รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

หุ่นยนต์อุตสาหกรรมยกคอมเพรสเซอร์แอร์

INDUSTRIAL ROBOT LIFT COMPRESSOR

ธนพนธ์ พวงสูงเนิน

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2559

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

T148518

รายงานสหกิจกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

หุ่นยนต์อุตสาหกรรมยกคอมเพรสเซอร์แอร์

INDUSTRIAL ROBOT LIFT COMPRESSOR

ธนพนธ์ พวงสูงเนิน

เลขหมู่ 2559
เลขทะเบียน 148518
วัน.เดือน.ปี 30 ต.ค. 2560
b00266796

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่องานวิจัย	หุ่นยนต์อุตสาหกรรมยกคอมเพรสเซอร์แอร์
ชื่อ-สกุล นักศึกษา	นายธนพนธ์ พวงสูงเนิน
ภาควิชา	วิศวกรรมการวัดและควบคุม
ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล มณีรัตน์
ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน	นายอำนาจ วิริญากิจสมบูรณ์
สถานประกอบการ	บริษัท ไทยซัมซุง อิเลคโทรนิคส์ จำกัด

บทคัดย่อ

รายงานฉบับนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อนำเสนอถึงวิธีการนำหุ่นยนต์อุตสาหกรรม มาใช้ประโยชน์ในสายการผลิตของโรงงาน เพื่อแก้ปัญหาในเรื่องความเสี่ยงต่อร่างกายมนุษย์ที่ยกคอมเพรสเซอร์ โดยพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์วิชัน (Vision) ใช้งานควบคู่กับการ Teach หุ่นยนต์ เพื่อที่จะวิเคราะห์มุมองศาของคอมเพรสเซอร์ และเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของหุ่นยนต์ลดความผิดพลาดที่เกิดจากมนุษย์ เช่น การจัดวาง Pallet คอมเพรสเซอร์ที่ไม่ถูกตำแหน่งทำให้หุ่นยนต์มีความยืดหยุ่นมากขึ้น โดยในรายงานฉบับนี้จะอธิบายถึงการวิเคราะห์รูปภาพด้วยหลักการ Morphology และการใช้งานโปรแกรม LabVIEW, AS Language ซึ่งเป็นส่วนประกอบสำคัญในการโปรแกรมหุ่นยนต์อุตสาหกรรม

โดยเริ่มต้นการทำงานนั้นเริ่มจากการวิเคราะห์ปัญหาโดยทราบว่าในสายการผลิตในส่วนของการยกคอมเพรสเซอร์นั้นจะมีค่า Reba Score ที่ค่อนข้างสูง จึงมีผลเสียต่อร่างกายในระยะยาว ดังนั้นจึงเลือกใช้หุ่นยนต์อุตสาหกรรมเข้ามาใช้งานในตำแหน่งงานนี้ โดยทำการออกแบบระบบทำงานของหุ่นยนต์ในพื้นที่นั้น โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป K-roset และ SolidWorks แล้วจึงทำแผนผัง Flow Chart เพื่อแสดงถึงกระบวนการทำงานของหุ่นยนต์ แล้วจึงลงมือปฏิบัติทำการทดลอง และปรับปรุงกระบวนการ โดยหุ่นยนต์อุตสาหกรรมยกคอมเพรสเซอร์นั้น สามารถแก้ปัญหาโดยนำมาทำงานแทนคนได้จริง จากการทดลองหุ่นยนต์อุตสาหกรรมทำการยกคอมเพรสเซอร์ไปวางบนเซ็ตจำนวน 10 ครั้ง ซึ่งหุ่นยนต์อุตสาหกรรมนั้นสามารถทำได้สำเร็จเป็นจำนวน 9 ครั้ง

คำสำคัญ: Morphology, LabVIEW, AS Language, Reba Score, K-roset

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research Title	Industrial Robot Lift Compressor
Student Intern Name	Tanapon Poungsoongnoen
Department	Instrumentation and Control Engineering
Advisor Name	Asst. Prof. Dr. Noppadol Maneerut
Mentor Name	Amnad Viriyakitsomboon
Company	Thai Samsung Electronic Co., Ltd.

