หุ่นยนต์ใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อัตโนมัติ

ROBOT AUTO INSERT

สรวิศ ศิริมาลีวัฒนา

รายงานสหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งในหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมระบบการผลิต
วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2558

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

หุ่นยนต์ใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อัตโนมัติ

ROBOT AUTO INSERT

T147154

สรวิศ ศิริมาลีวัฒนา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สาขาหมู่.....
เลขทะเบียน 147154
วัน.เดือน.ปี 30 ก.ค. 2560

.b 12824980x
.f.....

รายงานสหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งในหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมระบบการผลิต
วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ROBOT AUTO INSERT

Sorawit Sirimaleewattana

AN INTERNSHIP 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 2015

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อสหกิจศึกษา	หุ่นยนต์ใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อัตโนมัติ Robot Auto Insert
นักศึกษา	นายสรวิศ ศิริมาลีวัฒนา
รหัสนักศึกษา	55120037
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมระบบการผลิต
พ.ศ.	2558
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร. อนรรฆพล แสนทน

วิทยาลัยนวัตกรรมการจัดการข้อมูล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้สหกิจศึกษาเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต ประจำปีการศึกษา

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ดร. อนรรฆพล แสนทน	
ดร. ฉัตรพล ภคศิริ	
ดร. ราชศักดิ์ ศักดานุภาพ	
นางสาว ศลิษา เผือกเนียม	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อสหกิจศึกษา	หุ่นยนต์ใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อัตโนมัติ
นักศึกษา	นายสรวิศ ศิริมาลีวัฒนา
รหัสนักศึกษา	55120037
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมระบบการผลิต
พ.ศ.	2558
อาจารย์นิเทศ	ดร. อนรรฆพล แสนทน
ผู้นิเทศงาน	นางสาวศลิษา เผือกเนียม
ชื่อสถานประกอบการ	บริษัท แคล-คอมพ์ อีเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด

บทคัดย่อ

โครงการนี้ได้กล่าวถึงการพัฒนาระบบอัตโนมัติในอุตสาหกรรมการผลิต ซึ่งในช่วงหลายปีที่ผ่านมาอุตสาหกรรมต้องการแรงงานที่มีความชำนาญพิเศษจำนวนมาก ทั้งละเอียดประณีต ซึ่งเหมาะสมกับความต้องการอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ แต่ในปัจจุบันแรงงานที่มีความชำนาญมีจำนวนจำกัดและยังมีความต้องการจำนวนของสินค้ามากยิ่งขึ้น เนื่องจากการใช้แรงงานของมนุษย์มีข้อจำกัดหลายๆด้าน ทั้งความละเอียดความประณีต ความรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ ดังนั้นอุตสาหกรรมต่างๆ จึงนำระบบอัตโนมัติเข้ามาพัฒนาและปรับปรุงข้อจำกัดของมนุษย์ โดยให้หุ่นยนต์สามารถทำงานทดแทนแรงงานมนุษย์ทำให้มีจำนวนของผลิตภัณฑ์และคุณภาพของผลิตภัณฑ์เพิ่มมากขึ้น

ดังนั้นโครงการนี้จะนำหุ่นยนต์ใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อัตโนมัติ ซึ่งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มีขนาดค่อนข้างเล็ก และมีตำแหน่งในการใส่ที่ไม่แน่นอนจึงเป็นงานที่มีความต้องการความละเอียดในการทำงานค่อนข้างมากทำให้ต้องใช้เทคนิคการประมวลผลภาพเพื่อหาตำแหน่งบนแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อให้หุ่นยนต์ใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ

คำสำคัญ ระบบอัตโนมัติ, เทคนิคการประมวลผลภาพ, หุ่นยนต์ใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Robot Auto Insert
Student	Mr. Sorawit Sirimaleewattana
Student ID	55120037
Degree	Bachelor of Engineering
Program	Manufacturing System Engineering
Year	2015
Advisor	Dr. Anakkapon Santon
Mentor	Ms. Salisa Phuaknea
ชื่อสถานประกอบการ	Cal-Comp Electronics (Thailand) Public Co., Ltd.

Abstract

This project is to develop an automated system in the manufacturing industry. In recent years, the industry needs workers with lots of special expertise. The sophistication Which suits the needs of electronic industry. But in today's workforce is skilled with a limited number of products and also demand more. Due to the use of human labor has many limitations. The exquisite resolution is very fast and powerful. So many industries It brings automation to the development and improvement of human limitations. The robot can replace human labor makes a number of products and product quality increased.

Therefore, this project will bring electronic devices into automated robot. The electronic equipment is relatively small. And have a place to put that uncertainty, it is a demanding work pretty much have to use image processing techniques to locate the electronic circuit board. The robot put electronic devices to accurately and precisely.

KEYWORD Automation System, Technical Image Processing, Robot auto insert

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

(Acknowledgment)

การที่ข้าพเจ้าได้มาปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ บริษัท แคล-คอมพ์ อีเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) ตั้งแต่วันที่ 2 สิงหาคม 2558 ถึง วันที่ 27 พฤศจิกายน 2558 ส่งผลให้ข้าพเจ้าได้รับความรู้และประสบการณ์ต่างๆ อันก่อให้เกิดประโยชน์ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในภายภาคหน้า

สำหรับรายงานวิชาสหกิจฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยดีจากความร่วมมือและสนับสนุนจากเพื่อนๆ รุ่นพี่จากบริษัท แคล-คอมพ์ อีเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) ที่ได้ใช้คำแนะนำ คำปรึกษาเป็นแนวคิดอันเป็นประโยชน์ต่อรายงานฉบับนี้ และขอขอบคุณ ดร. อนรรฆพล แสนทน ที่เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาคอยให้คำแนะนำ และแนวคิด รวมถึงยังได้ตรวจทานแก้ไขรายงานฉบับนี้จนสำเร็จบรรลุตามเป้าหมายได้โดยดี รวมทั้งใคร่ขอขอบพระคุณ บิดา และ มารดา ที่ให้การสนับสนุนในด้านต่างๆ รวมทั้งคอยเป็นกำลังใจเสมอมาจนประสบความสำเร็จ

ทั้งนี้ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าโครงงานที่จัดทำขึ้นมานี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจ และใคร่ศึกษาเพื่อนำไปพัฒนาให้ดียิ่งขึ้น หากมีข้อผิดพลาดประการใดผู้จัดทำก็ขอน้อมรับและนำไปแก้ไข

นายสรวิศ ศิริมาลีวัฒนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
Abstract	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญตาราง	VII
สารบัญภาพ	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตการศึกษา	1
1.4 ตารางระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินโครงงาน	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.6 นิยามศัพท์	3
บทที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับสถานประกอบการ	4
บทที่ 3 ทฤษฎีและหลักการทำงาน	6
3.1 ทฤษฎีหุ่นยนต์อุตสาหกรรม	6
3.1.1. Cartesian (Gantry) Robot	8
3.1.2. Cylindrical Robot	9
3.1.3. Spherical Robot (Polar)	10
3.1.4. SCARA Robot	10
3.1.5. Articulated Arm (Revolute)	12
3.2 ระบบการสื่อสาร (Communication)	13
3.2.1. มาตรฐานแนะนำรุ่น - 232 (Recommended Standard :RS-232)	13
3.2.2. ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Local Area Network : LAN)	15
3.2.3. ส่วนของอิมพุต และเอาท์พุต (Input / Output : I/O)	16
3.3 ทฤษฎีการประมวลผลภาพ (Image processing theory)	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3.1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการประมวลผลภาพดิจิตอล (Image processing)	17
3.3.2 ทฤษฎีสี (Color Theory)	17
3.3.3. ปริภูมิสี (Color space)	18
3.3.3.1. ภาพแบบบิตแมป (Bitmap Image)	22
3.3.3.2. ภาพแบบเวกเตอร์ (Vector Image)	22
3.3.3.3. ภาพขาวดำ (Binary Image)	23
3.3.3.4. ภาพระดับสีเทา (Gray g Scale Image)	23
3.3.3.5. ภาพแบบดัชนี (Index Image)	24
3.3.3.6. ภาพสี (Color Image)	25
3.3.4. ขนาดของไฟล์ภาพ (Image File Sizes)	25
3.3.5. ฮิสโตรแกรมของภาพ (Image Histogram)	26
3.3.6. สัญญาณรบกวนเกาส์เซียน (Gaussian Noise)	27
3.3.7. การคอนโวลูชันแบบแยก (Separable convolution)	28
3.3.8. ค่าขีดแบ่ง (Thresholding)	29
3.3.9. บล็อกแมทชิ่ง (Block matching)	30
บทที่ 4 วิธีการดำเนินงาน	31
4.1. ปัญหาของการใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	31
4.2. หลักการของโครงการหุ่นยนต์หยิบใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อัตโนมัติ	32
4.3. แผนผังรูปภาพการทำงานของระบบโดยภาพรวม	34
4.4. กระบวนการวิเคราะห์รูปภาพด้วยระบบการมองเห็น	36
4.4.1. วิเคราะห์และตรวจสอบมาตรฐานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	36
4.4.2. วิเคราะห์หาค่าชดเชยของตำแหน่งที่จะใส่ลงในแผงวงจรนั้นๆ	43
4.5. กระบวนการหยิบใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ของหุ่นยนต์	48
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	56
5.1. สรุปผลการดำเนินการ	56
5.2. ปัญหาและอุปสรรค์	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5.3. แนวทางการแก้ไข	56
บรรณานุกรม	57
ภาคผนวก ก	58
ภาคผนวก ข	67
ภาคผนวก ค	83
ประวัติผู้เขียน	106

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1-1	ตารางระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินโครงงาน	2
3-1	ตารางการแบ่งชนิดของหุ่นยนต์	8
3-2	ตารางการแบ่งชนิดของหุ่นยนต์	8
3-3	ตารางบอกหน้าที่ตำแหน่ง Pin ของ Rs-232	15
3-4	ตารางบอกอัตราการส่งข้อมูล (Baud rate) การรับ-ส่งข้อมูล	16
3-5	ตารางการแปลงเลขฐาน	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

รูปที่		หน้า
3-1	ภาพการเปรียบเทียบส่วนต่างของมนุษย์กับหุ่นยนต์	7
3-2	Cartesian Robot Work Envelop Of Cartesian Robot	9
3-3	Cylindrical Robot Work Envelop Of Cylindrical Robot	10
3-4	Spherical Robot Work Envelop Of Spherical Robot	11
3-5	SCARA Robot Work Envelop Of SCARA Robot	12
3-6	Articulated Arm Robot Work Envelop Of Articulated Robot	13
3-7	ลักษณะสาย RS-232	14
3-8	ลักษณะพินของ RS-232	15
3-9	ตารางการแปลงเลขฐาน	16
3-10	สายแลน (LAN)	17
3-11	คอนโทรลเลอร์ (Controller) ของหุ่นยนต์ (Robot)	19
3-12	แท่งปริซึม	20
3-13	กงล้อสี ที่ได้ผ่านแท่งปริซึม	21
3-14	แบบจำลองแบบอาร์จีบี (RGB)	22
3-15	แบบจำลองแบบซีเอ็มวาย (CMY)	22
3-16	แบบจำลองแบบเอชเอสวี (HSV)	23
3-17	แบบจำลองแบบเอชเอสวี (HSV)	24
3-18	แบบบิตแมป (Bitmap Image)	25
3-19	แบบเวกเตอร์ (Vector Image)	25
3-20	ตัวอย่างภาพแบบบิตแมป (Bitmap Image)	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3-21	ตัวอย่างภาพแบบเวกเตอร์ (Vector Image)	26
3-22	ภาพขาวดำ (Binary Image)	27
3-23	ภาพขาวดำ (Binary Image)	27
3-24	ภาพระดับสีเทา (Gray g Scale Image)	28
3-25	ภาพแบบดัชนี (Index Image)	29
3-26	ภาพสี (Color Image)	29
3-27	ฮิสโตรแกรมของภาพ (Image Histogram)	30
3-28	ฮิสโตรแกรมของภาพ(Image Histogram)	31
3-29	ฮิสโตรแกรมของภาพ(Image Histogram)	31
3-30	ภาพที่มีสัญญาณรบกวนเกาส์เซียน (Gaussian Noise)	32
3-31	การคอนโวลูชันแบบแยก (Separable convolution)	33
3-32	Thresholding	34
3-33	Thresholding	35
3-34	Block matching	35
4-1	แผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ (PCB) ที่ใช้ในการทำกล่องดาวเทียม	37
4-2	แผนผัง (Layout)	38
4-3	ภาพรวมของโครงการหุ่นยนต์	39
4-4	โฟลว์ชาร์ต (Flowchart)	40
4-5	สัญลักษณ์โปแกรม Vision Builder AI 2014	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4-6 ด้านข้าง	42
4-7 ภาพขาวดำจากกล้องอุตสาหกรรม	42
4-8 ภาพที่ทำกระบวนการตัด Threshold	43
4-9 หาขอบของขาเพื่อวิเคราะห์องศาของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	43
4-10 หาขอบของขาเพื่อวิเคราะห์องศาของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	44
4-11 ด้านหน้า	44
4-12 ภาพขาวดำจากกล้องอุตสาหกรรม	45
4-13 ภาพที่ทำกระบวนการตัด Threshold	45
4-14 หาขอบของขา 2 ข้าง	46
4-15 หาขอบของขาเพื่อวิเคราะห์องศาของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	46
4-16 หาขอบของขาเพื่อวิเคราะห์องศาของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	47
4-17 หาขอบของขาเพื่อวิเคราะห์องศาของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	47
4-18 หาขอบของขาเพื่อวิเคราะห์องศาของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	48
4-19 วิเคราะห์เสร็จแล้วจะสั่ง I/O บอก Pass หรือ NG	48
4-20 ภาพขาวดำจากกล้องอุตสาหกรรม	49
4-21 รูปภาพต้นแบบ (Template)	50
4-22 เมื่อนำกระบวนการนี้ไปใช้จะสามารถหาเป้าหมาย	50
4-23 หารูปโดยใช้วิธีการใช้รูปภาพต้นแบบ	51
4-24 RS - 232	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4-25 การคำนวนแปลงค่าจากหน่วยพิกเซลเป็นหน่วยมิลิเมตร	52
4-26 สัญญาลักษณ์ (Icon) ของโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์เอปสัน	53
4-27 แผงวงจร (PCB)	53
4-28 แผงวงจรกำลังโหลด	54
4-29 กำลังโหลด (Load) อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (Component)	54
4-30 โหลด (Load) อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (Component) เสร็จเรียบร้อย	55
4-31 หุ่นยนต์ (Robot) มาหยิบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (Component)	56
4-32 กล้องตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้	56
4-33 กล้องตรวจสอบอุปกรณ์ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้	57
4-34 ระบบวิชั่น (Vision system) วิเคราะห์ค่าชดเชย	57
4-35 หุ่นยนต์ (Robot Epson) ใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงแผงวงจร (PCB)	58
4-36 หุ่นยนต์ (Robot Epson) ใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงแผงวงจร (PCB)	58
4-37 หุ่นยนต์ (Robot Epson) ใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงแผงวงจร (PCB)	59
4-38 หุ่นยนต์ (Robot Epson) ใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงแผงวงจร (PCB)	59
4-39 หุ่นยนต์ (Robot Epson) ใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงแผงวงจร (PCB)	60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ถือว่าเป็นอุตสาหกรรมหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญต่อเศรษฐกิจไทยค่อนข้างมาก โดยมีการส่งออกเป็นอันดับหนึ่งต่อเนื่องเป็นเวลาหลายปี โดยในปี 2544 การส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์คิดเป็นมูลค่า 15,498 ล้านเหรียญสหรัฐ หรือประมาณ 600,000 ล้านบาท จะพบว่าเป็นจุดแข็งที่สำคัญของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ของไทยในปัจจุบันคือ เป็นฐานการผลิตเพื่อส่งออกที่สำคัญของสหรัฐอเมริกา สิงคโปร์ โดยเฉพาะญี่ปุ่นที่เข้ามาลงทุนจำนวนมากในประเทศไทย

ช่วงหลายปีที่ผ่านมาอุตสาหกรรมต้องการแรงงานที่มีความชำนาญพิเศษจำนวนมาก ทั้งละเอียดประณีต ซึ่งเหมาะสมกับความาต้องการอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ แต่ในปัจจุบันแรงงานที่มีความชำนาญมีจำนวนจำกัดและยังมีความต้องการจำนวนของสินค้ามากยิ่งขึ้น เนื่องจากการใช้แรงงานของมนุษย์มีข้อจำกัดหลายๆด้าน ทั้งความละเอียด ความประณีต ความรวดเร็ว และประสิทธิภาพ ดังนั้นอุตสาหกรรมต่างๆ จึงนำระบบอัตโนมัติ (Automation) เข้ามาพัฒนาและปรับปรุงข้อจำกัดของมนุษย์ โดยเริ่มจากการใช้สายพาน (Conveyor) ลำเลียงจนกระทั่งใช้หุ่นยนต์ (Robot) ในการหยิบใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เพื่อบรรจุลงสินค้านั้นๆ หรือเพื่อตรวจสอบความสมบูรณ์อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์โดยใช้ระบบวิทัศน์ (Vision) ซึ่งหุ่นยนต์สามารถทำงานได้รวดเร็ว มีประสิทธิภาพ และในปัจจุบันยังสามารถทำงานที่ต้องความละเอียดสูงได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อลดต้นทุน และสามารถควบคุมจำนวนสินค้าและคาดการณ์จำนวนสินค้าได้อย่างแม่นยำ เพื่อผลประกอบกำไรสูงสุด

1.2 วัตถุประสงค์

1. นำเครื่องจักรที่ไม่ใช้งานมาปรับปรุงให้สามารถนำกลับมาใช้งานได้อีก
2. หุ่นยนต์สามารถใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แทนมนุษย์
3. ลดต้นทุนการผลิต และเพิ่มประสิทธิภาพ

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1. หุ่นยนต์สามารถใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้อย่างถูกต้อง และแม่นยำ โดยมีค่า Yield rate 99%
2. เครื่องจักรสามารถเชื่อมต่อกับเครื่องจักรก่อนหน้า และเครื่องจักรด้านหลัง
3. สามารถกด เริ่ม(Start) หยุด(Stop) และหยุดชั่วคราวได้(Pause)
4. เครื่องจักรมีการแจ้งสถานะการทำงาน
5. เครื่องจักรจะนำไปใช้งานที่บริษัท แคล-คอมพ์ อิเล็คโทรนิคส์ จังหวัดเพชรบุรี PCA Line เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ตารางระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินโครงงาน

หุ่นยนต์ใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อัตโนมัติ (Robot Auto Insert) ในการดำเนินโครงการวิเคราะห์ปัญหาและหาแนวทางการแก้ไขปัญหาการหยิบใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้หุ่นยนต์ (Robot Epson) และระบบวิชั่น (Vision system) ในการวิเคราะห์และแยกแยะอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ตามมาตรฐานที่กำหนด รวมถึงการตรวจสอบการทำงานของเครื่องจักร สุดท้ายก็ทำการสรุปผลการทดลอง ระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินโครงการ จะใช้เวลาในการดำเนินงานตามตารางที่ 1-1

ตารางที่ 1-1 ตารางระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินโครงงาน

แผนการดำเนินงานของ Robot Auto insert Ver.1 Project												
หัวข้อ	สัปดาห์											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. เรียนรู้ระบบอัตมัติ												
2. วิเคราะห์ปัญหาของระบบการผลิต												
3. ออกแบบแนวทางในการทำโปรเจก (Robot AI)												
4. เขียนโปรแกรมวิชั่น (Vision program)												
5. เขียนโปรแกรมหุ่นยนต์ (Robot program)												
6. ทดสอบระบบ												
7. ทดลองและเก็บผลการทดลอง												
8. ปรับปรุงและเก็บข้อบกพร่อง												
9. ทดลองใช้งานจริง												
10. ทำรายงาน												

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. หุ่นยนต์ใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อัตโนมัติ (Robot Auto Insert) ได้ใช้งานจริงในการผลิต
2. สามารถเรียนรู้การควบคุมหุ่นยนต์ในอุตสาหกรรม
3. สามารถเรียนรู้การใช้งานกล้องอุตสาหกรรม รวมไปถึงการใช้กล้องตรวจสอบและตรวจจับวัตถุหรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้
4. สามารถนำความรู้ด้านการออกแบบไปพัฒนาต่อยอดให้เกิดประโยชน์สูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 นิยามศัพท์

1. การประมวลผลภาพ (Image processing) เป็นการประยุกต์ใช้งานการประมวลผลสัญญาณบนสัญญาณ 2 มิติ เช่น ภาพนิ่ง (ภาพถ่าย) หรือภาพ วีดิทัศน์ (วิดีโอ) และยังรวมถึงสัญญาณ 2 มิติอื่น ๆ ที่ไม่ใช่ภาพด้วย
2. ตรวจจับเส้นขอบ (Edge detection) เป็นการใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ โดยผลลัพธ์คือตรวจจับเส้นขอบภาพ
3. แมทชิ่งแทรมเพตต์ (Matching template) เป็นการใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ โดยนำรูป 2 รูป มาเปรียบเทียบกันซึ่งรูปหนึ่งคือรูปต้นฉบับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ข้อมูลเกี่ยวกับสถานประกอบการ

ชื่อสถานประกอบการ

บริษัท แคล-คอมพ์ อีเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด มหาชน

ที่ตั้ง

60 หมู่ 8 ถ.เศรษฐกิจ ต.คลองมะเดื่อ อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร 74110
โทร. 0-3487-8165-70

ความเป็นมา

บริษัทแคล-คอมพ์ อิเล็คโทรนิคส์ แห่งประเทศไต้หวัน เลือกประเทศไทยเป็นฐานการผลิตสินค้าเพื่อส่งออก และได้ทำการเปิดโรงงานผลิตเครื่องคำนวณอิเล็คทรอนิคส์ขึ้นเมื่อปี 2532 จากการร่วมมือของวิศวกรกลุ่มหนึ่ง คำว่า แคล-คอมพ์ ย่อมาจากแคลคูเลเตอร์(เครื่องคำนวณ) ธุรกิจหลักของแคล-คอมพ์ คือการผลิตเครื่องคิดเลข ปัจจุบันได้ขยายการผลิตโทรศัพท์ไร้สาย เครื่องพิมพ์เอกสารระบบพ่นหมึก เครื่องรับส่งโทรสาร เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมและอีกมากมาย ให้กับบริษัทชั้นนำทั่วโลกภายใต้เครื่องหมายการค้าของบริษัทเหล่านั้น เช่นเ Western Digital, Seagate, Hitachi, Advance Digital Broadcast, Technicolor, Pace, Hewlett Packard, Nikon และอื่นๆ เป็นต้น

พันธกิจ

1. ผลิตสินค้าคุณภาพทัดเทียมกับต่างประเทศ
2. สนองความต้องการของตลาดในประเทศและการส่งออก
3. ใช้วัตถุดิบในประเทศ
4. ส่งเสริมให้คนไทยมีงานทำ
5. สร้างความเจริญก้าวหน้าทางเศรษฐกิจ และสังคมของประเทศ

นโยบายคุณภาพ

1. คุณภาพที่ดีเลิศ และความพึงพอใจของลูกค้า ถือเป็นหัวใจสำคัญของการบริหารโรงงานแห่งนี้ และนี่ก็คือนโยบายด้านคุณภาพของเรา
2. การเสนอสินค้าและบริการที่มีคุณภาพอย่างที่ลูกค้าของเราได้คาดหวังไว้
3. ทำให้พนักงานทุกคนสามารถทำงานของตนเองได้อย่างถูกต้องตั้งแต่ครั้งแรก
4. ติดตามและปรับปรุงคุณภาพอย่างต่อเนื่องเพื่อก้าวเข้าสู่คุณภาพที่ดีเลิศ

นโยบายสิ่งแวดล้อม

บริษัทแคล-คอมพ์ สัญญาว่าจะยึดถือนโยบายสิ่งแวดล้อมโลกว่าการรักษาสิ่งแวดล้อม เป็นหน้าที่ของมวลมนุษยชาติและทุกวันในแคลคอมพ์เป็นวันสิ่งแวดล้อมโลก ในเวลาเดียวกันบริษัทแคล-คอมพ์มีนโยบายเพิ่มเติมดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ดำเนินการแก้ไข ป้องกันภาพวะมลพิษ ลดและบำบัดของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม ทำการตรวจสอบตามระยะเวลาที่ระบุไว้ เพื่อให้ทำได้อย่างถูกต้องตามกฎหมายควบคุม
2. ประหยัดพลังงานโดยการนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ ลดปริมาณการใช้พลังงานเพื่อป้องกันภาวะมลพิษ
3. ดำเนินการอบรมเพิ่มความรู้ด้านรักษาสิ่งแวดล้อมแก่พนักงานเสริมสร้างความรับผิดชอบการรักษาสิ่งแวดล้อมอย่างมีประสิทธิภาพ
4. ติดตามและปรับปรุงการใช้พลังงานอย่างจำกัดและเกิดประโยชน์มากที่สุด อย่างต่อเนื่องเพื่ออนุรักษ์ธรรมชาติเป็นการยืนยันการดำเนินกิจกรรมของบริษัทตลอดไป
5. ดำเนินการลดปริมาณและเลิกใช้สารที่เป็นมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม ตามที่ลูกค้าของเราได้กำหนดไว้

นโยบายความรับผิดชอบต่อสังคม

1. บริษัท แคล-คอมพ์ อิเล็คโทรนิคส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) มีความมุ่งมั่นในการดำเนินงานด้วยความรับผิดชอบต่อผลกนะทบต่างๆที่เกิดขึ้นจากการประกอบกิจการขององค์กรโดยยึดหลังดำเนินธุรกิจที่โปร่งใส ตรวจสอบได้ มีจริยธรรม เคารพต่อหลักสิทธิมนุษยชน และผลประโยชน์ของผู้มีส่วนได้เสีย
2. มุ่งมั่นในการผลิต ผลิตภัณฑ์ที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค และคำนึงถึงผลกระทบต่อชุมชน และสิ่งแวดล้อม โดยการปฏิบัติตามข้อกำหนดกฎหมาย และข้อกำหนดอื่นๆ หรือแนวปฏิบัติสากลที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งมุ่งมั่นพัฒนา ปรับปรุงเพื่อสร้างรากฐานของความรับผิดชอบต่อสังคมอย่างต่อเนื่องและยั่งยืน

อุดมการณ์ของบริษัท

1. มุ่งมั่นในความเป็นเลิศ
2. เชิดชูความเป็นธรรม

ตำแหน่งและลักษณะงานที่ได้รับมอบหมาย

ตำแหน่ง : วิศวกรรมซอฟแวร์ (Software Engineering)
ลักษณะงาน : การประมวลผลภาพ (Image processing)

พนักงานที่ปรึกษาและตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา

1. นางสาว ศลิษา เผือกเนียม ตำแหน่ง Process Engineer
2. นาย ณฐกฤต กิตติสาธิน ตำแหน่ง Senior Mechanical Engineer
3. นางสาว ศุภลักษณ์ อุ่นเมือง ตำแหน่ง Mechanical Engineer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

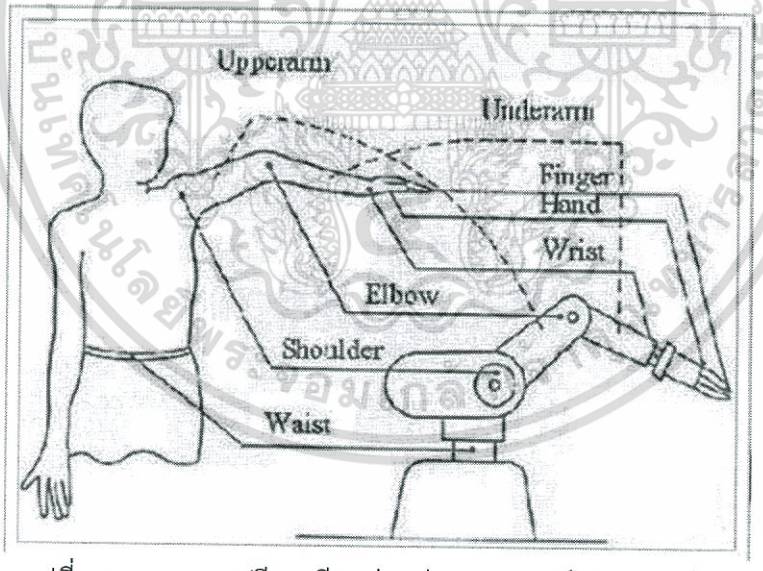
บทที่ 3
ทฤษฎีและหลักการทำงาน

เนื้อหาในบทนี้จะอธิบายถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อัตโนมัติ (Robot Auto Insert) โดยสามารถแบ่งเนื้อหา ได้ดังต่อไปนี้

3.1 ทฤษฎีหุ่นยนต์อุตสาหกรรม

อุตสาหกรรมในประเทศไทยจะเห็นได้ว่ามีการนำเทคโนโลยีระบบอัตโนมัติ (Automation Technology) เข้ามาใช้งานเพื่อให้สินค้าสามารถแข่งขันในตลาดโลกได้ ทั้งในเรื่องราคา และคุณภาพ โดยเฉพาะในเรื่องคุณภาพ อาจเนื่องจากมีการเปลี่ยนรุ่นผลิตภัณฑ์อยู่บ่อยๆ ต้องใช้เวลาในการ Set Up ปัจจุบันจึงมีการนำเทคโนโลยีต่างๆ เข้ามาใช้ หนึ่งในเทคโนโลยีที่มีความยืดหยุ่นสูง ได้แก่ หุ่นยนต์อุตสาหกรรม เนื่องจากการเปลี่ยนการทำงานสามารถทำได้โดยการเปลี่ยนโปรแกรม นอกจากนี้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความสม่ำเสมอเป็นมาตรฐานเดียวกัน

การทำงานของหุ่นยนต์อุตสาหกรรมจะเลียนแบบร่างกายของมนุษย์ โดยจะเลียนแบบเฉพาะส่วนของร่างกายที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมเท่านั้น นั่นคือช่วงแขนของมนุษย์ ดังนั้น บางคนอาจจะได้ยินคำว่า “แขนกล” ซึ่งก็หมายถึงหุ่นยนต์อุตสาหกรรม การทำงานของหุ่นยนต์อุตสาหกรรมเปรียบเทียบกับแขนมนุษย์ แสดงดังรูป



รูปที่ 3-1 ภาพการเปรียบเทียบส่วนต่างของมนุษย์กับหุ่นยนต์

ปัจจุบันและในอนาคตหุ่นยนต์อุตสาหกรรมจะเข้ามามีบทบาทในอุตสาหกรรมมากขึ้น โดยจะทำงานแทนมนุษย์ในงานต่างๆ เหล่านี้งานที่อันตราย เช่น งานยกเหล็กเข้าเตาหลอม งานที่เกี่ยวข้องกับสารเคมี งานซ้ำซากน่าเบื่อ เช่น งานยกสินค้าจากสายงานการผลิต งานประกอบ งานบรรจุผลิตภัณฑ์งานที่ต้องการคุณภาพมาตรฐานเดียวกัน เช่น งานเชื่อม งานตัด งานที่ต้องใช้ทักษะความชำนาญสูง เช่น งานเชื่อมแนวเชื่อมเลเซอร์ งานที่ต้องใช้ความละเอียดประณีต เช่น งานประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ งานตรวจสอบ (Inspection) ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หุ่นยนต์ คือ เครื่องจักรที่ถูกควบคุมอัตโนมัติ สามารถเขียนโปรแกรมใหม่ได้ ใช้งานเอนกประสงค์ โปรแกรมการเคลื่อนที่จะต้องสามารถโปรแกรมให้เคลื่อนที่ได้อย่างน้อย 3 แกนหรือมากกว่า หุ่นยนต์อาจจะยึดอยู่กับที่หรือย้ายตำแหน่ง (Mobile) เพื่อใช้ในงานอุตสาหกรรม

การแบ่งชนิดของหุ่นยนต์

โดยทั่วไปการแบ่งชนิดของหุ่นยนต์จะแบ่งตามลักษณะรูปทรงของพื้นที่ทำงาน (Envelope Geometric) แต่ก่อนจะอธิบายชนิดของหุ่นยนต์ขออธิบายการทำงานของจุดต่อ (Joint) ของหุ่นยนต์อุตสาหกรรมซึ่งในขั้นพื้นฐานมี 2 ชนิดด้วยกัน ดังนี้

ตารางที่ 3-1 ตารางการแบ่งชนิดของหุ่นยนต์

ชนิด	สัญญาลักษณ์	หมายเหตุ
Revolute (R)		การหมุนรอบแกน (Rotary)
Prismatic (P)		การเคลื่อนที่เชิงเส้น (Linear motion)

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

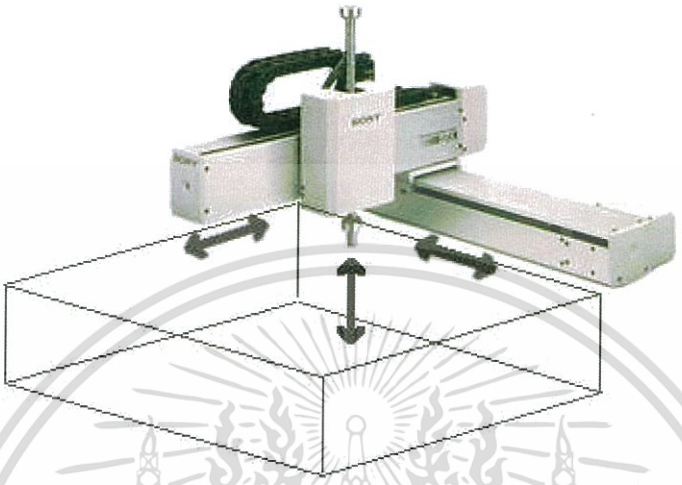
ตารางที่ 3-2 ตารางการแบ่งชนิดของหุ่นยนต์

ชนิดของหุ่นยนต์	แกนที่ 1	แกนที่ 2	แกนที่ 3
Cartesian (gantry)	P	P	P
Cylindrical	R	P	P
Spherical (Polar)	R	R	P
SCARA	R	R	R
Articulated	R	R	R

