวงจรพิมพ์สมบูรณ์ก็จะนำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงไปประกอบกับแผงวงจรพิมพ์

3.2.8 ทำจนครบทั้ง 4 แผงแล้วตัวยึดถาดขนส่งก็จะถูกปลดลง

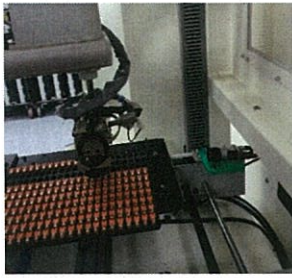
3.2.9 แผงวงจรพิมพ์จะถูกลำเลียงไปยังสถานีถัดไป



ภาพที่ 3-3 การทำงานของระบบโดยรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

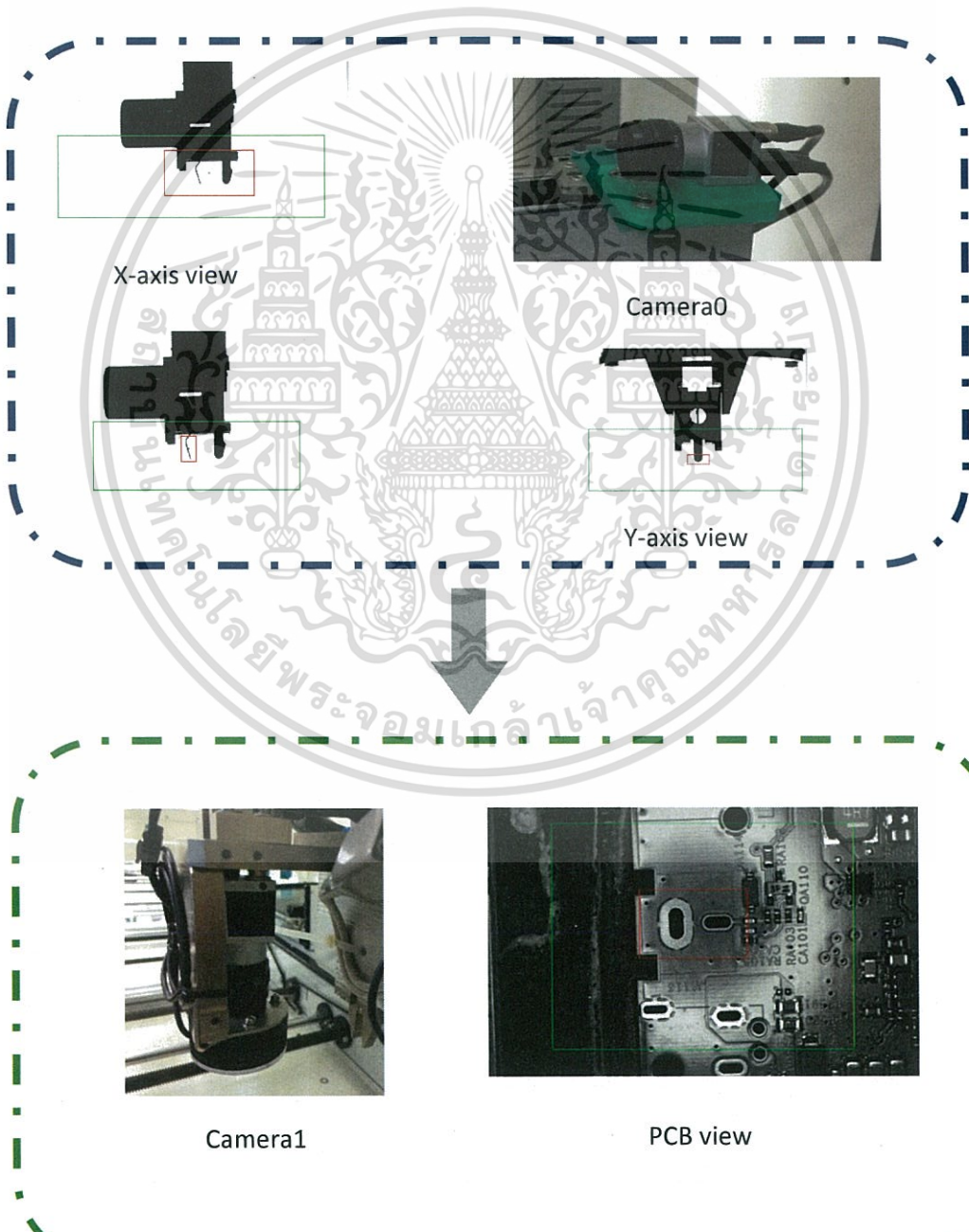
3.3 แผนผังรูปภาพการทำงานของระบบโดยรวม



Pick component from tray



Robot Epson



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 กระบวนการวิเคราะห์รูปภาพด้วยระบบประมวลผลภาพ

หลักการของระบบวิทัศน์ (Vision system) เมื่อได้รับรูปภาพมาวิเคราะห์ประมวลผลภาพ ซึ่งต้องใช้องค์ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการประมวลผลภาพ (Image processing) โดยเราจะพัฒนาด้านการประมวลผลภาพจากโปรแกรม NI Vision Template Editor เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่ได้รับการยอมรับว่าสามารถสร้าง Template ได้อย่างรวดเร็ว ง่ายตายและยังเป็นเครื่องมือ (Tools) ที่มีประสิทธิภาพซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นส่วนประกอบของโปรแกรมที่ผู้พัฒนา (Developer) ได้สร้างขึ้น จึงทำให้สามารถพัฒนาการประมวลผลภาพได้รวดเร็วและมีคุณภาพ



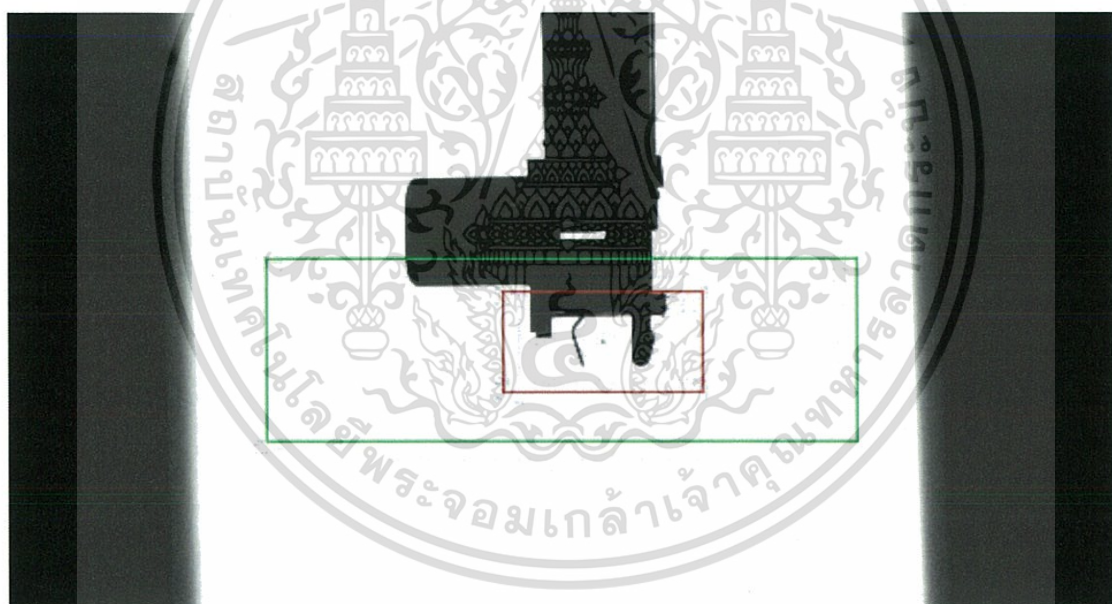
ภาพที่ 3-4 สัญลักษณ์โปรแกรม NI Vision Template Editor

และต้องมีความรู้เกี่ยวกับการแปลงค่าพิกเซล (Pixel) เป็นค่าตามความจริงหรือค่ามิลลิเมตร (mm) เพื่อให้โปรแกรมของแขนกลอัตโนมัตินำค่าที่วิเคราะห์ได้ไปใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด เนื่องจากแขนกลอัตโนมัติจะไม่เคลื่อนที่ตามตำแหน่งที่จำเอาไว้ตอนติดตั้ง แต่จะเคลื่อนที่ไปตามเป้าหมายที่ผู้ใช้ต้องการ เราจึงนำแนวทางนี้ในการแก้ปัญหาการใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ต้องการความละเอียดค่อนข้างสูง ซึ่งระบบวิทัศน์ (Vision system) ในโครงการโปรแกรมวิทัศน์สำหรับควบคุมแขนกลอัตโนมัติในการประกอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เข้ากับแผ่นวงจรพิมพ์จะวิเคราะห์อยู่ 2 ส่วน คือ

3.4.1 วิเคราะห์และตรวจสอบมาตรฐานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

การประมวลผลภาพ (Image processing) ในส่วนนี้โปรแกรมที่ได้เขียนขึ้นจะตรวจสอบมาตรฐานพร้อมๆกับการหาตำแหน่งของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ก่อนที่จะนำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์นั้นไปประกอบลงแผงวงจรพิมพ์ ซึ่งถ้าไม่มีส่วนนี้ขณะที่หุ่นยนต์หยิบจับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ขึ้นมาแล้วนำไปประกอบในแผงวงจรพิมพ์โดยที่ไม่มีการตรวจสอบกับการหาตำแหน่งก่อนอาจจะทำให้เกิดความเสียหายกับอุปกรณ์หรือแผงวงจรพิมพ์ได้ เนื่องจากการหยิบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์จากถาดบรรจุอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (Tray) นั้นไม่ใช่ตำแหน่งเดิมทุกครั้งไปดังนั้นจึงจำเป็นที่จะทำการวิเคราะห์หาตำแหน่งและตรวจสอบมาตรฐานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (Component) ก่อนที่จะประกอบเข้ากับแผงวงจรพิมพ์โดยรูปที่จะได้มาประมวลผลจะมี 2 แกนคือ

1. X-axis

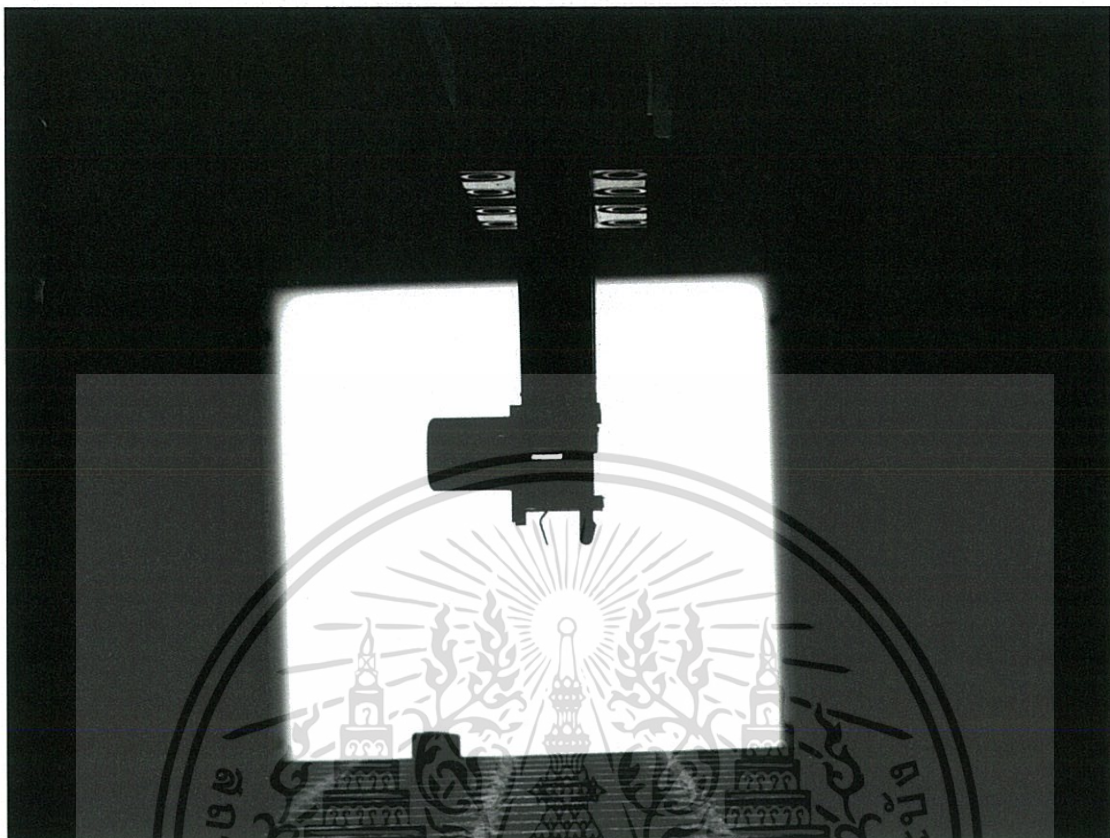


ภาพที่ 3-5 รูปอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในแกน X

จากด้านบนภาพที่ 3-5 เป็นรูปภาพที่กล้องอุตสาหกรรมถ่ายในขณะที่แขนกลอัตโนมัติหยิบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (Component) มาที่หน้าบริเวณกล้องอุตสาหกรรมแล้วจึงถ่ายรูปนำมาวิเคราะห์เพื่อวิเคราะห์ว่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานในระดับที่ยอมรับได้หรือไม่ โดยใช้กระบวนการง่ายในการแยกแยะได้ด้วย 3 ขั้นตอนดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

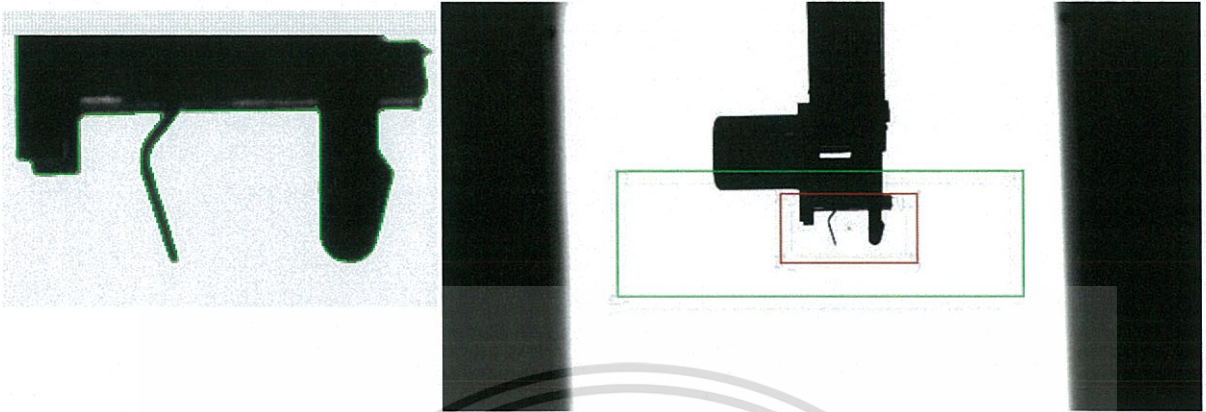
1.1 กล้องอุตสาหกรรมทำการถ่ายภาพอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์



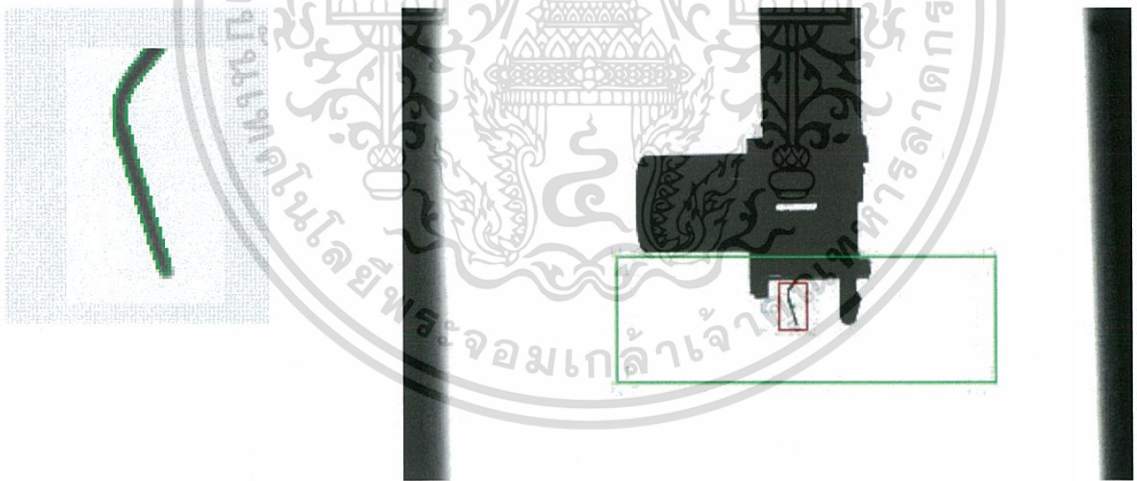
ภาพที่ 3-6 ภาพขาวดำจากกล้องอุตสาหกรรมก่อนทำการประมวลผลภาพในแกน X

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 นำ Template ที่ได้สร้างไว้มาประมวลผลกับรูปที่ถ่ายได้



ภาพที่ 3-7 หา Template Matching เพื่อระบุตำแหน่งของสิ่งที่สนใจ

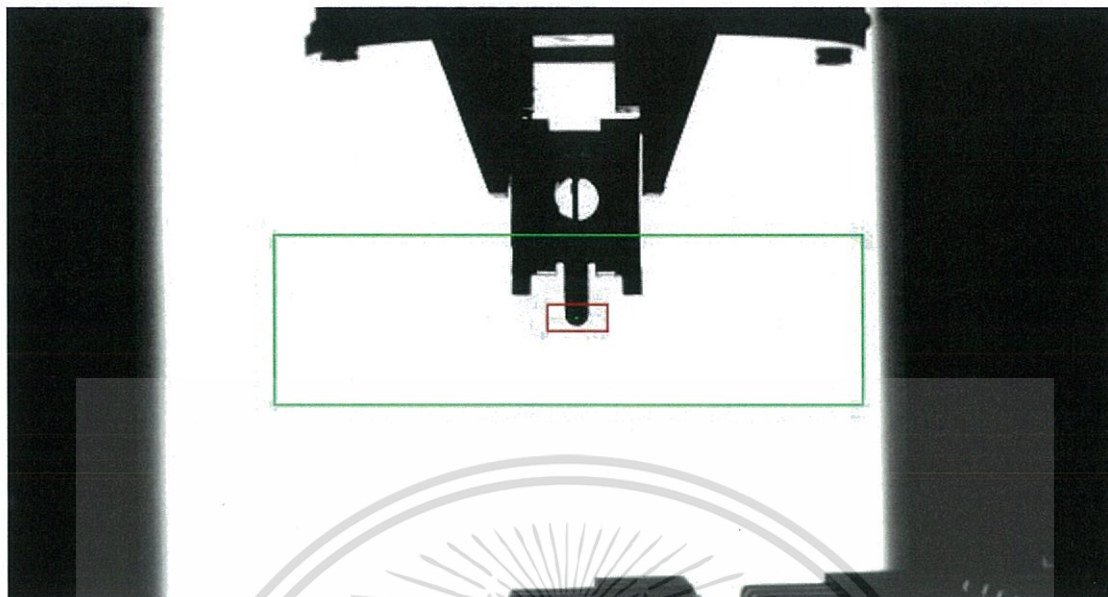


ภาพที่ 3-8 หา Template Matching เพื่อตรวจสอบความสมบูรณ์ของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