ABSTRACT

This report is written for presenting about Industrial Robots use with computer vision system In order to analyze the angle of the compressor and increases the performance of the robot. Reduce errors caused by humans. Such placement pallets compressor taking the wrong position. The robot is made more flexible by the report explains the principles of image analysis. Morphology and use LABVIEW, AS Language is integral to program the robot industry.

The initial work will start by analyzing the problems that the production line in terms of lifting the compressor have a Reba score quite high and thus negatively affect the body in the long term, use of industrial robots in use. in this position The design of the system Robots in the program by k-roset and SOLIDWORKS then made flow chart diagram to represent the workflow of the robot. Then, take action And testing and process improvement by industrial robots can lift compressor solutions put forward by the people actually working. Experimental industrial robots can lift the compressor over a set of 10 times can be achieved as the number eight times.

Keywords: Morphology, LabVIEW, AS Language, Reba Score, K-roset

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

รายงานฉบับนี้สำเร็จได้รับความอนุเคราะห์ จากบริษัท ไทยซัมซุง อิเลคโทรนิคส์ จำกัด ที่ได้เปิดโอกาสให้ข้าพเจ้าได้เข้าฝึกงานและได้ร่วมเข้าทำโครงการสหกิจกับทางบริษัท โดยทางบริษัทได้มอบประสบการณ์ที่ดีและแปลกใหม่กับข้าพเจ้า ทำให้ข้าพเจ้าได้ทราบและเข้าใจสิ่งต่างๆ ได้ดีมากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังสนับสนุนสิ่งที่ดีอีกหลายๆ สิ่งในระยะเวลาตลอด 6 เดือนมานี้ ขอขอบพระคุณสำหรับโอกาสและความไว้วางใจเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล มณีรัตน์ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือให้ความรู้ในการทำงานจริง และเป็นที่ปรึกษาในยามที่เจอปัญหาต่างๆ ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

และขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ปกรณ์ แก้วตระกูลพงษ์ ผู้ซึ่งเป็นอาจารย์สอนวิชา Machine Vision ที่ช่วยให้คำแนะนำความรู้เชิงวิชาการเป็นอย่างดีมาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณบุคบุคลากรทุกท่านที่ทำงานในแผนก Facilities Engineering บริษัท ไทยซัมซุง อิเลคโทรนิคส์ จำกัด ที่คอยให้การช่วยเหลือทางด้านความรู้ การให้คำแนะนำ และทักษะการทำงานต่างๆ อันเป็นวิชาชีพ รวมทั้งบุคคลท่านอื่นที่ไม่ได้กล่าวถึงไว้ ณ ที่นี้ ที่ได้ให้ความรู้ คำปรึกษาและการประสานงานอย่างดี นำมาซึ่งการทำโครงการสหกิจในครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ธนพนธ์ พวงสูงเนิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญภาพ	IX
สารบัญตาราง	XVI
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	1
1.3 ขอบเขตของการทำวิจัย	2
1.4 วิธีดำเนินการทำวิจัย	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 ทฤษฎี และความรู้ที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 คุณสมบัติของหุ่นยนต์ที่ใช้	5
2.1.1 การเคลื่อนที่แบบ TRANS และ JOINT	6
2.1.2 การเชื่อมต่อกับระบบลมภายนอก	11
2.1.3 แนะนำตู้คอนโทรลของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม	12
2.2 การดำเนินการหุ่นยนต์อุตสาหกรรมบน Teach Pendant	14
2.2.1 การเริ่มต้นโปรแกรม (Create Program)	15
2.2.2 การ Teaching Robot (Teach Oparetion)	16
2.2.3 การตั้งโหมดการทำงานของหุ่นยนต์	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.2.4 การตั้งค่า Monitoring Screen 17