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1. Cartesian (Gantry) Robot

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



รูปที่ 3-2 Cartesian Robot Work Envelop Of Cartesian Robot

ข้อดี

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

ข้อเสีย

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

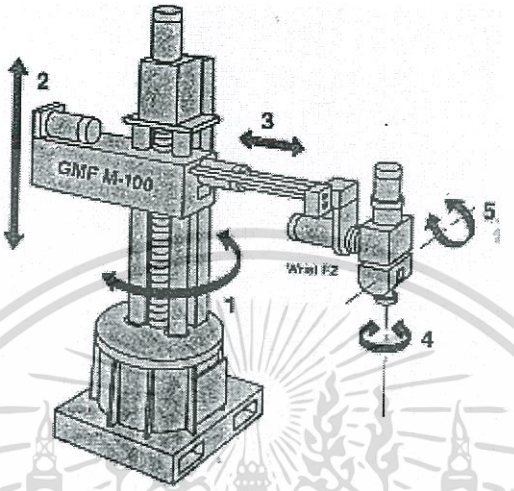
การประยุกต์ใช้งาน

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2. Cylindrical Robot

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



รูปที่ 3-3 Cylindrical Robot Work Envelop Of Cylindrical Robot

ข้อดี

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

ข้อเสีย

1. มีพื้นที่ทำงานจำกัด
2. แกนที่เป็นเชิงเส้นมีความยุ่งยากในการ Seal เพื่อป้องกันฝุ่นและของเหลว

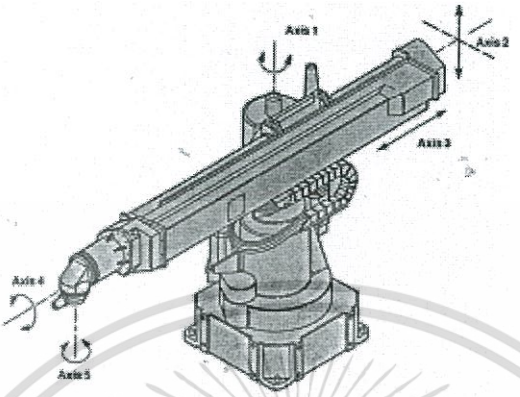
การประยุกต์ใช้งาน

โดยทั่วไปจะใช้ในการหยิบยกชิ้นงาน (Pick-and-Place) หรือป้อนชิ้นงานเข้าเครื่องจักร เพราะสามารถเคลื่อนที่เข้าออกบริเวณที่เป็นช่องโพรงเล็กๆ ได้สะดวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3. Spherical Robot (Polar)

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



รูปที่ 3-4 Spherical Robot Work Envelop Of Spherical Robot

ข้อดี

1. มีปริมาตรการทำงานมากขึ้นเนื่องจากการหมุนของแกนที่ 2 (ไหล่)
2. สามารถที่จะก้มลงมาจับชิ้นงานบนพื้นได้สะดวก

ข้อเสีย

1. มีระบบพิกัด (Coordinate) และส่วนประกอบ ที่ซับซ้อน
2. การเคลื่อนที่และระบบควบคุมมีความซับซ้อนขึ้น

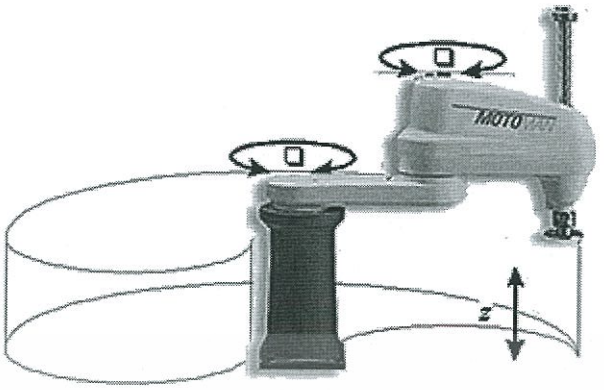
การประยุกต์ใช้งาน

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

3.1.4. SCARA Robot

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3-5 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

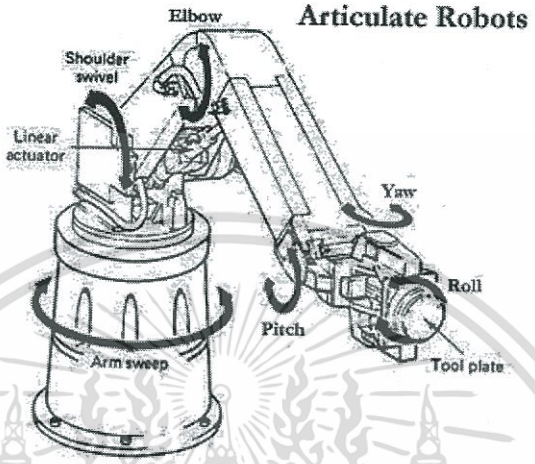
เนื่องจากการเคลื่อนที่ในแนวระนาบและขึ้นลงได้รวดเร็วจึงเหมาะกับงานประกอบชิ้นส่วนทางอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งต้องการความรวดเร็วและการเคลื่อนที่ก็ไม่ต้องการการหมุนมากนัก แต่จะไม่เหมาะกับงานประกอบชิ้นส่วนทางกล (Mechanical Part) ซึ่งส่วนใหญ่การประกอบจะอาศัยการหมุน (Rotation) ในลักษณะมุมต่างๆ นอกจากนี้ SCARA Robot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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.5. Articulated Arm (Revolute)

ทุกแกนการเคลื่อนที่จะเป็นแบบหมุน (Revolute) รูปแบบการเคลื่อนที่จะคล้ายกับแขนคน ซึ่งจะประกอบด้วยช่วงเอว ท่อนแขนบน ท่อนแขนล่าง ข้อมือ การเคลื่อนที่ทำให้ได้พื้นที่การทำงาน ดังรูป

รูปที่ 3-6 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. การเคลื่อนที่และระบบควบคุมทำความ เข้าใจได้ยากขึ้น
3. ควบคุมให้เคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง (Linear) ได้ยาก
4. โครงสร้างไม่มั่นคงตลอดช่วงการเคลื่อนที่ เพราะบริเวณขอบ Work Envelope ปลายแขนจะ
5. มีการสั่น ทำให้ความแม่ยำลดลง

การประยุกต์ใช้งาน

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ระบบการสื่อสาร (Communication)

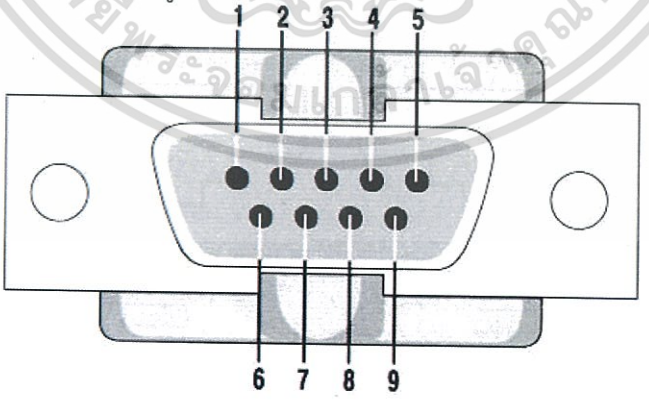
โปรแกรมนี้สามารถทำการสั่งหุ่นยนต์ (Robot) ทำงานตามโปรแกรมที่เขียนไว้ และยังสามารถสื่อสารกับอุปกรณ์ (Hardware) อื่นๆได้อีกด้วย ซึ่งวิธีการสื่อสารสามาถทำได้ 3 วิธีการคือ

3.2.1. มาตรฐานแนะนำรุ่น - 232 (Recommended Standard :RS-232)

เป็นมาตรฐานการเชื่อมต่อข้อมูลแบบอนุกรม (Serial Port) ซึ่งตัวมาตรฐานจะกำหนดสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมต่อนี้ด้วยกันทั้งหมด 4 หัวข้อหลักๆ ด้วยกันคือ

- คุณสมบัติทางไฟฟ้าของสัญญาณ
- คุณสมบัติทางกลของการเชื่อมต่อ ซึ่งหมายถึงตัวคอนเน็กเตอร์นั่นเอง
- หน้าที่การทำงานของวงจรสำหรับแลกเปลี่ยนข้อมูล
- มาตรฐานการเชื่อมต่อสำหรับระบบสื่อสารเฉพาะอย่าง

รูปที่ 3-7 ลักษณะสาย RS-232



รูปที่ 3-8 ลักษณะพินของ RS-232

จากรูปที่ Rs-232 แต่ละพิน (pin) จะหน้าที่แตกต่างกันดังตารางที่ 3-3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3-3 ตารางบอกหน้าที่ตำแหน่ง Pin ของ Rs-232

Pin	สัญญาณ	Pin	สัญญาณ
1	Date Carrier Detect	6	Data Set Ready
2	Received Data	7	Request to Send
3	Transmitted Data	8	Clear to Send
4	Data Terminal Ready	9	Ring indicator
5	Signal Ground		

หลักการรับ-ส่งข้อมูลของ RS232

สัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้น ในสายนำสัญญาณ มักจะมีแรงดันเป็นบวก เมื่อเปรียบเทียบกับกราวด์ จึงได้ทำการป้องกันสัญญาณรบกวน โดยออกแบบแรงดัน ของโลจิก "1" เป็นลบ คืออยู่ในช่วง -3V ถึง -15V ส่วนแรงดัน ของโลจิก "0" อยู่ในช่วง +3V ถึง +15V

อัตราการส่งข้อมูล (Baud rate) คือความเร็วของการรับ-ส่งข้อมูล เป็นจำนวนบิดต่อวินาที มันค่า Baud rate แปรผันตามความยาวสายสัญญาณดังนี้

ตารางที่ 3-4 ตารางบอกอัตราการส่งข้อมูล (Baud rate) การรับ-ส่งข้อมูล

Baud rate	ระยะสายไฟที่ยาวที่สุด (ฟุต)
19200	50
9600	500
4800	1000
2400	3000

การเลือกอัตราการส่งข้อมูลจึงขึ้นอยู่กับ ชนิดของสายสัญญาณ, ระยะทาง,และปริมาณสัญญาณรบกวน ในทางการใช้งานโดยทั่วไปจะใช้ 9600 บิดต่อวินาที

รูปแบบข้อมูลมาตรฐาน

การสื่อสารข้อมูลของ RS232 โดยมาตรฐาน จะใช้เป็นอักขระแบบ ASCII (The American Standard Code for Information Interchange)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Dec	Hx	Oct	Char	Dec	Hx	Oct	Html	Chr	Dec	Hx	Oct	Html	Chr	Dec	Hx	Oct	Html	Chr
0	0	000	NUL (null)	32	20	040		Space	64	40	100	@	@	96	60	140	`	`
1	1	001	SOH (start of heading)	33	21	041	!	!	65	41	101	A	A	97	61	141	a	a
2	2	002	STX (start of text)	34	22	042	"	"	66	42	102	B	B	98	62	142	b	b
3	3	003	ETX (end of text)	35	23	043	#	#	67	43	103	C	C	99	63	143	c	c
4	4	004	EOT (end of transmission)	36	24	044	$	$	68	44	104	D	D	100	64	144	d	d
5	5	005	ENQ (enquiry)	37	25	045	%	%	69	45	105	E	E	101	65	145	e	e
6	6	006	ACK (acknowledge)	38	26	046	&	&	70	46	106	F	F	102	66	146	f	f
7	7	007	BEL (bell)	39	27	047	'	'	71	47	107	G	G	103	67	147	g	g
8	8	010	BS (backspace)	40	28	050	(	(	72	48	110	H	H	104	68	150	h	h
9	9	011	TAB (horizontal tab)	41	29	051	)	)	73	49	111	I	I	105	69	151	i	i
10	A	012	LF (NL line feed, new line)	42	2A	052	*	*	74	4A	112	J	J	106	6A	152	j	j
11	B	013	VT (vertical tab)	43	2B	053	+	+	75	4B	113	K	K	107	6B	153	k	k
12	C	014	FF (NP form feed, new page)	44	2C	054	,	,	76	4C	114	L	L	108	6C	154	l	l
13	D	015	CR (carriage return)	45	2D	055	-	-	77	4D	115	M	M	109	6D	155	m	m
14	E	016	SO (shift out)	46	2E	056	.	.	78	4E	116	N	N	110	6E	156	n	n
15	F	017	SI (shift in)	47	2F	057	/	/	79	4F	117	O	O	111	6F	157	o	o
16	10	020	DLE (data link escape)	48	30	060	0	0	80	50	120	P	P	112	70	160	p	p
17	11	021	DC1 (device control 1)	49	31	061	1	1	81	51	121	Q	Q	113	71	161	q	q
18	12	022	DC2 (device control 2)	50	32	062	2	2	82	52	122	R	R	114	72	162	r	r
19	13	023	DC3 (device control 3)	51	33	063	3	3	83	53	123	S	S	115	73	163	s	s
20	14	024	DC4 (device control 4)	52	34	064	4	4	84	54	124	T	T	116	74	164	t	t
21	15	025	NAK (negative acknowledge)	53	35	065	5	5	85	55	125	U	U	117	75	165	u	u
22	16	026	SYN (synchronous idle)	54	36	066	6	6	86	56	126	V	V	118	76	166	v	v
23	17	027	ETB (end of trans. block)	55	37	067	7	7	87	57	127	W	W	119	77	167	w	w
24	18	030	CAN (cancel)	56	38	070	8	8	88	58	130	X	X	120	78	170	x	x
25	19	031	EM (end of medium)	57	39	071	9	9	89	59	131	Y	Y	121	79	171	y	y
26	1A	032	SUB (substitute)	58	3A	072	:	:	90	5A	132	Z	Z	122	7A	172	z	z
27	1B	033	ESC (escape)	59	3B	073	;	;	91	5B	133	[	[	123	7B	173	{	{
28	1C	034	FS (file separator)	60	3C	074	<	<	92	5C	134	\	\	124	7C	174			|
29	1D	035	GS (group separator)	61	3D	075	=	=	93	5D	135	]	]	125	7D	175	}	}
30	1E	036	RS (record separator)	62	3E	076	>	>	94	5E	136	^	^	126	7E	176	~	~
31	1F	037	US (unit separator)	63	3F	077	?	?	95	5F	137	_	_	127	7F	177	&#127;	DEL

ตารางที่ 3-9 ตารางการแปลงเลขฐาน

3.2.2. ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Local Area Network : LAN)

แลน (อังกฤษ: Local Area Network หรือ LAN) หรือ ข่ายงานบริเวณเฉพาะที่ เป็นการเชื่อมโยงเครือข่ายคอมพิวเตอร์ถึงกันทั้งหมดโดยอาศัยสื่อกลาง มีการแบ่งแยกเครือข่ายออกเป็น 2 รูปแบบการเชื่อมโยงคือ การเชื่อมโยงภายในพื้นที่ระยะใกล้หรือ แลน (LAN) และการเชื่อมโยงระยะไกลหรือแวน (WAN) โดยการเชื่อมโยงเครือข่ายแบบแลน มี 3 รูปแบบ คือ

- Bus มีการรับส่งข้อมูลด้วยความเร็ว 10-100 MB/sจะเชื่อมต่อกันบนสายสัญญาณเส้นเดียวกัน โดยจะมีอุปกรณ์ที่เรียกว่า T-Connector เป็นตัวแปลงสัญญาณข้อมูลเพื่อนำเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์และ Terminator ในการปิดหัวท้ายของสายในระบบเครือข่ายเพื่อดูดซับข้อมูลไม่ให้เกิดการสะท้อนกลับของสัญญาณ
- Star เป็นระบบที่มีเป็นการต่อแบบรวมศูนย์ โดยเครื่องคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องจะต่อสายเข้าไปที่อุปกรณ์ที่เรียกว่า Hub หรือ Switch โดยอุปกรณ์ที่เรียกว่า Hub หรือ Switch จะทำหน้าที่เปรียบศูนย์กลางที่ทำหน้าที่กระจายข้อมูล โดยข้อดีของการต่อในรูปแบบนี้คือ หากสายสัญญาณเกิดขาดในคอมพิวเตอร์เครื่องใดเครื่องหนึ่ง เครื่องคอมพิวเตอร์อื่นๆจะสามารถใช้งานได้ปรกติ แต่หากศูนย์กลางคือ Hub หรือ Switch เกิดเสียจะทำให้ระบบทั้งระบบไม่สามารถทำงานได้ทั้งระบบ
- Ring เป็นระบบที่มีการส่งข้อมูลไปในทิศทางเดียวกัน โดยจะมีเครื่อง Server หรือ Switch ในการปล่อย Token เพื่อตรวจสอบว่ามีเครื่องคอมพิวเตอร์ใดต้องการส่งข้อมูลหรือไม่และระหว่างการส่งข้อมูลเครื่องคอมพิวเตอร์อื่นๆที่ต้องการส่งข้อมูลจะต้องทำการรอให้ข้อมูลก่อนหน้านั้นถูกส่งให้สำเร็จเสียก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3-10 สายแลน (LAN)

ข้อดีของระบบ LAN

- เนื่องจากผู้ใช้คอมพิวเตอร์ในวง LAN เดียวกันสามารถใช้ทรัพยากรที่มีในวง LAN ร่วมกันได้ ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อสำหรับอุปกรณ์ที่สามารถใช้งานร่วมกันได้ เช่น เครื่องพิมพ์หรือสแกนเนอร์ เป็นต้น
- การขนย้ายข้อมูลระหว่างเครื่องต่อเครื่องในระบบ ทำได้รวดเร็วกว่าการขนย้ายข้อมูลด้วยแผ่นดิสเก็ต
- เป็นระบบพื้นฐานในการเชื่อมต่อเข้ากับอินเทอร์เน็ต

ข้อเสียของระบบ LAN

- ถ้าสายขาดจะไม่สามารถโอนถ่ายข้อมูลได้
- ไม่สามารถถ่ายโอนข้อมูลระยะไกลมากๆได้

3.2.3. ส่วนของอิมพุต และเอาท์พุต (Input / Output : I/O)

I/O ย่อมาจาก Input /Output คือ การนำเข้า และการแสดงผล ในวงการคอมพิวเตอร์ คำศัพท์นี้ถูกใช้เรียก ระบบรับ และแสดงผล ของคอมพิวเตอร์ ดังนี้

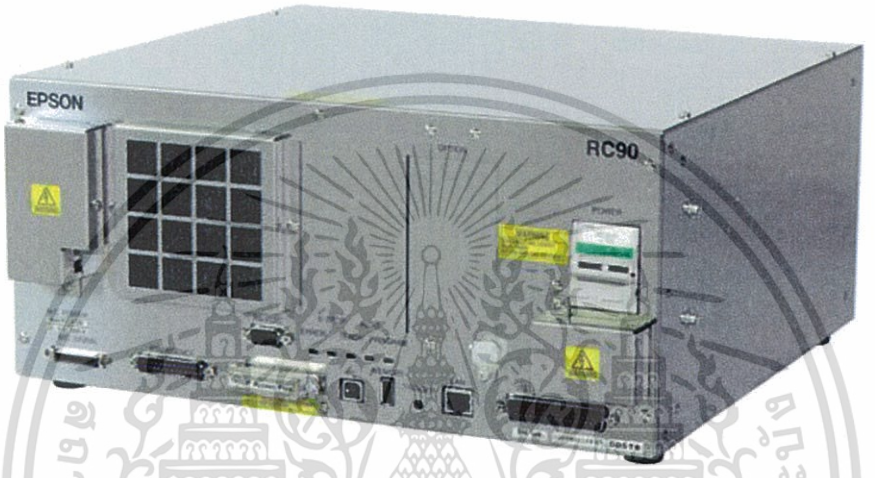
- อุปกรณ์ที่เป็นตัวช่วยในการนำข้อมูลเข้าคอมพิวเตอร์ (Input device) ซึ่งทำหน้าที่รับข้อมูลจากคน และส่งต่อข้อมูลไปยัง หน่วยประมวลผลกลาง (CPU : Central Process Unit) ของคอมพิวเตอร์ เพื่อทำการประมวลผลต่อไป ตัวอย่างเช่น คีย์บอร์ด (keyboard),เมาส์ (mouse),สแกนเนอร์ (scanner),ไมโครโฟน (microphone),กล้องเว็บแคม (webcam)เป็นต้น

- อุปกรณ์ที่เป็นตัวช่วยในการแสดงผลจากคอมพิวเตอร์สู่คน เพื่อให้คนสามารถอ่าน หรือรับรู้ข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ได้ (Output device) ซึ่งจะทำหน้าที่แสดงผลลัพธ์ที่มาจากการประมวลผลข้อมูล ของส่วนประมวลผลข้อมูล ภายในคอมพิวเตอร์ ตัวอย่างเช่น เครื่องพิมพ์ (Printer), เครื่องวาด (Plotter), จอภาพ (Monitor), เครื่องฉายภาพ (LCD Projector), ลำโพง เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เป็นระบบเครือข่ายแบบเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกันในระยะที่จำกัด เช่น ในอาคารเดียวกัน หรือบริเวณเดียวกันที่สามารถลากสายได้ถึงกันโดยตรง เราสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในรูปแบบของการสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์ (Computer) กับคอนโทรลเลอร์ (Controller) สามารถควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ได้ และยังสามารถส่งข้อมูลในรูปแบบข้อความ (string) หรือตัวเลข (integer) จากคอมพิวเตอร์ (Computer) ไปยังคอนโทรลเลอร์ (Controller) เพื่อให้สามารถทำงานได้ในภาวะหรือสถานะที่เปลี่ยนแปลงไป



รูปที่ 3-11 คอนโทรลเลอร์ (Controller) ของหุ่นยนต์ (Robot)

3.3 ทฤษฎีการประมวลผลภาพ (Image processing theory)

3.3.1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการประมวลผลภาพดิจิตอล (Image processing)

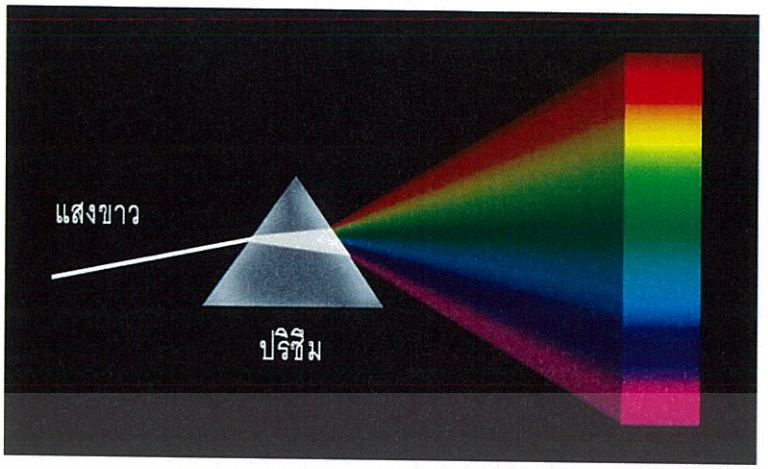
การประมวลภาพดิจิตอล คือ การประมวลภาพหรือปรับปรุงภาพ เพื่อให้นำมาประยุกต์ใช้งานต่าง เช่น กรณีนับจำนวนชิ้นงานที่เราต้องการบนสายการผลิตด้วยความเร็ว การปรับปรุงภาพ การค้นหาวัตถุลักษณะที่ต้องการ เป็นต้น สามารถวิเคราะห์ภาพอัตโนมัติ จัดการ และเก็บไฟล์รูปภาพได้ จึงเป็นขั้นตอนที่สำคัญในการทำงานกับข้อมูลรูปภาพ ซึ่งใช้อย่างแพร่หลายในงานหลายประเภท ซึ่งสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้มากมาย

3.3.2 ทฤษฎีสี (Color Theory)

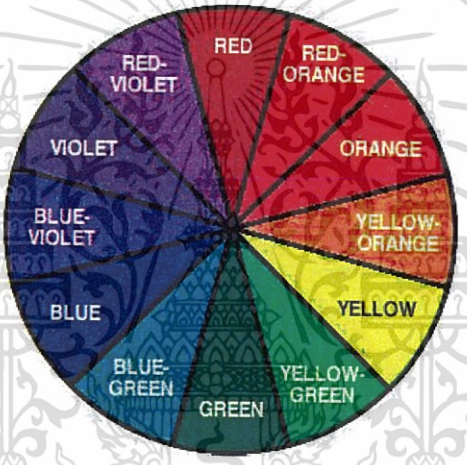
ทฤษฎีสี เป็นทฤษฎีที่เซอร์ไอแซก นิวตัน (Sir Isac Newton) คิดคนจากการส่องแสงขาวผ่านแท่งปริซึม โดยแท่งปริซึมจะทำการแยกแสงขาวออกเป็นสีต่างๆในลักษณะและสัดส่วนที่เท่าๆกันได้จำนวน 7 สี เหมือนกับสีรุ้งคือ ม่วง คราม นำเงิน เขียว เหลือง แสด แดง ดังรูปที่ 2.1

วงสี หรือกงล้อสี (Color Wheel) วงสีประกอบด้วยสีต่างๆเรียงเป็นวงกลมจำนวน 12 สี ดังรูปที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
147154



รูปที่ 3-12 แท่งปริซึมจะเห็นได้ว่าเมื่อแสงขาวเข้ามาตกกระทบกับแท่งปริซึมจะเกิดการแยกแสงขาวออกมาเป็น 7 สี



รูปที่ 3-13 กงล้อสี ที่ได้ผ่านแท่งปริซึม

3.3.3. ปริภูมิสี (Color space)

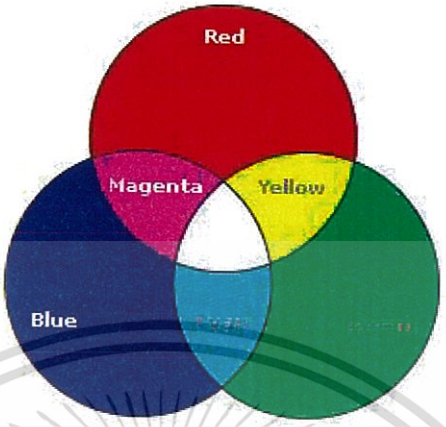
ระบบสีของคอมพิวเตอร์มีลักษณะการแสดงผล คือ ถ้าไม่มีการแสดงผลของสีใดเลยบนจอภาพจะเป็นสีดำแต่ถ้าสีทุกสีแสดงผลพร้อมกัน บนจอภาพจะเป็นสีขาว ส่วนสีอื่นๆ เกิดจากการแสดงสีหลายสีที่มีค่าแตกต่างกันไปแบบจำลองสีที่นิยมใช้มี 3 แบบ ดังนี้

3.3.2.1. แบบจำลองอาร์จีบี (RGB Color Model)

คือแบบจำลองที่สร้างขึ้นเพื่ออธิบายสีที่มนุษย์มองเห็น โดยมีการแยกสีออกเป็นองค์ประกอบพื้นฐานต่างๆ โดยแบบจำลองนี้มีแนวคิดมาจากการผสมแสงสีหลักหรือแม่สี 3 สีเข้าด้วยกัน คือ แดง (Red) เขียว (Green) และน้ำเงิน (Blue) เมื่อผสมสีหลักเข้าด้วยกันจะทำให้เกิดสีต่างๆ ได้เป็นจำนวนมาก ซึ่งขึ้นกับความเข้มของสีหลักแต่ละสีว่ามีสัดส่วนเท่าใดบ้าง สีมี 256 ระดับ ที่มีค่าตั้งแต่ 0-255 สำหรับระบบแบบ 8 บิต ถ้าเป็น 0 คือไม่มีแสงสีดังกล่าวเลย แต่ถ้าเป็น 255 คือจะมีแสงสีนั้นประกอบอยู่เต็มที่ และเมื่อสีหลักทั้ง 3 ที่มีความเข้มข้นสูงสุดมาผสมกัน ก็จะได้สีขาว ซึ่งลักษณะเช่นนี้ เรียกว่า การผสมสีแบบบวก (additive color system) ส่วนใหญ่แบบจำลองนี้จะใช้อุปกรณ์ที่เกี่ยวกับแสง เช่น จอภาพและกล้องดิจิตอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

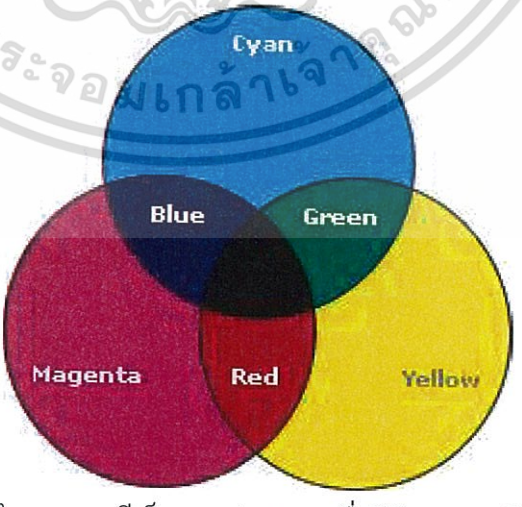
กล่าวคือ จุดสีแต่ละพิกเซลบนหน้าจอจะเกิดจากการสร้างจุดสีย่อยๆ ของสีหลักทั้ง 3 ข้างต้น เพื่อให้เกิดการผสมกันเป็นพิกเซลสีต่างๆนั่นเอง ดังรูปที่ 3-14



รูปที่ 3-14 แบบจำลองแบบอาร์จีบี (RGB) เมื่อสีมีการผสมกันจะเกิดสีใหม่ขึ้น

3.3.2.2. แบบจำลองสีแบบซีเอ็มวาย (CMY) และซีเอ็มวายเค (CMYK)

แบบจำลองสีแบบซีเอ็มวายเคมีรูปแบบการผสมสีโดยใช้แม่สีทางวัตถุหรือแม่สีที่เป็นหมึกพิมพ์จริงๆ โดยภาพจะถูกแยกออกเป็นแม่พิมพ์ของสีหลักเพียง4 สี คือ ฟ้า (Cyan) ม่วงแดง (Magenta) เหลือง (Yellow) และดำ (Black) ซึ่งเมื่อพิมพ์สีเหล่านี้ซ้อนกันจะได้สีที่พิมพ์ออกมาได้จริงๆ ตามทฤษฎีสีแล้ว สีหลักเพียง 3 สี คือ Cyan Magenta และ Yellow (CMY) ก็เพียงพอในการสร้างสีอื่นๆ การกำหนดค่าสีในแบบจำลองนี้จะมีตัวประกอบวัดเป็นเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นตั้งแต่ 0-100%โดยที่ถ้าเปอร์เซ็นน้อยๆ จะมีสีที่มีความสว่างมาก แต่ถ้าเปอร์เซ็นมากๆ จะมีสีที่มีความสว่างน้อยหรือมืด โดยเมื่อผสมสีทั้ง 3 ที่ความเข้ม 100% จะได้สีด า ซึ่งลักษณะเช่นนี้เรียกว่า การผสมสีแบบลบ (subtractive color system) แต่เนื่องจากเนื้อสีมักจะไม่บริสุทธิ์ ทำให้ในทางปฏิบัติต้องเพิ่มสีดำ ดังรูปที่ 3-15

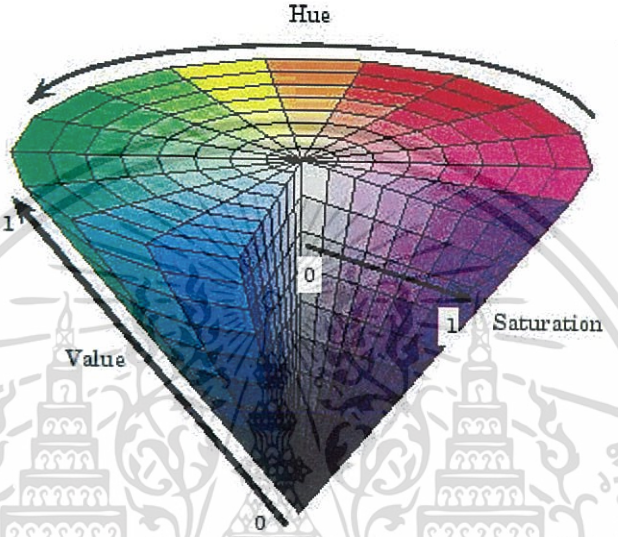


รูปที่ 3-15 แบบจำลองแบบซีเอ็มวาย (CMY) เมื่อสีมีการผสมกันจะเกิดสีใหม่ขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2.3. แบบจำลองสีแบบเอชเอสวี (HSV)

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 จึงจะกลับมาเป็นสีแดงอีกครั้ง ซึ่งสามารถแทนให้อยู่ในรูปขององศาได้ ดังนี้คือ สีแดง = 0 องศา สีเขียวเท่ากับ 120 องศา สีน้ำเงินเท่ากับ 240 องศา ดังรูปที่ 3-16



รูปที่ 3-16 แบบจำลองแบบเอชเอสวี (HSV) โดยที่แกน x คือ Saturation , แกน y คือ Value และแกนหมุน คือ Hue

Hue สามารถคำนวณได้จากระบบสี RGB ได้ดังนี้

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

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

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

$$Hue\ angle = \frac{(240 x blue_h) + (120 x green_h)}{blue_h + green_h}$$

จากลักษณะโมเดลของระบบ Hue พบว่าจะมีค่าอย่างน้อยหนึ่งค่าที่จะเท่ากับ 0 แต่ถ้ามีสองค่าเท่ากับ 0 แล้ว hue จะเป็นมุมของสี(ค่าสี)มีค่าเป็นไปตามสีที่สามและถ้าทั้งสามสีมีค่าเท่ากับ 0 แล้วจะทำให้ไม่มีค่าของ Hue หรือสีที่ได้จะมีค่าเท่ากับสีขาวนั่นเอง ตัวอย่างเช่น จอภาพขาว-ดำ ถ้าเกิดมีสีใดสีหนึ่งมีค่าเท่ากับ 0 จะทำให้ค่าสีที่ได้เป็นไปตามสีที่เหลือ การให้น้ำหนักในการพิจารณาเมื่อสีแดงมีค่าเท่ากับ 0

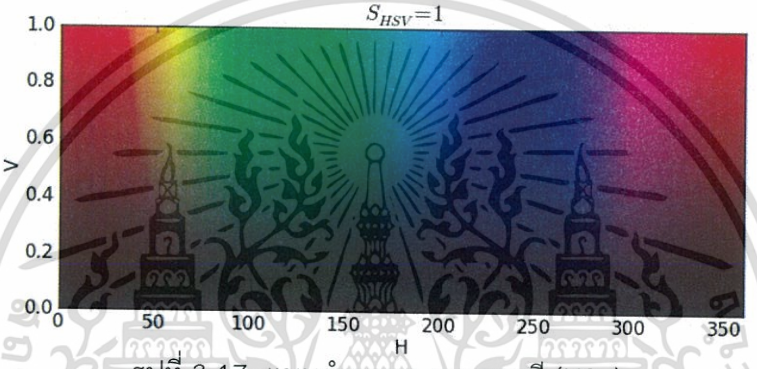
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

Value คือ ความสว่างของสี ซึ่งสามารถวัดได้โดยค่าความเข้มของความสว่างของแต่ละสีที่ประกอบกันสามารถคำนวณได้จาก