1.3 นำตำแหน่งที่ได้ไปทำการประมวลผลกับขั้นตอนอื่นๆก่อนส่งต่อไปยังแขนกลอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

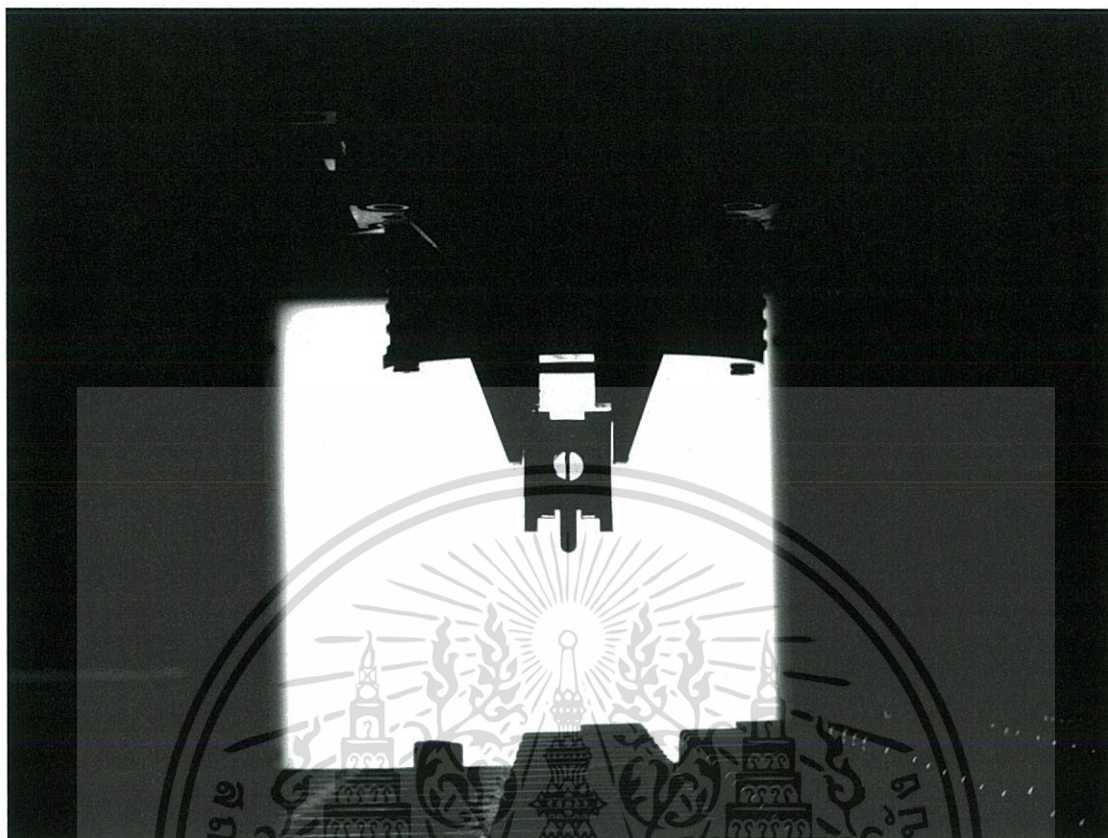
2. Y-axis



ภาพที่ 3-9 รูปอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในแกน Y

จากด้านบนภาพที่ 3-9 เป็นรูปภาพที่กล้องอุตสาหกรรมถ่ายในขณะที่แขนกลอัตโนมัติหยิบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (Component) มาหน้าบริเวณกล้องแล้วจึงถ่ายรูปนำมาวิเคราะห์เพื่อวิเคราะห์ว่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานในระดับที่ยอมรับได้หรือไม่พร้อมทั้งระบุตำแหน่งของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้กระบวนการง่ายในการแยกแยะได้ด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

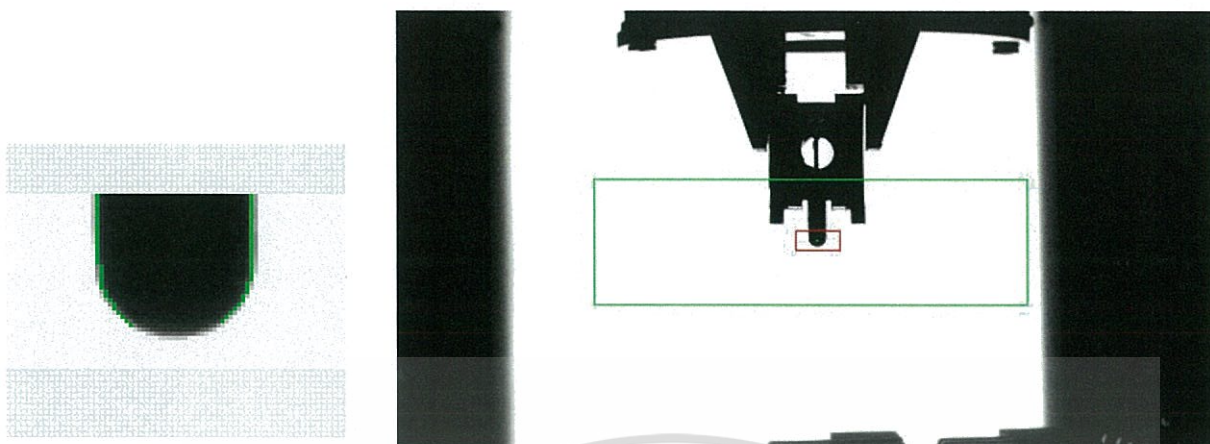
2.1 กล้องอุตสาหกรรมทำการถ่ายภาพอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์



ภาพที่ 3-10 ภาพขาวดำจากกล้องอุตสาหกรรมก่อนทำการประมวลผลภาพในแกน Y

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 นำ Template ที่ได้สร้างไว้มาประมวลผลกับรูปที่ถ่ายได้

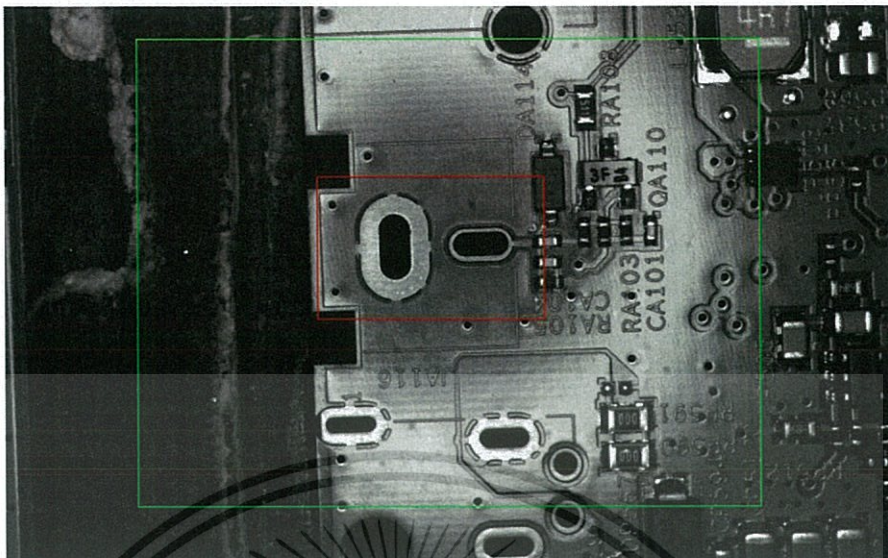


รูปที่ 3-11 หา Template Matching เพื่อระบุตำแหน่งของสิ่งที่สนใจพร้อมกับตรวจสอบความสมบูรณ์ของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

1.3 นำตำแหน่งที่ได้ไปทำการประมวลผลกับขั้นตอนอื่นๆก่อนส่งต่อไปยังแขนกลอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

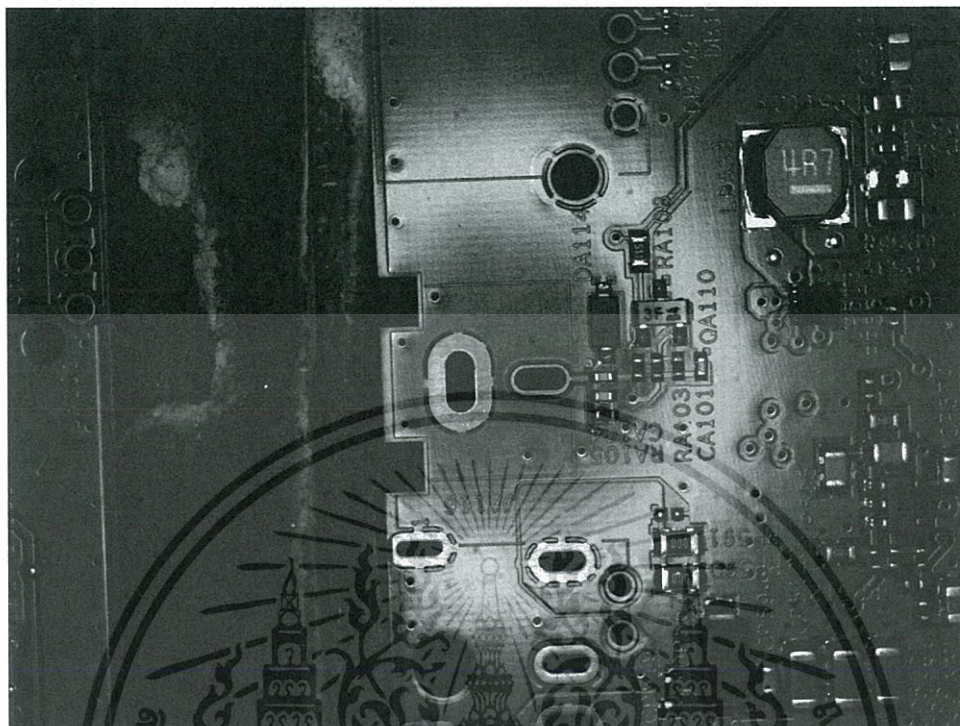
3.4.2 วิเคราะห์หาตำแหน่งที่จะใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงในแผ่นวงจรพิมพ์



ภาพที่ 3-12 รูปของแผ่นวงจรพิมพ์

การวิเคราะห์และประมวลผลภาพ (Image processing) จะตรวจหาตำแหน่งที่จะนำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ใส่ลงไปบนแผ่นวงจรพิมพ์ (PCB) เนื่องจากแผ่นวงจรพิมพ์ที่ถูกนำเข้ามา จะถูกใส่ในถาดขนส่งโดยแผ่นวงจรพิมพ์แต่ละแผ่นในถาดขนส่งนั้นไม่มีทางที่จะอยู่ในตำแหน่งเดิมได้ทุกครั้งเนื่องจากมีช่องว่างอยู่บ้างระหว่างตัวถาดขนส่งและแผ่นวงจรพิมพ์ จึงทำให้จำเป็นต้องใช้ระบบวิทัศน์ (Vision system) ในการวิเคราะห์หาตำแหน่งที่แตกต่างไปจากตำแหน่งเดิม แล้ววิเคราะห์หาค่าชดเชยส่งไปให้หุ่นยนต์เพื่อให้หุ่นยนต์ใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้อย่างแม่นยำซึ่งกระบวนการวิเคราะห์มี 3 ขั้นตอนดังนี้

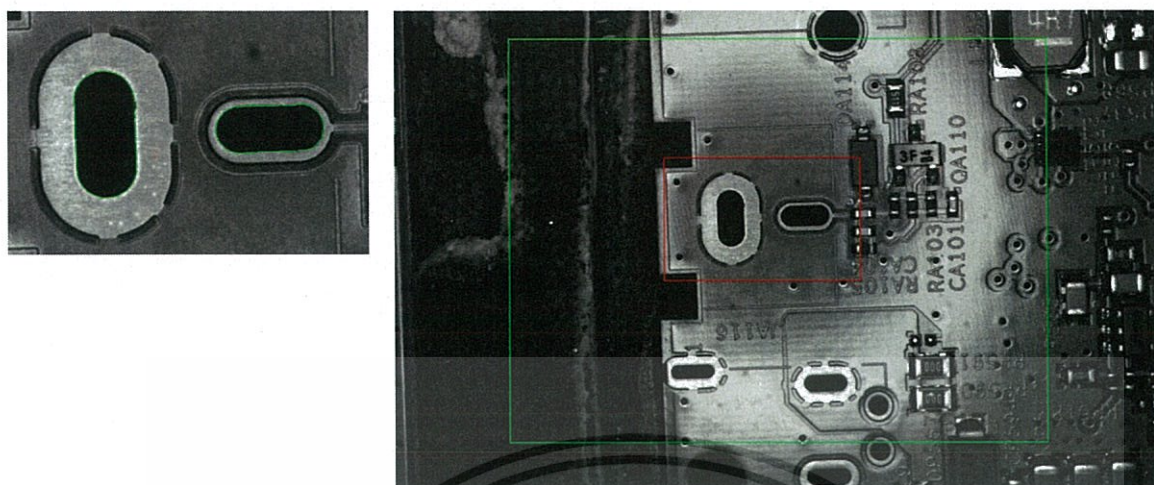
1.กล้องอุตสาหกรรมทำการถ่ายภาพแผ่นวงจรพิมพ์



ภาพที่ 3-13 ภาพขาวดำจากกล้องอุตสาหกรรมก่อนทำการประมวลผลภาพแผ่นวงจรพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. นำ Template ที่ได้สร้างไว้มาประมวลผลกับรูปที่ถ่ายได้



ภาพที่ 3-14 ทา Template Matching เพื่อระบุตำแหน่งของสิ่งที่สนใจพร้อมกับตรวจสอบความสมบูรณ์ของรูที่ใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์บนแผ่นวงจรพิมพ์

3. นำตำแหน่งที่ได้ไปทำการประมวลผลกับขั้นตอนอื่นๆก่อนส่งต่อไปยังแขนกลอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 กระบวนการหยิบใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ของแขนกลอัตโนมัติ

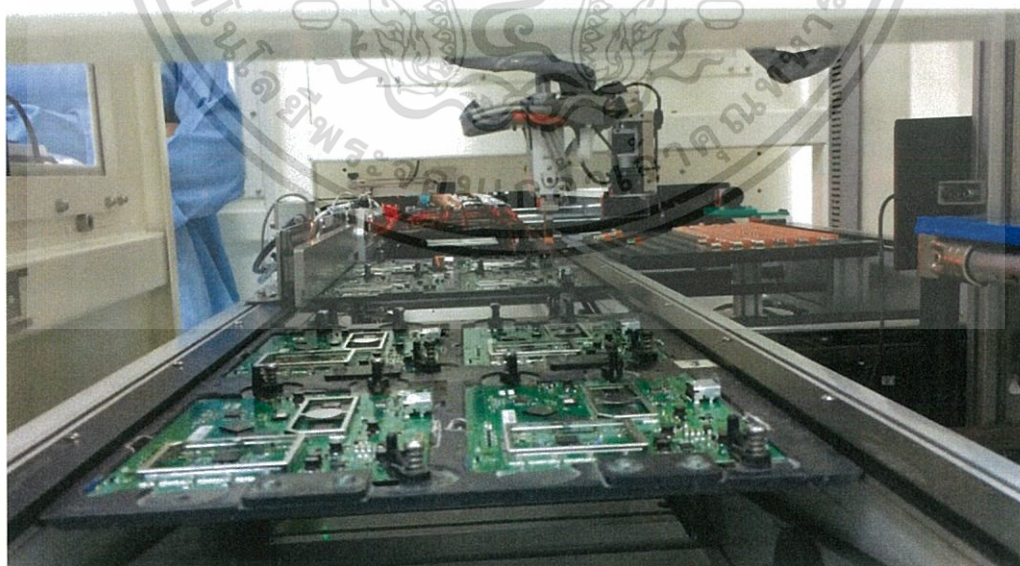
หลักการของโครงการโปรแกรมวิทัศน์สำหรับควบคุมแขนกลอัตโนมัติในการประกอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เข้ากับแผ่นวงจรพิมพ์เราจะสามารถควบคุมแขนกลอัตโนมัติได้โดยการเขียนลำดับการทำงานของแขนกลอัตโนมัติผ่านโปรแกรมของมันเอง เพื่อให้แขนกลอัตโนมัติทำงานได้ตามลำดับ โดยแขนกลอัตโนมัติที่ใช้เป็นของเอปสัน (Epson) ซึ่งจะมีโปรแกรมที่สามารถสั่งงานได้โดยตรงอยู่แล้วนั่นคือโปรแกรม (EPSON RC+ 5.0) จะมีสัญลักษณ์ (Icon) ดังรูปด้านล่าง



ภาพที่ 3-15 สัญลักษณ์โปรแกรม Epson RC+ 5.0

โดยจะอธิบายขั้นตอนหรือลำดับการทำงานของแขนกลอัตโนมัติที่โปรแกรมโดยโปรแกรมของเอปสัน (Epson program) ดังต่อไปนี้