2.2.5 การโปรแกรมหุ่นยนต์ ด้วยโครงสร้างโปรแกรมใน Teach Pendant 19

2.2.6 INTERFACE PANEL 20

2.3 การเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก (External I/O) 28

2.3.1 EXTERNAL INPUT SIGNAL (External to Robot) 28

2.3.2 EXTERNAL OUTPUT SIGNAL (Robot to External) 29

2.4 การโปรแกรมหุ่นยนต์อุตสาหกรรมด้วย As Language บน PC 30

2.4.1 การเชื่อมต่อระหว่าง PC และ Controller ด้วยสาย ETHERNET 30

2.4.2 การเขียนโปรแกรมด้วยซอฟแวร์ Notepad++ 31

2.4.3 การเขียนโปรแกรมรับส่งข้อมูลกับซอฟแวร์ภายนอก 32

2.4.4 ชุดคำสั่งการโปรแกรมหุ่นยนต์อุตสาหกรรม 33

2.5 โปรแกรม LabVIEW 35

2.5.1 DATA FLOW AND PROGRAMING 38

2.5.2 ส่วนประกอบต่างๆ ใน LabVIEW 40

2.6 ระบบรับภาพ (Vision System) 43

2.6.1 การเลือกเลนส์สำหรับกล้องในระบบวิชั่น 44

2.6.2 การคำนวณเพื่อหาขนาดเลนส์ที่ต้องการใช้ 45

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 48

3.1 ออกแบบ ลำดับขั้นตอนการทำงานของหุ่นยนต์อุตสาหกรรมยกคอมเพรสเซอร์ 48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2 การออกแบบชิ้นส่วนทางแมคคานิกส์	50
3.2.1 การออกแบบ Pusher	50
3.2.2 การออกแบบ Stopper	51
3.2.3 การออกแบบ Base Robot	52
3.2.4 การออกแบบ Support Griper (Mounting)	53
3.2.5 การออกแบบ Finger	54
3.2.6 การออกแบบชุด AUTOMATION UP FOAM	55
3.3 Simulation ลำดับขั้นตอนการทำงานของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม ด้วยซอฟแวร์ SolidWorks	57
3.4 Simulation ลำดับขั้นตอนการทำงานของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม ด้วยซอฟแวร์ K-roset	59
3.5 การเขียนโปรแกรมการประมวลผลรูปภาพด้วย LabVIEW	61
3.5.1 การวิเคราะห์ในส่วนของ Compressor	61
3.5.2 การวิเคราะห์ในส่วนของ Base-Out	63
3.5.3 ระบบการแปลงหน่วยจาก Pixel เป็น Real World	65
3.5.4 การประมวลผลภาพในระบบ Vision เพื่อวิเคราะห์	71
3.6 การทำงานของหุ่นยนต์อุตสาหกรรมยกคอมเพรสเซอร์ร่วมกับระบบอื่นๆ	76
3.6.1 ขั้นตอนการทำงานภาพรวมของระบบ	76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.6.2 ปัญหาการจัดเรียง Compressor บน Pallet Foam กับ
ระบบวิชันในการเคลื่อนที่ 85

3.7 อธิบายหน้าต่างการใช้งานโปรแกรม 87

3.7.1 หน้าต่างการทำงานหลัก 87

3.7.2 การ Add Foam 89

3.7.3 การ Add Compressor 89

3.7.4 การ Add Model 90

3.7.5 การค้นหา Model 91

3.7.6 การตั้งค่าแสงกล้องในฟังก์ชัน Vision Acquisition 91

บทที่ 4 ผลการวิจัย 92

4.1 ผลจากการใช้การประมวลผลภาพใน Case การวิเคราะห์ต่างๆ 92

4.1.1 ผลจากการประมวลภาพโดย Case ORIGIN 92

4.1.2 ผลจากการประมวลภาพโดย Case AXIS 93

4.1.3 ผลจากการประมวลภาพโดย Case BASE 94

4.1.4 ผลจากการประมวลภาพโดย Case COMP 95

4.1.5 การสอบเทียบความแม่นยำของอุปกรณ์ และโปรแกรมวิเคราะห์
ในการหาตำแหน่งการขยับตำแหน่งแรกโดย Case ORIGIN 96

4.1.6 การสอบเทียบความแม่นยำของอุปกรณ์ และโปรแกรมวิเคราะห์
ในการหาตำแหน่งการหยิบถังคอมเพรสเซอร์โดย Case COMP 98