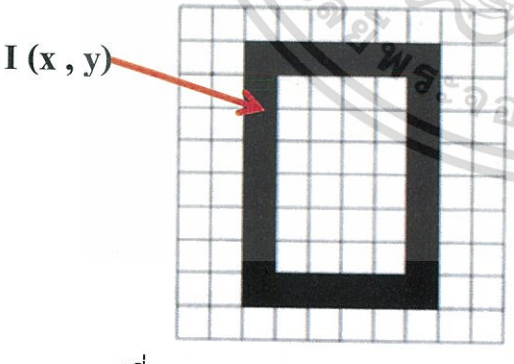
$$Value = \max(red, green, blue)$$



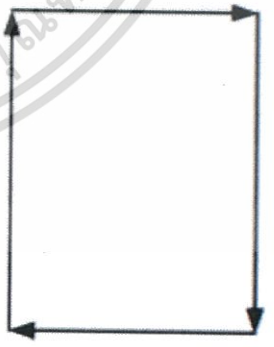
รูปที่ 3-17 แบบจำลองแบบเอชเอสวี (HSV)

3.3.3 .ภาพดิจิตอล (Digital Image)

โดยทั่วไปแล้วเราสามารถที่จะแบ่งรูปภาพที่ปรากฏและใช้งานบนเครื่องคอมพิวเตอร์ออกเป็น 2 ประเภท คือ



รูปที่ 3-18 แบบบิตแมป (Bitmap Image) คือ รูปที่ได้จะเป็นสี่เหลี่ยมเล็กที่ถูกพ่นสีเรียง



รูปที่ 3-19 แบบเวกเตอร์ (Vector Image) คือรูปที่ได้จะเส้นที่ได้จากการคำนวณทาคณิต

โดยรูปภาพแบบบิตแมป(Bitmap Image) จะพิจารณาตัวรูปภาพซึ่งถูกแบ่งออกเป็นส่วนย่อยเล็ก ๆ หลาย ๆ ส่วนหรือที่เรียกว่า พิกเซล(Pixels) ที่ถูกนำมารวมกันและใช้แสดงผลภาพซึ่งจะบอกตำแหน่ง(x, y) ของภาพได้ โดยทั่วไปเราแทนภาพดิจิตอลด้วยฟังก์ชัน 2 มิติ I(x , y)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

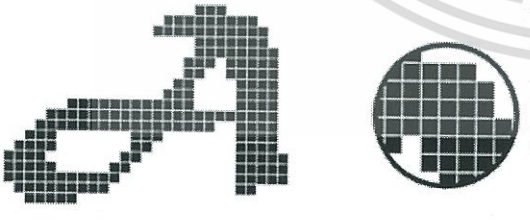
ส่วนรูปภาพแบบเวกเตอร์(Vector Image) จะประกอบด้วยเส้นลายต่างๆ ที่สร้างขึ้นจากการคำนวณทางคณิตศาสตร์ของลักษณะทางเรขาคณิตเพื่อสร้างรูปทรงต่างๆ ที่เราเห็น ซึ่งเรียกว่า เวกเตอร์ (Vectors)

3.3.3.1. ภาพแบบบิตแมป (Bitmap Image)

ภาพบิตแมป เป็นภาพที่ประกอบขึ้นจากจุดขนาดเล็กๆ หรือที่เรียกว่าพิกเซลจำนวนมากที่เรียงต่อกันจนเป็นภาพภาพหนึ่ง เพื่อให้เห็นภาพลักษณะนี้ชัดเจนยิ่งขึ้น ให้นึกถึงการสร้างภาพบนตารางสีเหลี่ยมเล็กๆ เราจะใช้สีแต้มลงในช่องสี่เหลี่ยมแต่ละช่องจนกลายเป็นภาพที่มีขนาดใหญ่ ภาพแบบบิตแมปนี้จะมีจำนวนจุดขนาดเล็กๆจำนวนมาก ดังนั้น ดวงตาของมนุษย์ไม่สามารถจะมองเห็นและแยกแยะรายละเอียดส่วนย่อยเล็กๆ ไม่สามารถที่จะมองเห็นและแยกแยะรายละเอียดส่วนย่อยเล็กๆ นั้นได้ แต่เมื่อลองขยายภาพดูจะเห็นเป็นรูปตาราง ยิ่งขยายใหญ่เท่าไร ตารางสี่เหลี่ยมก็ยิ่งมีขนาดใหญ่ จนทำให้มองเห็น จุด หรือ พิกเซล(Pixel) มีผลให้ภาพมีความไม่ชัดเจนมากขึ้น โดยทั่วไปแล้วภาพบิตแมปเป็นภาพประเภทที่นิยมใช้กันมากในภาพถ่าย

3.3.3.2. ภาพแบบเวกเตอร์ (Vector Image)

ภาพแบบเวกเตอร์ จะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกับแบบบิตแมป คือประเภทนี้ไม่ว่าจะขยายใหญ่แค่ไหน ก็ยังคงรายละเอียดและความคมชัดไว้ได้เหมือนเช่นเดิมโดยไม่ผิดเพี้ยน เนื่องจากภาพแบบเวกเตอร์นั้นประกอบด้วยเส้นตรง เส้นโค้ง และรูปทรงต่างๆ ภาพที่ได้จะสร้างขึ้นจากคำสั่งที่บอกถึงลักษณะของภาพ ในรูปแบบทางเรขาคณิตด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ ดั้งนั้นโปรแกรมที่ ต้องการเปิดรูปภาพจะต้องนำสมการต่างๆ ที่บันทึกเอาไว้มาคำนวณและสร้างรูปทรงของภาพขึ้นมาใหม่ จุดเด่นคือไม่ว่าจะขยายภาพให้ใหญ่แคไหน คอมพิวเตอร์ก็จะคำนวณค่าต่างๆ ให้ใหม่ทุกครั้ง ทำให้ภาพที่เกิดขึ้นมามีความคมชัด ภาพแบบเวกเตอร์ จึงเหมาะกับงานที่มีความแม่นยำและต้องการความละเอียดสูง เช่น การสร้างภาพโลโก้ การสร้างภาพสามมิติ การสร้างแบบร่างทางวิศวกรรม



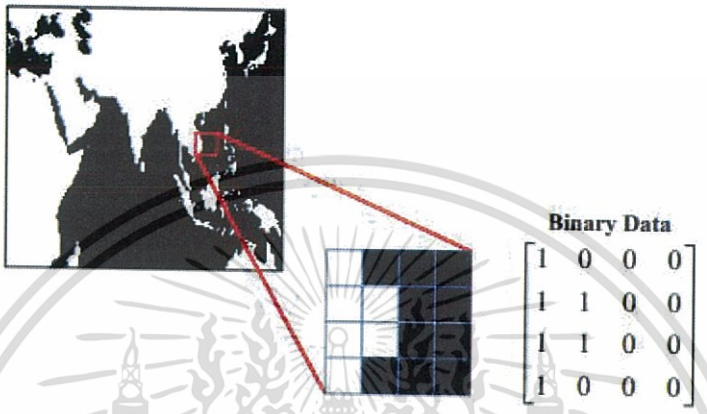
รูปที่ 3-20 ตัวอย่างภาพแบบบิตแมป (Bitmap Image) คือ รูปที่ได้จะเป็นสี่เหลี่ยมเล็กที่ถูกพ่นสีเรียงเป็นรูปภาพ

รูปที่ 3-21 ตัวอย่างภาพแบบเวกเตอร์ (Vector Image) คือรูปที่ได้จะเส้นที่ได้จากการคำนวณทางคณิตศาสตร์

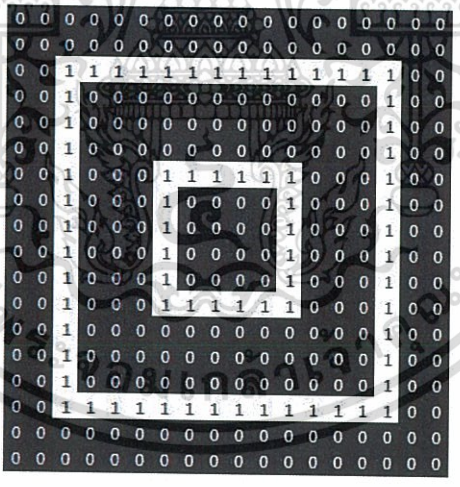
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3.3. ภาพขาวดำ (Binary Image)

ลักษณะของภาพขาวดำคือในแต่ละพิกเซลจะแสดงด้วยค่าแบบไบนารี(Binary) คือ มี1 bit ซึ่งประกอบไปด้วยค่า 1 และ 0 โดยที่ 1 หมายถึงจุดภาพสีขาว และ 0 หมายถึงจุดภาพสีดำ ภาพประเภทนี้เหมาะสำหรับภาพที่เกี่ยวกับตัวอักษร (Text) ภาพลายนิ้วมือ เป็นต้น



รูปที่ 3-22 ภาพขาวดำ (Binary Image) คือ ภาพที่มีค่า “1” เท่ากับ สีขาว และ “0” เท่ากับ สีดำ



รูปที่ 3-23 ภาพขาวดำ (Binary Image)

จากรูปที่ 3-23 จะสังเกตได้ว่า ภาพที่มีค่า “1” จะเป็นสีขาว และ “0” จะเป็นสีดำ

3.3.3.4. ภาพระดับสีเทา (Gray g Scale Image)

ลักษณะของภาพชนิดนี้ในแต่ละพิกเซล จะมีค่าความเข้มของแสงในแต่ละระดับที่แตกต่างกันไป ตั้งแต่สีขาวไปยังสีดำ เราสามารถกำหนดระดับความเข้มของแสงนั้นได้ โดยปกติแล้ว ภาพแบบระดับสีเทาจะมีความละเอียด (Resolution) เท่ากับ 8 bit ซึ่งภาพจะมีค่าระดับความเข้มแสงของสีดำ 0 ส่วนค่าระดับความเข้มของสีขาวจะมีค่าเท่ากับ 255

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ค่าแต่ละพิกเซล ของภาพจะหมายถึงความเข้มแสงแต่ละตำแหน่งของพิกเซล ที่อยู่ในรูประดับสีเทา โดยการเปลี่ยนภาพจากระบบสีอาร์จีบี (RGB) เป็นระดับสีเทา (Gray Scale) จะใช้สมการดังนี้

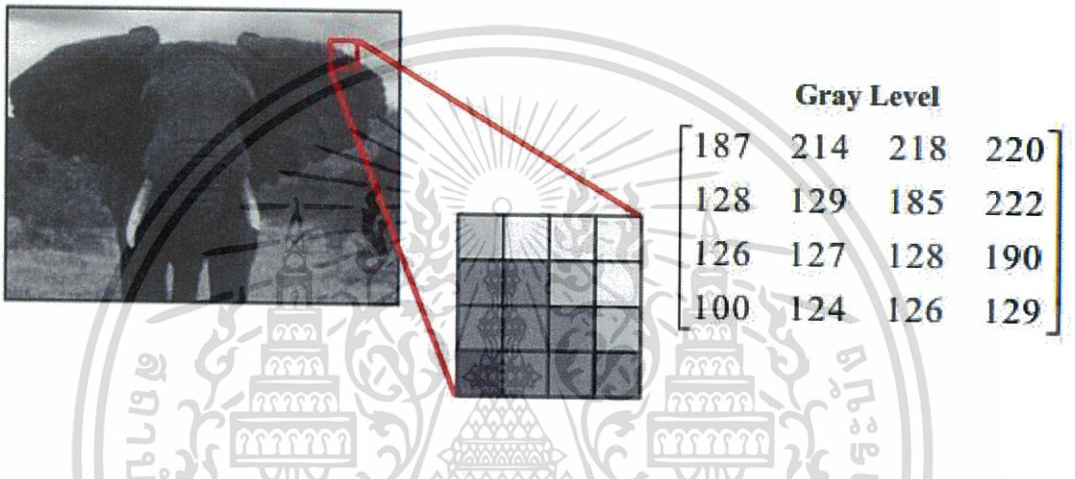
$$Y = 0.3R+0.59G+0.11B$$

โดย Y แทน ค่าระดับสีเทา ณ จุดพิกเซล ที่เราต้องการหา

R แทน ค่าสีแดง ณ จุด ที่ต้องการหา

G แทน ค่าสีเขียว ณ จุด ที่ต้องการหา

B แทน ค่าสีน้ำเงิน ณ จุด ที่ต้องการหา

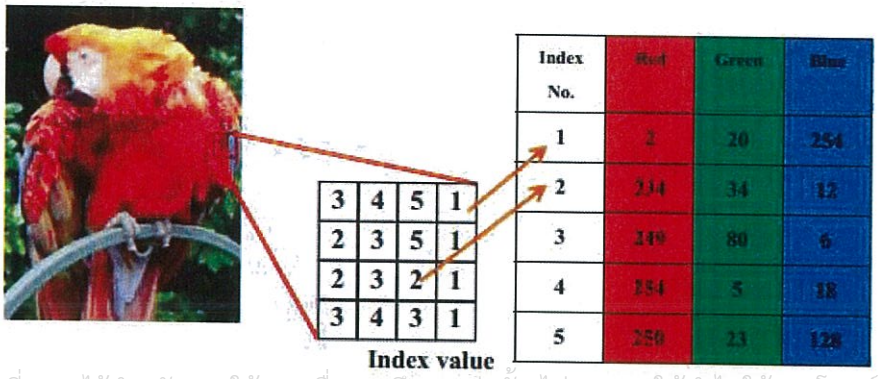


รูปที่ 3-24 ภาพระดับสีเทา (Gray g Scale Image)

จากรูปที่ 3-24 จะสังเกตได้ว่า จะมีตั้งแต่สีขาวไปยังสีดำ แต่ค่าความเข้มของแสงในแต่ละระดับที่แตกต่างกันไป

3.3.3.5. ภาพแบบดัชนี (Index Image)

ภาพประเภทนี้ ในแต่ละพิกเซลของภาพจะเก็บค่าดัชนี (Index Number) ซึ่งเป็นตัวเลขจำนวนเต็ม ซึ่งจะถูกนำค่าดัชนีดังกล่าวไปเทียบกับ ตารางสี (Color Table) ซึ่งเป็นตารางแสดงค่าแสงสี แดง เขียว และน้ำเงิน ซึ่งค่าดัชนีนี้จะเป็นตัวชี้ให้เห็นว่าภาพในตำแหน่ง พิกเซลนั้นๆ มีค่าอัตราส่วนของแม่สีแสง3 สีในอัตราส่วนละเท่าไร

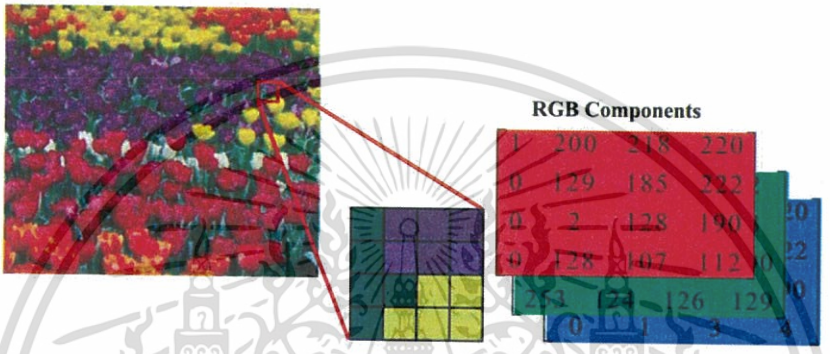


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3-25 ภาพแบบดัชนี (Index Image) มีการเก็บค่าสี RGB ไว้เป็น Index No.

3.3.3.6. ภาพสี (Color Image)

ในแต่ละพิกเซลของภาพสีจะเก็บค่าระดับความเข้มแสงแต่ละแถบแสงของแม่สีหลัก 3สีที่ซ้อนกันคือ สีแดง (Red) สีเขียว (Green) และสีน้ำเงิน (Blue) ซึ่งในแต่ละพิกเซลตามระดับความเข้มในแต่ละแถบแสงนั้น ดังนั้น RGB image 1 pixel จะประกอบไปด้วยจำนวนบิตทั้งหมด 24 บิต ทำให้ RGB image มีจำนวนสีที่เป็นไปได้ทั้งหมด 2^24 สี ประมาณ 16.7 ล้านสี



รูปที่ 3-26 ภาพสี (Color Image) เก็บค่าสีและความเข้มแสงของแต่ละสีไว้เป็น Layer

3.3.4. ขนาดของไฟล์ภาพ (Image File Sizes)

ขนาดของไฟล์ภาพขึ้นอยู่กับปัจจัยหลักๆ 2 ส่วน คือ ขนาดของภาพ (Size) และจำนวนบิต(Bit) ที่ใช้ในการแทนค่าสีหรือระดับความเข้มของแสงในแต่ละพิกเซลของภาพ ตัวอย่าง ถ้าภาพมีขนาด 512 x 512 พิกเซล ขนาดของไฟล์ภาพสามารถคำนวณได้ดังนี้

กรณีภาพขาวดำ 1 พิกเซล แทนด้วย 1 บิต จะได้

512 x 512 x 1 = 262,144 bit = 32,768 Bt ye = 0.033 MB

กรณีภาพระดับสีเทา 1 พิกเซล แทนด้วย 8 บิต จะได้

512 x 512 x 8 = 2,097,152 bit = 262,144 Byte = 0.262 MB

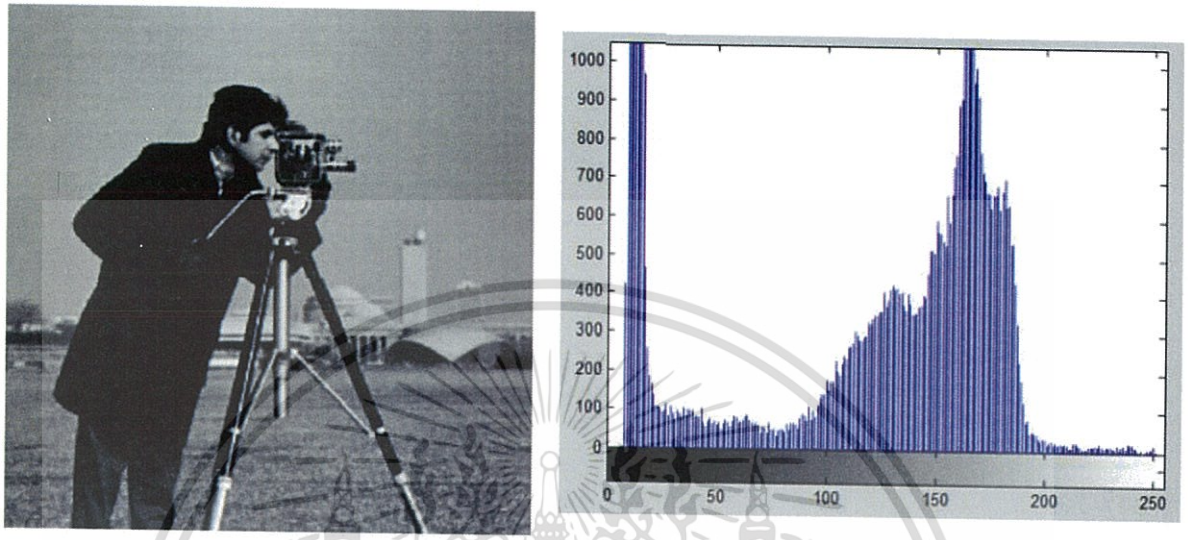
กรณีภาพสี 1 พิกเซล แทนด้วยสีแดง 8 บิต สีเขียว 8 บิต สีน้ำเงิน 8 บิต จะได้

512512 x 8 x 3 =6,291,456 bit = 786,432 Byte = 0.786 MB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

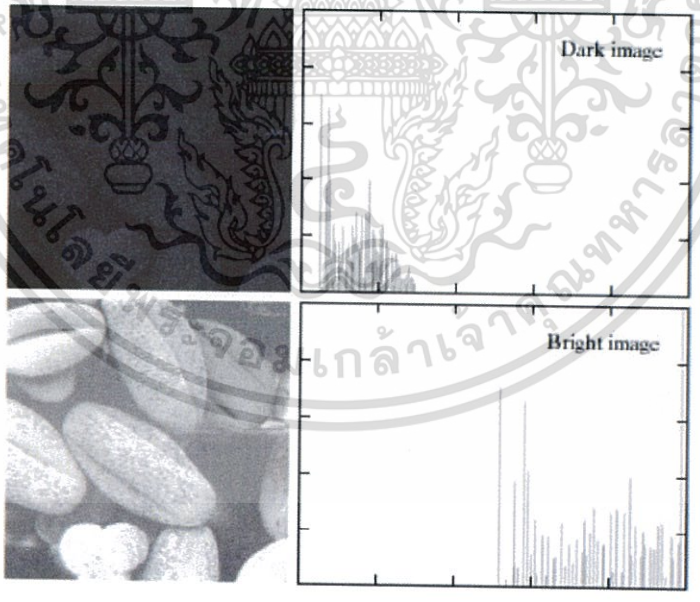
3.3.5. ฮิสโตรแกรมของภาพ (Image Histogram)

ฮิสโตรแกรมของภาพ คือ กราฟที่แสดงจำนวน พิกเซลของข้อมูลภาพตามค่าระดับความเข้มเท่าที่แสดงอยู่บนภาพดิจิตอล



รูปที่ 3-27 ฮิสโตรแกรมของภาพ (Image Histogram)

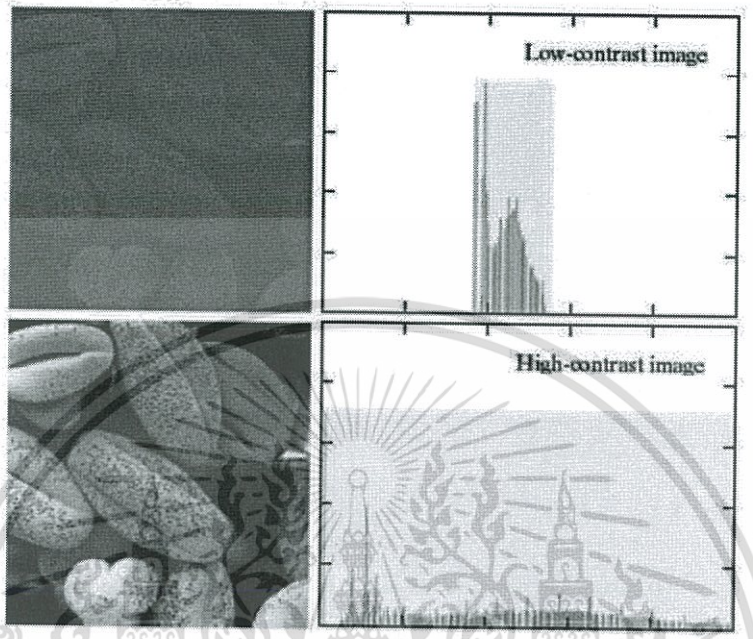
จากรูปที่ 3-27 เมื่อพิจารณาที่ฮิสโตรแกรมมีความเข้มสีแตกต่างกัน โดยที่ภาพทั้งภาพจะออกไปทางสว่าง



รูปที่ 3-28 ฮิสโตรแกรมของภาพ(Image Histogram) ฮิสโตรแกรมออกไปทางมืด(ภาพบน) และฮิสโตรแกรมออกไปทางสว่าง(ภาพล่าง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จารูปที่ 3-28 เมื่อพิจารณาที่ฮิสโตแกรมพบว่าภาพข้างบนไม่สามารถให้รายละเอียดบริเวณมืดของวัตถุได้ แต่เมื่อพิจารณารูปข้างล่างพบว่าถ้ารูปภาพไม่สามารถให้รายละเอียดบริเวณสว่างของวัตถุได้ แต่กลับรายละเอียดส่วนมืดได้ดีมากขึ้น



รูปที่ 3-29 ฮิสโตรแกรมของภาพ(Image Histogram) ภาพที่มีค่า Contrast น้อย(ภาพบน) และ ภาพที่มีค่า Contrast มาก(ภาพล่าง)

จารูปที่ 3-29 เมื่อพิจารณาที่ฮิสโตแกรมพบว่าภาพข้างบนไม่สามารถให้รายละเอียดของความคมชัดของวัตถุ แต่เมื่อพิจารณารูปข้างล่างพบว่าถ้ารูปภาพมีค่าความคมชัดสูงจะทำให้สามารถเห็นความแตกต่างของบริเวณขอบวัตถุได้ดี

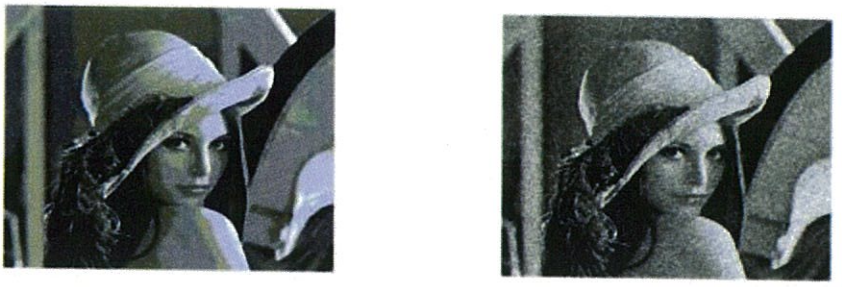
3.3.6. สัญญาณรบกวนเกาส์เซียน (Gaussian Noise)

สัญญาณรบกวนเกาส์เซียนเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณรบกวนที่ขึ้นๆ ลงๆ เป็นรูปแบบทางอุดมคติของสัญญาณรบกวนสีขาวซึ่งมีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ ค่าฟังก์ชันการกระจายของความน่าจะเป็นอยู่ในรูปของการกระจายตัวแบบปกติ (Normal Distribution) มีรูปแบบเดียวกันทั้งในโดเมนตำแหน่งและโดเมนความถี่ มักนำไปใช้ในทางปฏิบัติจริง ซึ่งมีฟังก์ชันการกระจายตัวของความน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่มเกาส์เซียน (Gaussian Random Variable) แสดงดังนี้

$$\mathbf{p(z)} = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} e^{\frac{-(z-u)^2}{z\sigma^2}}$$

โดยที่ค่า μ แทนค่าเฉลี่ยของระดับความเข้มแสงสีเทา และ σ เป็นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งค่ากำลังสองของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเรียกว่า “ค่าความแปรปรวนของค่า (Variance)”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

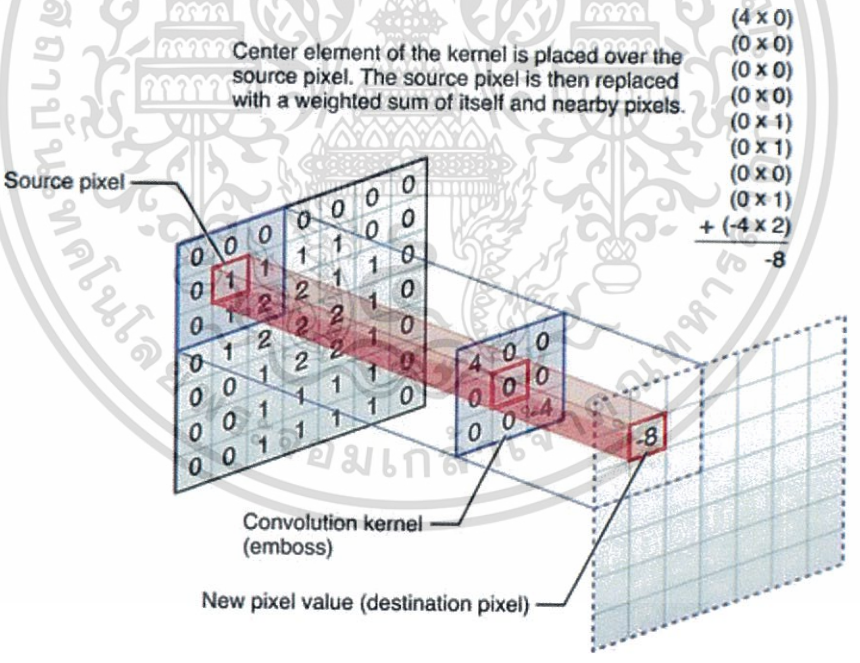


รูปที่ 3-30 ภาพต้นฉบับ (ขวา) และ ภาพที่มีสัญญาณรบกวนเกาส์เซียน (ซ้าย)

จากรูปที่ 3-30 เมื่อพิจารณารูป (ซ้าย) จะเห็นว่ามีการใส่สัญญาณรบกวนเข้าไปทำให้ภาพเป็นจุดๆ ไม่เนียนตา

3.3.7. การคอนโวลูชันแบบแยก (Separable convolution)

การคอนโวลูชันสำหรับการประมวลผลภาพดิจิตอล เป็นการคอนโวลูชัน 2 มิติ ซึ่งประกอบด้วยแนวนอนและแนวตั้งวิธีการหนึ่งที่นิยมใช้ ในการเพิ่มความเร็วในการทำงานของการคอนโวลูชัน 2 มิติ คือ การคอนโวลูชันแบบแยก



รูปที่ 3-31 การคอนโวลูชันแบบแยก (Separable convolution)

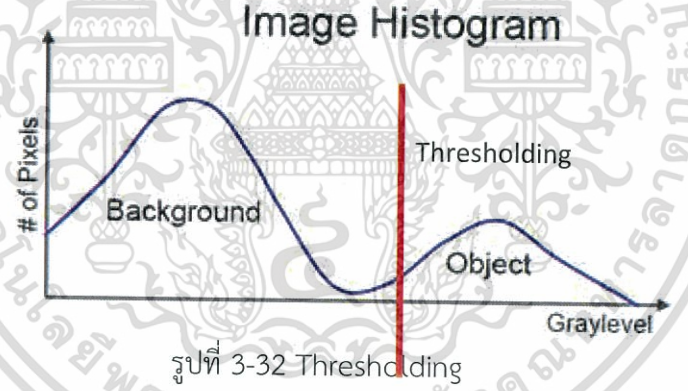
จากตัวอย่างในรูปที่ 3-31 คือ การเอา Kernel มาทำกับภาพต้นฉบับ ให้เกิดภาพใหม่ โดยการแสดงการคอนโวลูชัน 2 มิติของภาพตั้งต้นกับหน้าต่างขนาด M ×N แต่ละพิกเซลในรูปภาพหลักจะมีการคำนวณ M ×N ครั้ง ดังสมการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$y[m,n] = x[m,n] * h[m,n] = \sum_{j=-\infty}^{\infty} \sum_{i=-\infty}^{\infty} x[i,j] \cdot h[m-i, n-j]$$

3.3.8. ค่าขีดแบ่ง (Thresholding)

คือการทำภาพให้เป็นภาพขาว-ด า 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 การหาค่าขีดแบ่งจะเกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ฮีสโทแกรม (Histogram) โดยบริเวณที่มีลักษณะต่างกันจะมีการขึ้นลงของกราฟในฮีสโทแกรมที่ต่างกัน โดยปกติแล้วจุดสูงสุดของฮีสโทแกรมจะเกี่ยวข้องกับบริเวณที่มีลักษณะเหมือนกันซ้อนทับกัน ระดับความทับซ้อนกันจะขึ้นกับการแยกกันของจุดสูงสุดและความกว้างของจุดสูงสุดหรือก็คือจุดตัดของบริเวณทั้งสองที่ซ้อนทับ ซึ่งการซ้อนทับกันนี้จะทำให้เกิดการแบ่งแยกภาพพื้นหลังกับวัตถุได้ไม่สมบูรณ์เนื่องจากอาจมีสัญญาณรบกวนหรือการกระจายของแสงในฉากไม่สม่ำเสมอ



รูปที่ 3-32 Thresholding

จากรูปที่ 3-32 จากการพิจารณาจากรูปภาพการตัด Thresholding เพื่อแยกวัตถุกับพื้นหลัง

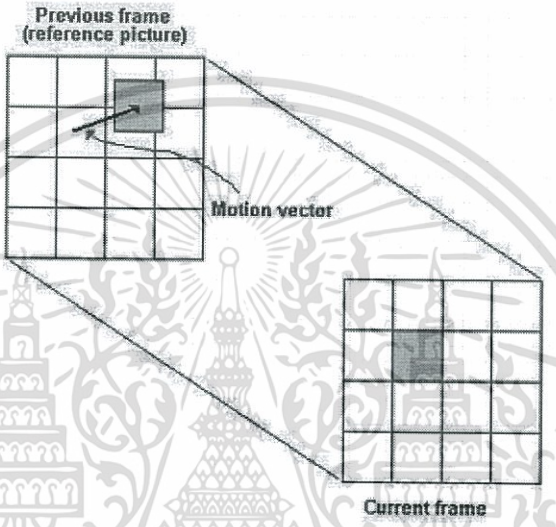
รูปที่ 3-33 Thresholding ภาพต้นฉบับ (ขวา) และภาพที่ทำการตัด Thresholding (ซ้าย)

จากรูปที่ 3-33 จะสังเกตได้ว่าภาพที่ทำการตัด Thresholding จะเห็นได้ว่าตัดพื้นหลังออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.9.บล็อกแมทชิ่ง (Block matching)

Block matching คือเทคนิคมาตรฐานสำหรับการเข้ารหัสภาพเคลื่อนไหวอย่างเป็นลำดับ โดยมีเป้าหมายตรวจสอบการเคลื่อนไหวระหว่างสองบล็อกรูปภาพที่เราสนใจ โดยแบ่งเฟรมรูปภาพเป็นบล็อกจัตุรัสที่ไม่ซ้อนกัน บล็อกแต่ละอันจากเฟรมปัจจุบันจะถูกจับคู่เข้ากับบล็อกในเฟรมถัดไป โดยบล็อกในเฟรมปัจจุบันจะถูกจับคู่กับบล็อกที่มีค่าพิกเซลใกล้เคียงกนในเฟรมถัดไป ณ ที่มีการเปลี่ยนแปลงแต่ละพิกเซล จะมีการคำนวณผลรวมของระยะระหว่างค่าสีเทาของ ระหว่างสองบล็อก ถ้าผลการคำนวณของผลรวมระยะค่าสีเทามีค่าน้อยที่สุดก็จะคือจุดที่ดีที่สุดที่เราสนใจ



รูปที่ 3-34 Block matching คือการเทียบรูปภาพอิมพุต กับภาพเทมเพลต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
วิธีการดำเนินงาน

ระบบอัตโนมัติ (Automation system) คือ ระบบที่สามารถทำงานได้ตามโปรแกรมโดยใช้คอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการทำงาน ทำให้เครื่องจักรหรือระบบสามารถทำงานได้เอง โดยอาจเป็นส่วนหนึ่งของขั้นตอนการผลิตเท่านั้นหรือเป็นการผลิตแบบอัตโนมัติทั้งระบบเลยก็ได้ เราจะมีหน้าที่ในการออกคำสั่งและดูแลเครื่องจักรเท่านั้น การใช้เครื่องจักรอัตโนมัติในการทำงานจะทำให้เราสามารถทำงานได้ง่ายและรวดเร็วยิ่งขึ้น อีกทั้งยังช่วยลดต้นทุนและอัตราการเกิดอุบัติเหตุอีกด้วย