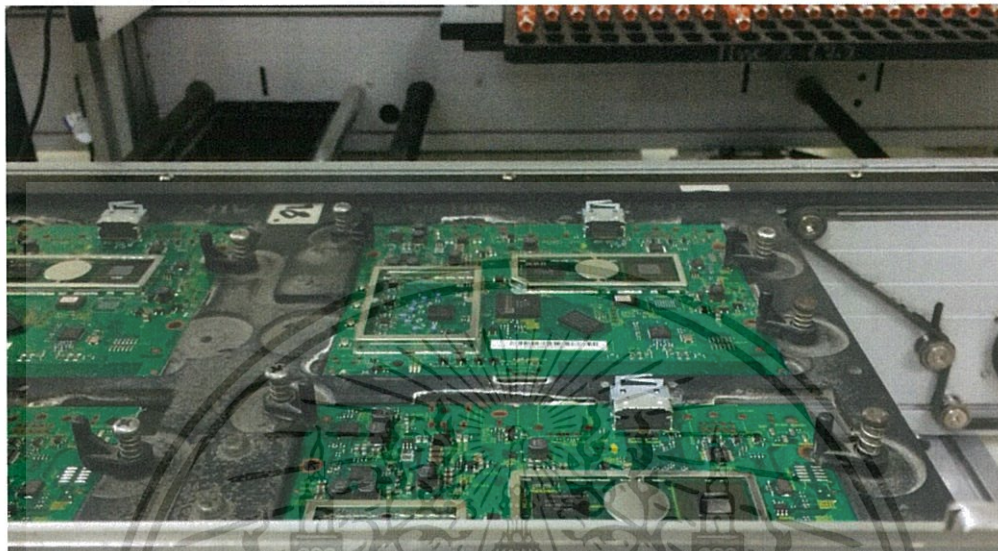
1. เริ่มต้นจากจะมีคนเอาแผ่นวงจรพิมพ์ (PCB) ใส่ลงไป ในถาดขนส่ง (Carrier) ซึ่งใน 1 Carrier จะมี 4 PCB ดังภาพที่ 3-16



ภาพที่ 3-16 แผ่นวงจรพิมพ์ (PCB) อยู่ในถาดขนส่ง (Carrier)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.ตอนที่แผ่นวงจรพิมพ์ (PCB) เข้ามาในระบบ เมื่อโคนโฟโตเซนเซอร์ (Photo sensor) โปรแกรมจะทำงานโดยสั่งระบบควบคุม (IO) ให้สต๊อปเปอร์ (Stopper) ทำงานจะขวางการเคลื่อนที่ของถาดขนส่งส่วนลิฟต์เตอร์ (Lifter) กดทับลงเพื่อล็อกแผ่นวงจรพิมพ์ (PCB) ให้หยุดอยู่กับที่



ภาพที่ 3-17 แผ่นวงจรพิมพ์กำลังโหลดเข้ามาในระบบเมื่อสต๊อปเปอร์ (Stopper) ทำงานจะขวางการเคลื่อนที่ของถาดขนส่งส่วนลิฟต์เตอร์ (Lifter) กดทับลงเพื่อล็อกทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

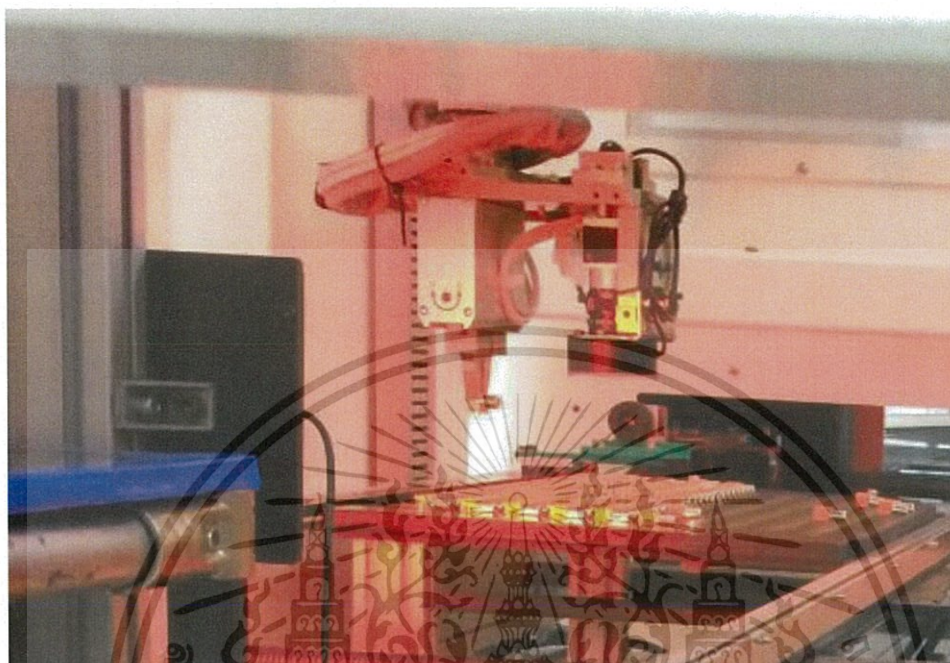
3.เมื่อโปรแกรมเริ่มการทำงานแขนกลอัตโนมัติก็จะไปหยิบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (Component) ในถาดบรรจุอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (Tray) ดังภาพที่ 3-18



ภาพที่ 3-18 แขนกลอัตโนมัติทำการหยิบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์จากถาดบรรจุอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (Tray)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

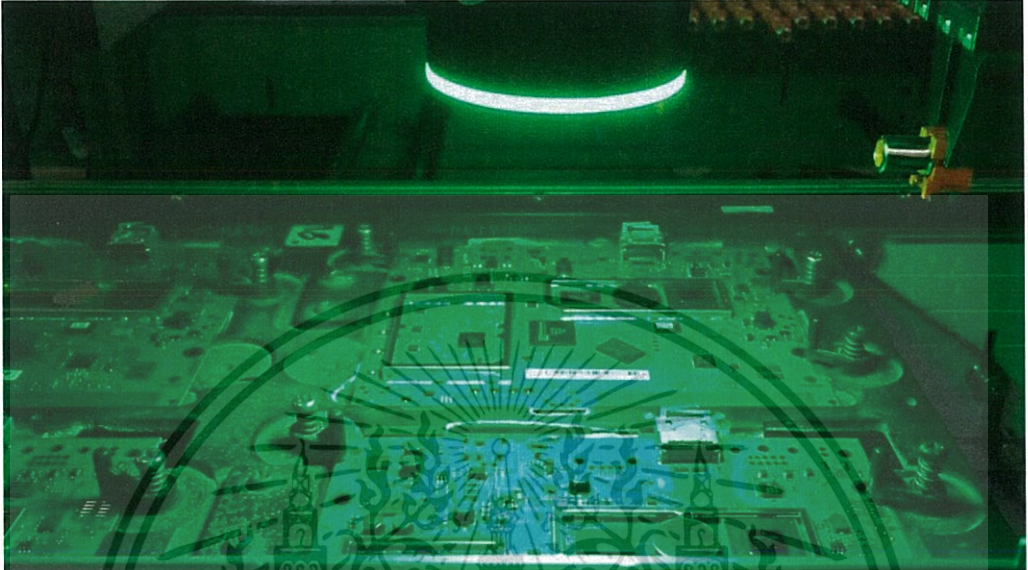
4.เมื่อแขนกลอัตโนมัติหยิบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เรียบร้อยแล้ว แขนกลอัตโนมัติก็จะเคลื่อนที่ไปที่กล่องอุตสาหกรรมเพื่อตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทั้งแกน X และ Y ก่อน นำไปใส่ในแผ่นวงจรพิมพ์ (PCB) ดังภาพที่ 3-19



ภาพที่ 3-19 กล่องอุตสาหกรรมทำการตรวจสอบและหาตำแหน่งของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

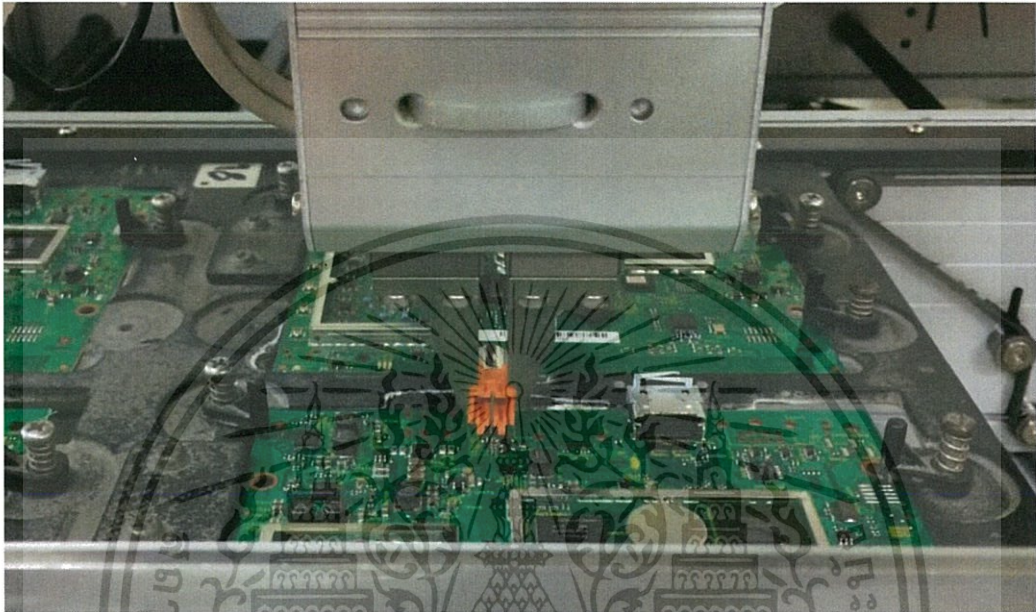
5.เมื่อตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เรียบร้อยแล้ว ก็จะเคลื่อนที่ไปทำการตรวจสอบแผ่นวงจรพิมพ์โดยใช้กล้องอุตสาหกรรมที่ติดตั้งอยู่ที่ปลายแขนกลอัตโนมัติในการตรวจสอบดังภาพที่ 3-20



ภาพที่ 3-20 กล้องอุตสาหกรรมที่ปลายแขนกลอัตโนมัติทำการตรวจสอบและหาตำแหน่งของแผ่นวงจรพิมพ์ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.เมื่อแขนกลอัตโนมัติ (Robot Epson) ได้รับค่าตำแหน่งที่ประมวลผลจากโปรแกรมที่ได้เขียนขึ้นแล้ว แขนกลอัตโนมัติก็จะดำเนินการใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (Component) ลงในแผ่นวงจรพิมพ์ (PCB) ซึ่งใน 1 Carrier จะต้องใส่ 4 ครั้ง เนื่องจากมีแผ่นวงจรพิมพ์ 4 แผ่น ดังภาพที่ 3-21



ภาพที่ 3-21 แขนกลอัตโนมัติ (Robot Epson) ใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงในแผ่นวงจรพิมพ์ (PCB)

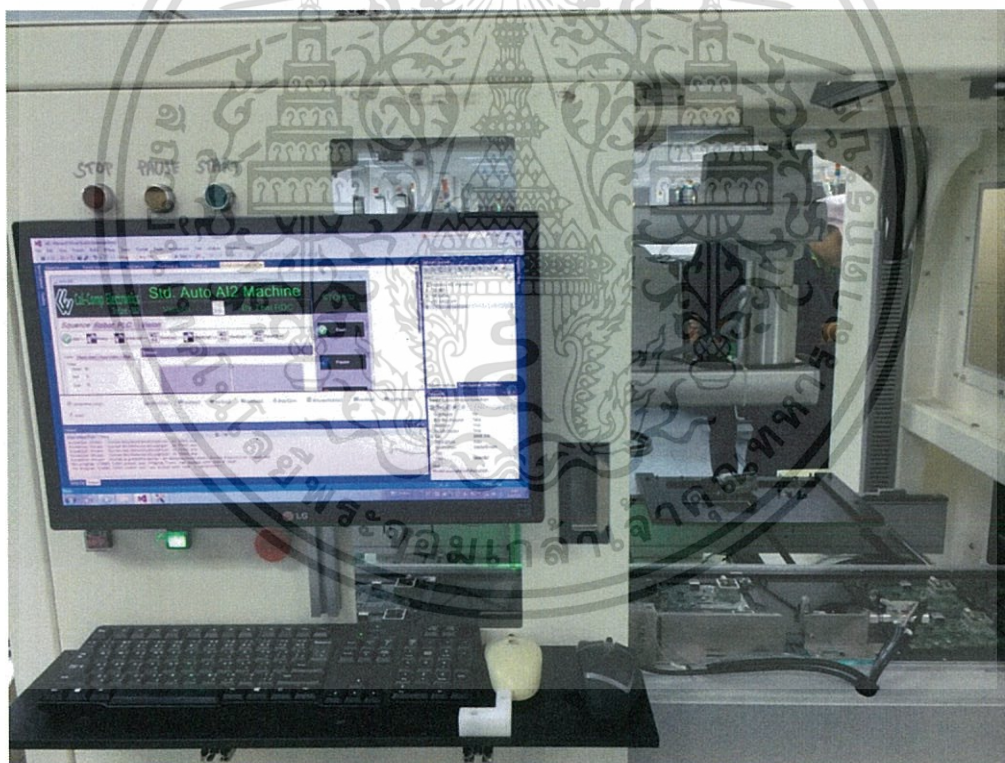
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 กระบวนการประมวลผลของโปรแกรม

โปรแกรมที่ผู้พัฒนาได้เขียนขึ้นมานั้นจะทำการนำค่าที่ได้จากการประมวลผลภาพนำมาทำการคำนวณหาตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับการสั่งการแขนกลอัตโนมัติให้เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่ถูกต้องของเป้าหมายโดยโปรแกรมที่ได้จัดทำขึ้นมานั้นเกิดจากการเขียนภาษา C# ผ่านโปรแกรม Visual Studio 2015



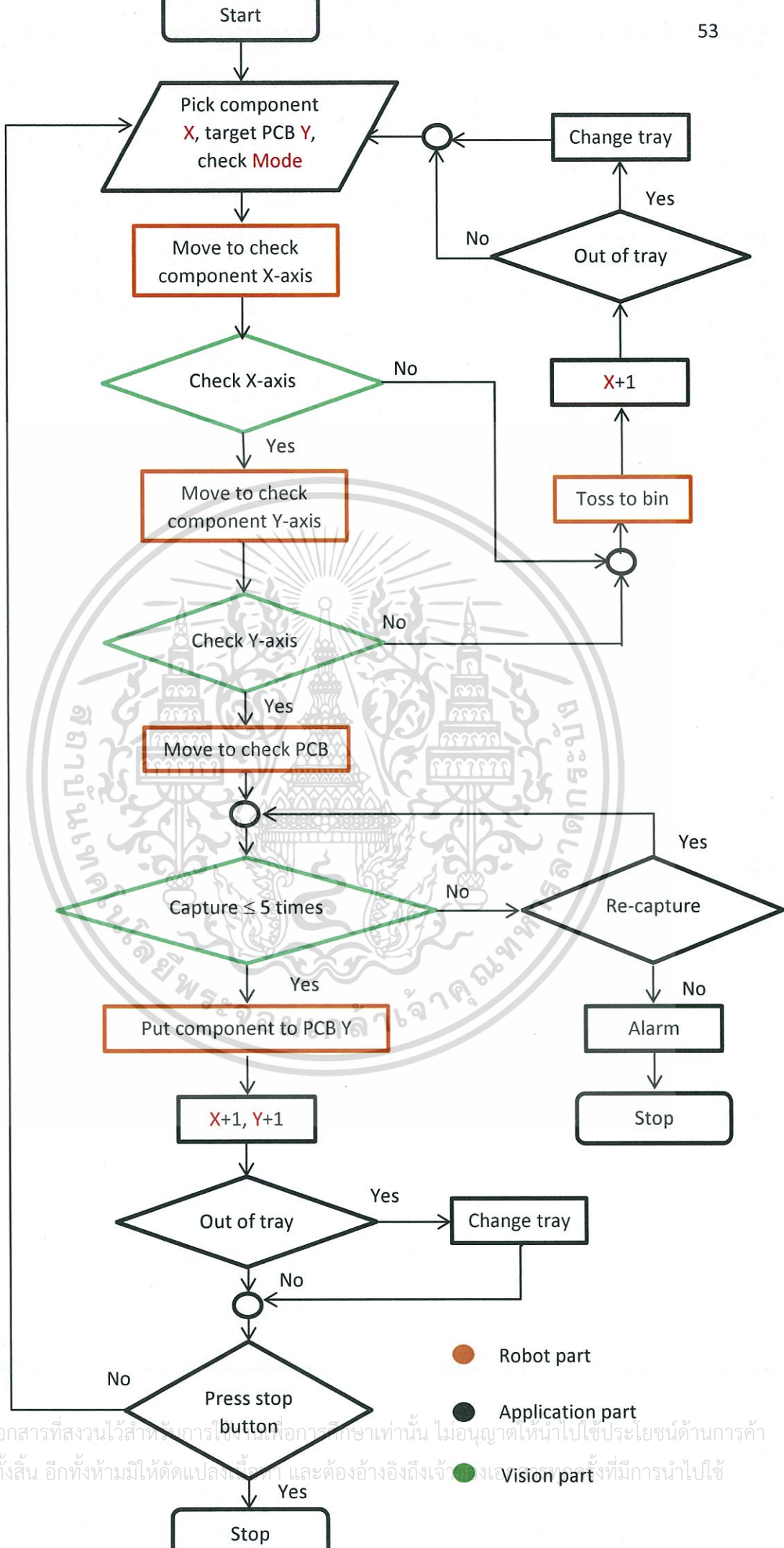
ภาพที่ 3-22 สัญลักษณ์โปรแกรม Visual Studio 2015



ภาพที่ 3-23 การเขียนโปรแกรมในสายการผลิต

โดยจะมีลำดับขั้นตอนการทำงานดัง Flowchart ด้านล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