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.1.7 การสอบเทียบความแม่นยำของอุปกรณ์ และโปรแกรมวิเคราะห์ในการหาตำแหน่งการวางถังคอมเพรสเซอร์บน SET โดย Case BASE 100

บทที่ 5 บทวิจารณ์ และสรุป 102

5.1 สรุปผลการทดลอง 102

5.2 ปัญหาที่พบ 103

5.3 ข้อเสนอแนะ 103

เอกสารอ้างอิง 104

ประวัติผู้เขียน 105

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	ขั้นตอนดำเนินการทำวิจัย	3
2.1	คุณสมบัติของหุ่นยนต์ KAWASAKI RS050N	5
2.2	ข้อจำกัดของการเคลื่อนที่ของหุ่น KAWASAKI RS050N	5
2.3	ตำแหน่งของ JOINT แต่ละ JOINT	6
2.4	ตำแหน่งแกนในการเคลื่อนที่แบบ TRANS	8
2.5	พิกัดการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ตามกฎ EULER'S O, A, T	10
2.6	วงจรลมภายนอก และภายในหุ่นยนต์อุตสาหกรรม	11
2.7	การต่อแหล่งจ่ายลมจากภายนอกเข้ากับหุ่นยนต์อุตสหกรรม	11
2.8	ช่อง Port Output ของลมแต่ละคู่ บนแขนของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม	12
2.9	ตู้คอนโทรลของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม	12
2.10	แผงสวิตซ์คอนโทรล Operation Panel	13
2.11	แผงปุ่มกดบน Teach Pendant	13
2.12	แผงหน้าจอ Touch Screen ของ Teach Pendant	14
2.13	แถบการเริ่มต้นโปรแกรมใหม่	15
2.14	รายชื่อโปรแกรมในหน่วยความจำ	15
2.15	คีบอร์ดตั้งชื่อโปรแกรม	15
2.16	Monitoring Sceen Axis	17
2.17	Monitoring Sceen Input Signal	17
2.18	Montoring Sceen Output Signal	17
2.19	Monitoring Sceen Motor Speed	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

2.20 Monitoring Sceen Encoder Data 18

2.21 Monitoring Sceen Internal Signal 18

2.22 แถบเมนู AS Language Teach 19

2.23 โครงสร้างการเขียน AS Language แบบ Pre-register Construction 19

2.24 โครงสร้างการเขียน AS Language แบบ Free Programing 19

2.25 การทำงานหน้าต่าง Interface Panel 20

2.26 หน้าต่างตั้งค่า Interface Panel 20

2.27 หน้าต่างตั้งค่า Pilot Lamp 21

2.28 หน้าต่างตั้งค่า Push Button 22

2.29 หน้าต่างตั้งค่า Push Button with Lamp 23

2.30 หน้าต่างตั้งค่า 2-Notch Selector Switch 24

2.31 หน้าต่างตั้งค่า 3-Notch Selector Switch 25

2.32 หน้าต่างตั้งค่า Variable Data Display 26

2.33 หน้าต่างตั้งค่า String Data Display 27

2.34 แผนผังวงจรการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก Input Signal 28

2.35 แผนผังวงจรการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก Output Signal 29

2.36 การเชื่อมต่อระหว่าง PC และ Controller 30

2.37 ซอฟแวร์หน้าต่าง KRterm 30

2.38 เขียนผ่าน Notepad++ โดยใช้ As Language เพื่อควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ 31

2.39 แผนภาพการรับส่งข้อมูลระหว่าง PC และ Robot Controller 32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ | หน้า