ซึ่งช่วงเวลาหลายปีที่ผ่านมาโรงงานใช้มนุษย์ในการหยิบใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ซึ่งสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่เนื่องจากในปัจจุบันโรงงานต้องการจำนวนสินค้ามากขึ้นในระยะเวลาที่กำหนดทำให้มนุษย์ไม่สามารถผลิตสินค้าได้ตามระยะเวลาที่กำหนดส่งผลเสียให้กับโรงงาน เราจึงมองหาทางในการแก้ปัญหาในการความต้องการที่เพิ่มขึ้นในระยะเวลาที่กำหนดของลูกค้า จึงทำให้เกิดโครงการนำหุ่นยนต์หยิบใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ระบบอัตโนมัติ (Robot Auto Insert Ver.1) และระบบวิชั่น (Vision system) การวิเคราะห์อุปกรณ์ใดที่ผ่านมาตรฐานที่กำหนด ซึ่งโครงการนี้สามารถช่วยเพิ่มจำนวนการผลิตให้มากยิ่งขึ้น และยังลดต้นทุนในการผลิตในระยะยาวได้

4.1. ปัญหาของการใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

ในปัจจุบันในโรงงานใช้มนุษย์ในการหยิบใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ซึ่งส่งผลให้ไม่สามารถเพิ่มจำนวนการผลิตให้มากยิ่งได้ และยังมีความไม่แน่นอนในการผลิตต่อวัน ซึ่งมีปัจจัยดังต่อไปนี้

1. เนื่องจากมนุษย์มีอาการของความเหนื่อยล้าและไม่สามารถทำงานได้ตลอด 24 ชั่งโมง
2. มนุษย์ไม่สามารถทำงานด้วยความเร็วคงที่
3. เนื่องจากมนุษย์มีการเหนื่อยล้าส่งผลให้ประสิทธิภาพการทำงานลดลง
4. ถ้าต้องการจำนวนของสินค้ามากขึ้นต้องเพิ่มจำนวนบุคลากรเพิ่มขึ้น ทำให้เพิ่มต้นทุนในการผลิตมากยิ่งขึ้น
5. อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์เป็นอุตสาหกรรมที่ต้องการความละเอียดสูง ทำให้บุคลากรต้องใช้สายตาค่อนข้างมาก อาจทำให้บุคลากรสายตาผิดปกติได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4-1 แผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ (PCB) ที่ใช้ในการทำกล่องดาวเทียม

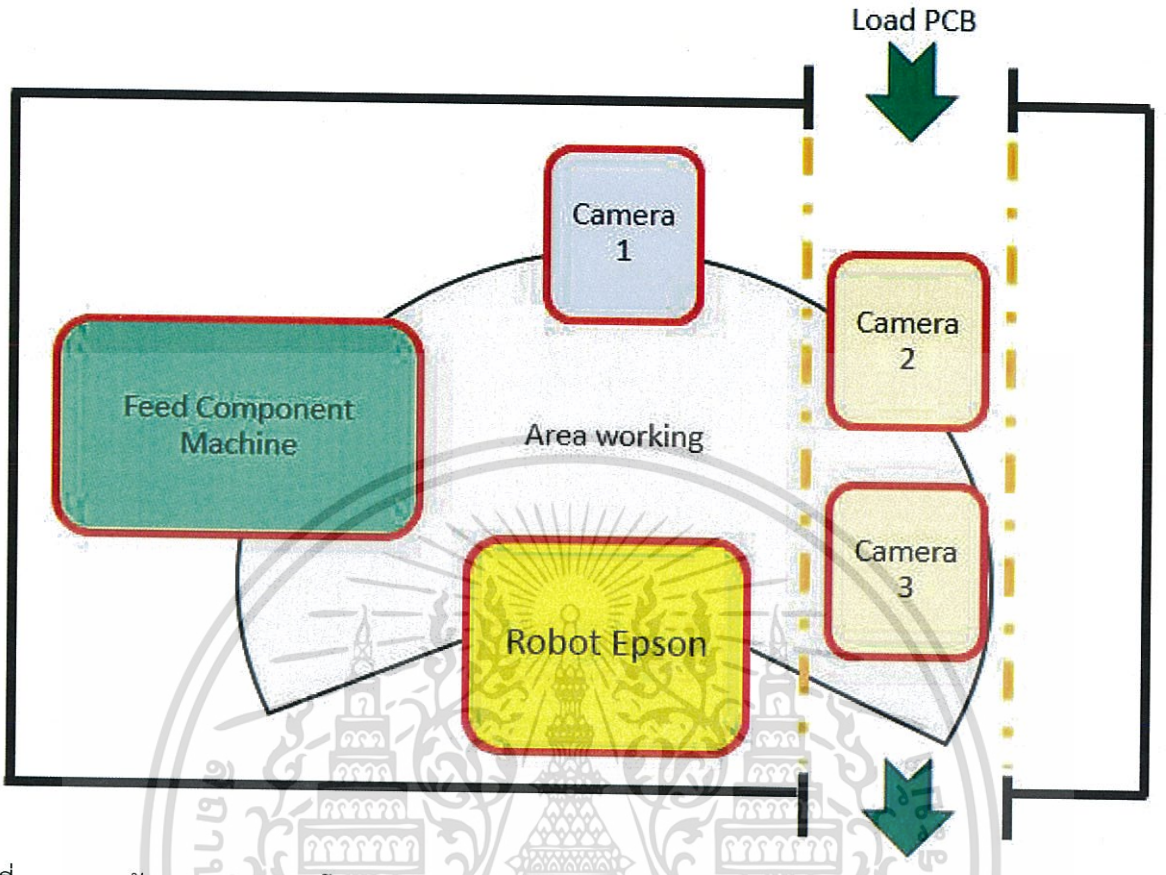
จากปัจจัยต่างๆที่ทำให้ไม่สามารถผลิตจำนวนสินค้าได้ทันตามระยะเวลาที่กำหนด ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้ระบบอัตโนมัติ (Automation system) เข้ามาแก้ไขปัญหาของการระบบผลิตซึ่งในปัจจุบันหยิบใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์โดยมนุษย์ใช้เวลาในใส่ต่อ 1 แผงวงจร (PCB) คือ 8 ถึง 13 วินาที ซึ่งจะแก้ปัญหาโดยใช้หุ่นยนต์ในการหยิบใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อัตโนมัติ (Robot auto insert ver.1) และใช้ระบบวิชั่น (Vision system) ในการวิเคราะห์อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ตามมาตรฐานที่กำหนด ซึ่งสามารถทำงานแทนมนุษย์ได้ และคาดการณ์โดยประมาณที่หุ่นยนต์จะสามารถทำได้รวดเร็วกว่าต่อแผงวงจร (PCB) จะเห็นได้ว่าสามารถช่วยเพิ่มจำนวนของสินค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยลดต้นทุนการผลิตนั้นๆ และยังช่วยให้มนุษย์*สมรรถภาพ*ทางกายลดลงอีกด้วย

4.2. หลักการของโครงการหุ่นยนต์หยิบใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อัตโนมัติ

เป้าหมายของโครงการนี้คือ ใช้ระบบอัตโนมัติในการใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงบนแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์โดยไม่เกิดความเสียหาย และรวดเร็ว ดังนั้นจึงคิดหลักการในการจะให้หุ่นต์หยิบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ใส่ลงแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์โดยมีขั้นตอนดังนี้

- เมื่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ถูกโหลดเข้าหุ่นยนต์จะไปหยิบจับขึ้นมาโดยมีสัญญาณจากเซนเซอร์เป็นตัวบอกสถานะของเครื่องโหลดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
- เมื่อหุ่นยนต์หยิบเสร็จแล้วจะนำไปตรวจสอบโดยใช้ระบบวิชั่น (Vision system) เป็นตัววิเคราะห์อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ว่าผ่านมาตรฐานที่ยอมรับได้หรือไม่
- ถ้าผ่านมาตรฐานจะนำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่หยิบมาไปใส่ลงแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ แต่ถ้าไม่ผ่านจะไปหยิบใหม่ทุกครั้ง
- แต่ถ้าผ่านมาตรฐานที่ยอมรับได้กล้องอุตสาหกรรมอีก 2 ตัวจะเป็นตัววิเคราะห์ก่อนว่ามันต้องให้ค่าชดเชยตำแหน่งในการใส่เท่าไร เพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายขณะใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
- จะใส่ลงจนครบ 1 Carry ซึ่งมี 4 PCB โดยจะมีแผ่นผัง (Layout) ในการทำงานดังรูปภาพ

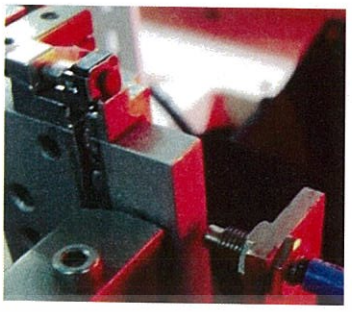
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4-2 แผนผัง (Layout) ของโครงการหุ่นยนต์หยิบใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อัตโนมัติ (Robot Auto Insert Ver.1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

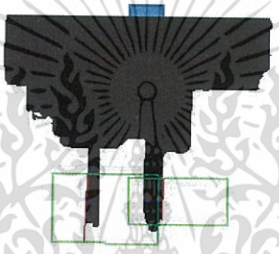
4.3. แผนผังรูปภาพการทำงานของระบบโดยภาพรวม

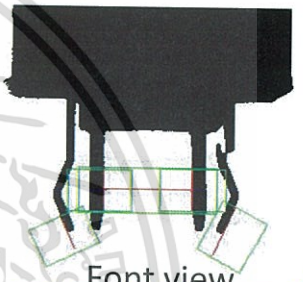


Robot Epson

Feed Component Machine

Camera 1



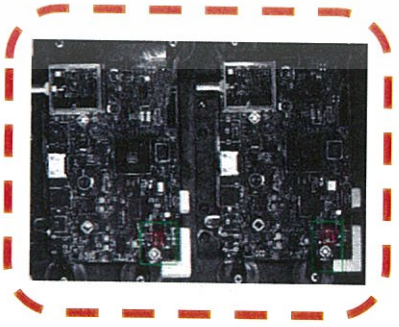


Left view

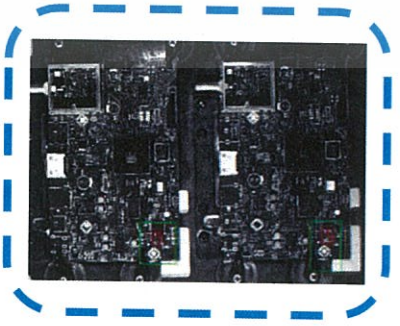
Font view

Camera 2

Camera 3



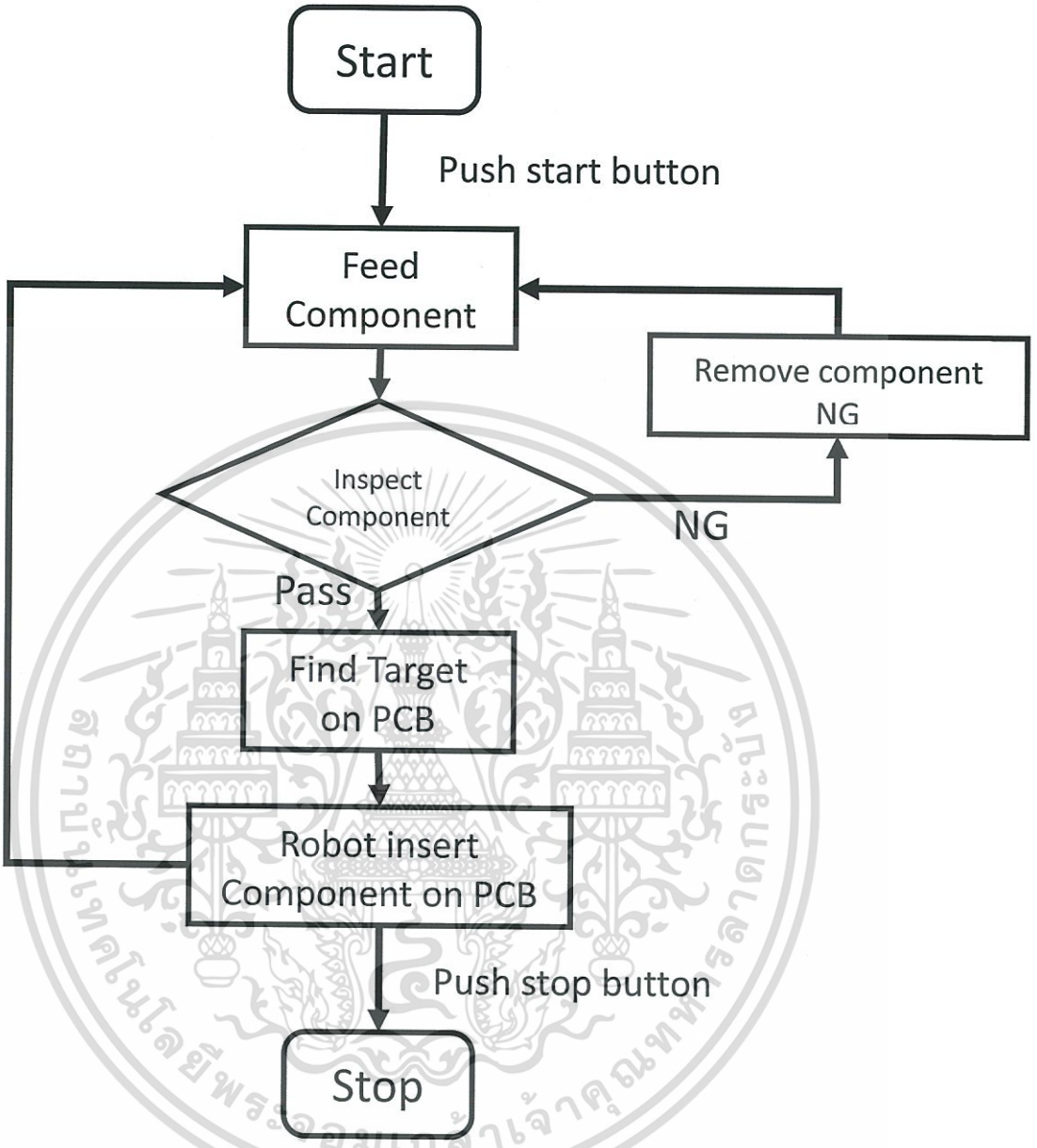
PCB 1, 2



PCB 3, 4

รูปที่ 4-3 ภาพรวมของโครงการหุ่นยนต์หยิบใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อัตโนมัติ (Robot Auto Insert Ver.1)
โฟลว์ชาร์ต (Flowchart) ระดับขั้นตอนการทำงานของโครงการหุ่นยนต์หยิบใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อัตโนมัติ (Robot Auto Insert Ver.1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4-4 โฟลว์ชาร์ต (Flowchart) ลำดับขั้นตอนของระบบ

แทนมนุษย์เนื่องจากในปัจจุบันใช้มนุษย์ในการทำให้มีไม่สามารถกำหนดจำนวนของสินค้าในแต่ละวันได้เนื่องจากไม่ความแน่นอนรวมมนุษย์มีความอ่อนล้าไม่สามารถทำงาน 24 ชั่วโมงทำให้มีข้อจำกัดในการผลิตสินค้าดังนั้นจึงใช่หุ่นยนต์ทำหน้าที่แทนมนุษย์ นั้นหมายความว่าลดโครงการจะสามารถลดคนจำนวนหนึ่งคนสามารถผลิตได้รวดเร็วกว่า และอีกทั้งหุ่นยนต์ไม่ความเหนื่อยล้าจากการทำงานระยะเวลาต่อเนื่องนานๆ ทำให้สามารถได้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยขั้นตอนดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4. กระบวนการวิเคราะห์รูปภาพด้วยระบบการมองเห็น

หลักการของระบบวิชั่น (Vision system) เมื่อได้รับรูปภาพมาวิเคราะห์ประมวลผลภาพ ซึ่งต้องใช้องค์ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการประมวลผลภาพ (Image processing) โดยเราจะพัฒนาด้านการประมวลผลภาพจากโปรแกรม Vision Builder AI 2014 เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่ได้รับการยอมรับว่ามีความเสถียรภาพและเครื่องมือ (Tools) ที่มีประสิทธิภาพทำให้ผู้พัฒนา (Developer) สามารถพัฒนาการประมวลผลภาพได้รวดเร็วและมีคุณภาพ

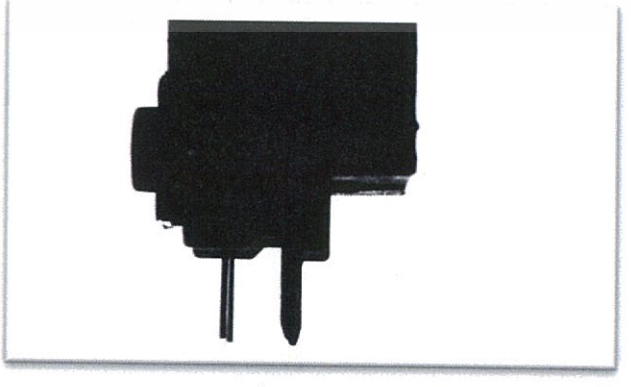
รูปที่ 4-5 สัญลักษณ์โปแกรม Vision Builder AI 2014

และต้องมีความรู้เกี่ยวกับการแปลงค่าพิกเซล (Pixel) เป็นค่าจริงหรือค่ามิลลิเมตร (mm) เพื่อให้โปรแกรมของหุ่นยนต์นำค่าที่วิเคราะห์ได้ไปใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดเนื่องจากหุ่นยนต์จะไม่เคลื่อนที่ตามตำแหน่งที่จำเอาไว้ตอนติดตั้ง แต่จะเคลื่อนที่ไปตามเป้าหมายที่ต้องการของผู้ใช้ เราจึงนำแนวทางนี้ในการแก้ปัญหาการใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีขนาดค่อนข้างต้องการความละเอียดสูง ซึ่งระบบของวิชั่น (Vision system) ในโครงการหุ่นยนต์หยิบใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อัตโนมัติ จะวิเคราะห์อยู่ 2 ส่วน คือ

4.4.1. วิเคราะห์และตรวจสอบมาตรฐานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

การวิเคราะห์และประมวลผลภาพ (image processing) จะตรวจสอบมาตรฐานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ก่อนที่จะนำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์นั้นไปใส่ลงแผงวงจร ซึ่งถ้าไม่มีส่วนนี้ขณะที่หุ่นยนต์หยิบจับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ขึ้นมาแล้วนำไปใส่ในแผงวงจรโดยที่ไม่มีการตรวจสอบก่อนอาจจะทำให้เกิดทำความเสียหายกับสินค้าหรือแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ได้ ดังนั้นจึงจำเป็นในจะเป็นส่วนในการวิเคราะห์และตรวจสอบมาตรฐานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (Component) โดยรูปที่จะได้มาประมวลผลมี 2 ด้าน คือ

1 ถ่ายรูปจากด้านข้าง



รูปที่ 4-6 ด้านข้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากด้านบนรูปที่ เป็นรูปภาพที่กล้องอุตสาหกรรมถ่ายในขณะที่หุ่นยนต์หยิบจับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (Component) มาหน้าบริเวณกล้องจึงถ่ายรูปแล้วนำมาวิเคราะห์เพื่อวิเคราะห์ว่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานในระดับที่ยอมรับได้หรือไม่ โดยใช้กระบวนการง่ายในการแยกแยะได้ด้วย 5 ขั้นตอนดังนี้

1.1 กล้องอุตสาหกรรมถ่ายภาพขนาด 5 ล้านพิกเซล แบบ Mono

รูปที่ 4-7 ภาพขาวดำจากกล้องอุตสาหกรรมภาพก่อนทำการประมวลผลภาพ (image processing)

1.2 ทำกระบวนการตัด Threshold Image

รูปที่ 4-8 ภาพที่ทำกระบวนการตัด Threshold เรียบร้อยแล้ว จะสังเกตเห็นได้ว่าแสงที่มีค่าต่ำกว่าค่า Threshold จะถูกตัดเป็นสีดำ ส่วนที่มีค่าสูงกว่าค่า Threshold จะเป็นสีขาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 หาขอบแบบ Find Straight Edge บริเวณดังรูปที่ ของขาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ด้านซ้าย

รูปที่ 4-9 หาขอบของขาเพื่อวิเคราะห์องศาของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

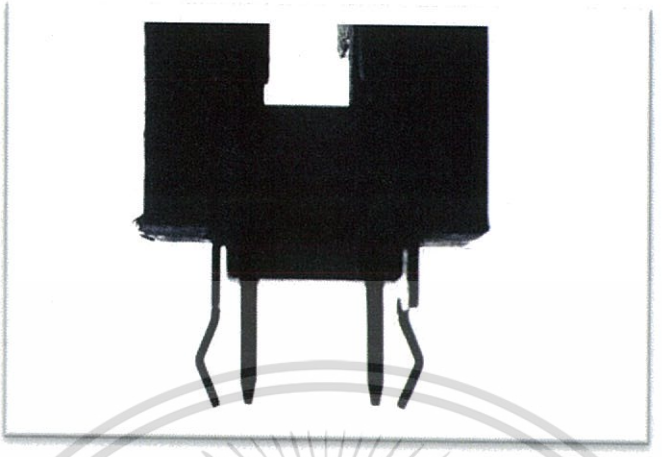
1.4 หาขอบแบบ Find Straight Edge บริเวณดังรูปที่ ของขาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ด้านซ้าย

รูปที่ 4-10 หาขอบของขาเพื่อวิเคราะห์องศาของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

1.5 สั่งอิมพุต / เอาท์พุต (Input / Output : I/O) ทำงานเพื่อบอกหุ่นต์ได้ว่าผ่านมาตรฐาน หรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ถ่ายรูปจากด้านหน้า



รูปที่ 4-11 ด้านหน้า

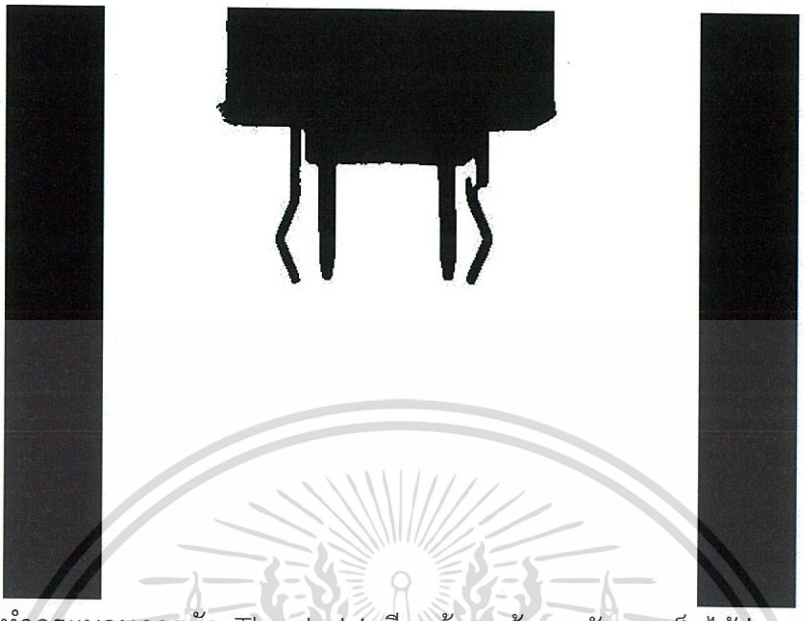
จากด้านบนรูปที่ เป็นรูปภาพที่กล้องอุตสาหกรรมถ่ายในขณะที่หุ่นยนต์หยิบจับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (Component) มาหน้าบริเวณกล้องจึงถ่ายรูปแล้วนำมาวิเคราะห์เพื่อวิเคราะห์ว่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานในระดับที่ยอมรับได้หรือไม่ โดยใช้กระบวนการง่ายในการแยกแยะได้ด้วย 8 ขั้นตอนดังนี้

2.1 กล้องอุตสาหกรรมถ่ายภาพขนาด 5 ล้านพิกเซล แบบ Mono ดังรูปที่ 4.5.10

รูปที่ 4-12 ภาพขาวดำจากกล้องอุตสาหกรรมภาพก่อนทำการประมวลผลภาพ (image processing)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ทำกระบวนการตัด Threshold Image



รูปที่ 4-13 ภาพที่ทำกระบวนการตัด Threshold เรียบร้อยแล้ว จะสังเกตเห็นได้ว่าแสงที่มีค่าต่ำกว่าค่า Threshold จะถูกตัดเป็นสีดำ ส่วนที่มีค่าสูงกว่าค่า Threshold จะเป็นสีขาว

2.3 หาขอบแบบ Caliper บริเวณดังรูปที่ ของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

รูปที่ 4-14 หาขอบของขา 2 ข้าง และตรวจสอบระยะมีความห่างกันกี่พิกเซลที่ยอมรับได้ ซึ่งให้โอกาสคาดเคลื่อนอยู่ที่ ±20 พิกเซล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 หาขอบแบบ Find Straight Edge บริเวณดังรูปที่ ของขาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ด้านซ้าย

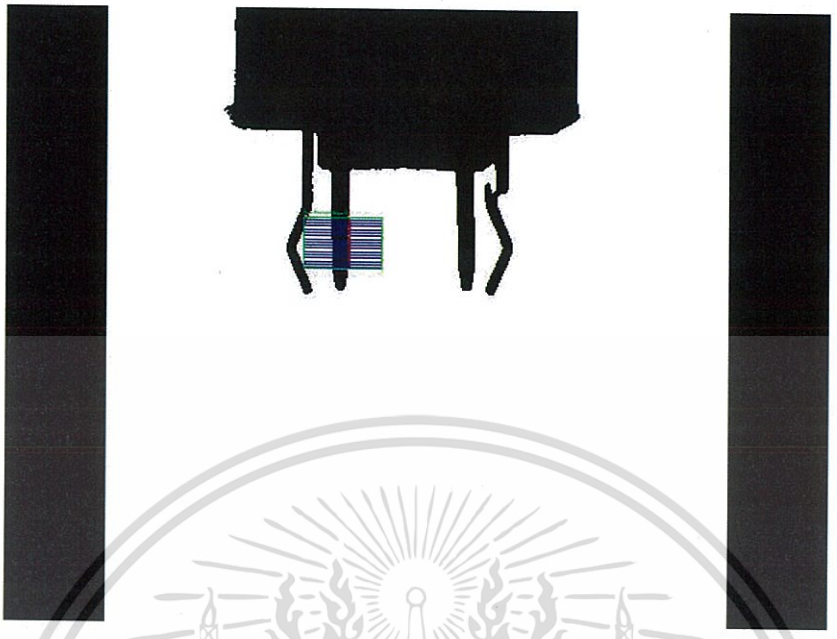
รูปที่ 4-15 หาขอบของขาเพื่อวิเคราะห์องศาของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

2.5 หาขอบแบบ Find Straight Edge บริเวณดังรูปที่ ของขาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ด้านขวา

รูปที่ 4-16 หาขอบของขาเพื่อวิเคราะห์องศาของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 หาขอบแบบ Find Straight Edge บริเวณดังรูปที่ ของขาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ด้านซ้าย



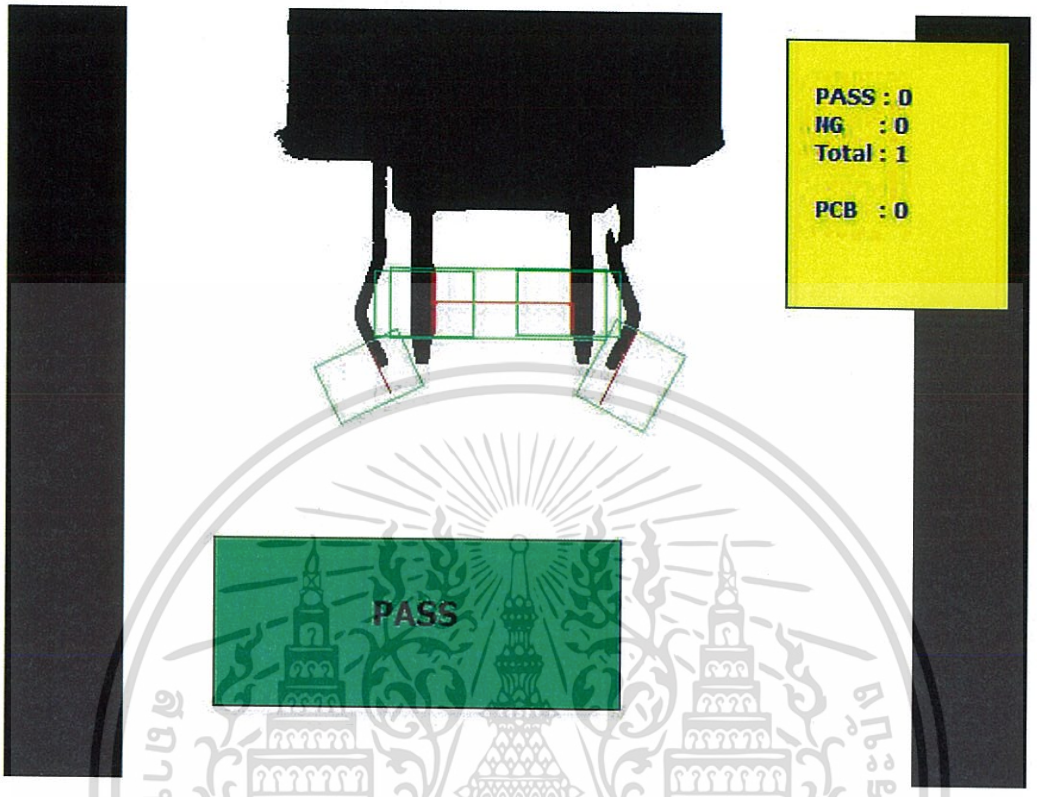
รูปที่ 4-17 หาขอบของขาเพื่อวิเคราะห์องศาของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

2.7 หาขอบแบบ Find Straight Edge บริเวณดังรูปที่ ของขาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ด้านขวา

รูปที่ 4-18 หาขอบของขาเพื่อวิเคราะห์องศาของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 สั่งอิมพุต / เอาท์พุต (Input / Output : I/O) ทำงานเพื่อบอกหุ่นยนต์ได้ว่าอุปกรณ์ได้มาตรฐานหรือไม่



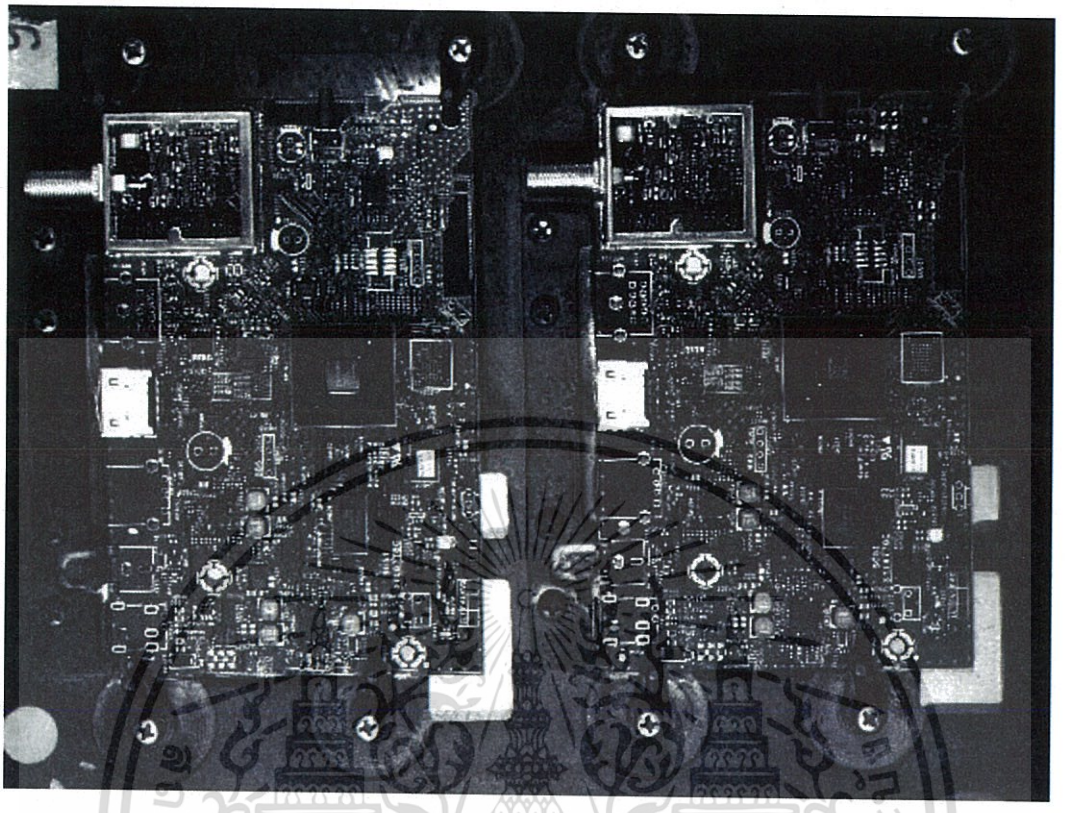
รูปที่ 4-19 เมื่อวิชั่น (Vision) วิเคราะห์เสร็จแล้วจะสั่ง I/O บอก Pass หรือ NG

4.4.2. วิเคราะห์หาค่าชดเชยของตำแหน่งที่จะใส่ลงในแผงวงจรนั้นๆ

การวิเคราะห์และประมวลผลภาพ (image processing) จะตรวจหาตำแหน่งที่จะนำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ใส่ลงไปในแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ (PCB) เนื่องจากแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ถูกนำเข้ามา เมื่อกระทบสเต็บเปอร์ (Stopper) แผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์จะถูกหยุดการเคลื่อนที่ซึ่งตำแหน่งที่แผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์หยุดจะไม่คงที่หรือไม่ใช่ตำแหน่งเดียวกัน และสุ่มทิศทางการคาดเคลื่อนทำให้จำเป็นต้องใช้ระบบวิชั่น (Vision system) ในการวิเคราะห์หาตำแหน่งที่แตกต่างไปจากตำแหน่งเดิม แล้ววิเคราะห์หาค่าชดเชยส่งไปให้หุ่นยนต์เพื่อให้หุ่นยนต์ใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงได้อย่างแม่นยำซึ่งกระบวนการวิเคราะห์ 2 ขั้นตอน