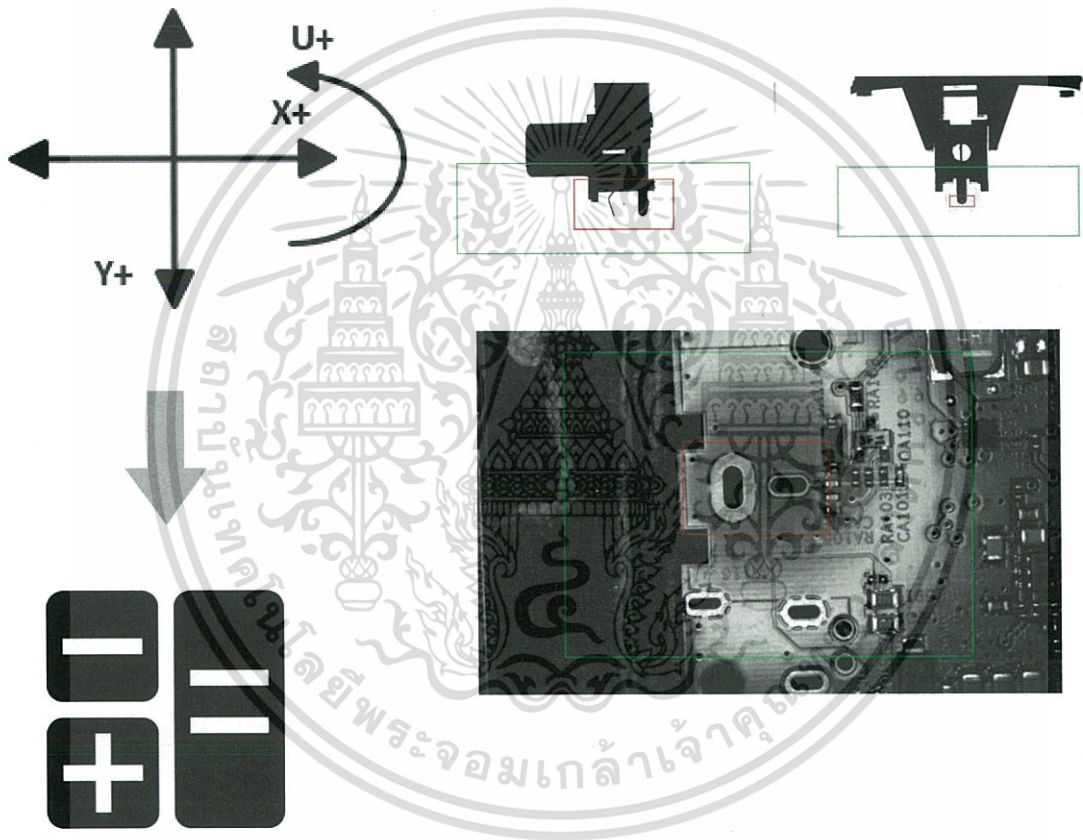
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าคุณพระรัตนโกสินทร์ที่มีการนำไปใช้

โดยการคำนวณจะทำตามค่าต่างๆดังนี้

พิกัด X ของแกนกลัดโนมัติ = -(พิกัด X จากการประมวลผลภาพของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในแกน X) + (พิกัด X จากการประมวลผลภาพของแผ่นวงจรพิมพ์)

พิกัด Y ของแกนกลัดโนมัติ = -(พิกัด X จากการประมวลผลภาพของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในแกน Y) - (พิกัด Y จากการประมวลผลภาพของแผ่นวงจรพิมพ์)

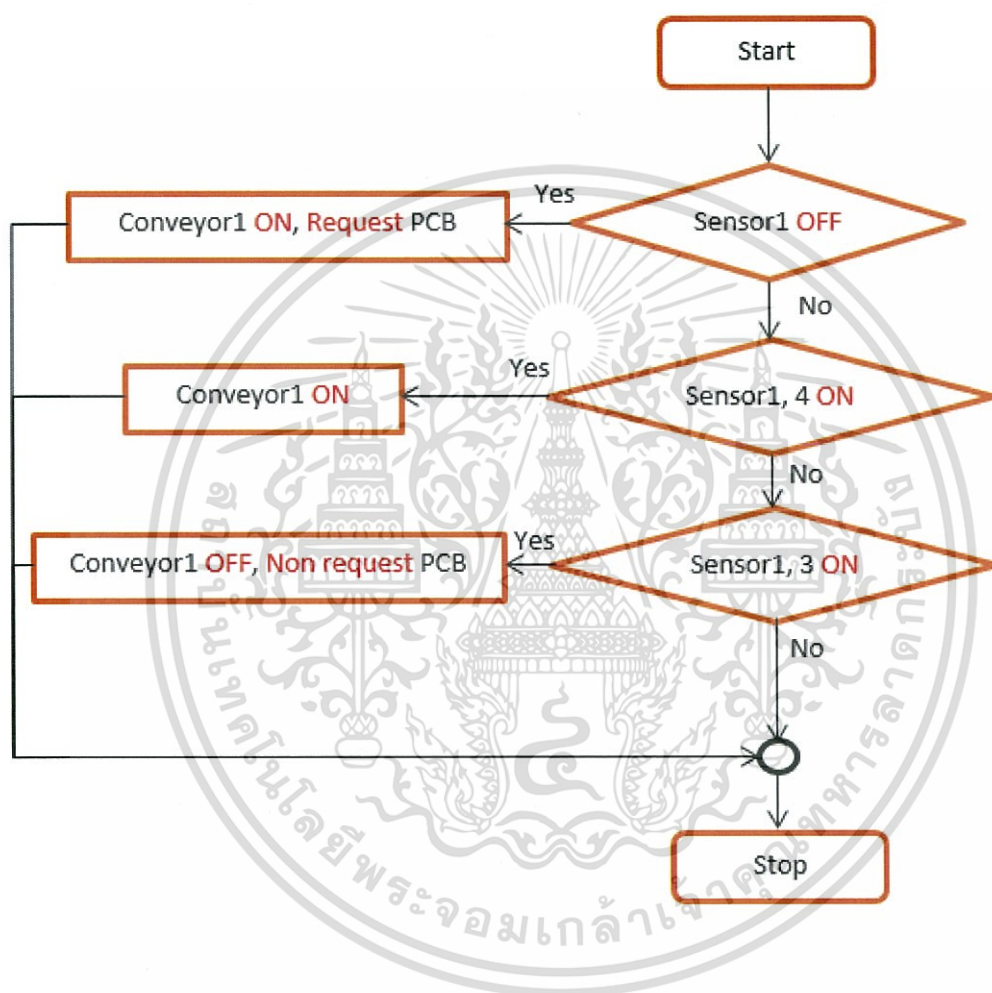
พิกัด U ของแกนกลัดโนมัติ = -พิกัด U จากการประมวลผลภาพของแผ่นวงจรพิมพ์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำออกเผยแพร่ได้โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสาร หากต้องการนำเอกสารนี้ไปใช้ กรุณาแจ้งเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

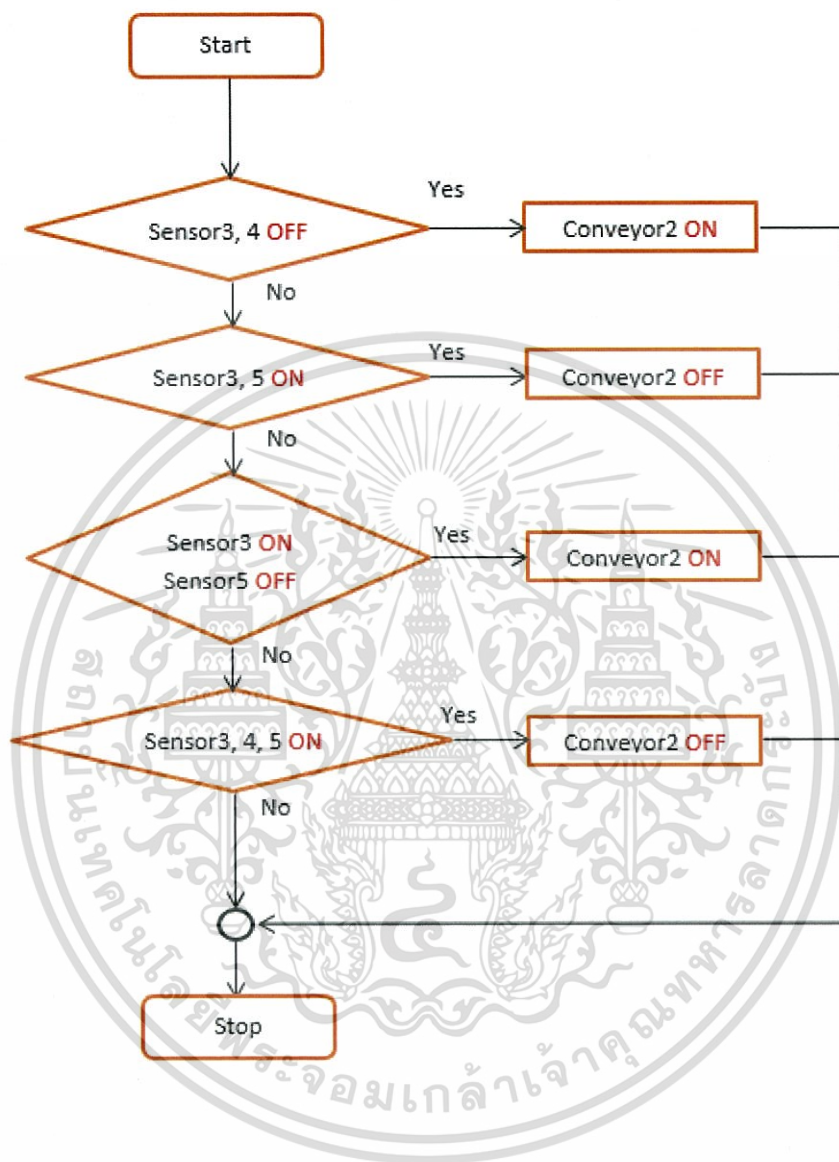
Flowchart การทำงานของ Conveyor buffer แต่ละตำแหน่งในขณะ Bypass

Flowchart ของ Conveyor buffer ตัวที่ 1



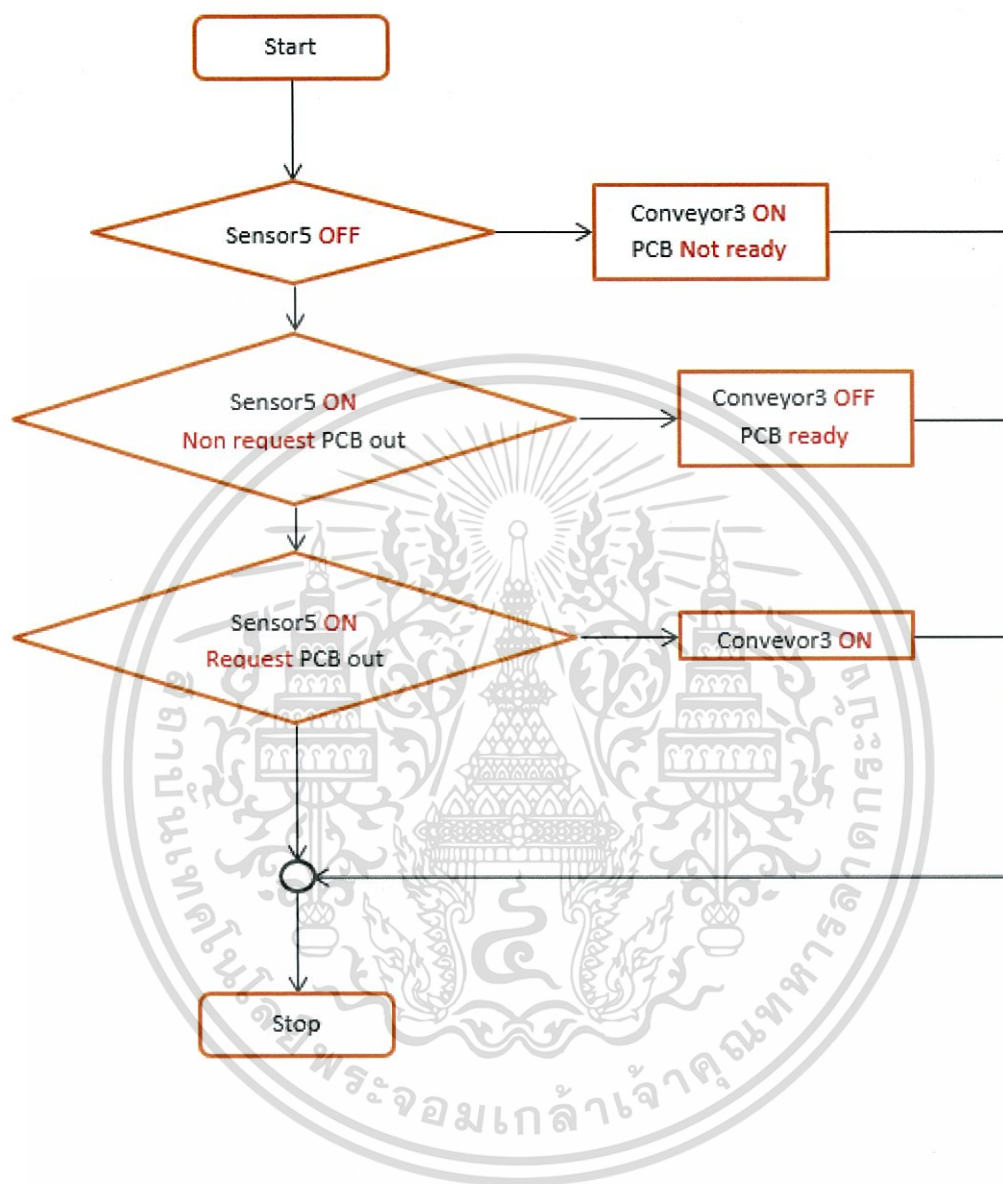
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Flowchart ของ Conveyor buffer ตัวที่ 2



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Flowchart ของ Conveyor buffer ตัวที่ 3



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดง Input / Output ของ Robot

I/O Robot AI V.2					
INPUT			OUTPUT		
Pin No.	Name	Common	Pin No.	Name	Common
0		P24	0	Motor conveyor 1	N24
1	Photo sensor 1	P24	1	Motor conveyor 2	N24
2	Photo sensor 2	P24	2	Motor conveyor 3	N24
3	Photo sensor 3	P24	3	IN0 (A3)	N25
4	Photo sensor 4	P24	4	IN1 (A4)	N26
5	Photo sensor 5	P24	5	Setup (A9)	N27
6	Reed switch lifter UP	P24	6	Drive (A11)	N28
7	Reed switch lifter DW	P24	7	Reset (A12)	N29
8	Busy (B7)	P24	8	Servo ON (A13)	N30
9	Svre (B11)	P24	9	Lifter	N24
10	Alarm (B13)	P24	10	Stopper	N24
11			11	Tower GREEN	N24
12			12	Tower YELLOW	N24
13			13	Tower RED & BUZZER	N24
14			14	HS DownLink ready	N24
15			15	HS UpLink request	N24
16					
17					
18	Emergency				
19	Switch start	P24			
20	Switch puase	P24			
21	Switch stop	P24			
22	HS DownLink request	P24			
23	HS UpLink Ready	P24			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลการทดลอง โดยจะทดสอบในส่วนของ Image processing รวมกับการทำงานของแขนกลอัตโนมัติ ซึ่งจะทดสอบในเรื่องของการประมวลผลในกรณีของแกนต่างๆทั้งของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และแผ่นวงจรพิมพ์และการเก็บค่า Yield จากการทำงานจริง

4.1 การทดลองที่ 1 ทดสอบความแม่นยำของการประมวลผลของโปรแกรม

การทดลองนี้ จะเป็นการทดสอบความแม่นยำในการประมวลผลภาพและส่งค่าที่ถูกต้องไปยังแขนกลอัตโนมัติ โดยจะทำการเคลื่อนแกนต่างๆเพื่อตรวจสอบ

4.1.1 วิธีการทดลอง

1. ขยับอัตราบรรจุอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในพิกัด X แนวแกน X
2. ขยับอัตราบรรจุอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในพิกัด X แนวแกน Y
3. ขยับแผ่นวงจรพิมพ์ในแนวแกน X
4. ขยับแผ่นวงจรพิมพ์ในแนวแกน Y
5. หมุนแผ่นวงจรพิมพ์ในแนวแกน U
6. บันทึกผลว่าเกิดผลอย่างไรบ้างในแต่ละกรณี

4.1.2 ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองทดสอบความแม่นยำของการประมวลผลของแอปพลิเคชัน

การเปลี่ยนตำแหน่ง	ผลที่เกิดขึ้น
พิกัด X+ ของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในแนวแกน X	แขนกลอัตโนมัติเคลื่อนที่ได้ถูกต้อง
พิกัด X- ของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในแนวแกน X	แขนกลอัตโนมัติเคลื่อนที่ได้ถูกต้อง
พิกัด X+ ของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในแนวแกน Y	แขนกลอัตโนมัติเคลื่อนที่ได้ถูกต้อง
พิกัด X+ ของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในแนวแกน Y	แขนกลอัตโนมัติเคลื่อนที่ได้ถูกต้อง
พิกัด X+ ของแผ่นวงจรพิมพ์	แขนกลอัตโนมัติเคลื่อนที่ได้ถูกต้อง
พิกัด X- ของแผ่นวงจรพิมพ์	แขนกลอัตโนมัติเคลื่อนที่ได้ถูกต้อง
พิกัด Y+ ของแผ่นวงจรพิมพ์	แขนกลอัตโนมัติเคลื่อนที่ได้ถูกต้อง
พิกัด Y- ของแผ่นวงจรพิมพ์	แขนกลอัตโนมัติเคลื่อนที่ได้ถูกต้อง
พิกัด U+ ของแผ่นวงจรพิมพ์	แขนกลอัตโนมัติเคลื่อนที่ได้ถูกต้อง
พิกัด U- ของแผ่นวงจรพิมพ์	แขนกลอัตโนมัติเคลื่อนที่ได้ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดลองที่ 2 ผลการเก็บค่า Yield

การทดลองนี้ จะเป็นการเก็บค่าจากการทำงานจริงของระบบโดยจะวัดออกมาเป็น %Yield Rate ที่ทำได้ในช่วงเวลานั้นๆ

4.2.1 วิธีการทดลอง

1. เปิดโปรแกรมแล้วสั่งให้ระบบทำงาน
2. บันทึกผลการที่แขนกลอัตโนมัติไม่สามารถหยิบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ออกจาก ถาดบรรจุอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (Can't pick up)
3. บันทึกผลความผิดพลาดที่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ถูกใส่ลงในแผ่นวงจรพิมพ์ได้ อย่างไม่สมบูรณ์ (Place error)
4. บันทึกผลการที่แขนกลอัตโนมัติทิ้งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (Reject)
5. บันทึกผลอื่นๆ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.2 ผลการเก็บค่าจากการทำงานจริงโดยจะวัดออกมาเป็น %Yield Rate

Yield Report for AI V2

AI V2	5-Sep	6-Sep	11-Oct	12-Oct
Model Run	C41W	C41W	C41W	C41W
Total loading	660	1,100	660	1,100
Total place	646	1,055	654	1,068
%Yield Rate	100.00%	99.91%	92.05%	99.53%
%Can't pick up	1.21%	0.45%	0.45%	0.55%
%Place error	0.00%	0.09%	7.95%	0.47%
%Over reject	2.12%	4.09%	0.91%	2.91%
%PCB1(place error)	0.00%	0.00%	12.23%	0.37%
%PCB2(place error)	0.00%	0.38%	1.22%	0.75%
%PCB3(place error)	0.00%	0.00%	9.17%	0.00%
%PCB4(place error)	0.00%	0.00%	9.17%	0.75%
Reject	14	45	6	32
Can't pick up	8	5	3	6
PCB1				
Place miss alignment	0	0	20	1
PCB 2				
Place miss alignment	0	1	2	2
PCB 3				
Place miss alignment	0	0	15	0
PCB 4				
Place miss alignment	0	0	15	2