2.40 ตัวอย่างเครื่องมือวัดเสมือนที่สร้างจาก LabVIEW 35

2.41 ภาพหน้าต่าง LabVIEW 2014 36

2.42 หน้าจอการเขียนโปรแกรม และหน้าจอแสดงผล 37

2.43 Block Diagram ของ LabVIEW 39

2.44 Block Diagram เครื่องมือวัดที่สร้างจาก LabVIEW 39

2.45 หน้าต่าง Front Panel และ Block Diagram 40

2.46 Controls Palette ที่ใช้ในการออกแบบ Front Panel 41

2.47 ตัวอย่าง Block Diagram 42

2.48 ตัวอย่างระบบรับภาพ 43

2.49 ตัวอย่างรูปที่ได้จากเลนส์ชนิดต่างๆ 44

2.50 อธิบายการทำงานของกล้อง 45

2.51 อธิบายความแตกต่างของขนาด Sensor Size 46

2.52 ความแตกต่างของภาพที่เกิดขึ้นเมื่อ Sensor Size และ Focal Length เปลี่ยน 46

3.1 Flow Chart ลำดับการทำงานของหุ่นยนต์ 49

3.2 การออกแบบ Pusher ด้วยโปรแกรม SolidWorks 50

3.3 การออกแบบ Stopper ด้วย SolidWorks 51

3.4 การออกแบบ Base Robot 52

3.5 ข้อจำกัดการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ และ Dimension ฐานของหุ่นยนต์ 52

3.6 การออกแบบ Support Griper 53

3.7 Dimension ของ AF46SN-160N 53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.8 Dimension ของ Flang	53
3.9 การออกแบบ Finger	54
3.10 Dimension ของ AF46SN-160N ส่วนที่ใช้จับยึดกับ Finger	54
3.11 การออกแบบชุด Automation UP FOAM	55
3.12 การทำงานชุด Automation UP FOAM	55
3.13 การออกแบบการส่งกำลังด้วยมอเตอร์และชุดเฟืองทด	56
3.14 การจำลองการทำงานของหุ่นยนต์ด้วย SolidWorks	57
3.15 การจำลองการจัด Centering	57
3.16 การจำลองการ Scan เพื่อดึง Data Base	57
3.17 การจำลองการถ่ายภาพ Compressor	58
3.18 การจำลอง Scan Compressor	58
3.19 การจำลองการถ่ายภาพ SET	58
3.20 การจำลองการวางคอมเพรสเซอร์	59
3.21 การจำลองการจัด Centering	59
3.22 การจำลองการถ่ายภาพ Compressor	60
3.23 การจำลอง Scan Compressor	60
3.24 การจำลองการถ่ายภาพ SET	60
3.25 การจำลองการวางคอมเพรสเซอร์	61
3.26 การจับภาพ Compressor จากมุมบน	61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
3.27	การวิเคราะห์ส่วนของความละเอียดในการจับภาพจาก Data Compressor	63
3.28	การวิเคราะห์ส่วนของความละเอียดในการจับภาพจาก Data Vacuum	63
3.29	รูปแบบของ Base–Out เพื่อใช้ในการจับวิเคราะห์รูปภาพ	64
3.30	ความแตกต่างของทิศการวางตัว Grommet บน Base–Out	65
3.31	การวิเคราะห์ส่วนของความละเอียดในการจับภาพจาก Data Grommet	65
3.32	การใช้เครื่องมือวัดตลับเมตรวัดหาค่า WD ของ Compressor	66
3.33	การใช้เครื่องมือวัดตลับเมตรวัดหาค่า WD ของ Base–Out	66
3.34	ตัวอย่างการกรอกข้อมูลของ Compressor	67
3.35	ตัวอย่างการกรอกข้อมูลของ Base–Out	68
3.36	รูปสูตรการแปลงจาก Pixel เป็น Real World	69
3.37	การนำค่าที่ได้จากสูตรมาแปลงหน่วยหลังสร้างโคออดิเนตกล้อง	69
3.38	คุณสมบัติของกล้อง GigE DMK23G445	70
3.39	ทำมอร์โฟโลจีกำจัดพาร์ทิเคิลที่ขอบภาพ	72
3.40	ทำมอร์โฟโลจีเติมเต็มรูจากภาพ	72
3.41	ทำการ Auto Thresholding	73
3.42	การวิเคราะห์ภาพของระบบวิชั่นใน Case COMP	74