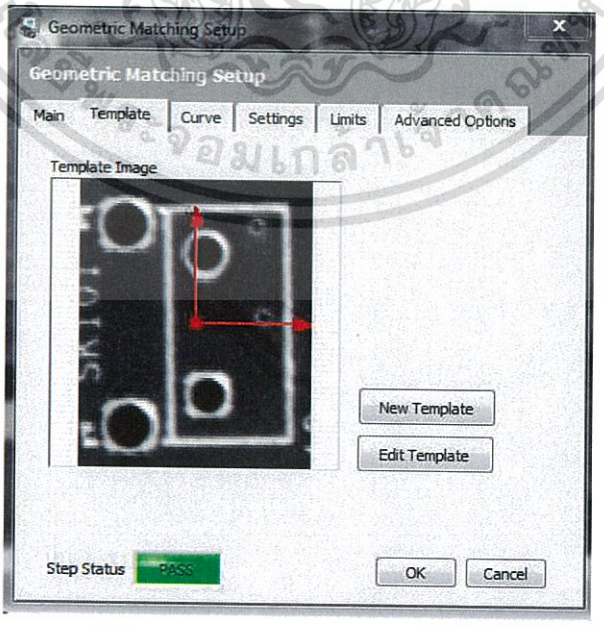
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. กล้องอุตสาหกรรมถ่ายภาพขนาด 5 ล้านพิกเซล แบบ Mono ดังรูปที่ 4-20



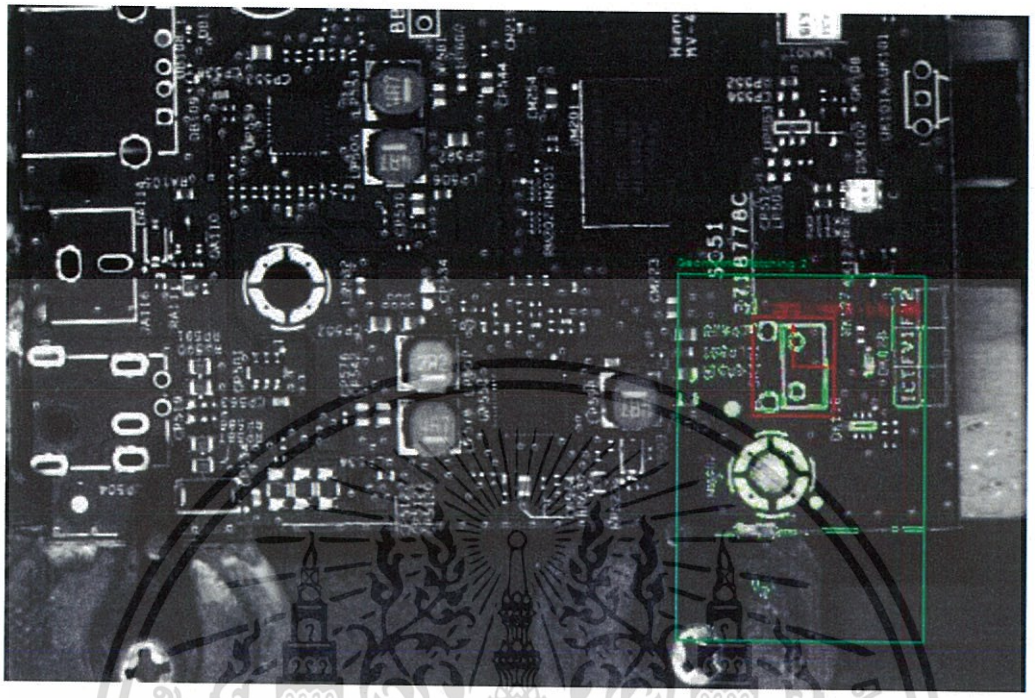
รูปที่ 4-20 ภาพขาวดำจากกล้องอุตสาหกรรม

2. นำรูปภาพทำกระบวนการหาตำแหน่งที่ต้องการโดย Geometric Matching ในหาตำแหน่งดังรูปที่ 4-12



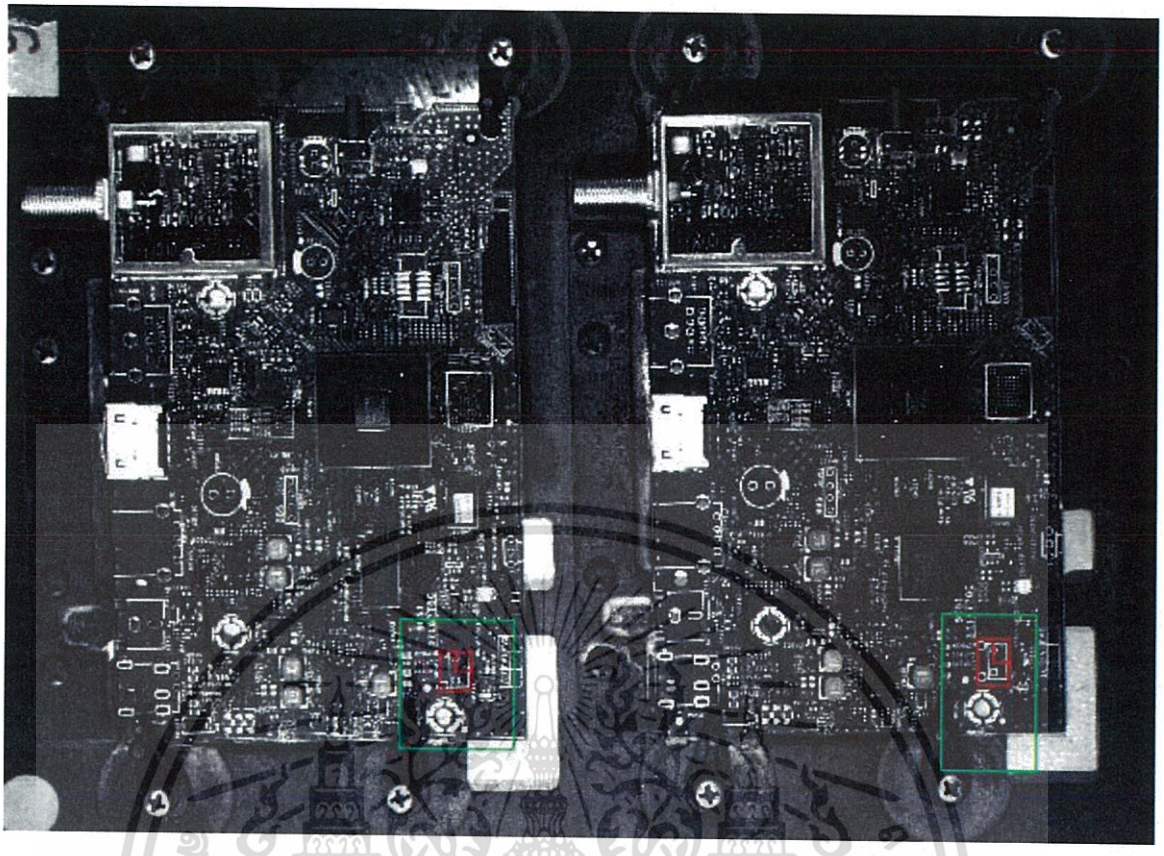
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4-21 รูปภาพต้นแบบ (Template) โดยรูปภาพนี้คือรูปที่จะเป็นรูปที่อยากตรวจจับได้หรือเป็นตำแหน่งที่ต้องการในการหา



รูปที่ 4-22 เมื่อนำกระบวนการนี้ไปใช้จะสามารถหาเป้าหมายได้จากการเอารูป 2 มาเทียบกันและดูความแตกต่างที่ยอมรับได้ 99.5 % ว่าเป็นเป้าหมายที่เราต้องการ โดยกรอบสีเขียวคือพื้นที่ค้นหา และกรอบสีแดงคือเป้าหมายที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4-23 หารูปโดยใช้วิธีการใช้รูปภาพต้นแบบในการเปรียบเทียบกับรูปที่ทำเข้ามาใหม่ ซึ่งพื้นที่ในการค้นหาคือในกรอบสีเขียว และกรอบสีแดงคือรูปภาพที่หาได้จะสามารถบอกตำแหน่ง x และ y หน่วยเป็นพิกเซลได้

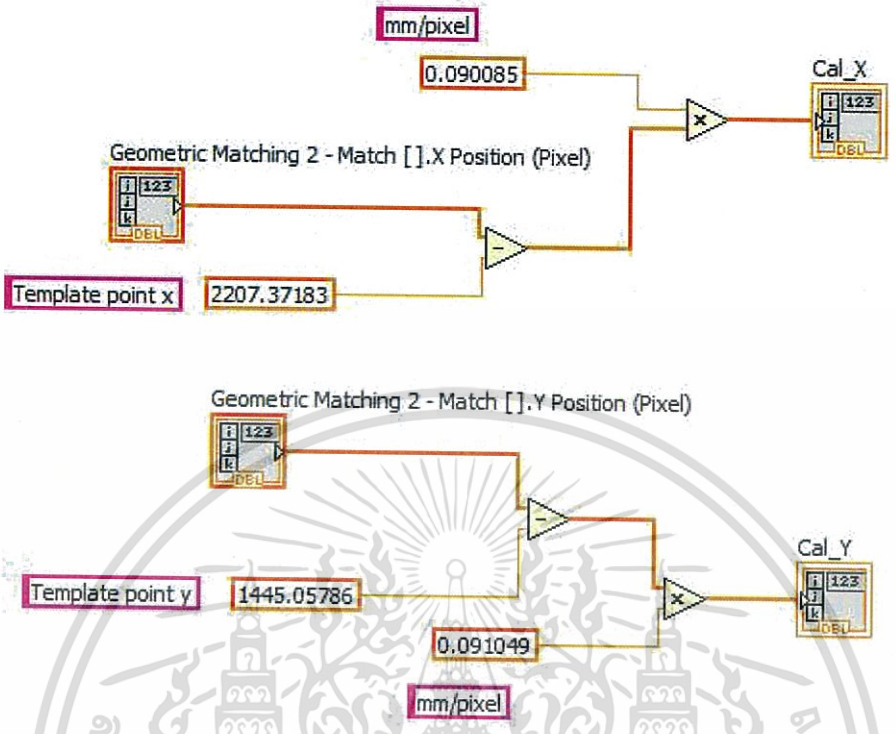
3. เมื่อได้ตำแหน่งแล้วส่งข้อมูลโดยใช้วิธีการสื่อสารแบบ RS – 232

เมื่อเราได้ค่าตำแหน่งมาแล้วจากการ Matching จะพบว่าค่าพวกนี้ยังไม่ใช่ค่าจริงที่สามารถใช้ได้กับหุ่นยนต์เนื่องจากยังมีค่าเป็นหน่วยของพิกเซล ดังนั้นจะต้องนำค่าเหล่านั้นที่เป็นค่าตำแหน่งมาคำนวณเพื่อเป็นค่าที่สามารถนำไปใช้งานต่อได้ซึ่งต้องนำมาแปลงค่าที่เป็นหน่วยพิกเซลให้อยู่ในรูปของหน่วยมิลิเมตร และนำมาสื่อสารกับหุ่นยนต์โดยผ่านทาง RS – 232

รูปที่ 4-24 RS - 232

ซึ่งวิธีการคำนวณคือนำค่าตำแหน่งที่ได้จาก Matching มาคำนวณเพื่อแปลงค่าจากหน่วยพิกเซลเป็นหน่วยมิลิเมตร โดยนำค่าที่ได้มาคำนวณดังรูปที่ แล้วนำค่าที่ได้ส่งผ่าน RS – 232 เพื่อให้หุ่นยนต์นำไปใช้ต่อได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4-25 การคำนวนแปลงค่าจากหน่วยพิกเซลเป็นหน่วยมิลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5. กระบวนการหยิบใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ของหุ่นยนต์

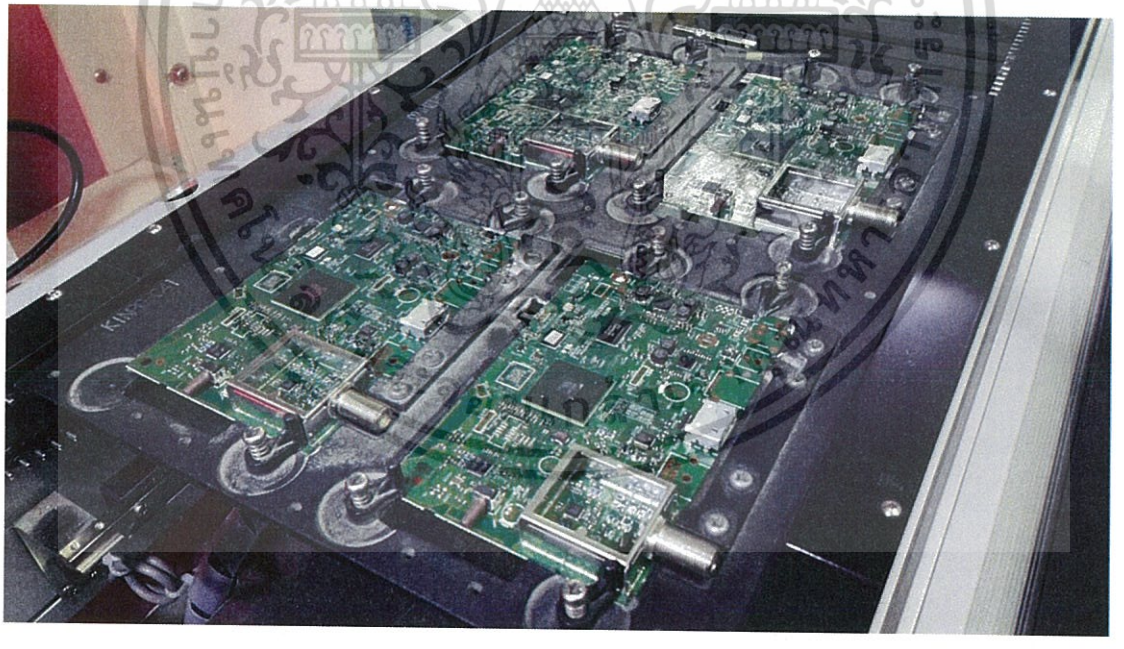
หลักการของโครงการหุ่นยนต์หยิบใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อัตโนมัติ (Robot auto insert ver.1) เราจะสามารถควบคุมได้ตามการเขียนโปรแกรมของผู้เขียนโปรแกรมนั้น เพื่อให้หุ่นยนต์ทำงานได้ตามลำดับ โดยหุ่นยนต์ที่ใช้เป็นของเอปสัน (Epson) ซึ่งจะมีโปรแกรมที่สามารถสั่งงานได้โดยตรงอยู่แล้วนั้นคือโปรแกรม (EPSON RC+ 5.0) จะมีสัญญาลักษณ์ (Icon) ดังรูปด้านล่าง

รูปที่ 4-26 สัญญาลักษณ์ (Icon) ของโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์เอปสัน (Robot Epson) ชื่อโปรแกรมว่า

"EPSON RC+ 5.0"

โดยจะอธิบายขั้นตอนหรือลำดับการทำงานของหุ่นยนต์ที่โปรแกรมโดยโปรแกรมของเอปสัน (Epson program) ดังต่อไปนี้

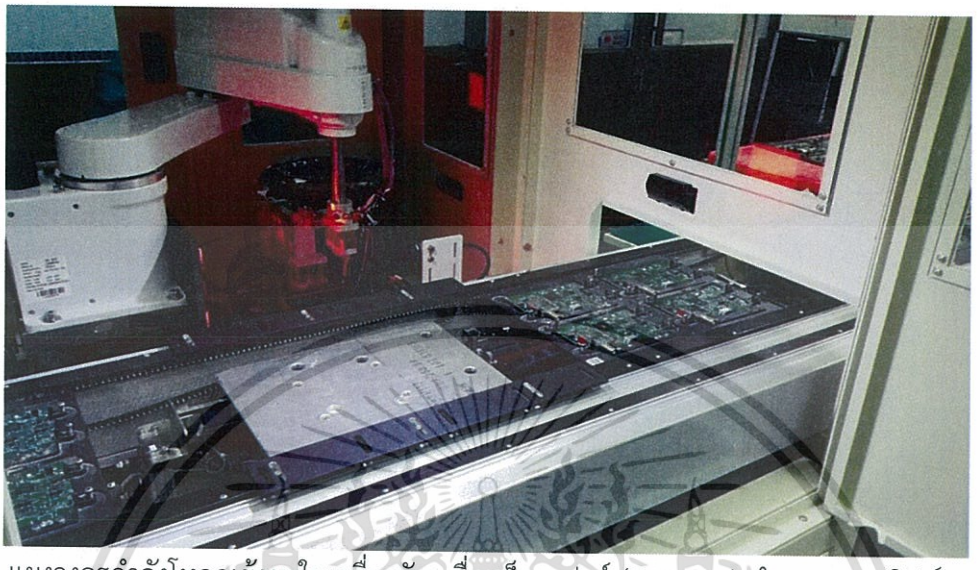
1. เริ่มต้นจากจะมีคนเอาแผงวงจร (PCB) ใส่ลงไปในที่รอง (Carry) ซึ่งใน 1 Carry จะมี 4 PCB ดังรูปภาพที่ 4-27



รูปที่ 4-27 แผงวงจร (PCB) อยู่ในที่รอง (Carry)

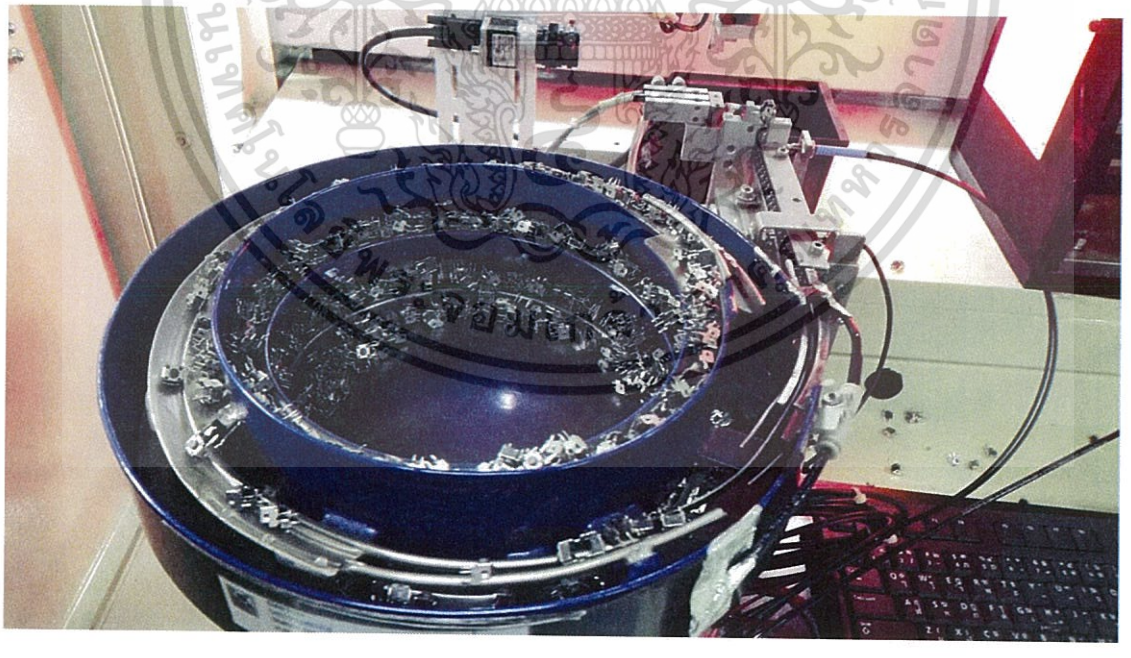
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เมื่อแผงวงจร (PCB) เข้ามาในเครื่องจักร (Robot AI Ver.1) เมื่อโดยโฟโตเซนเซอร์ (Photo sensor) โปรแกรมจะทำงานโดยสั่งระบบควบคุม (IO) ให้สต็อบเปอร์ (Stopper) ทำงานเพื่อให้แผงวงจร (PCB) หยุดอยู่กับที่



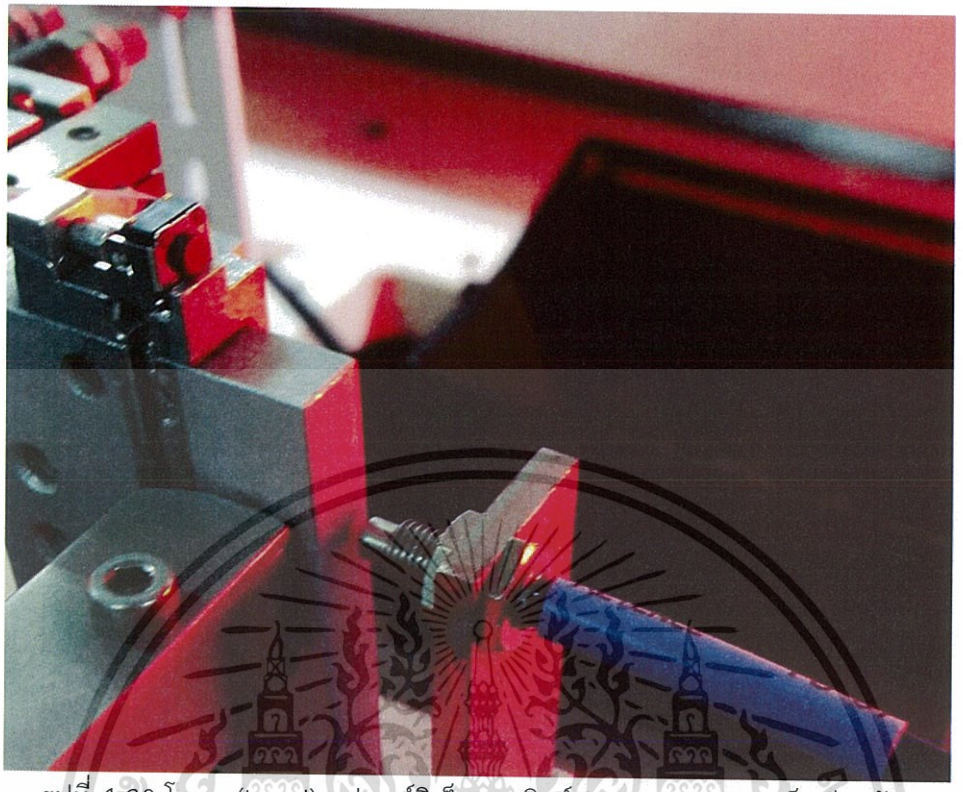
รูปที่ 4-28 แผงวงจรกำลังโหลดเข้ามาในเครื่องจักรเมื่อสต็อบเปอร์ (Stopper) ทำงานจะยกลิฟท์เตอร์ (Lifter) เพื่อล็อตทันที

3. เมื่อแผงวงจร (PCB) ถูกนำเข้ามาในระบบจะมีเครื่องโหลดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (Component) เพื่อง่ายต่อการให้หุ่นยนต์หยิบจับชิ้นงานดังรูปที่ 4.6.8



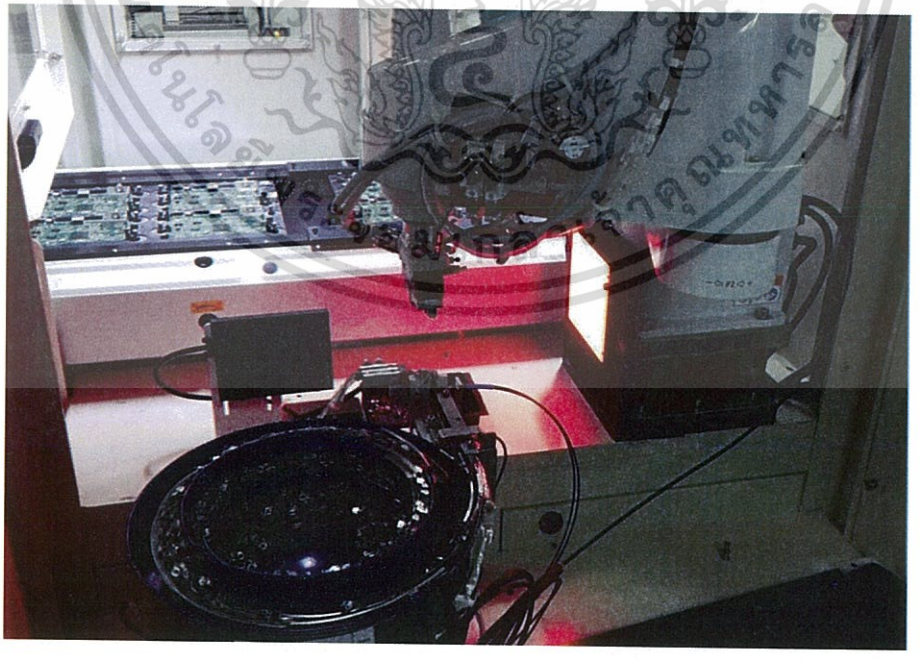
รูปที่ 4-29 กำลังโหลด (Load) อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (Component)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4-30 โหลด (Load) อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (Component) เสร็จเรียบร้อย

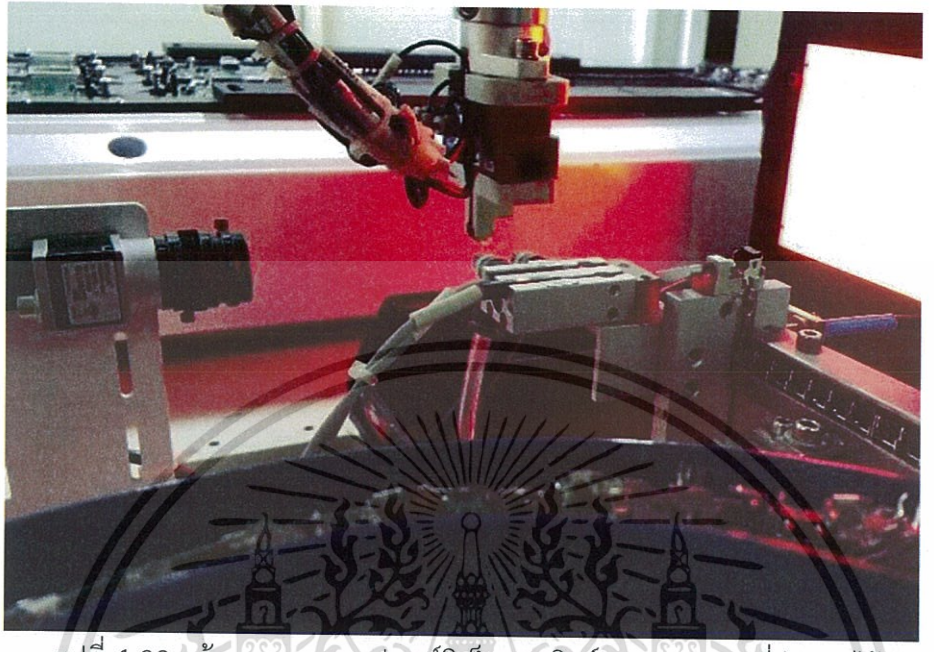
4. เมื่อโหลดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (Component) เสร็จเรียบร้อย หุ่นยนต์ (Robot) จะเตรียมมาหยิบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่โหลดเสร็จแล้วดังรูปที่ 4.6.10



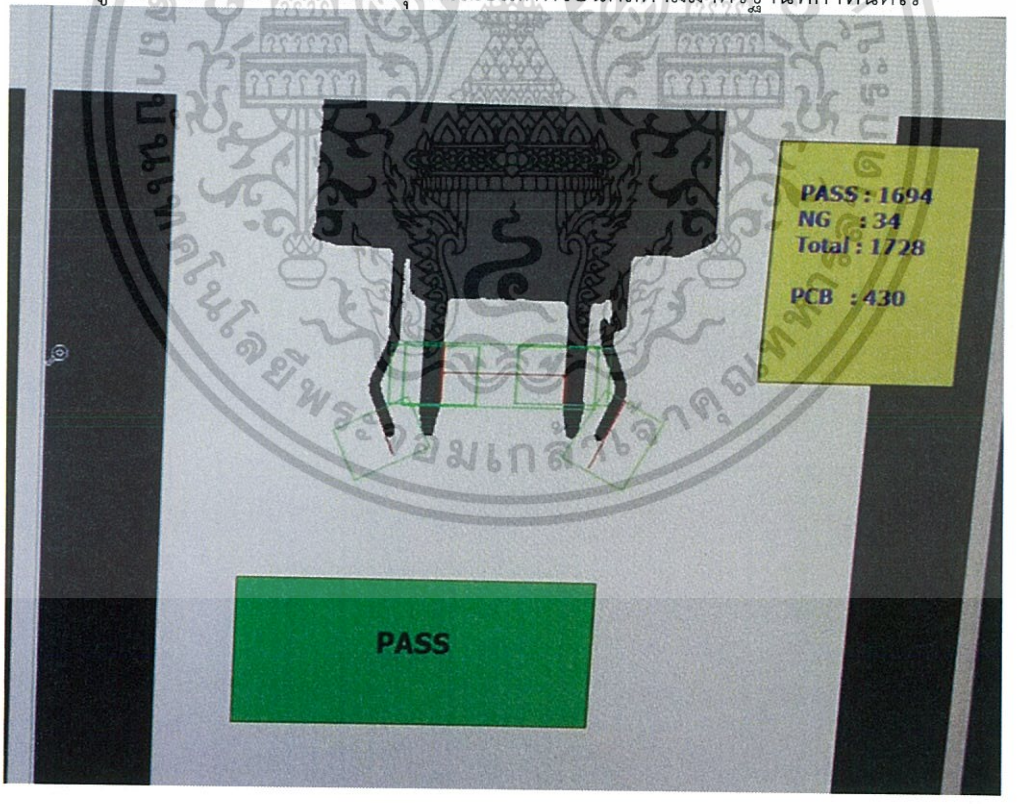
รูปที่ 4-31 หุ่นยนต์ (Robot) มาหยิบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (Component)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เมื่อหุ่นยนต์หยิบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เรียบร้อย หุ่นยนต์จะเคลื่อนที่มาที่กล้องเช็คขาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ก่อน นำไปใส่แผงวงจร (PCB) ดังรูปที่ 4.6.11



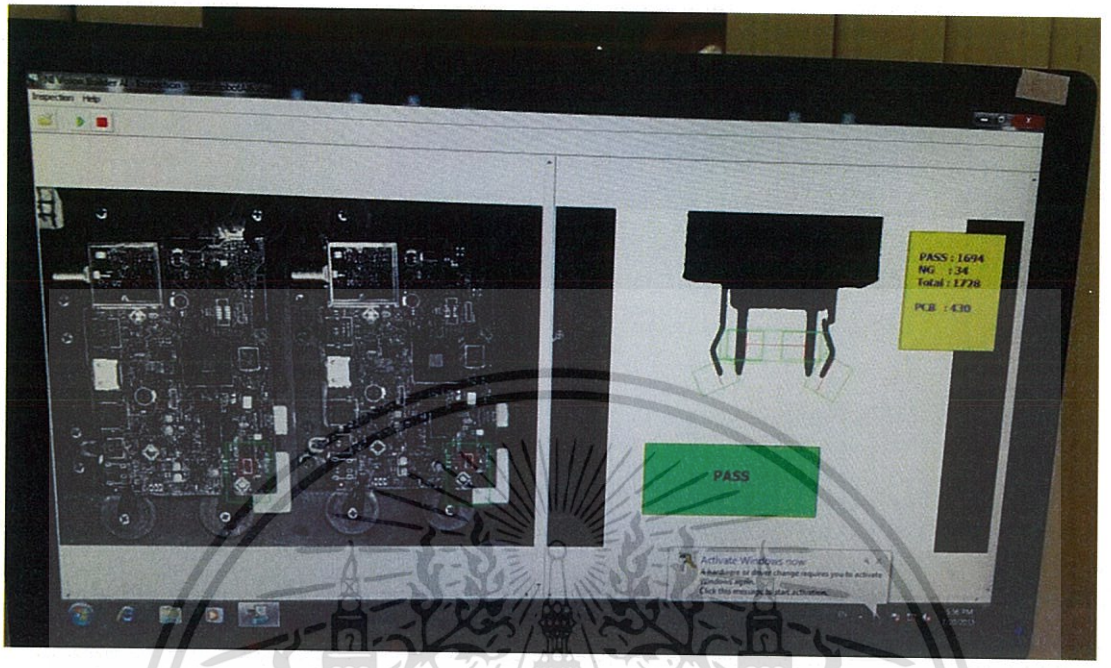
รูปที่ 4-32 กล้องตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้



รูปที่ 4-33 กล้องตรวจสอบอุปกรณ์ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ ซึ่งเช็ค 2 ด้าน คือ ด้านหน้า กับด้านข้าง

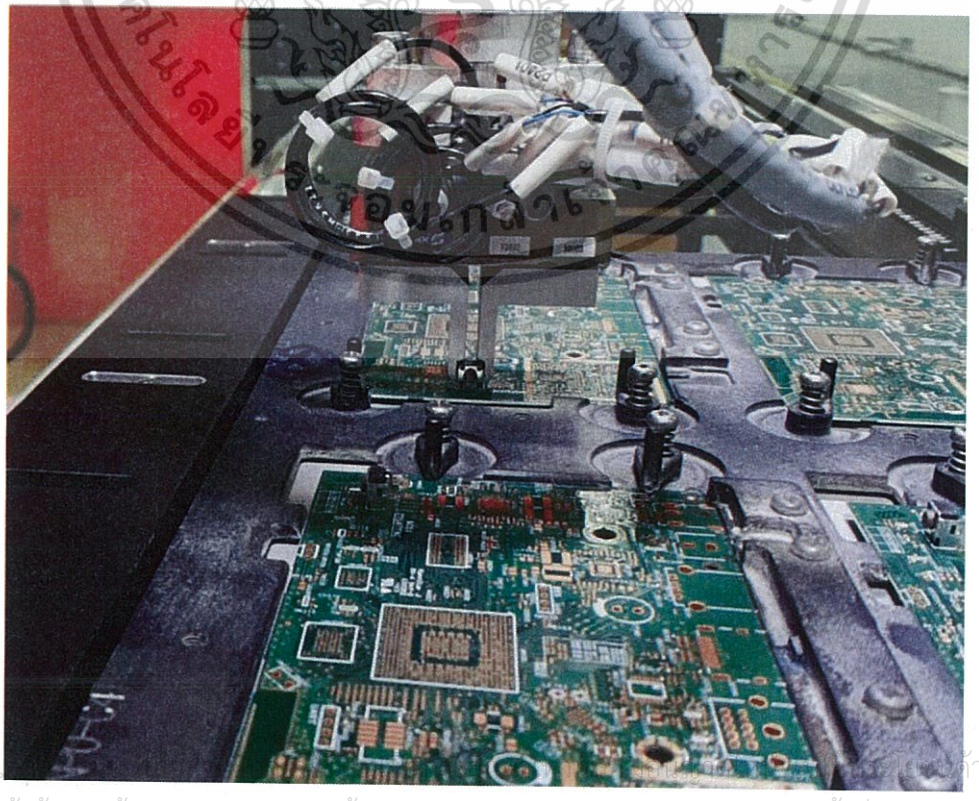
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. เมื่อเช็คขาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เรียบร้อยแล้ว ระบบวิชั่น (Vision system)การวิเคราะห์ค่าชดเชยในการใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงแผงวงจร (PCB)