มีการปรับค่าความเหมือนในของการ Matching วันที่ 6-Sep โดยปรับให้สูงขึ้นเพื่อลดการ Place error ของแขนกลอัตโนมัติ

มีการปรับค่าความเหมือนในของการ Matching วันที่ 11-Oct โดยปรับให้ต่ำลงเพื่อลดการ Reject อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Model Run คือ รุ่นของแผ่นวงจรพิมพ์ที่ถูกป้อนเข้าระบบ

Total loading คือ จำนวนของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทั้งหมด

Total place คือ จำนวนของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ประกอบสำเร็จ

%Yield Rate คือ อัตราของความถูกต้องในการประกอบ

%Can't pick up คือ อัตราของการที่ไม่สามารถหยิบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

%Place error คือ อัตราของการที่ไม่สามารถประกอบได้อย่างถูกต้อง

%Over reject คือ อัตราของการทิ้งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ในบทนี้ จะกล่าวสรุปผลการทดลองต่างๆ ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างทำการวิจัย รวมถึงข้อเสนอแนะที่สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดของโครงการโปรแกรมวิทัศน์สำหรับควบคุมแขนกลอัตโนมัติในการประกอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เข้ากับแผ่นวงจรพิมพ์

5.1 สรุปผลการทดลอง

โครงการโปรแกรมวิทัศน์สำหรับควบคุมแขนกลอัตโนมัติในการประกอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เข้ากับแผ่นวงจรพิมพ์ จากการที่ได้ทดสอบความถูกต้องของการประมวลผลภาพ ร่วมกับการทำงานของแขนกลอัตโนมัตินั้นก็ปรากฏว่าเป็นไปได้อย่างถูกต้องและแม่นยำนอกจากนี้ยังสามารถทำงานได้ทั้งระบบและมีประสิทธิภาพเนื่องจากได้ทำการทดลองมากกว่า 880 Carrier หรือก็คือ 3,520 PCB ผลที่ได้จากการทดสอบค่า Yield rate ไม่ต่ำกว่า 99.5% ของการใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์บนแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ได้แบบสมบูรณ์(จากการเก็บผลครั้งล่าสุด) อีกทั้งสามารถทำงานได้ด้วยความเร็ว 37 วินาทีต่อ 1 Carrier โดยที่ใช้เวลาน้อยกว่าที่ตั้งเป้าไว้

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

5.2.1 ค่าความเหมือนในการ Matching มีผลในการทิ้งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่อาจจะมากเกินไปจนจำเป็นและการนำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ไม่สมบูรณ์มาประกอบโดยสามารถดูได้จากค่า Reject และค่า Place error

5.2.2 ผู้ใช้งานโปรแกรมจะต้องมีความรู้พื้นฐานในการแก้ไขปัญหาซึ่งมีหลายส่วนด้วยกัน

5.2.3 ฟังก์ชัน Pallet ของการสั่งงานการหยิบของแขนกลอัตโนมัติกับถาดบรรจุอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ในบางตำแหน่งมีความคลาดเคลื่อน

5.2.4 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สามารถเสียหายได้หรือแขนกลอัตโนมัติไม่สามารถหยิบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ขึ้นมาได้ถ้าใส่ในถาดบรรจุอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบไม่ถูกต้อง

5.2.5 การใช้งาน Electric gripper ในช่วงแรกเป็นไปอย่างยากลำบากเนื่องจากเป็นของใหม่ที่ไม่มีใครเคยใช้มาก่อนและเป็นเรื่องยากที่จะทำให้มันเสถียร

5.2.6 การบันทึกผลการทดลองเป็นไปอย่างยากลำบากเนื่องจากการทำงานของระบบนั้นจะมีการฉายแสงเป็นช่วงๆทำให้ดวงตาเกิดการล้าได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนา

ข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมวิทัศน์สำหรับควบคุมแขนกลอัตโนมัติในการประกอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เข้ากับแผ่นวงจรพิมพ์

5.3.1 ควรเปลี่ยนจาก Tray เป็น Blow feeder เพื่อที่แขนกลอัตโนมัติสามารถที่จะไปหยิบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้ที่ตำแหน่งเดิมได้เสมอทำให้รวดเร็วและง่ายตายทั้งยังเกิดความคลาดเคลื่อนของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้น้อยลงมากกว่า Tray จึงสามารถลดการ Reject อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เนื่องจากไม่มีการเปลี่ยนตำแหน่งในจุดที่แขนกลอัตโนมัติลงไปหยิบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

5.3.2 ควรเปลี่ยนจาก Electric gripper เป็น Vacuum gripper แทนเพื่อความสะดวกเวลาปิดระบบเพราะเมื่อเปิดระบบใหม่ในกรณีของ Electric gripper นั้นจำเป็นที่จะต้องตั้งค่าก่อนทำงาน

5.3.3 ถ้าพัฒนาโปรแกรมนี้ต่อไปคาดว่าจะสามารถนำไปใช้ในงานหยิบ-จับชิ้นงานได้ทุกประเภทในกรณีที่ใช้แขนกลอัตโนมัติของ Epson ซึ่งจะสามารถลดเวลาในการเขียนโปรแกรมตัวใหม่



เอกสารอ้างอิง

- [1] เทคโนโลยีการประมวลผลภาพ (Image processing). ค้นเมื่อ 26 ตุลาคม 2559, จาก <https://silllovely.wordpress.com/2013/06/11/เทคโนโลยีการประมวลผลภาพ/>
- [2] Template Matching. ค้นเมื่อ 26 ตุลาคม 2559, จาก fivedots.coe.psu.ac.th/~montri/Teaching/image/chap1.pdf
- [3] หุ่นยนต์อุตสาหกรรม (Industrial Robot Type). ค้นเมื่อ 28 ตุลาคม 2559, จาก <http://www.applicadthai.com/articles/%E0%B8%AB%E0%B8%B8%E0%B9%88%E0%B8%99%E0%B8%A2%E0%B8%99%E0%B8%95%E0%B9%8C%E0%B8%AD%E0%B8%B8%E0%B8%95%E0%B8%AA%E0%B8%B2%E0%B8%AB%E0%B8%81%E0%B8%A3%E0%B8%A3%E0%B8%A1-industrial-robot-type/>
- [4] ความหมายของ Structure Programming. ค้นเมื่อ 7 พฤศจิกายน 2559, จาก <http://www.thaiall.com/article/teachpro.htm>
- [5] ทฤษฎีการประมวลผลภาพ. ค้นเมื่อ 7 พฤศจิกายน 2559, จาก <http://www.rmutphysics.com/charud/naturemystery/colour/colour1.htm>

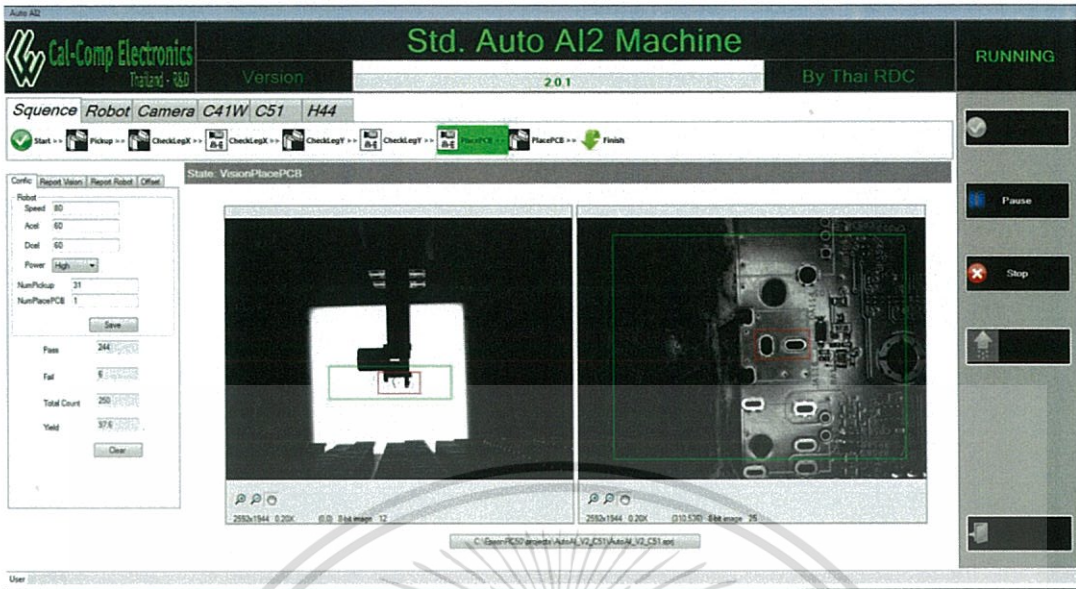


ภาคผนวก ก

คู่มือการใช้งานโปรแกรมวิทัศน์สำหรับควบคุมแขนกลอัตโนมัติในการประกอบ
อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เข้ากับแผ่นวงจรพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้งานโปรแกรมเบื้องต้น



-Start เริ่มการทำงานอย่างเป็นกระบวนการตามที่โปรแกรมไว้

-Pause หยุดการทำงานชั่วคราว / เริ่มการทำงานต่อจากที่หยุดไว้

-Stop หยุดการทำงานทุกอย่าง ณ ขณะนั้น

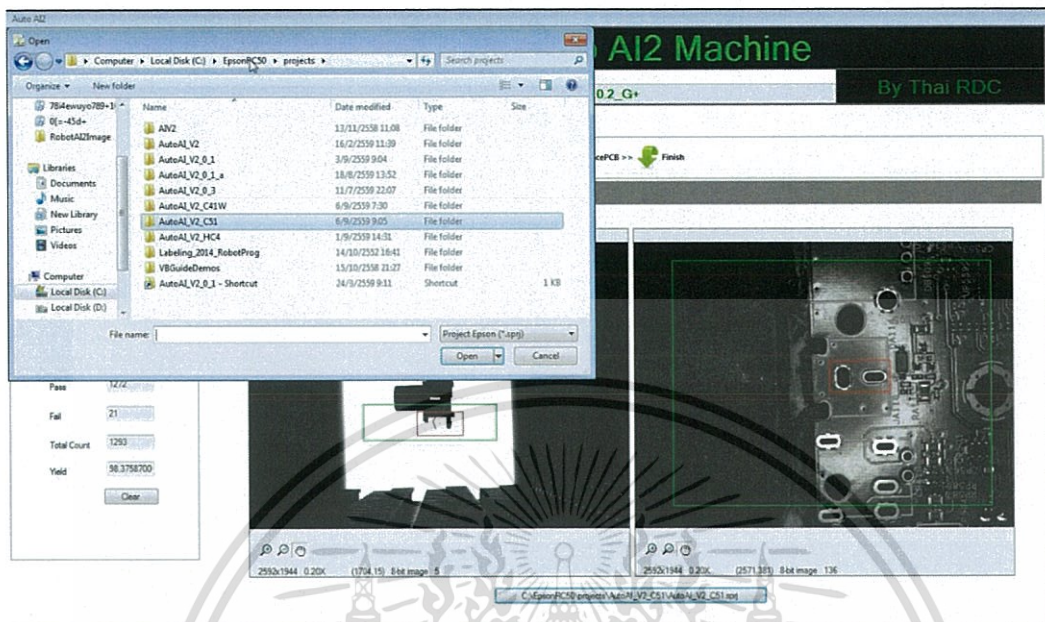
-By Pass ทำการปล่อยงานผ่านเครื่องนี้ไปโดยไม่ทำสิ่งใดทั้งสิ้น

-Exit ออกจากโปรแกรม

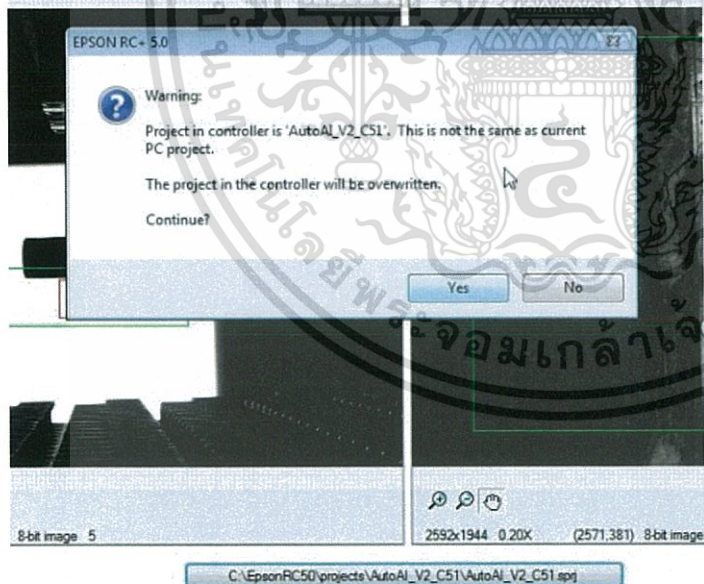
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปลี่

ยนใหม่การทำงาน

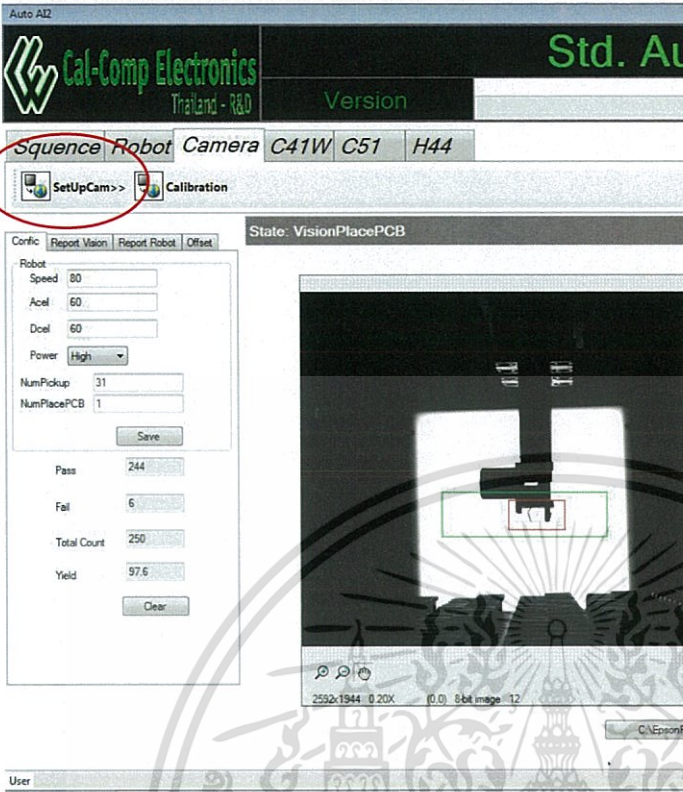


กดที่ปุ่มด้านล่างดังรูปจะปรากฏหน้าต่างเปิด **Project Epson** ขึ้นมาให้เลือกโหมดที่ต้องการได้ที่
 C:\EpsonRC50\projects\ (ชื่อโปรเจกต์ที่ต้องการ).sprj >> Open



อาจจะมีการปรากฏของหน้าต่างนี้ ออกมาถือเป็นเรื่องปกติที่จะเกิดขึ้นเมื่อทำการเปลี่ยนโหมดที่จะทำงานโดยให้กด Yes เพื่อทำการเขียนโหมดใหม่ลงไปที่โหมดเก่าในส่วนของโรบอทแล้วก็จะสามารถทำงานอื่นๆได้ตามปกติ

การเปลี่ยนกล้องที่ใช้งาน



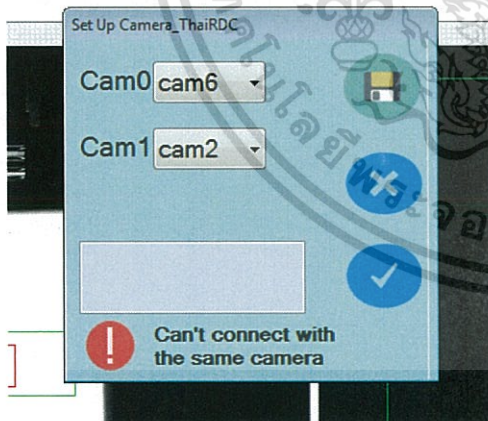
ไปที่ Camera >> SetUpCam >>

เลือกกล้องที่ต้องการให้เหมาะสม >>

Save >> Done จะปรากฏหน้าต่างบอก

สถานะของการเชื่อมต่อเมื่อได้เลือก

กล้องที่ต้องการเรียบร้อยแล้ว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตั้งค่าการทำงานให้กับโรบอท

Confic	
Robot	
Speed	80
Acel	60
Dcel	60
Power	High
NumPickup	31
NumPlacePCB	1
<input type="button" value="Save"/>	
Pass	244
Fail	6
Total Count	250
Yield	97.6
<input type="button" value="Clear"/>	

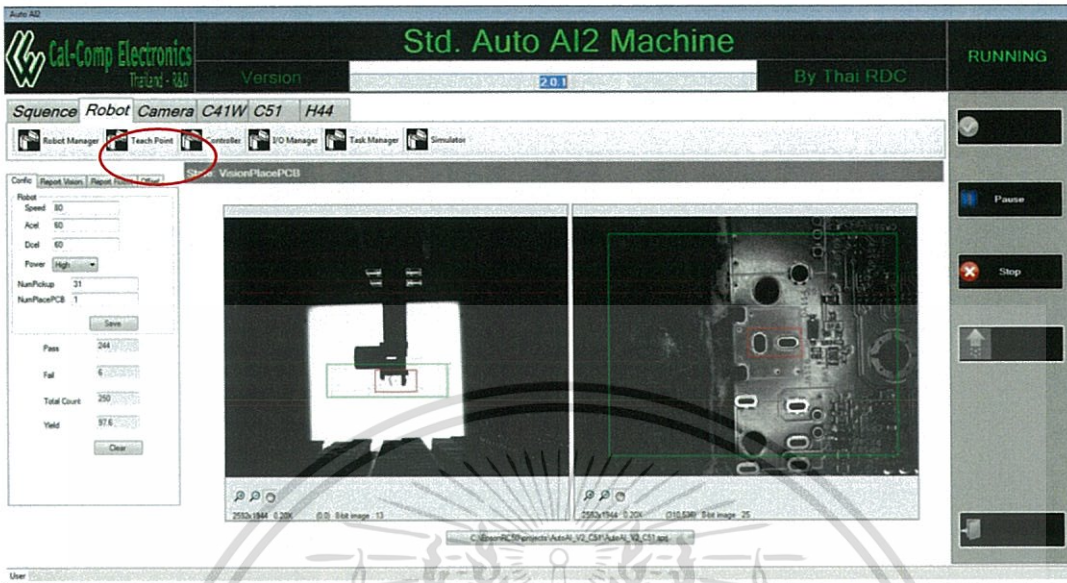
Confic

- Speed คือความเร็วของโรบอทซึ่งสามารถตั้งได้ 1-100
- Acel คือความเร่งของโรบอทซึ่งสามารถตั้งได้ 1-100
- Dcel คือความเร่งปลายของโรบอทซึ่งสามารถตั้งได้ 1-100
- Power คือกำลังของโรบอทซึ่งจะมีทั้ง High และ Low
- NumPickup คือลำดับชิ้นงานที่จะหยิบซึ่งมีตั้งแต่ 1-220 หรือ 1-198
- NumPlacePCB คือลำดับของ PCB ซึ่งมีตั้งแต่ 1-4 หรือ 1-2
- Save จะทำการบันทึกค่าเหล่านั้นเพื่อไปใช้งานตอนเริ่มโปรแกรม
- Pass คือค่าที่บ่งบอกว่าชิ้นงานผ่านการตรวจสอบที่ขึ้น
- Fail คือค่าที่บ่งบอกว่าชิ้นงานไม่ผ่านการตรวจสอบที่ขึ้น
- Total คือค่าที่บ่งบอกถึงชิ้นงานทั้งหมดที่ได้ทำมา
- Yield คือค่าเปอร์เซ็นต์ของชิ้นงานที่ผ่านการตรวจสอบ
- Clear ทำการล้างค่าทั้งหมด

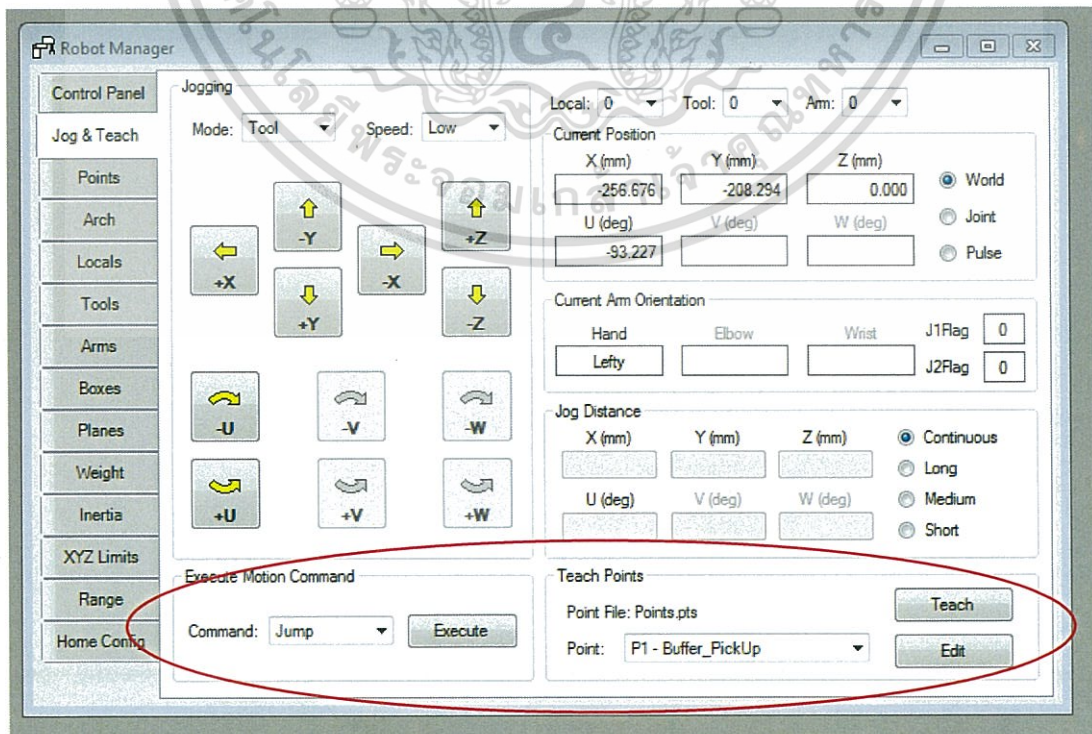
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปิด Epson ผ่านโปรแกรมนี้

Robot >> Teach Point แล้วจะปรากฏหน้าต่างของโปรแกรม Epson ขึ้นมา

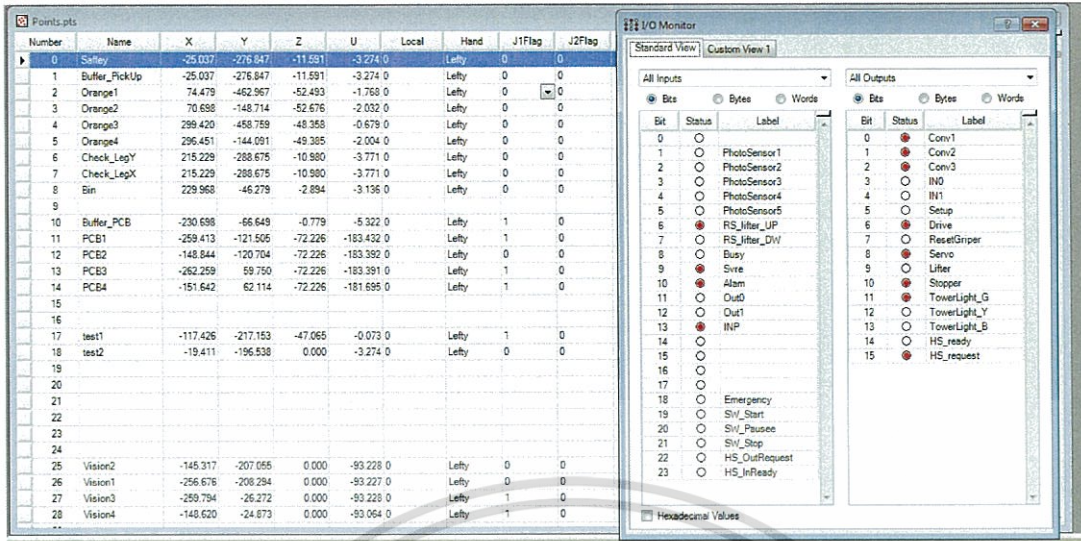


การสั่งงานโรบอทผ่าน Epson ให้ไปที่ Robot Manager >> Jog&Teach โดยสามารถสั่งให้เคลื่อนที่ไปตาม point ที่มีได้โดยกดเลือก point >> Execute โดยสามารถเลือกได้ว่าจะเคลื่อนที่ไปในลักษณะใด >> รอจนเคลื่อนที่ไปถึงจุดหมายหรือจะหยุดกกลางคันก็ได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สวอนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสั่ง I/O ผ่าน Epson ให้ไปที่ I/O Monitor แล้วดับเบิลคลิกเพื่อสั่งเปิด-ปิด Outputs ได้ตามต้องการ



-Conv1 คือสายพานตัวที่ 1

-Conv2 คือสายพานตัวที่ 2

-Conv3 คือสายพานตัวที่ 3

-Lifter คือตัวกดกลาดลำเลียงแผ่น PCB

-Stopper คือตัวหยุดกดกลาดลำเลียงแผ่น PCB

-TowerLight_G คือไฟสีเขียว

-TowerLight_Y คือไฟสีเหลือง

-TowerLight_B คือไฟสีแดงและเสียงเตือน

-HS_ready คือสถานะพร้อมส่งกลาดลำเลียง PCB ไปยังสถานีถัดไป

-HS_request คือสถานะขอรับกลาดลำเลียง PCB จากสถานีก่อนหน้า

การหุบ gripper Servo >> Drive (เมื่อต้องการเปลี่ยนสถานะ gripper ให้ปิดย้อนกลับ)

การซ้ำ gripper Servo >> IN1 >> Drive (เมื่อต้องการเปลี่ยนสถานะ gripper ให้ปิดย้อนกลับ)

การ reset gripper ResetGripper

การ Setup gripper (เป็นการนำ gripper ไปสู่จุด origin) Servo >> Setup (เมื่อต้องการเปลี่ยนสถานะ gripper ให้ปิดย้อนกลับ)

***ห้ามให้ gripper หมันขึ้นงานอยู่ขณะทำงานนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Point ที่ใช้งานหลักๆ

Buffer_PickUp คือสถานะเตรียมพร้อมของโรบอทจะอยู่ในจุดที่ปลอดภัยที่สุด

Orange1 คือการหยิบชิ้นงานตัวแรกมุมขวาสุด(มองจากด้านหน้าจอคอม)

Orange2 คือการหยิบชิ้นงานตัวแรกมุมซ้ายสุด(มองจากด้านหน้าจอคอม)

Orange3 คือการหยิบชิ้นงานตัวสุดท้ายมุมขวาสุด(มองจากด้านหน้าจอคอม)

Orange4 คือการหยิบชิ้นงานตัวสุดท้ายมุมซ้ายสุด(มองจากด้านหน้าจอคอม)

PCB1 คือการวางชิ้นงานลงบน PCB ตัวแรกมุมขวาสุด(มองจากด้านหน้าจอคอม)

PCB2 คือการวางชิ้นงานลงบน PCB ตัวสุดท้ายมุมขวาสุด(มองจากด้านหน้าจอคอม)

PCB3 คือการวางชิ้นงานลงบน PCB ตัวแรกมุมซ้ายสุด(มองจากด้านหน้าจอคอม)

PCB4 คือการวางชิ้นงานลงบน PCB ตัวสุดท้ายมุมซ้ายสุด(มองจากด้านหน้าจอคอม)

Check_LegX คือการนำชิ้นงานไปเช็คความถูกต้องที่หน้ากล้องถ่ายรูป

Vision1 คือการตรวจเช็คหาช่องสำหรับวางชิ้นงานบน PCB ตัวที่ 1

Vision2 คือการตรวจเช็คหาช่องสำหรับวางชิ้นงานบน PCB ตัวที่ 2

Vision3 คือการตรวจเช็คหาช่องสำหรับวางชิ้นงานบน PCB ตัวที่ 3

Vision4 คือการตรวจเช็คหาช่องสำหรับวางชิ้นงานบน PCB ตัวที่ 4

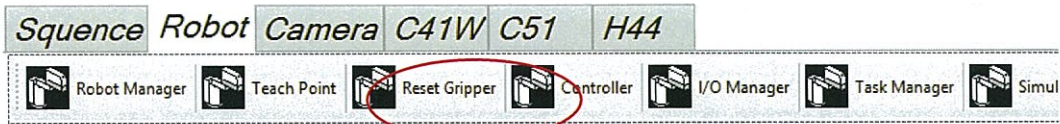
Bin คือการนำชิ้นงานที่ไม่ผ่านการตรวจสอบจากกล้องถ่ายรูปไปที่

การ Teaching ใหม่

อ้า gripper >> Jump Orange1 >> หุบ gripper >> Jump Check_LegX >> ถ่ายรูปทำ Matching >> Jump Vision1 >> ถ่ายรูปทำ Matching >> Jump PCB1(ไม่ควรปล่อยให้เคลื่อนที่ไปจนสุด เพราะอาจชน PCB ทำให้พิกัดเคลื่อนได้และอาจต้องทำใหม่ตั้งแต่ต้น)>>ปรับตำแหน่งให้เหมาะสมพอดีช่องแต่ไม่ต้องวางชิ้นงานลงไปปล่อยให้ลอยอยู่ห้ามสัมผัสกับแผ่น PCB >> Teach ตำแหน่ง

***ทำไปจนครบทั้ง 4 ตัวโดยจะเปลี่ยนการเคลื่อนที่แค่ Vision กับ PCB เท่านั้นซึ่งพอถึงตัวที่ 4 ให้ทำการวางชิ้นงานให้พอดีและนำค่า Z ของพิกัดนั้นไปใส่ให้กับ PCB ที่เหลือทุกตัว >> Save >> Build

การ reset origin ของ gripper

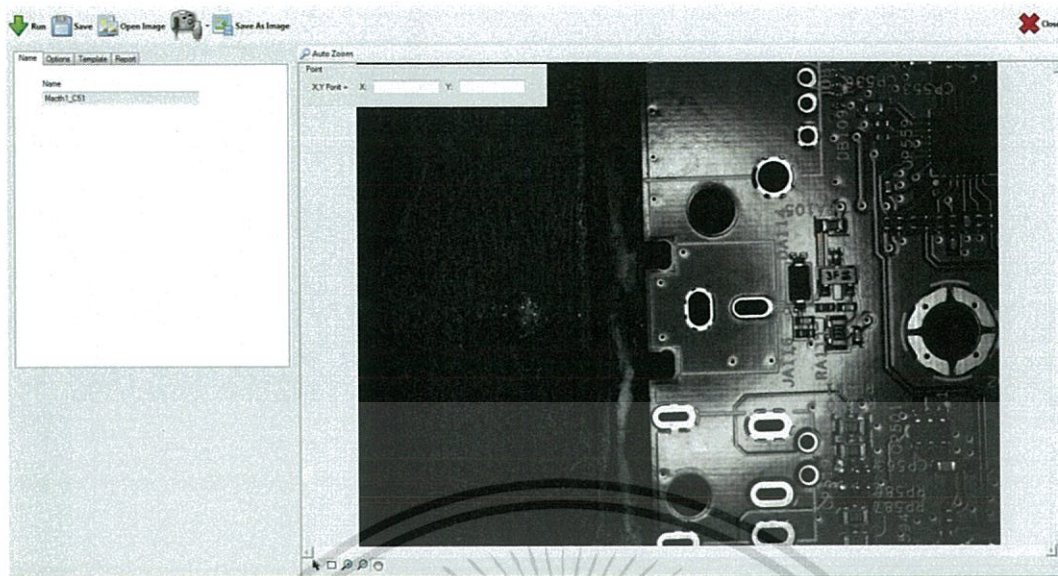


เมื่อกดไปที่ปุ่มนี้ gripper จะทำการ reset origin ของ gripper ซึ่งจะใช้งานก็ต่อเมื่อ gripper มีการทำงานที่ผิดปกติเช่น ไม่หนีบหรือหนีบไม่ได้ระยะเท่าเดิมเป็นต้นโดยการ reset นั้นจะต้องไม่ให้ gripper หนีบอะไรทั้งสิ้นพอกดปุ่มนี้แล้วเห็นได้ว่า gripper หุบสนิททั้ง 2 ด้านซึ่งแปลว่าการ reset ได้เสร็จสิ้นแล้วถ้าไม่ให้เกิดซ้ำ

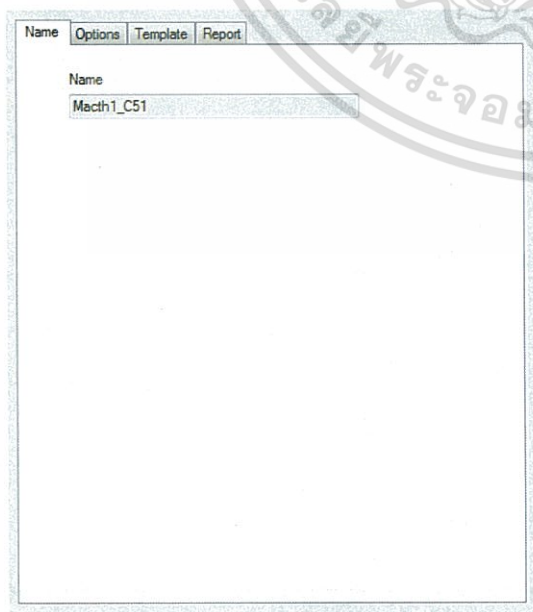


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบของหน้าต่าง Matching



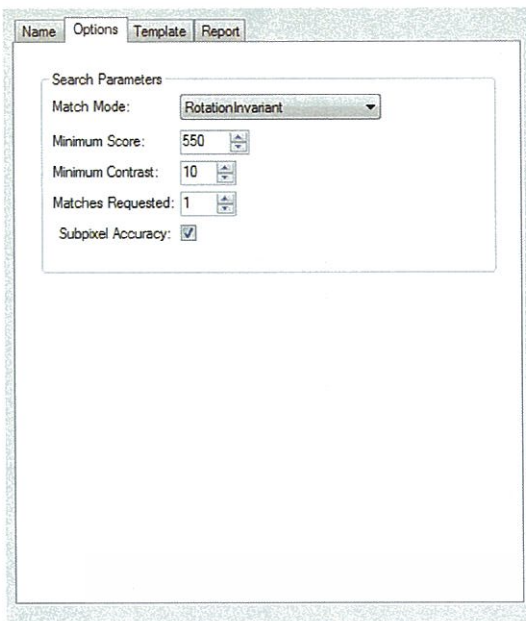
- Run คือทำการ Matching Template จากค่าปัจจุบัน
- Save คือการบันทึกค่าต่างๆไว้ใน Log File เพื่อทำการเก็บไว้ใช้ตอนใช้ทำงานหลัก
- Open Image คือการเปิดรูปจากไฟล์ที่เก็บไว้
- Cam0,Cam1 คือการเลือกถ่ายรูปจากกล้องตัวที่ 1 หรือ 2
- Save As Image คือการบันทึกรูปภาพ ณ ขณะนั้น



Name

-Name คือชื่อของการจำแนกชนิดที่เราสนใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Options

-Match Mode คือการเลือกโหมดของการ Matching ซึ่งประกอบด้วย

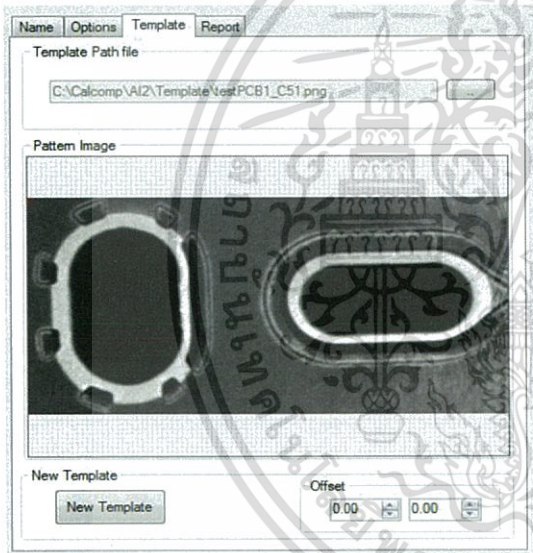
Shift คือจะไม่มีค่า Angle โดยจะสนใจแค่ X position กับ Y Position เป็นหลัก