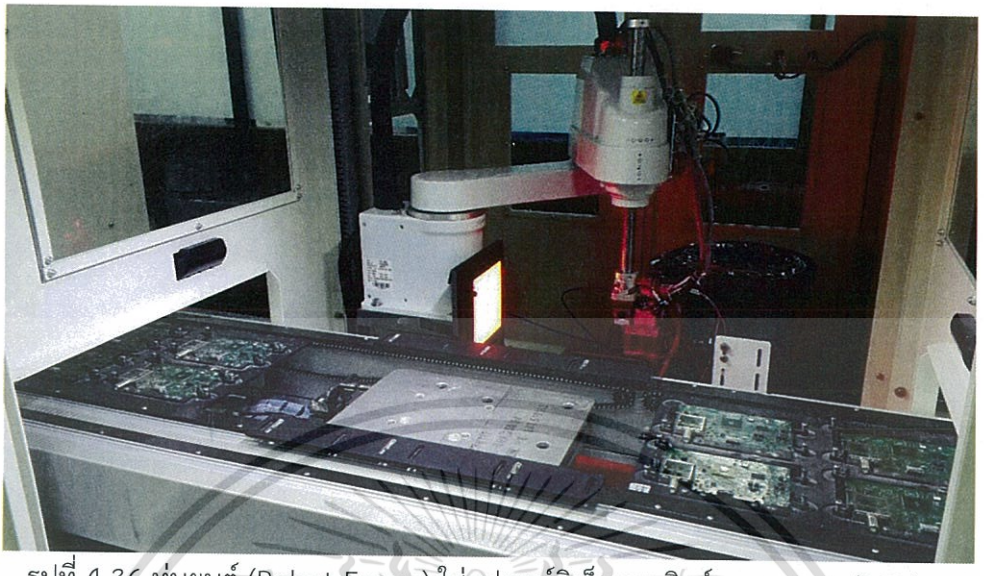
รูปที่ 4-34 ระบบวิชั่น (Vision system) วิเคราะห์ค่าชดเชย

7. เมื่อหุ่นยนต์ (Robot Epson) ได้รับชดเชยจากโปรแกรมวิชั่น (Vision Builder AI 2014) ผ่าน RS-232 หุ่นยนต์จะดำเนินการใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงแผงวงจร (PCB) ซึ่งใน 1 Carry จะต้องใส่ 4 ครั้ง เนื่องจากมีแผงวงจร 4แผง ดังรูปที่ 4.6.14



เอกสารนี้เป็นเ... ...ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

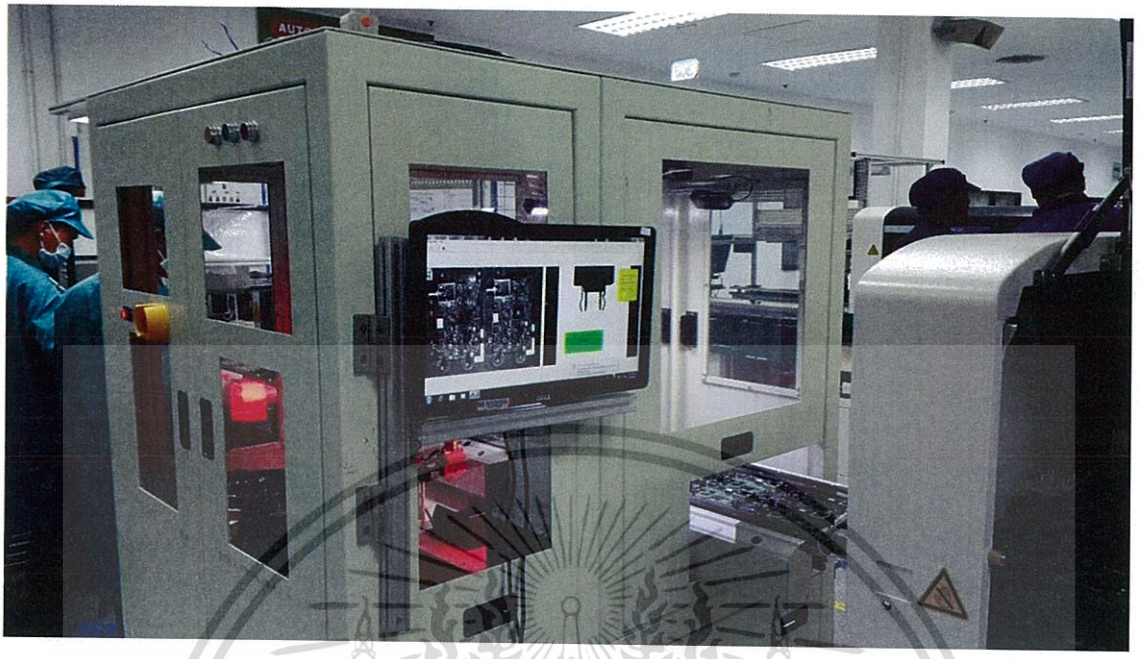
รูปที่ 4-35 หุ่นยนต์ (Robot Epson) ใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงแผงวงจร (PCB)



รูปที่ 4-36 หุ่นยนต์ (Robot Epson) ใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงแผงวงจร (PCB)

รูปที่ 4-37 หุ่นยนต์ (Robot Epson) ใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงแผงวงจร (PCB)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4-38 หุ่นยนต์ (Robot Epson) ใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงแผงวงจร (PCB)

รูปที่ 4-39 หุ่นยนต์ (Robot Epson) ใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงแผงวงจร (PCB)

เมื่อเขียนโปรแกรมหุ่นยนต์เอปสัน (Robot Epson) ทำงานได้ครบทั้งระบบ แล้วปรับค่าของระบบวิชั่น (Vision system) ให้สามารถตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ และวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าชดเชยก่อนที่หุ่นยนต์จะใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (Component) ลงแผงวงจร (PCB) เนื่องจากแผงวงจรหยุดเคลื่อนที่เมื่อกระทบกับสเตอป์เปอร์ (Stopper) แผงวงจรจะไม่อยู่ที่ตำแหน่งเดิม และจะเคลื่อนที่จากตำแหน่งที่เดิมแบบสุ่มทิศทาง ดังนั้งจึงจำเป็นการใช้วิชั้น (Vision) ในการวิเคราะห์ชดเชยเพื่อให้สามารถใส่ลงตามตำแหน่งได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1. สรุปผลการดำเนินการ

โครงการนำหุ่นยนต์หยิบใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ระบบอัตโนมัติ (Robot Auto Insert Ver.1) สามารถทำงานได้ทั้งระบบและยังมีประสิทธิภาพเนื่องจากได้ทำการทดลอง 250 Carry เท่ากับ 1000 PCB ผลที่ได้จากการทดสอบค่า Yield rate 99.5% ของการใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงบนแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ได้แบบสมบูรณ์ และได้ลงไปทดลองใช้จริงในสายการผลิตซึ่งทำงานแบบซ้ำๆ ได้เป็นสัปดาห์โดยไม่มีปัญหาและค่า Yield rate ยังคงอยู่ที่ 99% และยังสามารถช่วยลดต้นในการผลิตสามารถคนได้หนึ่งคน อีกทั้งสามารถทำงานได้ด้วยความรวดเร็ว 5.5 วินาทีต่อPCB โดยที่คนใส่ใช้เวลาอยู่ที่ 8-12 วินาทีต่อPCB ซึ่งสามารถเพิ่มจำนวนในการผลิตต่อวันได้อย่างมาก

5.2. ปัญหาและอุปสรรค์

จากการพัฒนาโครงการนำหุ่นยนต์หยิบใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ระบบอัตโนมัติ (Robot Auto Insert Ver.1พบปัญหาดังนี้

5.2.1 หุ่นยนต์ยังสามรถใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้เพียงชิ้นเดียวต่อแผงวงจร

5.2.2 ยังมีข้อจำกัดเรื่องการแจ้งเตือนบางสถานะ

5.2.3 ผู้ใช้ต้องใช้ความรู้พื้นฐานระดับในการแก้ไขปัญหา

5.3. แนวทางการแก้ไข

5.3.1 แก้ไขด้าน Mechanic ส่วนของ Gripper

5.3.2 เพิ่มการ์ด I/O

5.3.3 ใช้ภาษาในการพัฒนาจะลดต้นทุนได้อีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] ทฤษฎีหุ่นยนต์อุตสาหกรรม [online], เข้าถึงได้จาก http://www.applicadthai.com/business/articles/industrial-robot-type

[2] ทฤษฎีการประมวลผลภาพ [online], เข้าถึงได้จาก http://www.rmutphysics.com/charud/naturemystery/colour/colour1.htm

[3] ทฤษฎีการประมวลผลภาพ [online], เข้าถึงได้จาก http://www.rmutphysics.com/charud/naturemystery/colour/colour1.htm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

คู่มือการใช้งาน Robot AI V.1 (Robot)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Manual Robot AI

CAL-COMP THAILAND

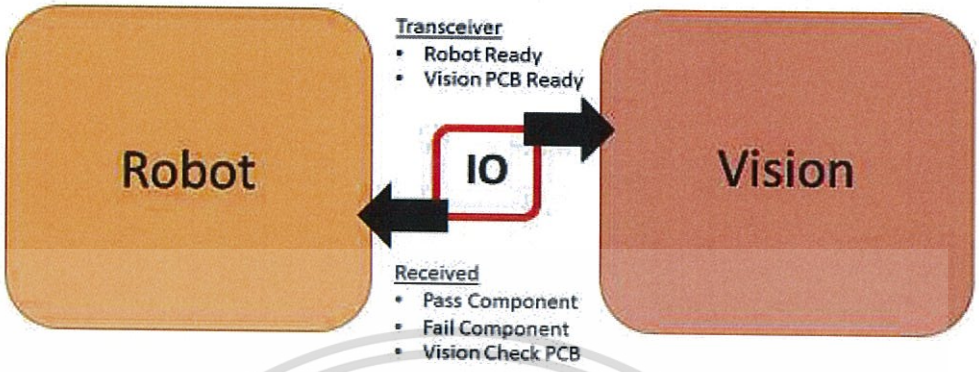
Software

EPSON RC+ 5.0

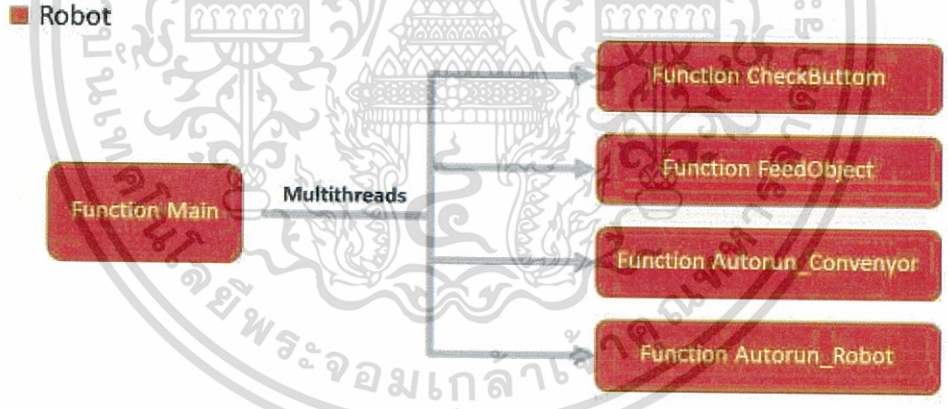
Vision Builder AI 2014

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

System Robot AI



System Robot AI



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

System Robot AI

- Robot

Do

*** Note : Check status And Clear IO ***

- If (Press Strat button) → Run Sequence
- If (Press Strat button) And (Press Pause button) → Pause Sequence
- If (Press Stop button) → Stop Sequence
- If (Press Pause button) → Run By part

Function CheckButtom
Function FeedObject
Function Autorun_Convenyor
Function Autorun_Robot

Loop

System Robot AI

- Robot

Do

If (Press Strat button)
  If (Pick Up Status : Down)
    If (Fiber Optic Detect)
      On Feeder Lock
      On Feeder Pick up
      Off Feeder Lock
    Else
      Count Timer Wait Component
Else If (Press Stop button)
  Off Feeder Pick up
  Off Feeder Lock

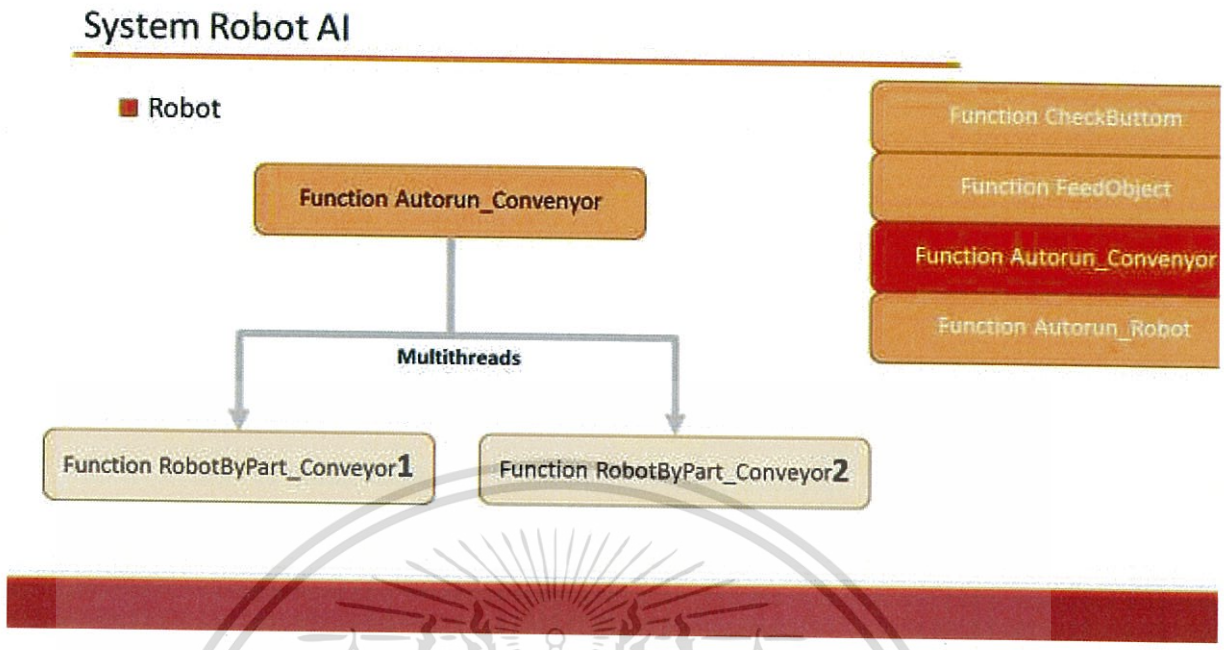
Loop

Function CheckButtom
Function FeedObject
Function Autorun_Convenyor
Function Autorun_Robot

Case: Press Start

// Check detail in Program

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

System Robot AI

- Robot

Function RobotByPart_Conveyor2

Do

If (Press Strat button)
(Hard checking) // Check detail in Program
(Stopper and Lifter)
If (Lifter status : Up)
Call Function Serial_interface // Read data Compensate

Loop

Function CheckButtom
Function FeedObject
Function Autorun_Convenyor
Function Autorun_Robot

Case: Press Start
// Check detail in Program

System Robot AI

- Robot

Do
Do While (Press Strat button)
Switch case (Seq_Robot)
Case 0 : Motor On and Go Home
Case 1 : Pickup Up Component
Case 2 : Go camera1 and Check Component
Case 3 : Go camera2 and Check Component
Case 4 : Clear Pass/Fail
Case 5 : ---------- // Go camera3 and Check Component
Case 6 : Wait data Compensate and Put Component
Loop
Do While (Press Pause button)
Keep Index PCB
Loop
Loop

Function CheckButtom
Function FeedObject
Function Autorun_Convenyor
Function Autorun_Robot

Case: Press Start
// Check detail in Program

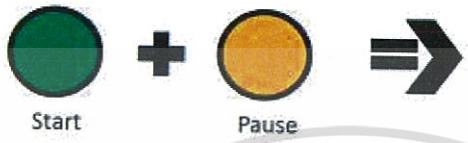
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

System Robot AI

- Robot

By Part

!!! Function AutoRun_ByPart
(Hard Checking)



Pause Sequence

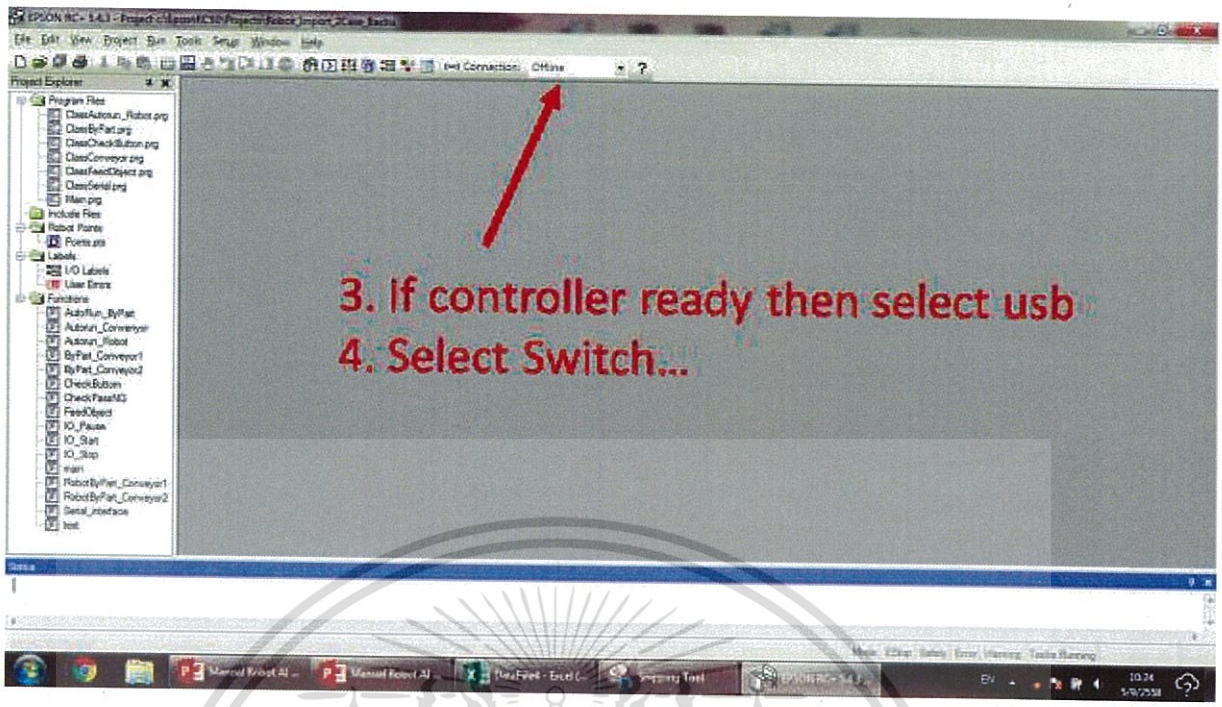
Case: Press Pause

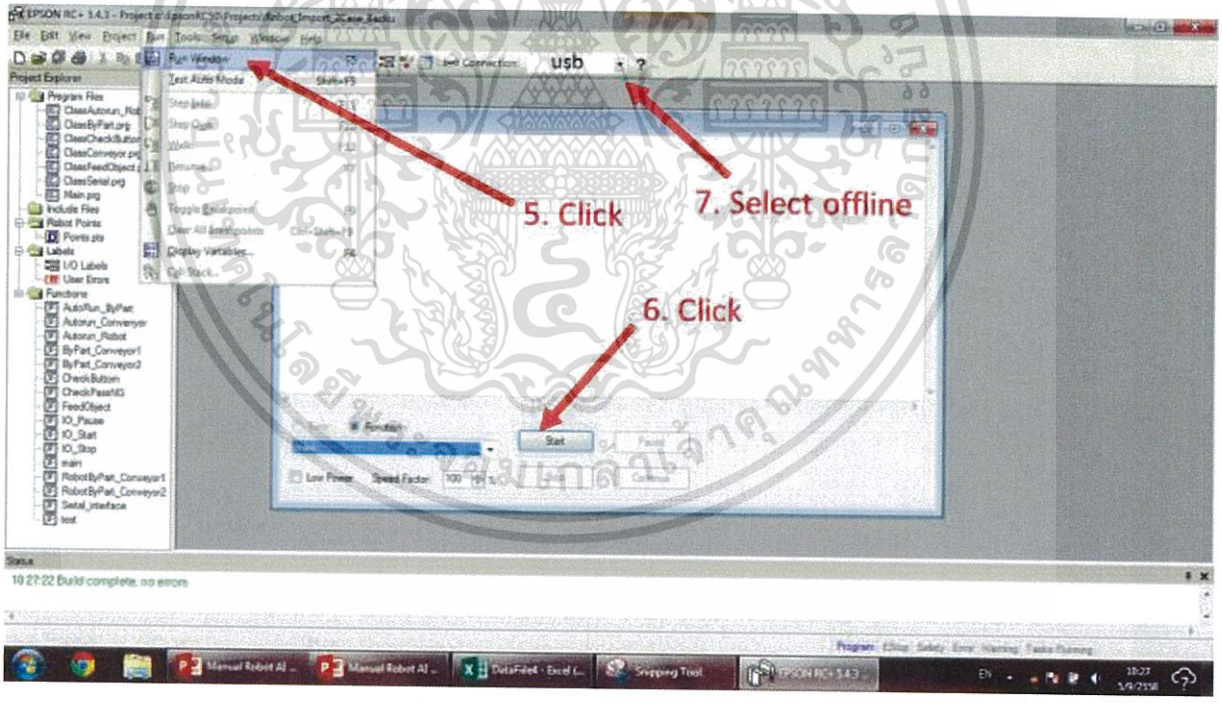
// Check detail in Program

- Robot error and non moving

1. Reset Controller
2. Wait Controller Ready

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Press Button Start Run

*** Robot Auto Run

Thank you

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

คู่มือการใช้งาน Robot AI V.1 (Vision)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

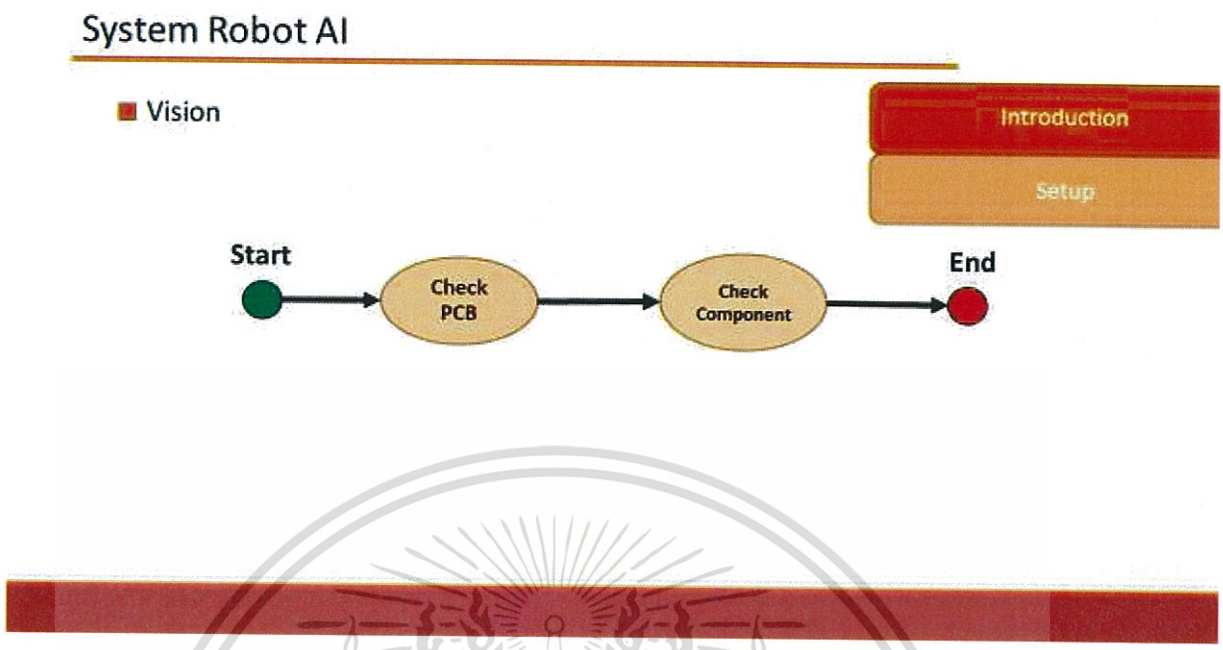
Manual Robot AI Ver.1

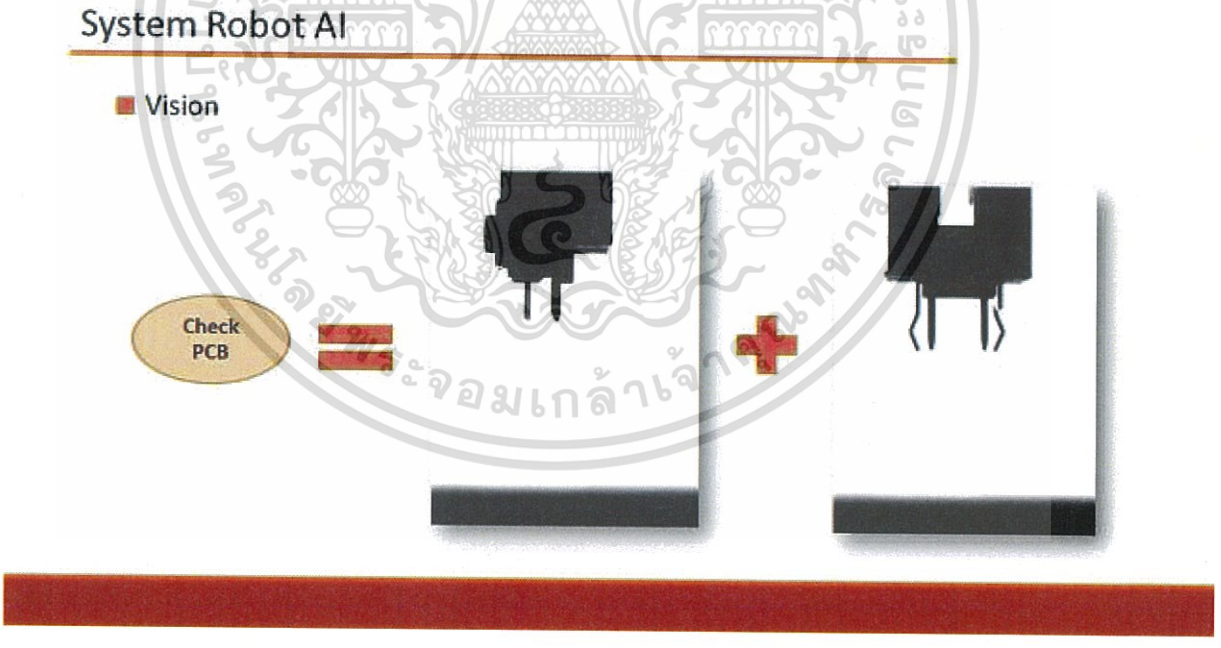
CAL-COMP THAILAND

System Robot AI

- Vision

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



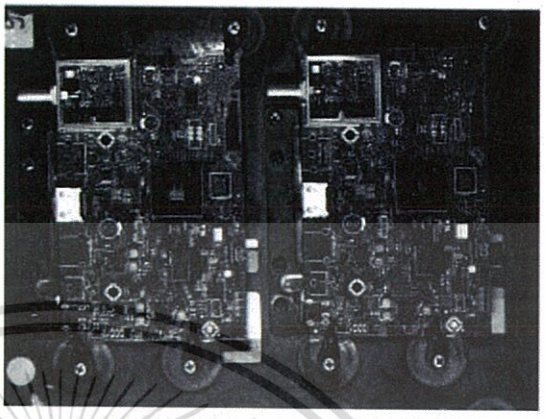


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

System Robot AI

- Vision

Check Component



System Robot AI

- Vision

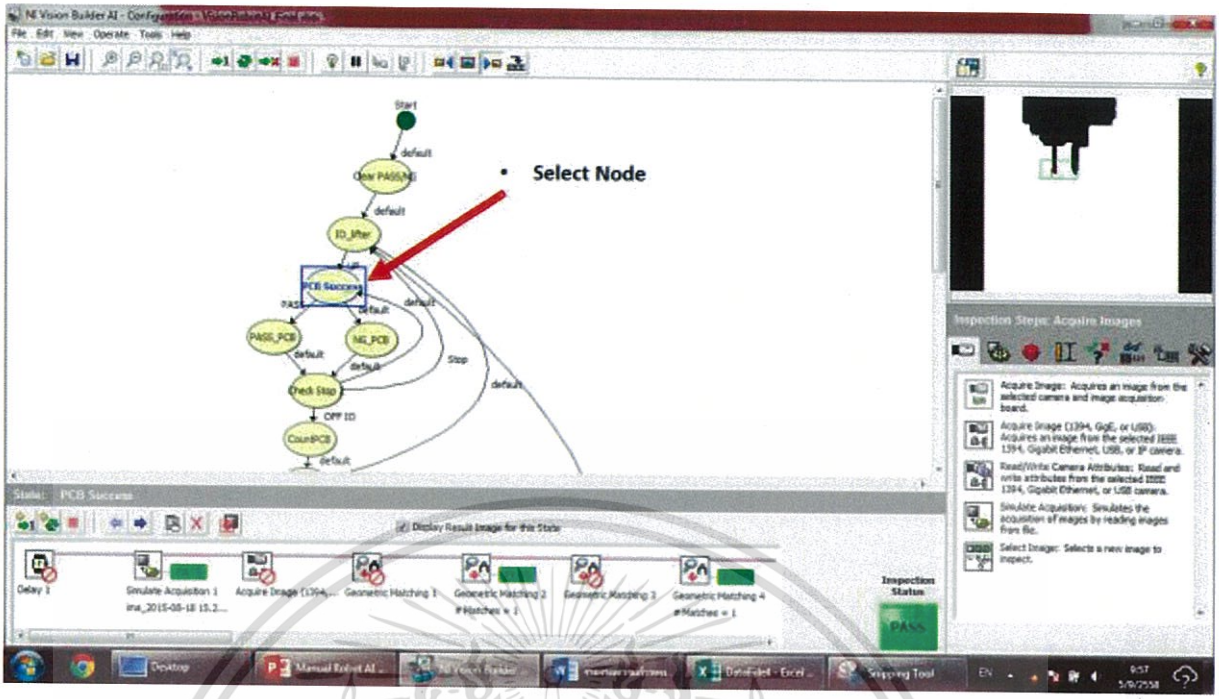
Introduction

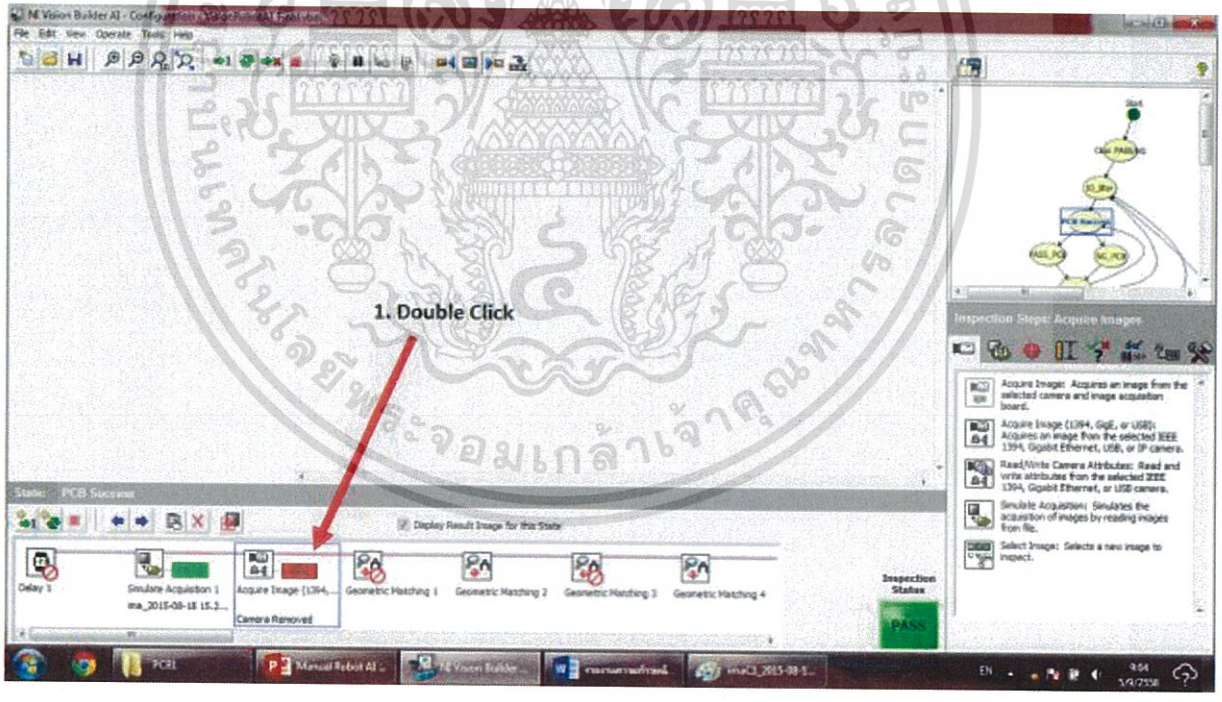
Setup

Setup step by step

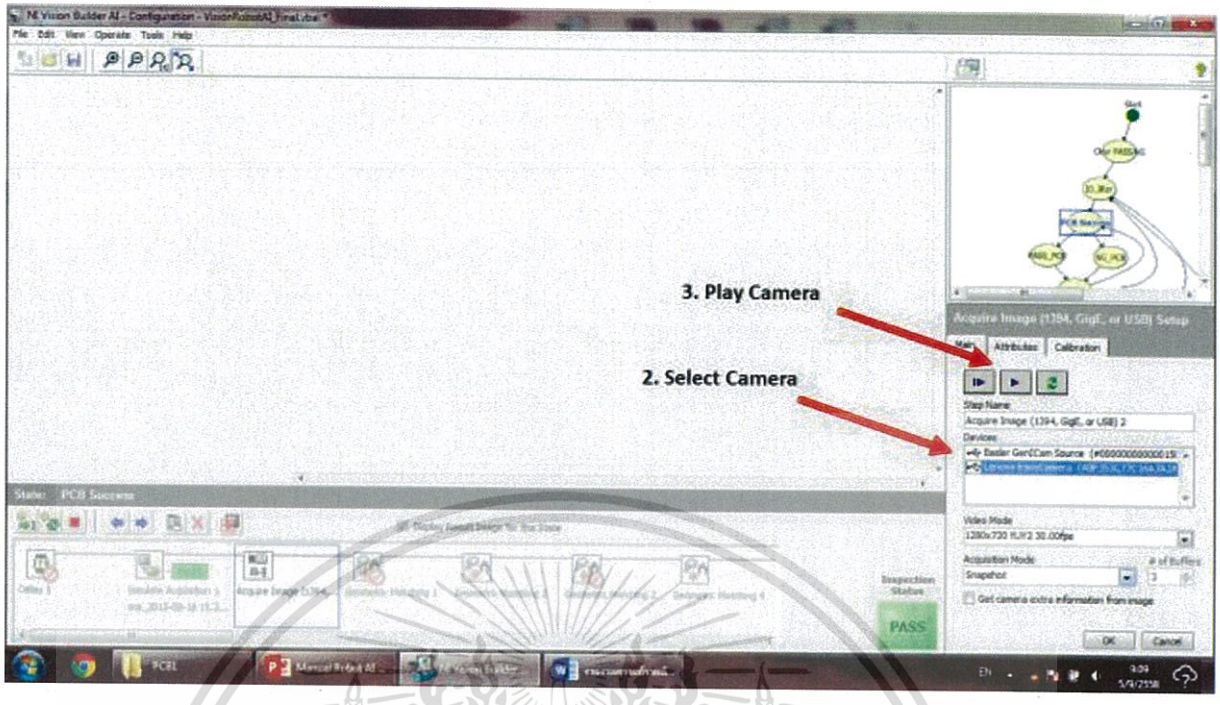
Vision Builder AI 2014

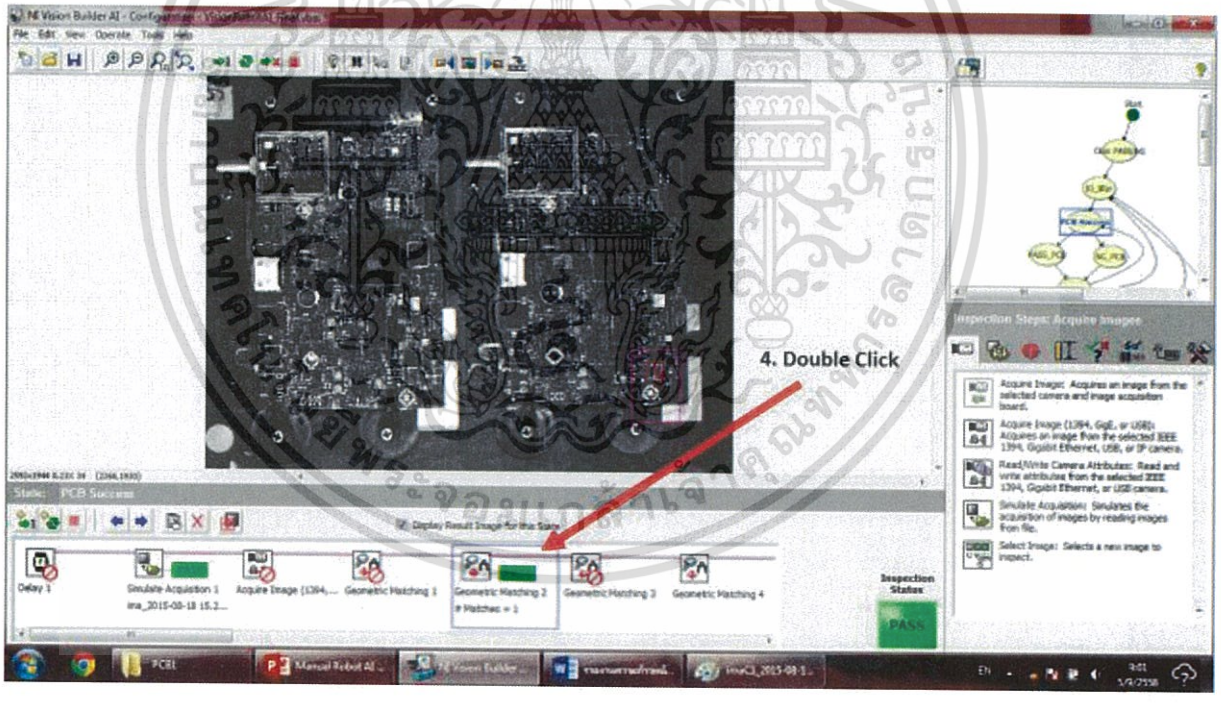
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