Rotation คือจะมีค่า Angle เข้ามาร่วมด้วย

***ข้อควรระวังค่า X position และ Y position ของทั้ง 2 ชนิดนี้ไม่เท่ากันควรใช้อย่างรอบคอบ

-Minimum Score คือค่า Matching ขั้นต่ำที่ยอมรับ

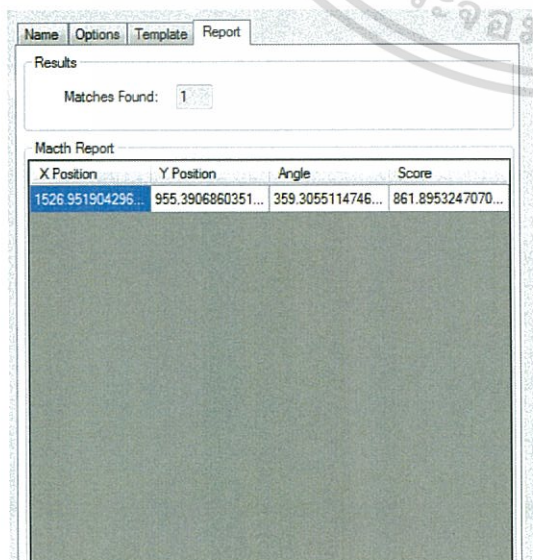
-Matches Requested คือจำนวนของการ Matching ที่ต้องการ



Template

-Template Path file คือการเรียกไฟล์ Template ขึ้นมาเพื่อทำการ Matching

-New Template คือการเรียกโปรแกรม NI Template Editor ขึ้นมาเพื่อทำ Template ใหม่หรือแก้ไข



Report

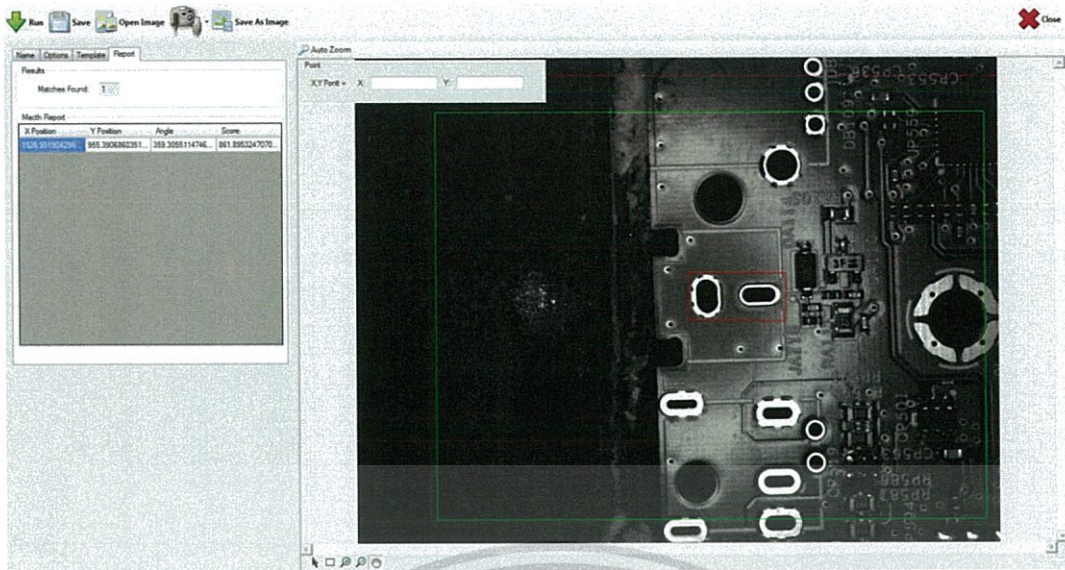
-Matches Found คือจำนวน Matching ที่ตรวจพบประกอบด้วย

X position คือพิกัดของตำแหน่ง X

Y position คือพิกัดของตำแหน่ง Y

Angle คือมุมที่เกิดขึ้น

Score คือค่า Matching ที่ได้



การใช้งานเบื้องต้น

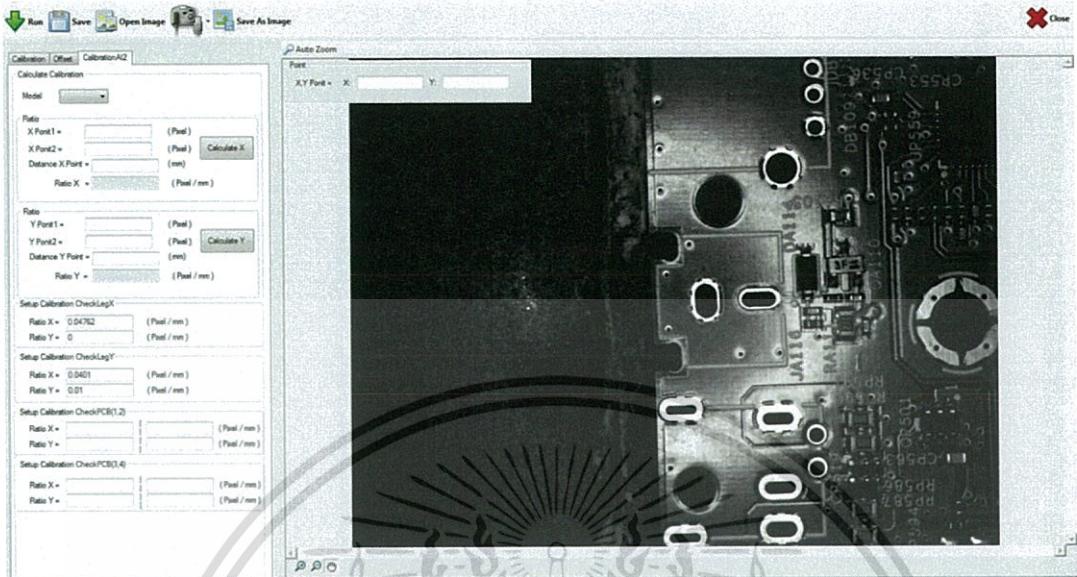
1. กดไปที่ Cam0 (กล้องที่ติดอยู่ข้างรถจักรยาน) หรือ Cam1 (กล้องที่ติดอยู่ที่ปลายแขนกล) เพื่อถ่ายรูปที่ต้องการ
2. ในกรณีที่มี Template อยู่แล้วให้กด Run เพื่อทำการหาค่าต่างๆใหม่
ในกรณีที่ยังไม่มี Template ให้สร้าง Template ขึ้นมาใหม่ ปรับค่าต่างๆให้เหมาะสมแล้วกด Run
3. กด Save เพื่อบันทึกค่าไว้ใน Log file ไว้ใช้ในการทำงานหลักต่อไป
4. กด Close เพื่อออกจากหน้าต่างนี้

***** ข้อควรระวังควรถ่ายรูปก่อนทุกครั้งก่อนกด Run**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบของหน้าต่าง Calibration

พวกเครื่องมือต่างๆเหมือนกันกับในส่วนหน้าต่าง Matching



Calibration Offset CalibrationAI2

Calculate Calibration

Model

Ratio

X Point1 = (Pixel)

X Point2 = (Pixel)

Distance X Point = (mm)

Ratio X = (Pixel / mm)

Ratio

Y Point1 = (Pixel)

Y Point2 = (Pixel)

Distance Y Point = (mm)

Ratio Y = (Pixel / mm)

Setup Calibration CheckLegX

Ratio X = (Pixel / mm)

Ratio Y = (Pixel / mm)

Setup Calibration CheckLegY

Ratio X = (Pixel / mm)

Ratio Y = (Pixel / mm)

Setup Calibration CheckPCB(1,2)

Ratio X = (Pixel / mm)

Ratio Y = (Pixel / mm)

Setup Calibration CheckPCB(3,4)

Ratio X = (Pixel / mm)

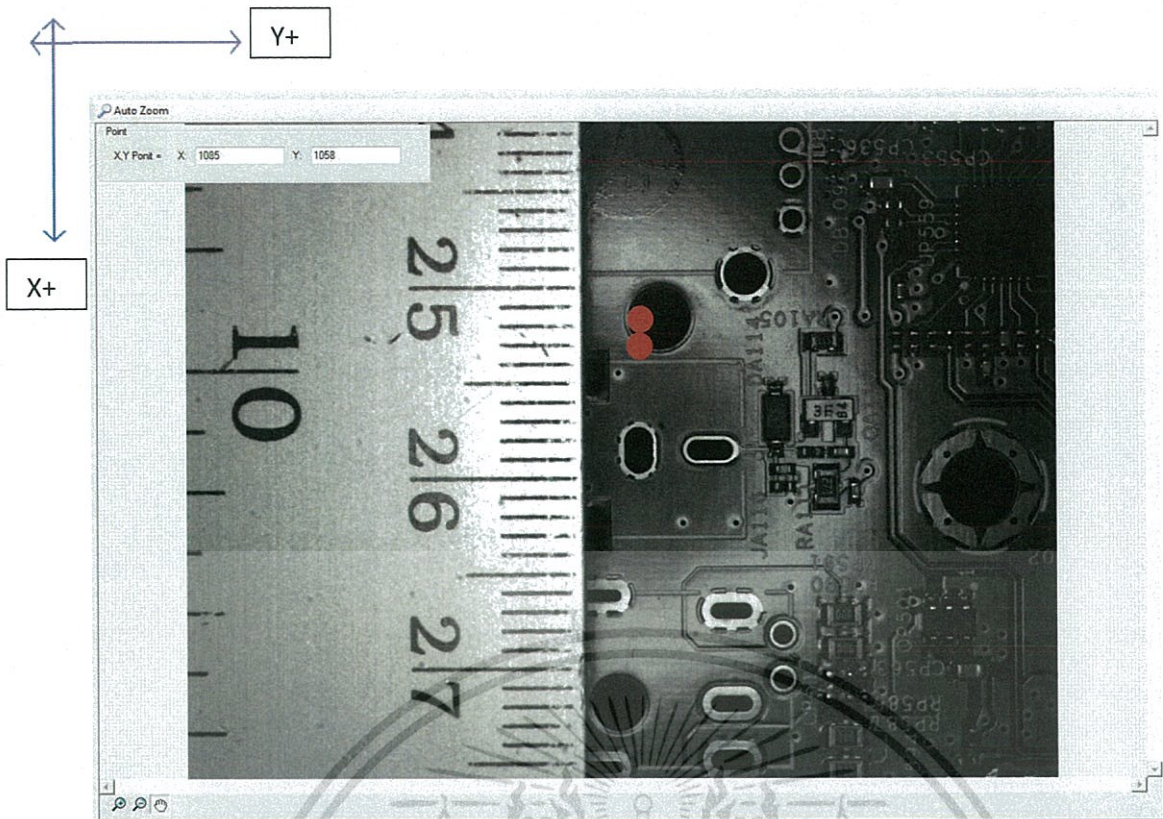
Ratio Y = (Pixel / mm)

CalibrationAI2

-Model จะมีให้ทั้ง 3 แบบคือ C41W,C51 และ H44

-Ratio คืออัตราส่วนระหว่าง mm ต่อ pixel เอาไว้คำนวณเวลาแปลงค่า Image ไปสู่ Robot

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



วิธีการ Calibration

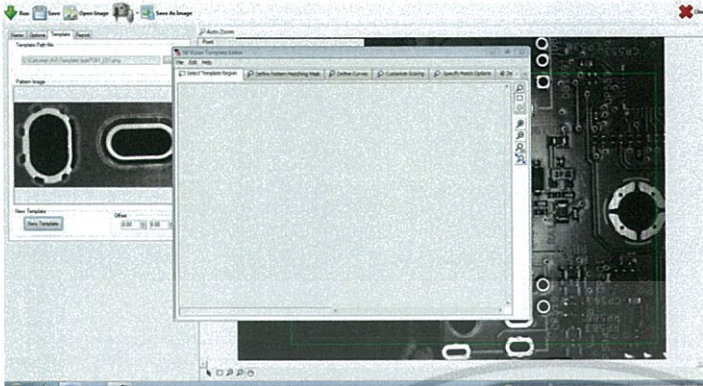
1. หลังจากเลือก Model เสร็จแล้วให้นำไม้บรรทัดหรืออะไรก็ได้ที่มีสเกลระยะทางชัดเจนนำมาวางเทียบกับชิ้นงานให้เหมาะสมแล้วถ่ายรูปโดยกดไปที่ Cam0 หรือ Cam1
2. พอถ่ายรูปเสร็จแล้วให้คลิกขวาไปที่รูปภาพในพิกัดที่เราต้องการเพื่อนำค่า pixel มาใส่ในช่องคำนวณจากนั้นให้ใส่ระยะที่วัดได้ตามจริงแล้วกด Calculate จากนั้นนำค่าที่ได้มาใส่ในช่องให้ถูกต้อง(จากรูป ● แทนระยะที่วัดโดยการคลิกขวาซึ่งมีระยะ 1 mm และนำค่าพิกัด X ที่ได้ไปใส่ใน Point ของแกน X พอกด Calculate ก็จะได้ค่า Ratio ไปใช้ต่อไปซึ่งต้องวัดทั้ง 2 แกนทั้ง X และ Y โดยการหมุนไม้บรรทัดแล้วถ่ายอีกรอบ)
3. กด Save เพื่อบันทึกค่าต่างๆไปยัง Log file

*****Log file อยู่ที่ C:\Calcomp\AI2\Config\ (ชื่อไฟล์).ini โดยทั้งค่า Matching และ Calibration จะอยู่ในไฟล์เดียวกันถ้าเป็นชนิดเดียวกัน**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสร้าง Template ใหม่เพื่อ Matching

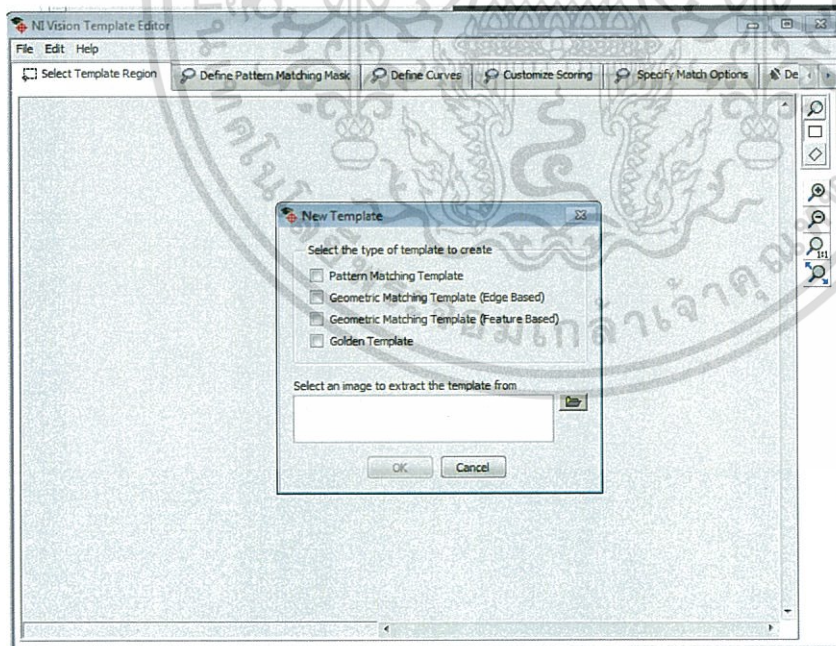
-กดไปที่ New Template จะปรากฏหน้าต่างของโปรแกรม NI Template Editor



-ไปที่ File >> New Template

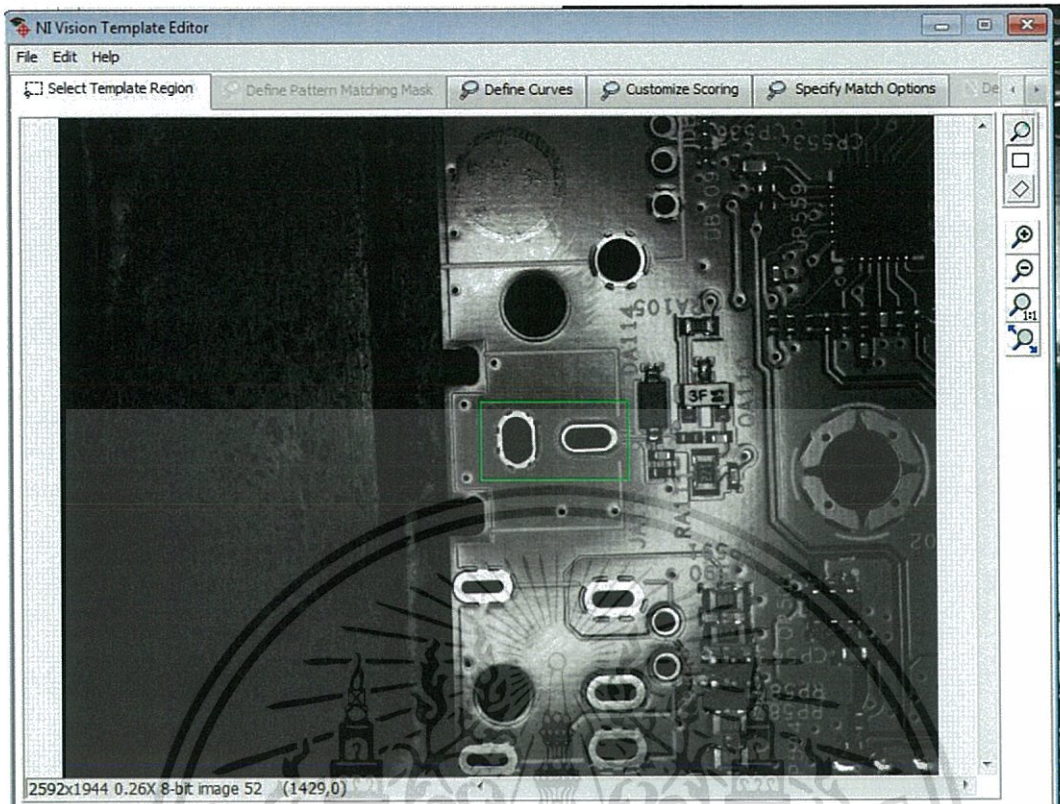
จะปรากฏตัวเลือกมาให้ 4 ชนิดโดยที่ใช้หลักๆจะเป็น Edge Based กับ Feature Based ซึ่งทั้ง 2 ชนิดนี้มีความคล้ายกันแต่จะต่างกันว่า Feature Based จะมีค่ามุมของรูปที่ทำการ Matching มาให้ด้วยซึ่งสามารถนำไปต่อยอดได้

-เลือก Folder ที่ได้ทำการเก็บรูปไว้เพื่อนำมาสร้าง Template >> OK

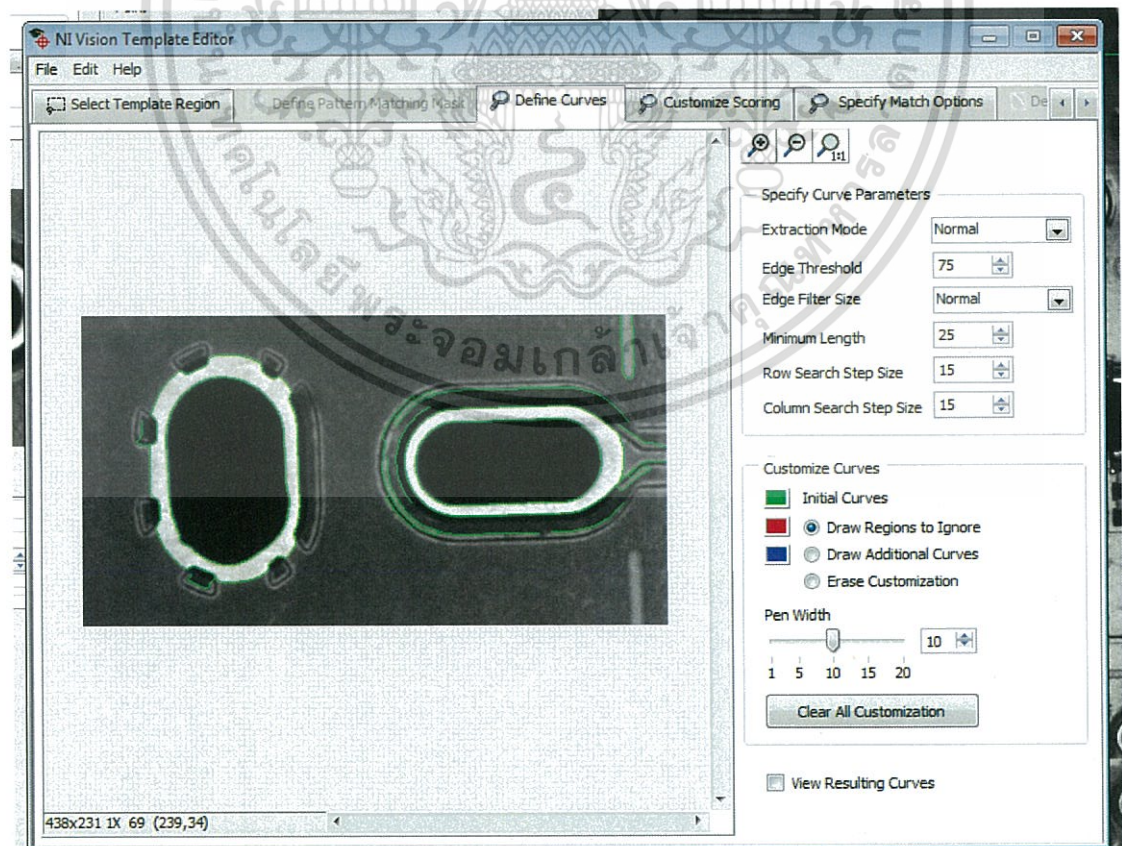


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-ไปที่ Select Template Region แล้วทำการติกรอบสิ่งที่เราสนใจ

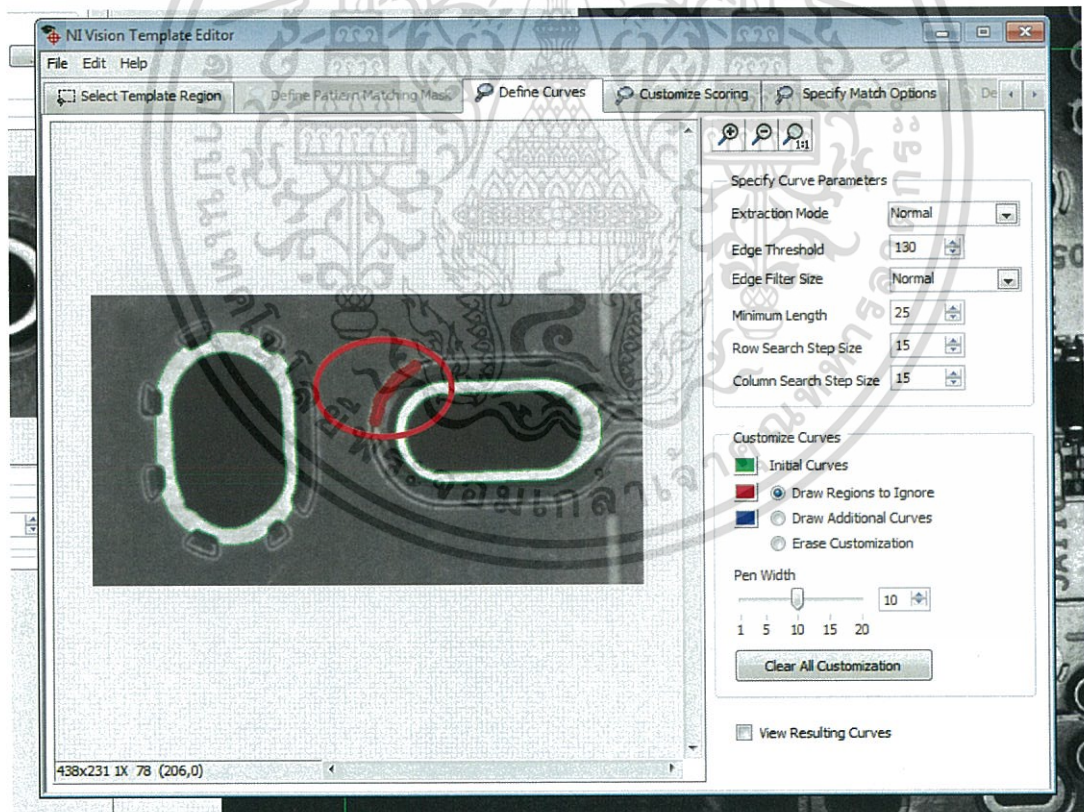
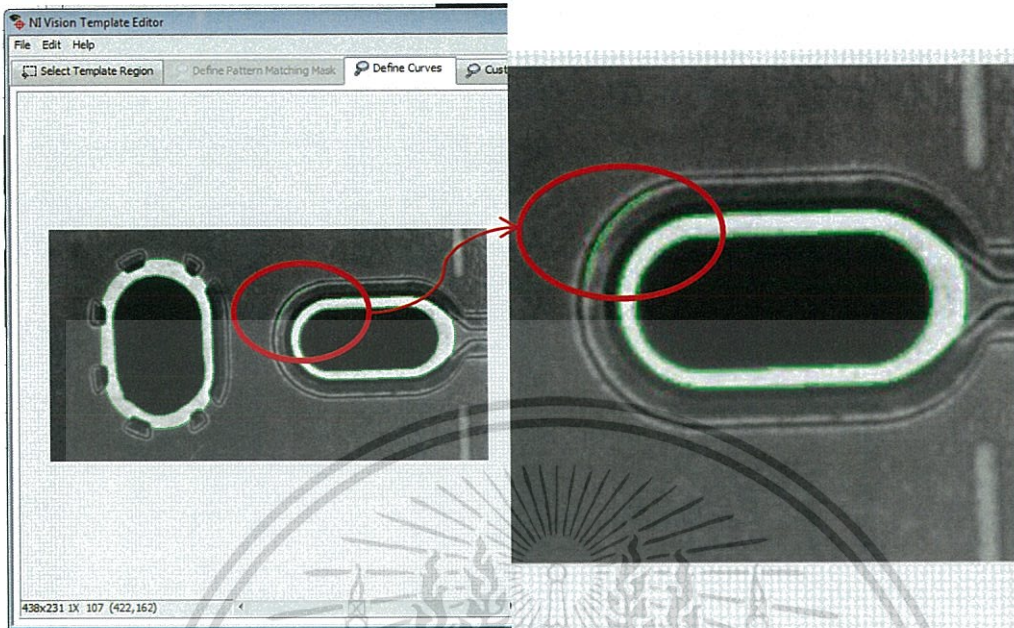


-ไปที่ Define Curves แล้วปรับค่าให้เหมาะสม(โดยส่วนใหญ่จะปรับแค่ Edge Threshold)



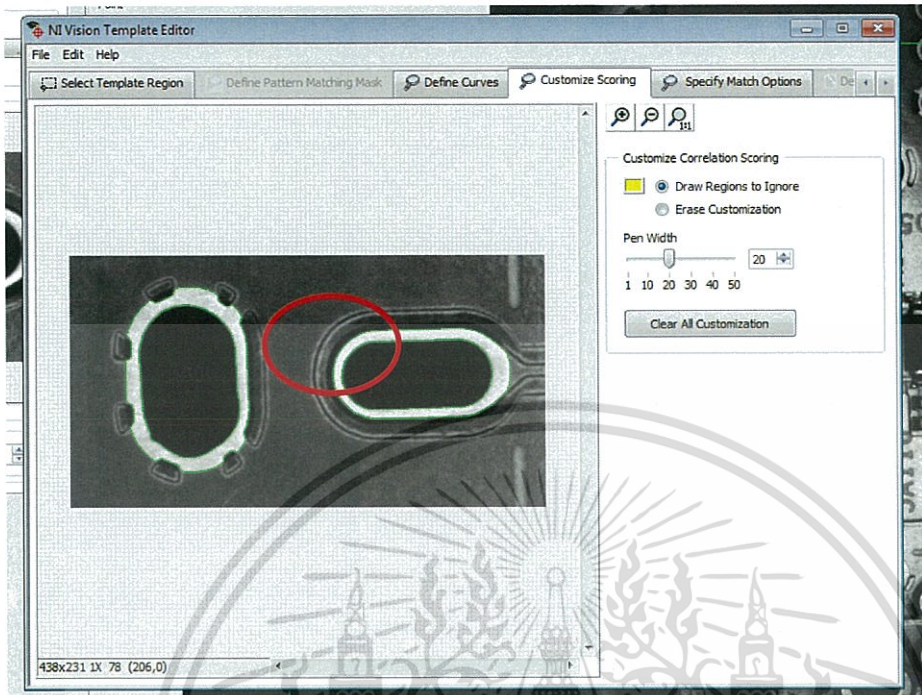
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-เมื่อปรับค่าได้เหมาะสมแล้วแต่ยังมีส่วนเกินเกิดขึ้นอยู่ให้แก้ไขโดยการเลือกไปที่ Draw Regions to ignore เพื่อทำการเพิกเฉยต่อส่วนเกินนั้นโดยการคลิกไปที่รูปและระบายสี



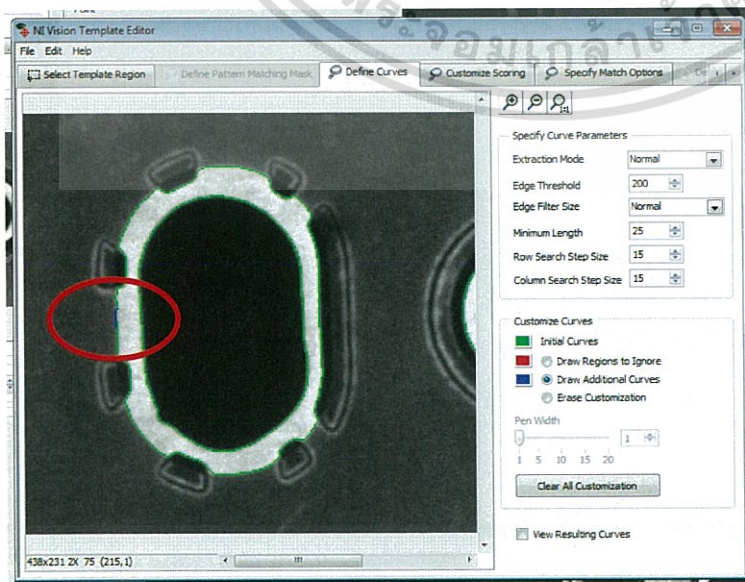
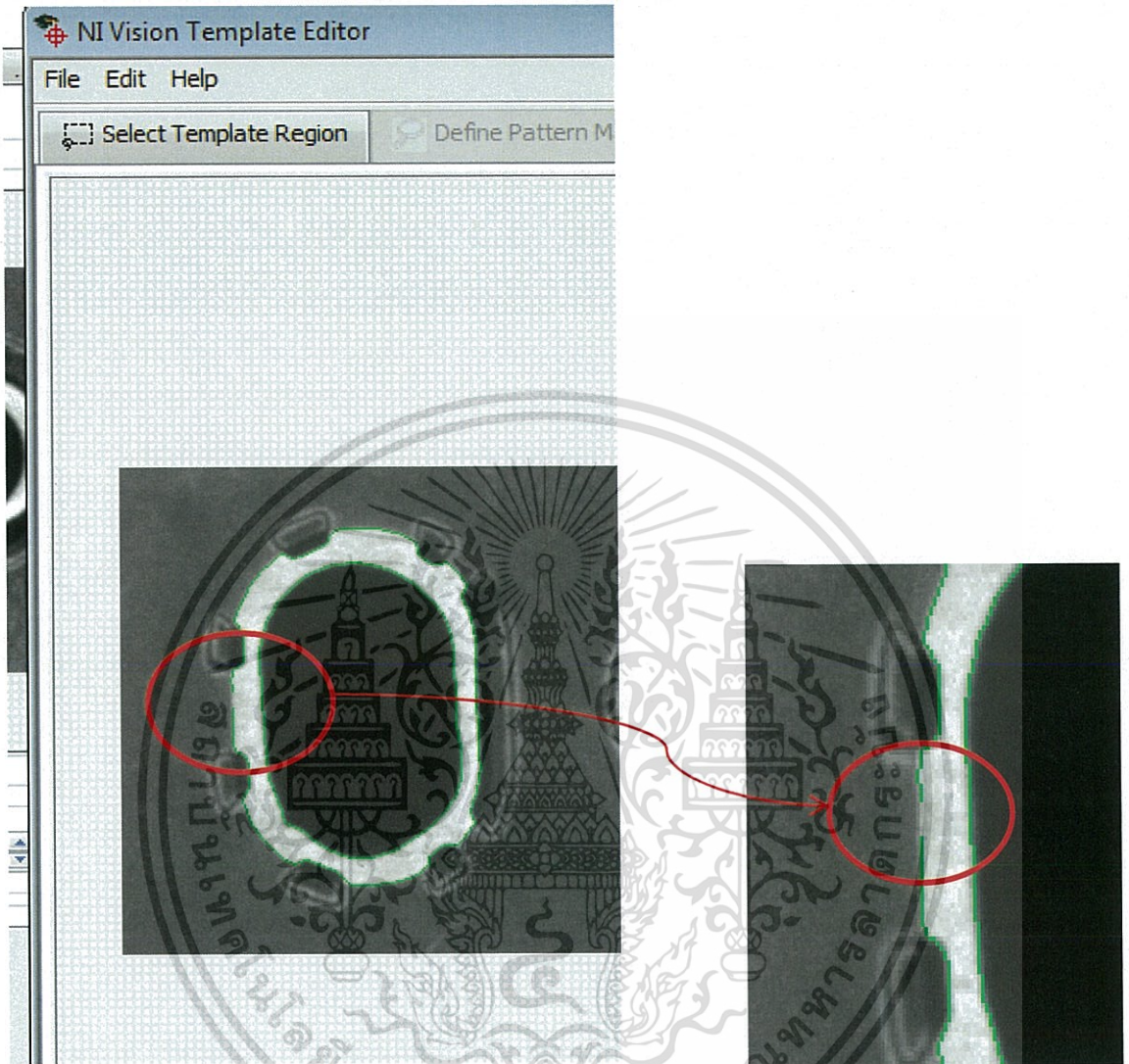
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า, ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-ไปที่ **Customize Scoring** เพื่อตรวจทานขั้นตอนของการ **Matching** ว่าถูกต้องหรือไม่(จะเห็นได้ว่าส่วนที่เมินเคยถูกลบออก)



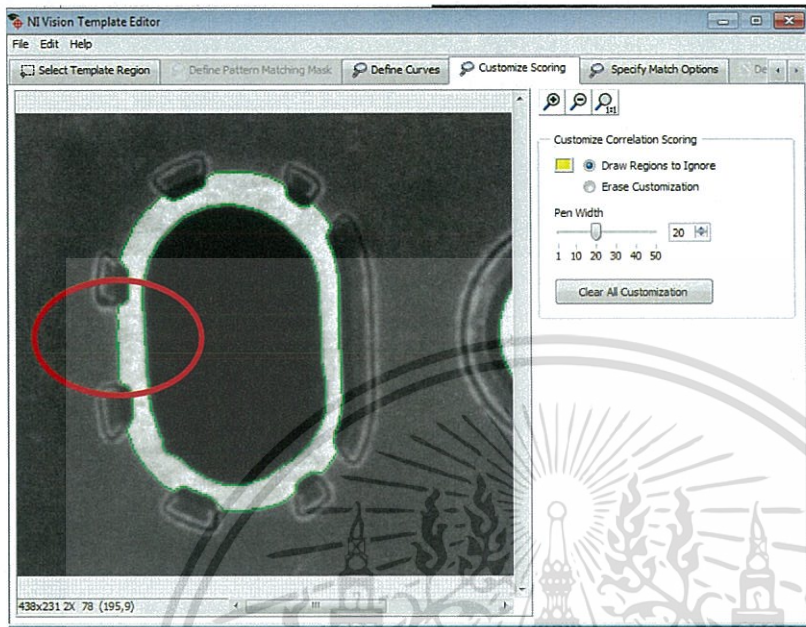
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-เมื่อปรับค่าได้เหมาะสมแล้วแต่ยังมีส่วนที่ขาดเกิดขึ้นอยู่ให้แก้ไขโดยไปที่ Draw Additional Curves เพื่อวาดส่วนที่ขาดมาเพิ่มเติมโดยการคลิกไปที่รูปแล้วลากเส้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-ไปที่ **Customize Scoring** เพื่อตรวจทานขั้นตอนของการ **Matching** ว่าถูกต้องหรือไม่(จะเห็นได้ว่าส่วนที่ขาดถูกเติม)



-พอเสร็จสิ้นขั้นตอนทั้งหมดแล้วไปที่ **File >> Save Template As...** >> เลือกว่าจะวางไว้ที่ไหน(ปกติจะใส่ไว้ที่ **C:\Calcomp\AI2\Template**(ชื่อไฟล์).png)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน



ชื่อ-นามสกุล	นายธนาคม เทียงทัศน์
วัน เดือน ปีเกิด	20 ธันวาคม 2537
ที่อยู่	5 ถ.เชื่อมสัมพันธ์ ต.กระทุ่มราย อ.หนองจอก กรุงเทพมหานคร 10530
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2555 จบมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 6 แผนกวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ๔ Tel. 087-7105443 Email : thanakom089@gmail.com



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้