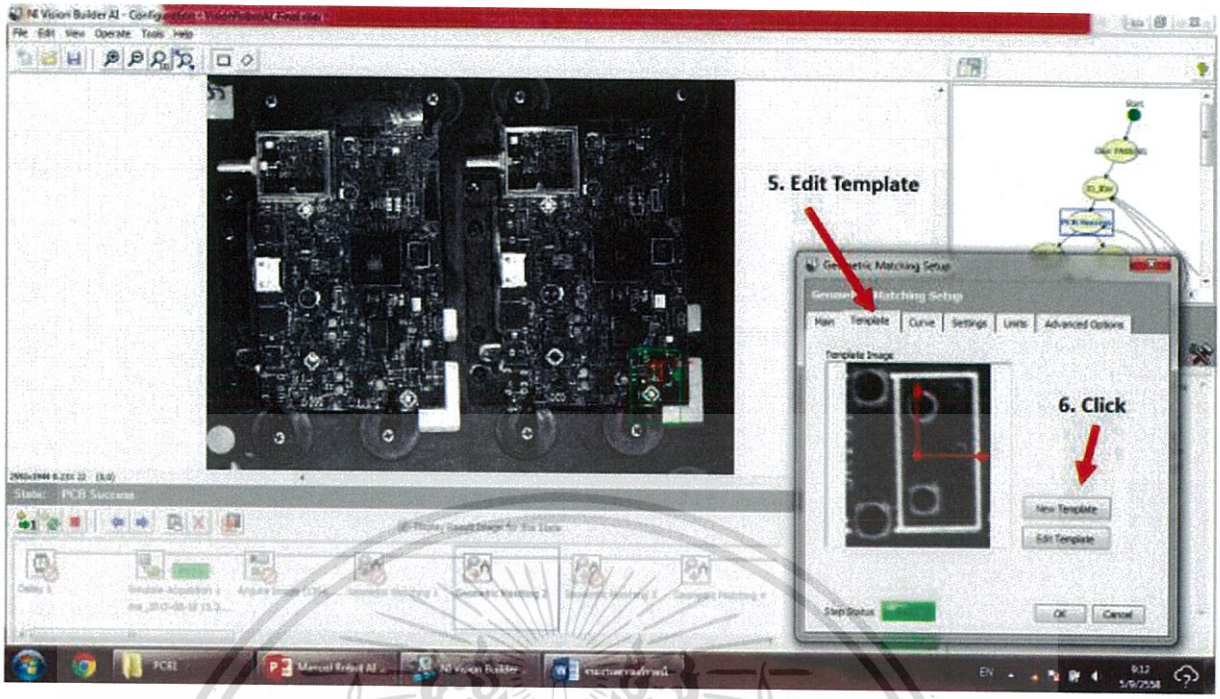


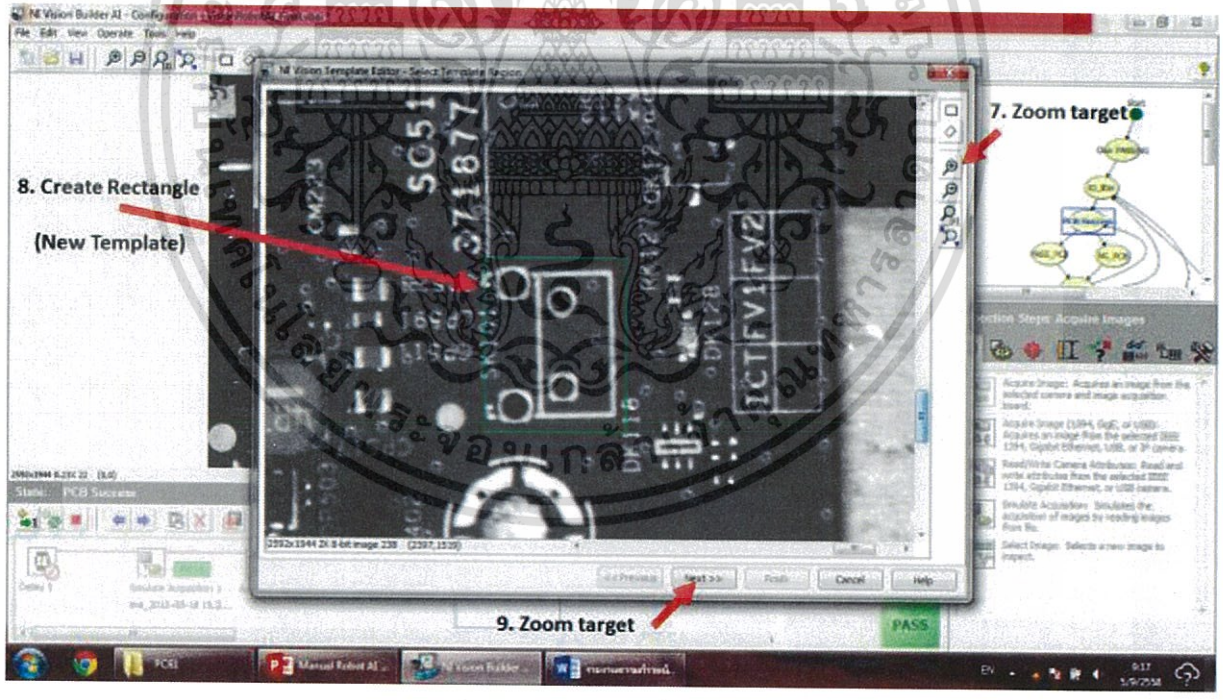
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



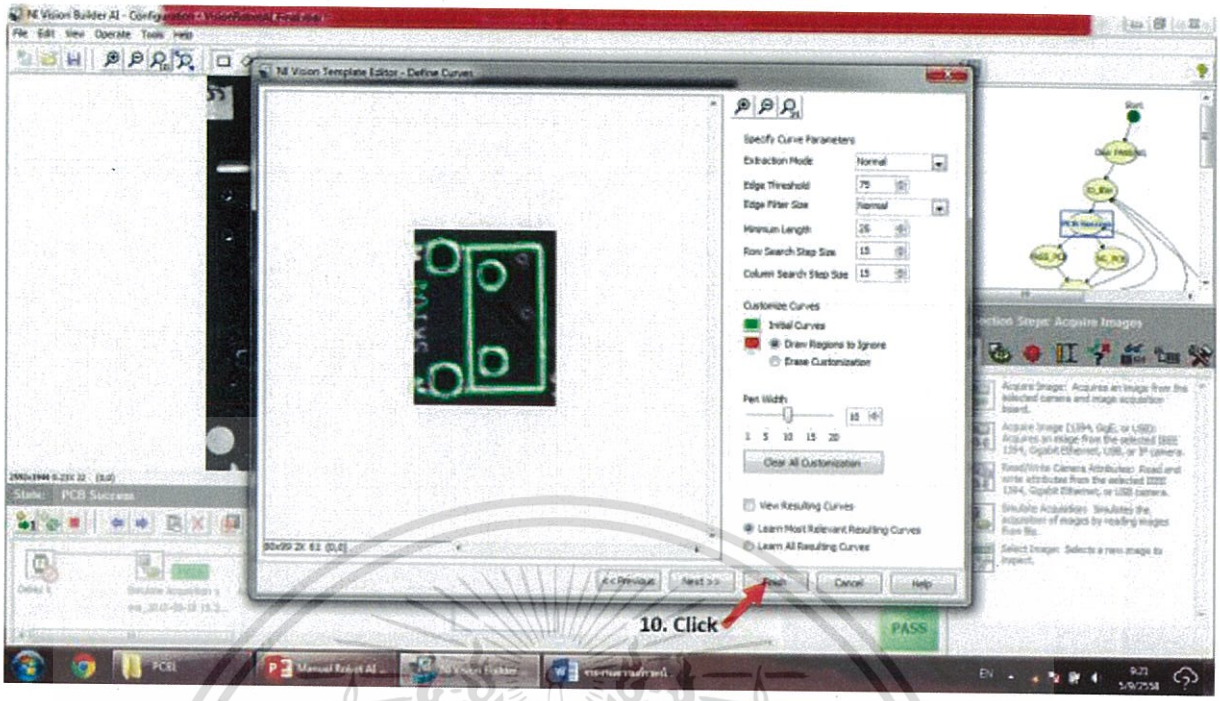


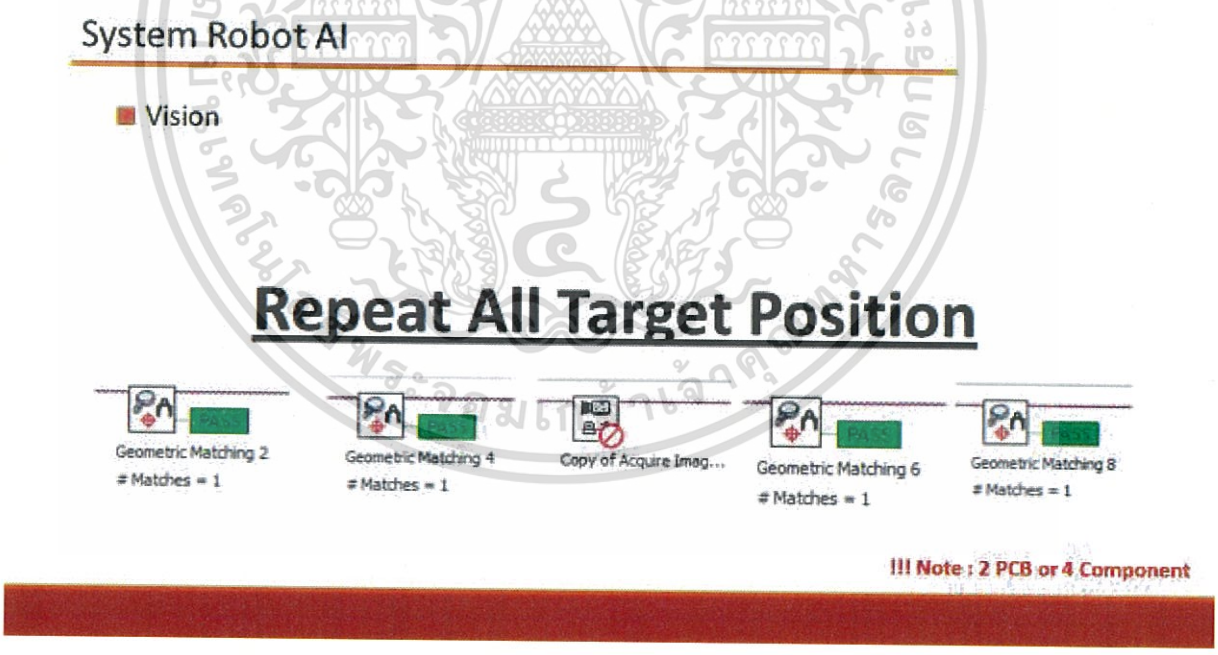
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



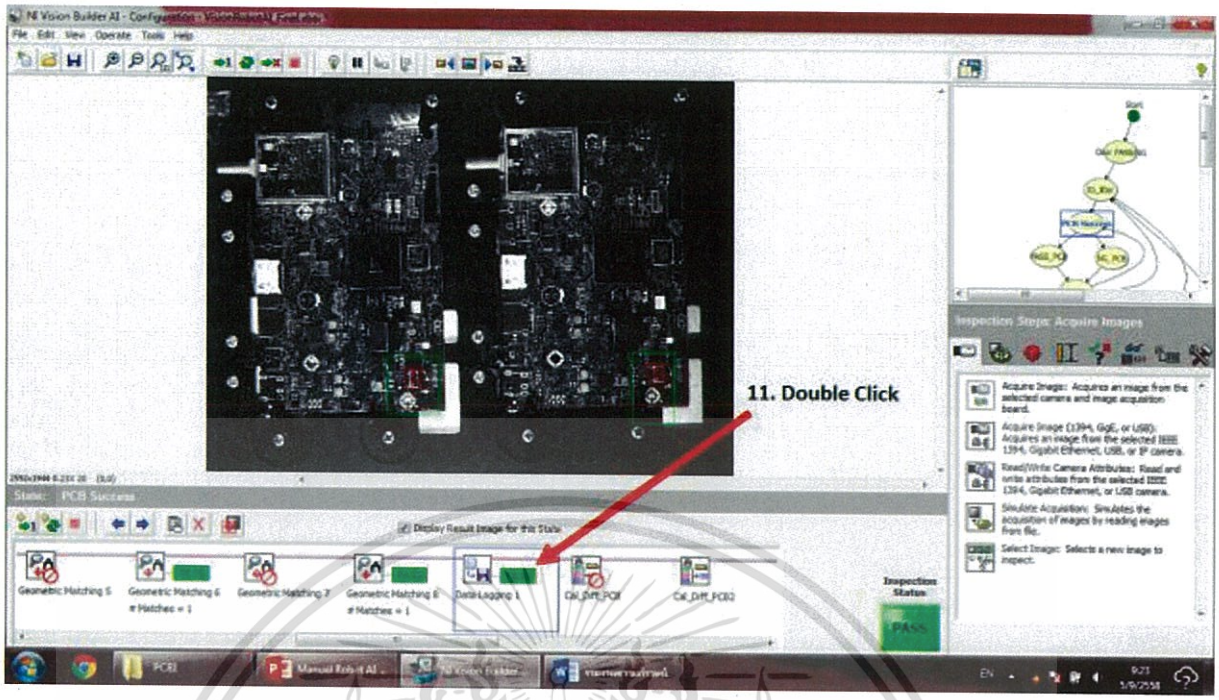


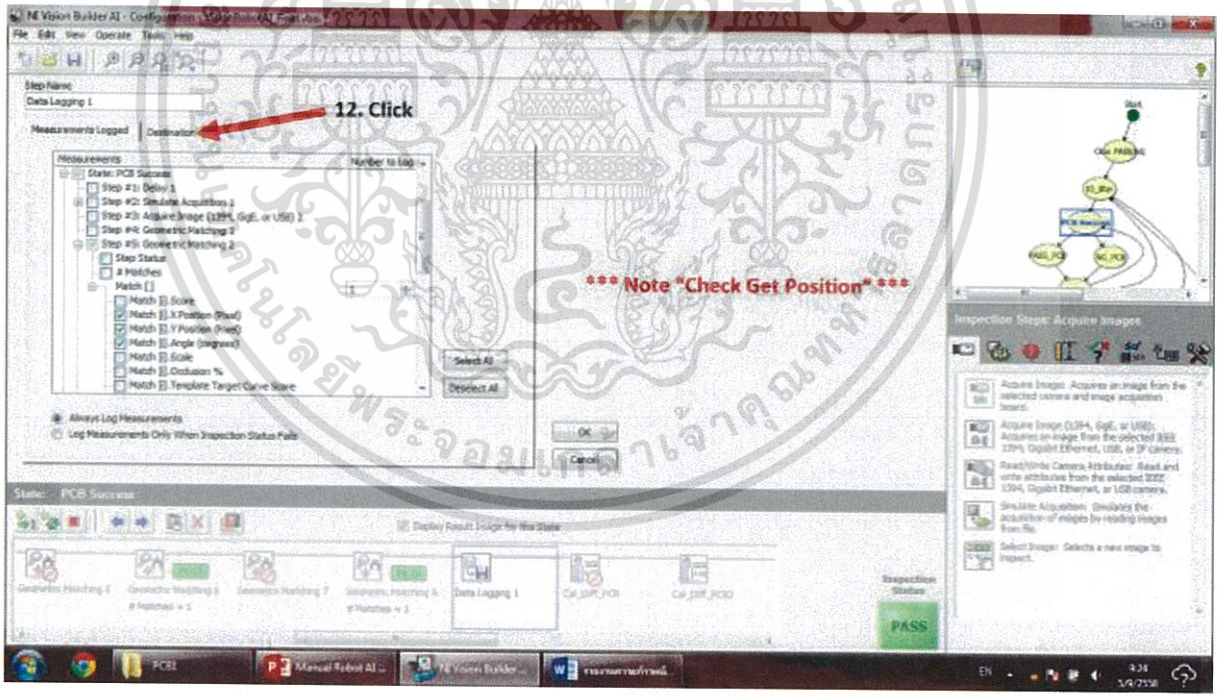
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



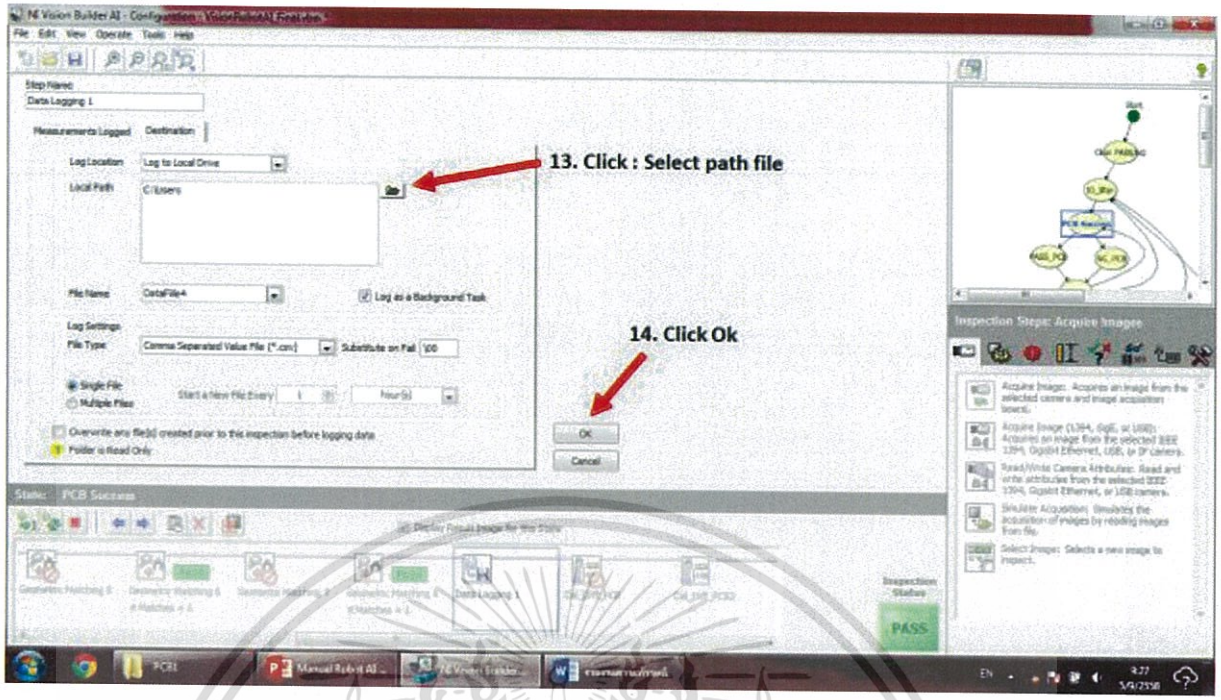


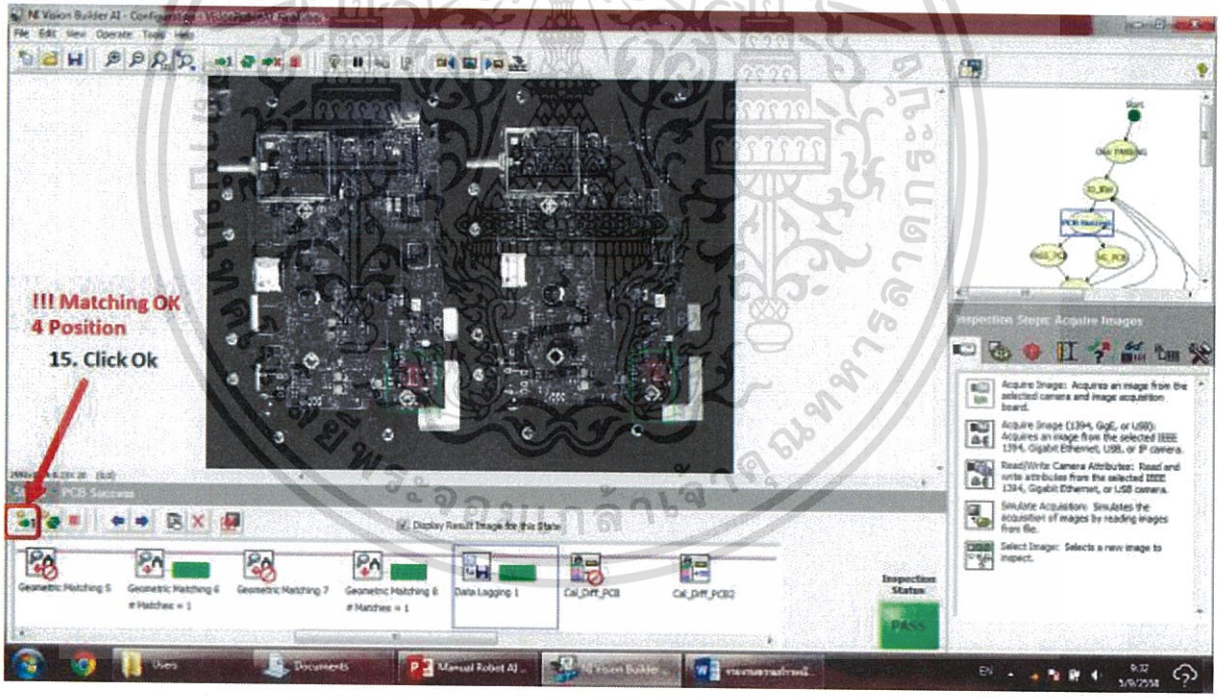
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



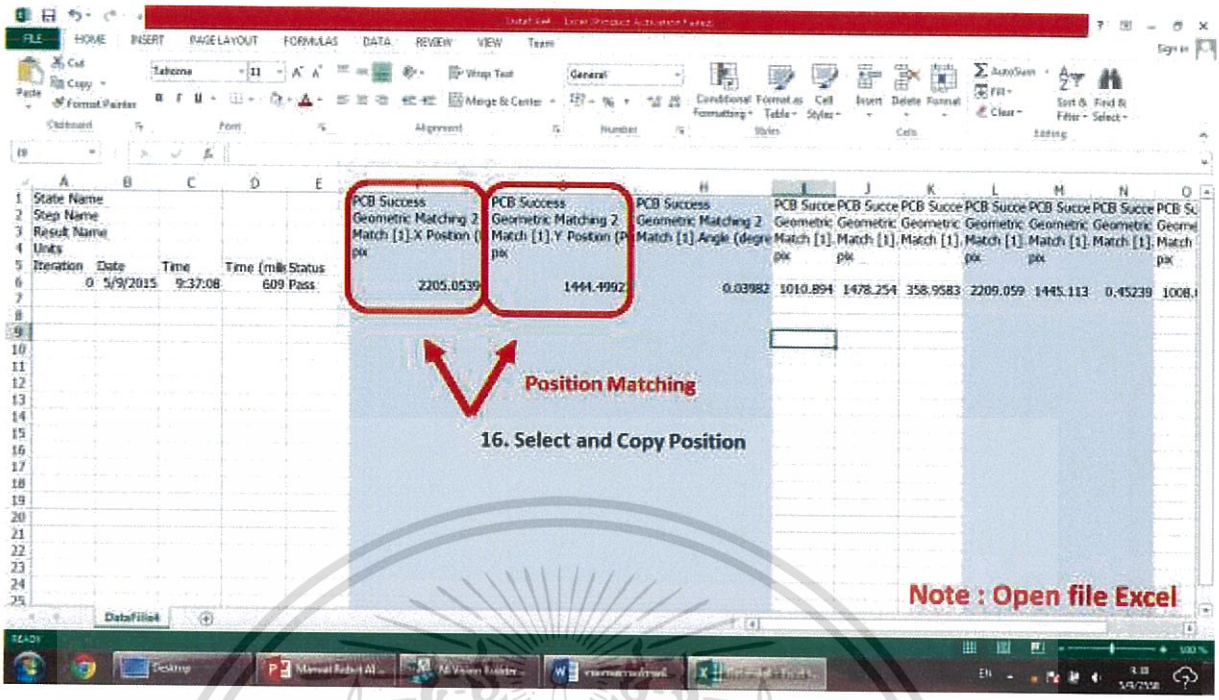


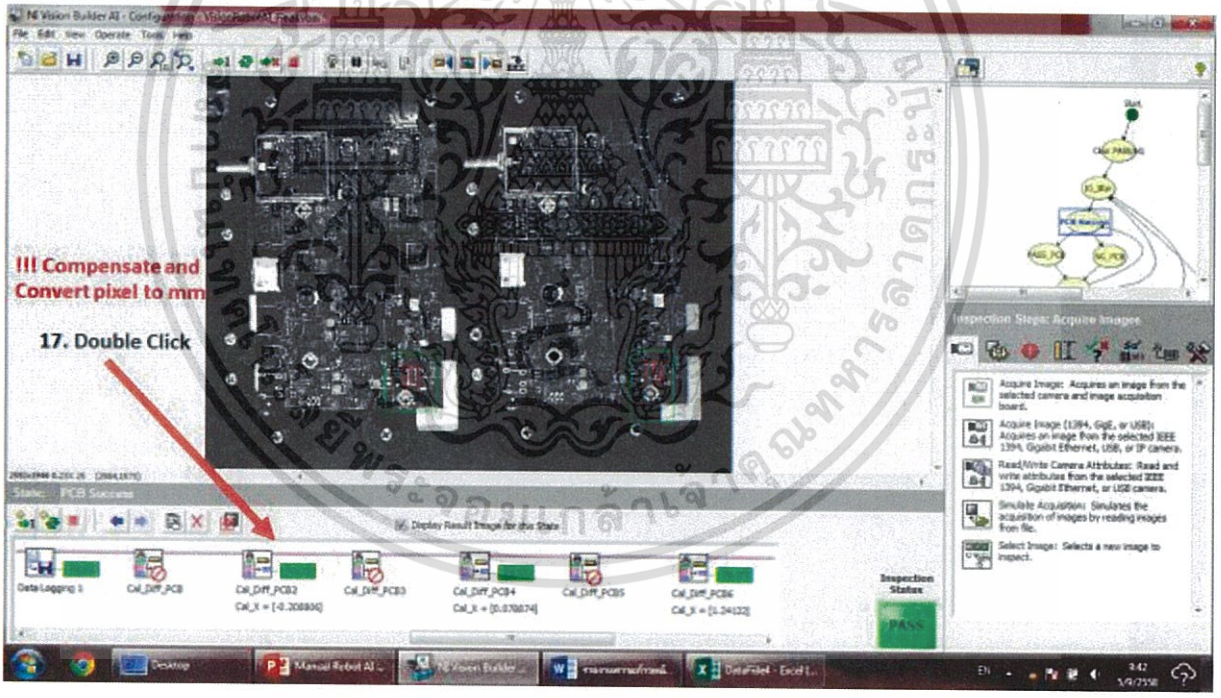
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



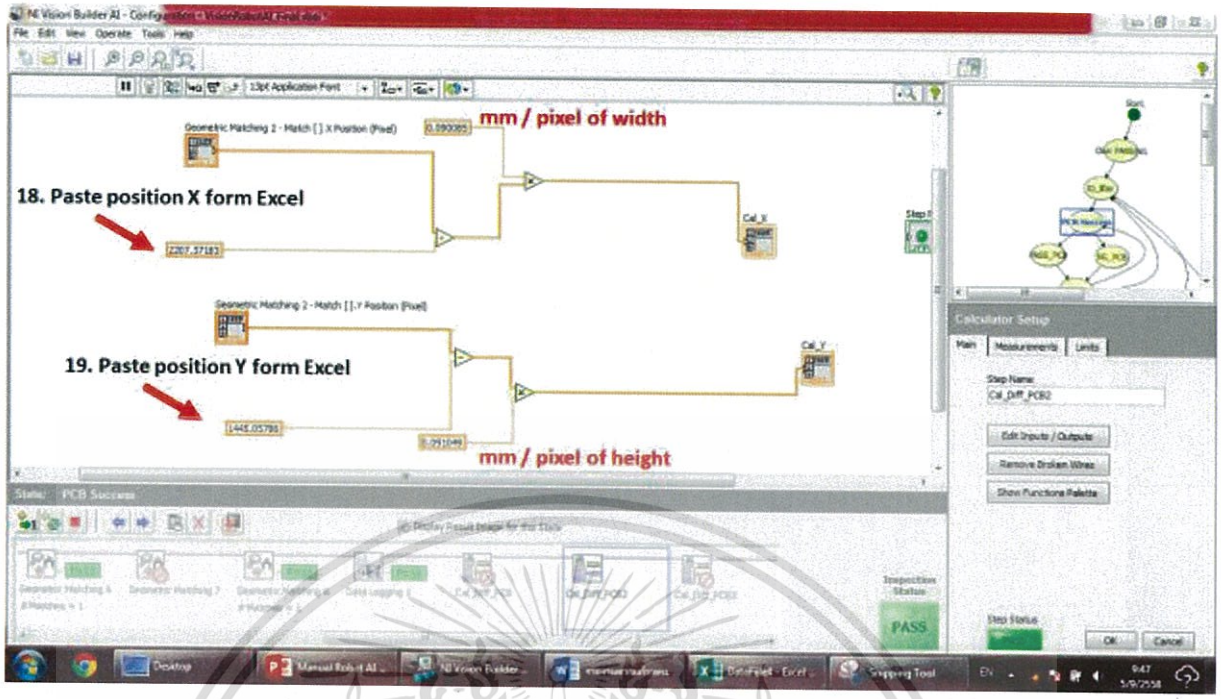


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



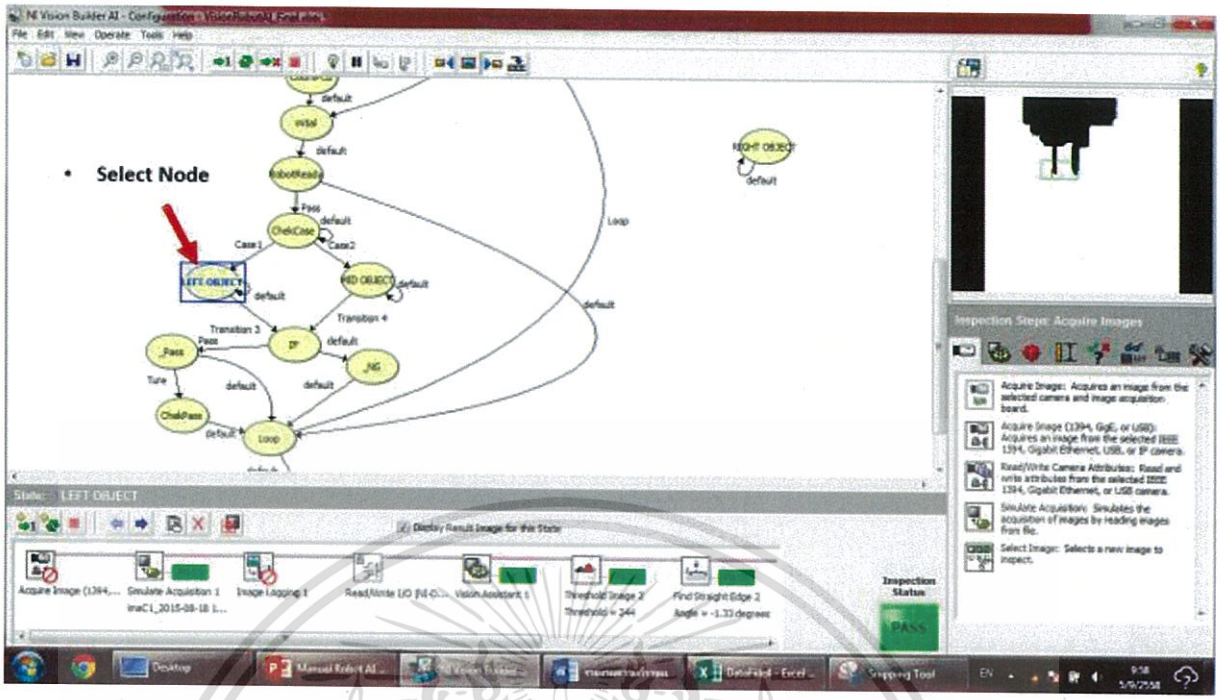
System Robot AI

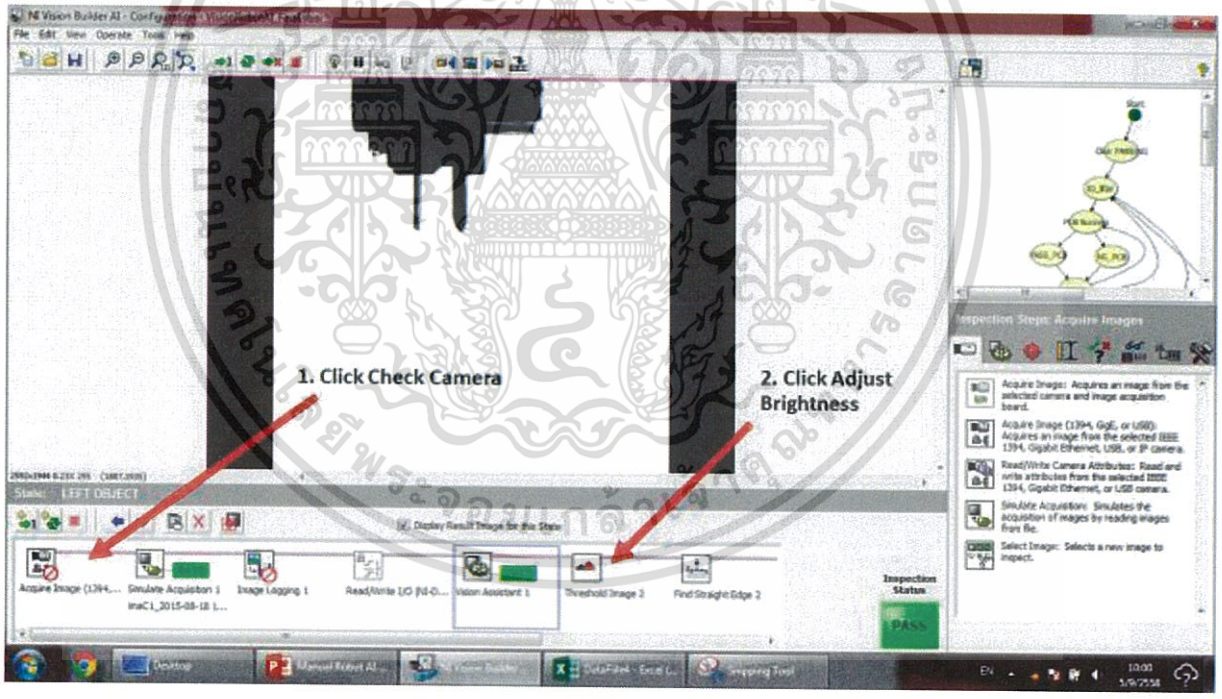
- Vision

Repeat All Target Compensate

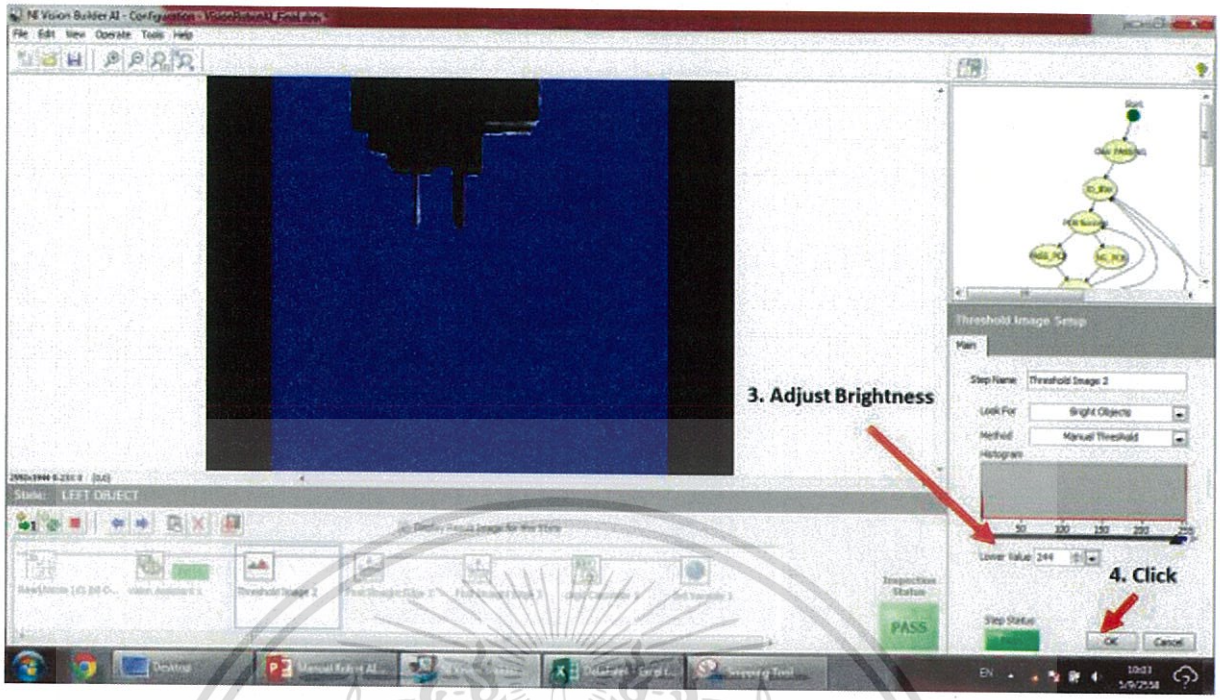
!!! Note : 2 PCB or 4 Component

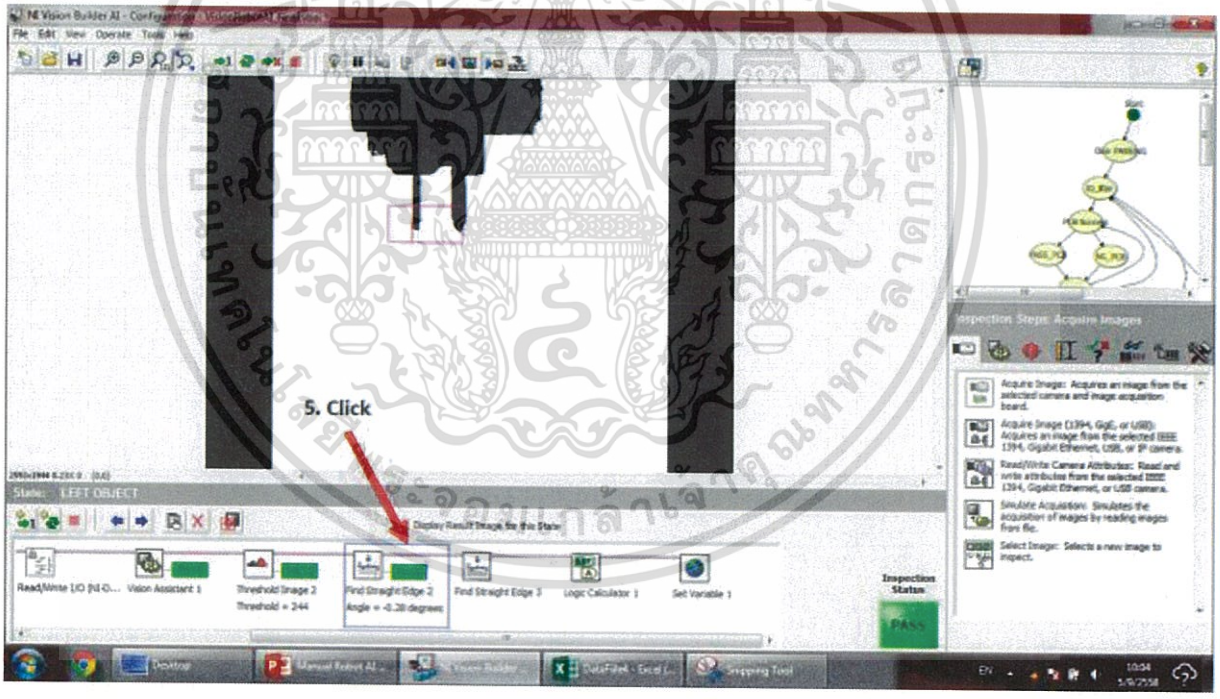
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



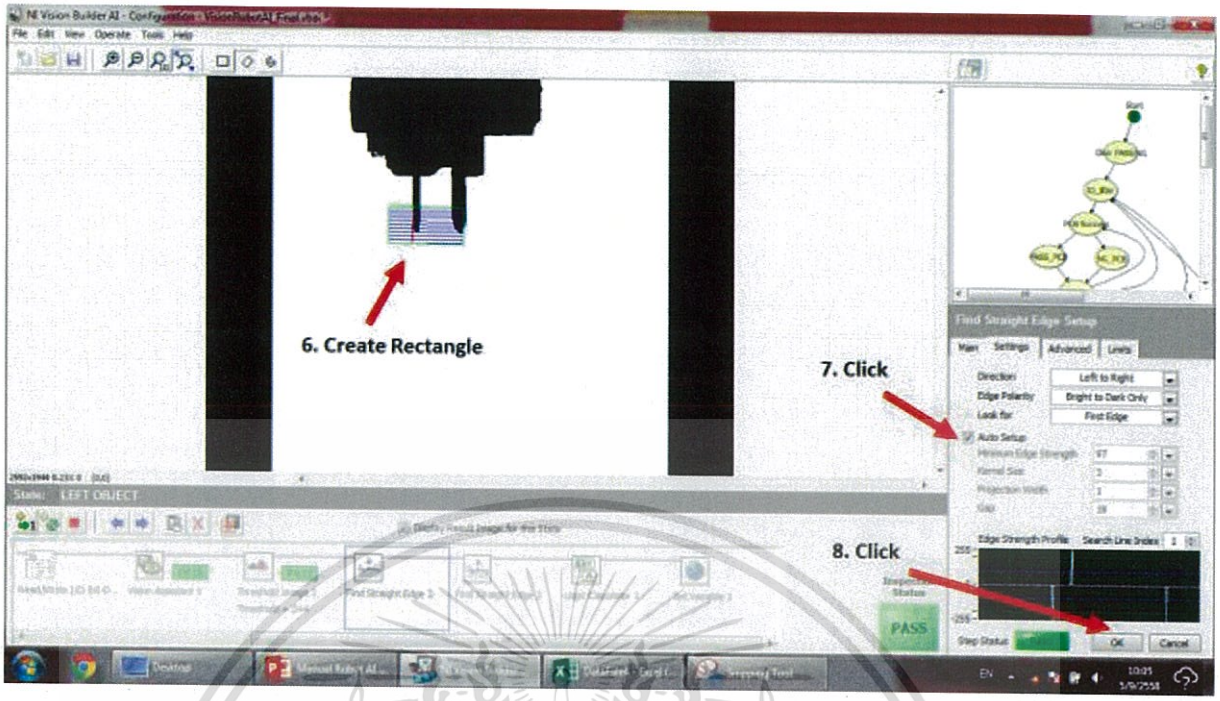


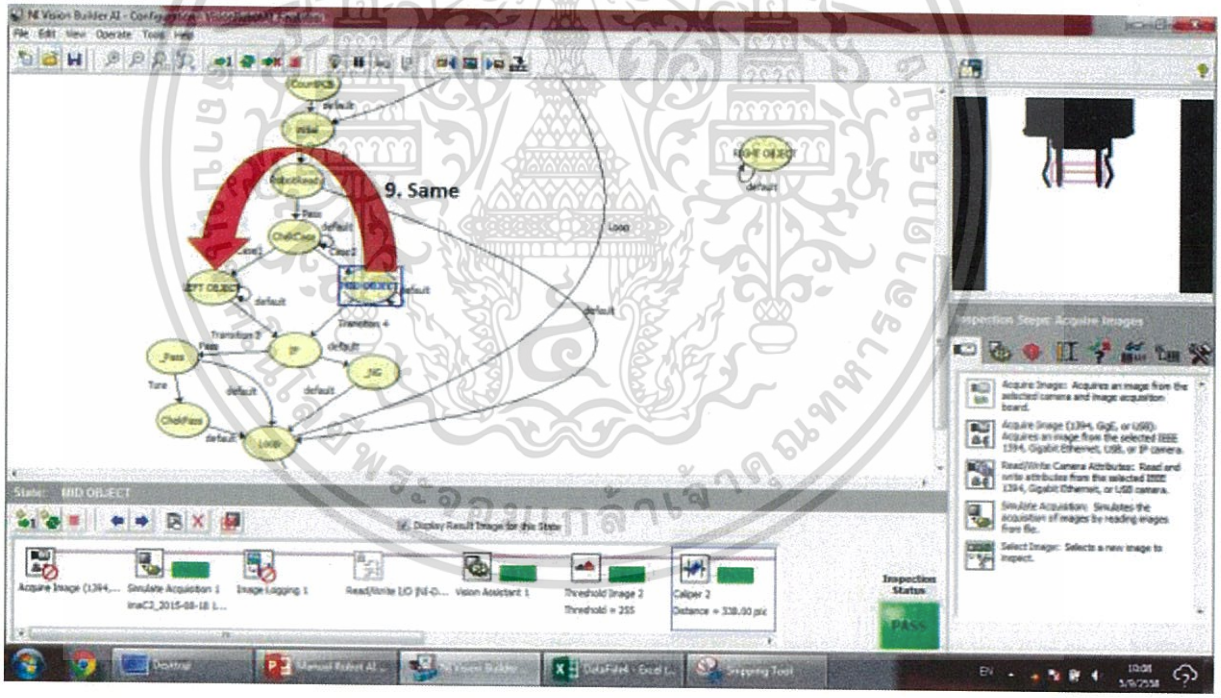
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thank you

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

โปรแกรมการควบคุมหุ่นยนต์

โปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์

Main Program

Global Boolean Buttom_Strat, Buttom_Stop, Buttom_Pause

Global Boolean Check_START, Check_Pause, CheckSerial, VisionReady

Global Integer PCB_Complete

Global Real Posi_X0, Posi_Y0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Global Real Posi_X1, Posi_Y1
Global Real Posi_X2, Posi_Y2
Global Real Posi_X3, Posi_Y3
Global Real Posi_X4, Posi_Y4
Global Real Posi_X5, Posi_Y5
Global Real Posi_X6, Posi_Y6
Global Real Posi_X7, Posi_Y7

Global Boolean ChkRS232
Global Boolean Lock_Pass1, Lock_Pass2, Lock_Pass3
Global Boolean Lock_NG
Global Boolean ChekSei
Global Boolean CheckPass, CheckFail

Function main
        Buttom_Strat = False
        Buttom_Stop = False
        Buttom_Pause = False
        Check_Pause = False
        PCB_Complete = 0
        CheckSerial = False
        Print "Run Main"

        Lock_Pass1 = False
        Lock_Pass2 = False
        Lock_Pass3 = False
        Lock_NG = False

        Xqt CheckButtom

        'Xqt StartInitial_IO
        Xqt FeedObject

        'Run function Autorun Convenyor
        Xqt Autorun_Convenyor
        Xqt Autorun_Robot
Fend
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Function CheckPassNG
    Do
        If Sw(ComponantPass) Then
            Print "CheckPASS"
            If Lock_Pass1 = False Then
                Print "PASS 1"
                Lock_Pass1 = True
                Exit Do
            Else
                If Lock_Pass2 = False Then
                    Print "PASS 2"
                    Lock_Pass2 = True
                    Exit Do
                Else
                    If Lock_Pass3 = False Then
                        Print "PASS 3"
                        Lock_Pass3 = True
                        Exit Do
                    EndIf
                EndIf
            EndIf
        ElseIf Sw(ComponantFail) Then
            Print "FAIL"
            Lock_Pass1 = False
            Lock_Pass2 = False
            Lock_Pass3 = False
            Lock_NG = True

            Exit Do
        EndIf
    Loop
Fend
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
ClassAutorun_Robot
Function Autorun_Robot
    Do
        Integer Seq_Pause
        Integer Index_Pause
        Integer Seq_Robot
        Integer IndexPCB

        If Check_Pause Then
            Print "Seq_Robot = ", Str$(Seq_Pause)
            Print "IndexPCB = ", Str$(Index_Pause)
            If Seq_Robot > 0 And Seq_Robot < 6 Then
                Seq_Robot = 1
            Else
                Seq_Pause = Seq_Robot
            EndIf
            Index_Pause = IndexPCB
            Check_Pause = False
        Else
            Seq_Robot = 0
            Seq_Pause = 0
            IndexPCB = 2
        EndIf

        Do While (Buttom_Strat)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Select Seq_Robot
        Case 0
                Motor On
                Power High
                Speed 90
                Accel 85, 80
                Jump P2
                Seq_Robot = 1
        Case 1
                If Sw(Pickup_Up) Then
                        On Gepper
                        Jump Buffer_pickup
                        Go Pickup
                        Wait 0.2
                        Off Gepper
                        Wait 0.2
                        Off FeederLock
                        Wait 0.2
                        Off FeederPick_up
                        Jump Buffer_pickup
                        Seq_Robot = 2
                EndIf
        Case 2
                Go Camera1
                'Print "Cam1"
                On RobotSendReady
                If Sw(RobotRecVision) Then
                        Off RobotSendReady
                        Call CheckPassNG
                        Print "Off RobotSendReady"
                        Seq_Robot = 3
                EndIf
        Case 3
                If Lock_Pass1 Then
                        Go Camera2
                        Print "Cam2"
                        On RobotSendReady
                        If Sw(RobotRecVision) Then
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    Off RobotSendReady
                    Call CheckPassNG
                    Print "Off RobotSendReady"
                    Seq_Robot = 4
                EndIf
            ElseIf Lock_NG Then
                Lock_NG = False
                Seq_Robot = 1
            EndIf

        Case 4
            If Lock_Pass2 Then
                Lock_Pass1 = False
                Lock_Pass2 = False
                Lock_Pass3 = False
                Seq_Robot = 6
                Print "Cam3"
                Go Camera3
                On RobotSendReady
                If Sw(RobotRecVision) Then
                    Off RobotSendReady
                    'Call CheckPassNG
                    Seq_Robot = 6
                    Lock_Pass1 = False
                    Lock_Pass2 = False
                    Lock_Pass3 = False
                    Print "Off RobotSendReady"
                    'Seq_Robot = 5
                EndIf
            ElseIf Lock_NG Then
                Lock_NG = False
                Seq_Robot = 1
            EndIf
        Case 5
            If Lock_Pass3 Then
                Seq_Robot = 6
                Lock_Pass1 = False
                Lock_Pass2 = False
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
'
'
'
'
'
                    Lock_Pass3 = False
            ElseIf Lock_NG Then
                    Lock_NG = False
                    Seq_Robot = 1
            EndIf
Case 6
            If Sw(LifterUp) And CheckSerial Then
                    If IndexPCB = 1 Then

Jump BufferCom1Under -X(Posi_X0) +Y(Posi_Y0)
Go Component1_Under -X(Posi_X0) +Y(Posi_Y0) CP
Wait 0.5
On Gepper
                            Wait 0.5
                    Jump BufferCom1Under -X(Posi_X0) +Y(Posi_Y0)
                    IndexPCB = 3
                    Seq_Robot = 1

                        ElseIf IndexPCB = 2 Then
                        Print "index1"
                    Jump BufferCom1Top -X(Posi_X0) +Y(Posi_Y0)
                    Go Comp1Top -X(Posi_X0) +Y(Posi_Y0) CP
                                Wait 0.5
                                On Gepper
                                Wait 0.5
                    Jump BufferCom1Top -X(Posi_X0) +Y(Posi_Y0)
                                IndexPCB = 4
                                Seq_Robot = 1

                        ElseIf IndexPCB = 3 Then

                    Jump BufferCom2Under -X(Posi_X1) +Y(Posi_Y1)
                    'Go Com2Under -X(Posi_X2) +Y(Posi_Y2) CP
                    Go Com2Under -X(Posi_X1) +Y(Posi_Y1) CP
                                Wait 0.5
                                On Gepper
                                Wait 0.5
                    Jump BufferCom2Under -X(Posi_X1) +Y(Posi_Y1)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                IndexPCB = 5
                Seq_Robot = 1

            ElseIf IndexPCB = 4 Then
                Print "index2"
        Jump BufferCom2Top -X(Posi_X1) +Y(Posi_Y1)
        'Go Com2Top -X(Posi_X3) +Y(Posi_Y3) CP
        Go Com2Top -X(Posi_X1) +Y(Posi_Y1) CP
                Wait 0.5
                On Gepper
                Wait 0.5
        Jump BufferCom2Top -X(Posi_X1) +Y(Posi_Y1)
                IndexPCB = 6
                Seq_Robot = 1

            ElseIf IndexPCB = 5 Then
        Jump BufferCom3Underr -X(Posi_X4) +Y(Posi_Y4)
        Go Com3Under -X(Posi_X4) +Y(Posi_Y4) CP
                Wait 0.5
                On Gepper
                Wait 0.5
        Jump BufferCom3Underr -X(Posi_X4) +Y(Posi_Y4)
                IndexPCB = 7
                Seq_Robot = 1

            ElseIf IndexPCB = 6 Then
                Print "index3"
        Jump BefferCom3Top -X(Posi_X2) +Y(Posi_Y2)
        Go Com3Top -X(Posi_X2) +Y(Posi_Y2) CP
                Wait 0.5
                On Gepper
                Wait 0.5
        Jump BefferCom3Top -X(Posi_X2) +Y(Posi_Y2)
                IndexPCB = 8
                Seq_Robot = 1

            ElseIf IndexPCB = 7 Then
        Jump BufferCom4Under -X(Posi_X6) +Y(Posi_Y6)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                Go Com4Under -X(Posi_X6) +Y(Posi_Y6) CP
                        Wait 0.5
                        On Gepper
                        Wait 0.5
                Jump BufferCom4Under -X(Posi_X6) +Y(Posi_Y6)
                        IndexPCB = 8
                        Seq_Robot = 1


            ElseIf IndexPCB = 8 Then
                        Print "index4"
                Jump BufferCom4Top -X(Posi_X3) +Y(Posi_Y3)
                Go Com4Top -X(Posi_X3) +Y(Posi_Y3) CP
                        Wait 0.5
                        On Gepper
                        Wait 0.5
                Jump BufferCom4Top -X(Posi_X3) +Y(Posi_Y3)

                        Print "PCB_Complete = 1"
                        PCB_Complete = 1
                        Off Lifter
                        IndexPCB = 2
                        Seq_Robot = 1
                        Jump P2
            EndIf
        EndIf

        Send
    Seq_Pause = Seq_Robot
    Index_Pause = IndexPCB
Loop
Do While (Buttom_Pause)
    If Buttom_Pause Then
        Print "Buttom_Pause"
        Seq_Pause = Seq_Robot
        Index_Pause = IndexPCB
        Check_Pause = True
    EndIf
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        Loop
    Loop
Fend
```

ClassCheckButton

```
Global Boolean CheckIO_Pause
Function CheckButtom

    CheckIO_Pause = True
    Do
        If Sw(RobotRecVision) Then
            VisionReady = True
        EndIf
        If Sw(SW_start) Then 'Start
            Buttom_Strat = True
            Buttom_Stop = False
            Buttom_Pause = False
            Check_START = True
            PCB_Complete = 0
            Off TowerRed
            Off TowerYellow

            Call IO_Start

      ElseIf Sw(SW_stop) Then 'Stop
        Buttom_Strat = False
        Buttom_Stop = True
            Buttom_Pause = False
            Check_START = False
            CheckIO_Pause = True

            PCB_Complete = 0
            ChkRS232 = True
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CheckLifter = True
                Call IO_Stop

        ElseIf Sw(SW_pause) Then 'Pause
        Buttom_Strat = False
        Buttom_Stop = False
        Buttom_Pause = True
        If Check_START Then
                'Pause
                Print "Check_START = True"
                On TowerYellow
                Off TowerGreen
                Off TowerRed
                CheckIO_Pause = True
        ElseIf CheckIO_Pause Then
                'Bypart
                Print "Check_START = False"
                Call IO_Pause
                Xqt AutoRun_ByPart
                CheckIO_Pause = False
        EndIf
        EndIf

    Loop
Fend
Function IO_Start
    Print "Clear I/O :Start"

        If CheckIO_Pause Then

        ElseIf CheckIO_Pause = False Then
                Off VisionPCB
                Off Buzzer
                Off FeederLock
                Off FeederPick_up
                Off Gepper
                Off FeedInReq
                Off FeedOutReady
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            Off Lifter
            Off RobotSendReady
            Off Stopper
            Off TowerRed
            Off TowerYellow

        EndIf

        On TowerGreen
        On BlowFeederPower
Fend
Function IO_Stop
    Print "Clear I/O :Stop"
        Off VisionPCB
        Off Buzzer
        Off FeederPick_up
        Wait 1.5
        Off FeederLock
        Off Gepper
        Off FeedInReq
        Off FeedOutReady
        Off Lifter
        Off RobotSendReady
        Off Stopper
        Off TowerGreen
        Off TowerYellow
        Off MotorConveyor1
        Off MotorConveyor2

        On TowerRed
        Off BlowFeederPower

        Quit Autorun_Convenyor
        Quit Serial_interface
        Quit CheckPassNG
        'Quit Autorun_Robot

Fend
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Function IO_Pause
        Print "Clear I/O :Pause"
        Print "ByPart"
        Off TowerGreen
        Off TowerRed

        On TowerYellow
Fend
```

ClassFeedConveyor

```
Global Boolean CheckLifter
Function Autorun_Convenyor
        Print "donut"

                Xqt RobotByPart_Conveyor1
                Xqt RobotByPart_Conveyor2
Fend
Function RobotByPart_Conveyor1
        Do
                If (Buttom_Strat) Then
                        If Sw(PhotoSensor2) Then
                                Off MotorConveyor1
                                'Print "Off FeedInReq"
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                Off FeedInReq
                If Sw(PhotoSensor3) = False Then
                        Do
                                If Sw(PhotoSensor4) Then
                                        Off MotorConveyor1
                                Else
                                        On MotorConveyor1
                                EndIf

                                If Sw(PhotoSensor3) Then
                                        Off MotorConveyor1
                                        Exit Do
                                EndIf
                        Loop

                EndIf
                If Sw(PhotoSensor4) Then
                        Off MotorConveyor1
                Else
                '       On MotorConveyor1
                EndIf

        Else
                On FeedInReq
                'Print "On FeedInReq"
                On MotorConveyor1

        EndIf
    EndIf
  Loop
Fend

Function RobotByPart_Conveyor2
  ChkRS232 = True
  CheckLifter = True
  Boolean ChkLoop
  ChkLoop = True
  Do
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
If (Buttom_Strat) Then
        If Sw(PhotoSensor3) And PCB_Complete = 0 And Sw(LefterDown) Then

                On Stopper
                Wait 0.5
                Print "Check Lifter"
                On Lifter

                'Off MotorConveyor2
                If Sw(LifterUp) And ChkRS232 Then
                '       Wait 0.5
                        On VisionPCB
                        Print "ON VisionPCB"
                        Call Serial_interface
                        ChkRS232 = False
                        CheckLifter = False
                EndIf
        ElseIf Sw(PhotoSensor3) = False Then
                On MotorConveyor2
        EndIf

        If PCB_Complete = 1 And Sw(LefterDown) Then
                Off Stopper
                On MotorConveyor2
                ChkLoop = True
                Print "Loop PCB_Complete"
                Do While (ChkLoop)
                        If Sw(PhotoSensor4) Then
                                Print "Reset PCB_Complete"
                                Off MotorConveyor2
                                On FeedOutReady
                                If Sw(FeedOutReq) Or Sw(PhotoSensor4) = False
Then

                                        'Print "FeedOutReq"
                                        On MotorConveyor2
                                        Wait 1
                                        PCB_Complete = 0
                                        ChkRS232 = True
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    CheckLifter = True
                    CheckSerial = False
                    ChkLoop = False
                EndIf
                If InterLock Then
                    On MotorConveyor2
                Else
                    Off MotorConveyor2
                EndIf
            Else
                On MotorConveyor2
                InterLock = False
            EndIf
        Loop
    EndIf
EndIf
Loop
Fend
```

ClassFeedObject

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Function FeedObject
        Integer AlramFeedWait
        AlramFeedWait = 0;
        Do
                Do While (Buttom_Strat)
                        If Sw(Pickup_Down) = 1 Then
                                Wait (0.5)
                                If Sw(FiberOpticDetect) = 1 Then 'Fiber Optic
                                        Off TowerYellow
                                        Wait (0.3)
                                        On FeederLock 'Feed Lock
                                        Wait (0.3)
                                    On FeederPick_up 'Feed Up
                                    AlramFeedWait = 0
                                    Wait 0.5
                                    Off FeederLock
                                Else
                                        AlramFeedWait = AlramFeedWait + 1
                                        Print "intvar = ", Str$(AlramFeedWait)
                                        If AlramFeedWait > 15 Then
                                                On TowerYellow
                                                On Buzzer
                                                Wait 1
                                                Off TowerYellow
                                                Off Buzzer

                                                On TowerYellow
                                                On Buzzer
                                                Wait 1
                                                Off TowerYellow
                                                Off Buzzer

                                                On TowerYellow
                                                On Buzzer
                                                Wait 1
                                                Off TowerYellow
                                                Off Buzzer
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                                        On TowerYellow
                                        On Buzzer
                                        Wait 1
                                        Off TowerYellow
                                        Off Buzzer

                                        On TowerYellow

                                    EndIf
                                EndIf
                            EndIf
                        Loop
                        Do While (Buttom_Stop)
                            Off FeederPick_up
                            Wait 1
                            Off FeederLock
                        Loop
                Loop
Fend
```

ClassSerial

```
Function Serial_interface
        Real numOfChars
        String data$
        String token$(0)

        Integer VisionWait
        VisionWait = 0;
        Integer errNum
        OpenCom #1
        'OnErr GoTo errHandler
        Do
                numOfChars = ChkCom(1)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
If numOfChars > 0 And numOfChars = 8 Then
        Line Input #1, data$
        Print "Reading Serial"
        Print data$
        ParseStr data$, token$(), ","

        Print token$(0)
        Print token$(1)
        Print token$(2)
        Print token$(3)
        Print token$(4)
        Print token$(5)
        Print token$(6)
        Print token$(7)
        Print token$(8)
        Print token$(9)
        Print token$(10)
        Print token$(11)
        Print token$(12)
        Print token$(13)
        Print token$(14)
        Print token$(15)

        Posi_X0 = Val(token$(0))
        Posi_Y0 = Val(token$(1))
        Posi_X1 = Val(token$(2))
        Posi_Y1 = Val(token$(3))
        Posi_X2 = Val(token$(4))
        Posi_Y2 = Val(token$(5))
        Posi_X3 = Val(token$(6))
        Posi_Y3 = Val(token$(7))
        Posi_X4 = Val(token$(8))
        Posi_Y4 = Val(token$(9))
        Posi_X5 = Val(token$(10))
        Posi_Y5 = Val(token$(11))
        Posi_X6 = Val(token$(12))
        Posi_Y6 = Val(token$(13))
        Posi_X7 = Val(token$(14))
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
'
            Posi_Y7 = Val(token$(15))

            CheckSerial = True
            Off VisionPCB
            Off TowerRed
            Off TowerYellow
            Off Buzzer
            On TowerGreen
            Print "OFF VisionPCB"
            VisionWait = 0
            Exit Do
        EndIf
        If numOfChars > 8 Then
Line Input #1, data$
            Print "Check Reading Serial"
            Print data$
        EndIf

        If numOfChars = 0 Then
            VisionWait = VisionWait + 1
            Print "intvar = ", Str$(VisionWait)
        ElseIf numOfChars > 8 Then
            VisionWait = VisionWait + 1
            Print "intvar = ", Str$(VisionWait)
        EndIf

        If VisionWait > 300 Then
            On TowerRed
            On TowerYellow
            Off TowerGreen
            On Buzzer
        EndIf

        If Buttom_Stop Then
            Exit Do
        EndIf

Loop
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Fend
```

ClassByPart

```
Global Boolean InterLock

Function AutoRun_ByPart
        InterLock = False
        Boolean ChekSen4
        ChekSen4 = False
        Xqt ByPart_Conveyor1
        Call ByPart_Conveyor2
Fend


Function ByPart_Conveyor1
        Do While (Buttom_Pause) And (Check_START) = False
                If Sw(PhotoSensor2) Then
                        Off MotorConveyor1
                        Off FeedInReq
                        If Sw(PhotoSensor4) = False Then
                                Do
                                        On MotorConveyor1
                                        If Sw(PhotoSensor4) Then
                                                Off MotorConveyor1
                                                Exit Do
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    EndIf
                Loop
            EndIf

        Else
            On FeedInReq
            On MotorConveyor1
        EndIf
    Loop
Fend

Function ByPart_Conveyor2
    Do While (Buttom_Pause) And (Check_START) = False
        If Sw(PhotoSensor4) Then
            If Sw(FeedOutReq) Then
                On MotorConveyor2
                Print "InterLock"
                InterLock = True
            EndIf
            If InterLock Then
                On MotorConveyor2
            Else
                Off MotorConveyor2
            EndIf
        Else
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                On MotorConveyor2
                InterLock = False
            EndIf
        Loop
Fend
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	สรวิศ ศิริมาลีวัฒนา
วัน เดือน ปีเกิด	22 กรกฎาคม 2536
ที่อยู่	99/46 บ้านพักรถไฟกม.11 ถนนวิภาวดี เขตจตุจักร แขวงจตุจักร กรุงเทพฯ 10900 อิเมล : sorawit.vsalab@gmail.com โทร : 095-814-6969
ประวัติการศึกษา	2555 – ปัจจุบัน กำลังศึกษาหลักสูตร วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิตสาขาวิศวกรรมระบบการผลิต วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประวัติการทำงานและผลงานวิจัย	
2558	นักศึกษาฝึกงานภาคฤดูร้อนน / สหกิจศึกษา แผนก Research and development บริษัท แคล-คอมพ์ อิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด มหาชน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้