3.43	การวิเคราะห์ภาพของระบบวิชั่นใน Case AXIS	75
3.44	ตำแหน่งการทำงานของหุ่นยนต์	76
3.45	การทำงานของ Centering ส่วนของ Photo Sensor	77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
3.46	อธิบายการทำงานของ Centering ส่วนของ Stopper และ Pusher	77
3.47	Scanner ทำการ Scan Serial Number ที่ Base-Out	78
3.48	Magnetic Lock ทำการ Check สถานะ AGV ที่เข้ามาจอดเรียบร้อย	78
3.49	การเลือกรุ่น Compressor ที่อยู่บน AGV ซ้ายและขวา	79
3.50	การเช็คการมีอยู่ของโฟมชั้นที่ 2 โดย Photoelectric Sensor	79
3.51	การจับภาพที่ตำแหน่งของ Case ORIGIN	80
3.52	โอกาสที่จะเกิดการเอียงของโฟม เนื่องจากรถ Folk Lift	80
3.53	การจับภาพที่ตำแหน่งของ Case AXIS	81
3.54	การจับภาพที่ตำแหน่ง Case COMP	81
3.55	หุ่นยนต์ทำการหยิบ Compressor	82
3.56	หุ่นยนต์ยก Compressor ไปสแกนกับตัว Scanner	82
3.57	หน้าจอ Display กรณีสแกนบาร์โค้ดที่ Compressor	83
3.58	การแจ้งเตือน Alarm ด้วยสีสัญญาณไฟและเสียง	83
3.59	การจับภาพที่ตำแหน่ง Case BASE	84
3.60	หุ่นยนต์วาง Compressor ลงบน Base-Out	84
3.61	การทำงานของ UPFOAM Automation	85
3.62	การเกิด Case EMPTY กรณีเจอพื้นที่ว่างเปล่า	86
3.63	การเกิด Case ERROR ของ Case COMP	86
3.64	การเกิด Error ของ Case BASE	87
3.65	หน้าต่างการทำงานหลัก	87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.66 หน้าต่างการ Add Foam	89
3.67 หน้าต่างการ Add Compressor	89
3.68 หน้าต่างการ Add Model	90
3.69 หน้าต่างการค้นหา Model	90
3.70 หน้าต่างการตั้งค่ากล้อง	91
4.1 ผลการประมวลผลภาพด้วย Case ORIGIN	92
4.2 ผลการประมวลผลภาพด้วย Case AXIS	93
4.3 ผลการประมวลผลภาพด้วย Case BASE	94
4.4 ผลการประมวลผลภาพด้วย Case COMP	95
4.5 หน้าต่างการแสดงผล Case ORIGIN ของผลการทดลอง	96
4.6 การวัดค่าที่ได้จากการประมวลผลภาพเทียบกับค่าจริงที่วัดได้ Case ORIGIN	96
4.7 หน้าต่างการแสดงผล Case COMP ของผลการทดลอง	98
4.8 การวัดค่าที่ได้จากการประมวลผลภาพเทียบกับค่าจริงที่วัดได้ Case COMP	98
4.9 หน้าต่างการแสดงผล Case BASE ของผลการทดลอง	100
4.10 การวัดค่าที่ได้จากการประมวลผลภาพเทียบกับค่าจริงที่วัดได้ Case BASE	100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ | หน้า

2.1 การเคลื่อนที่แต่ละ JOINT ของหุ่นยนต์ 7

2.2 การเคลื่อนที่แบบ TRANS ของหุ่นยนต์ 9

2.3 โหมดการทำงานของหุ่นยนต์ 16

4.1 ค่าที่ได้จากการประมวลผลภาพและค่าที่วัดจริง Case ORIGIN 97

4.2 ค่าที่ได้จากการประมวลผลภาพและค่าที่วัดจริง Case COMP 99

4.3 ค่าที่ได้จากการประมวลผลภาพและค่าที่วัดจริง Case BASE 101

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมา และความสำคัญ

บริษัท Thai Samsung Electronic Co., Ltd. เป็นบริษัทที่มีองค์กรอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ที่ดำเนินธุรกิจเกี่ยวกับเครื่องใช้ไฟฟ้าเป็นหลัก โดยมีต้นกำเนิดเป็นบริษัทแม่อยู่ที่เกาหลี และสาขาย่อยๆ อยู่ทั่วโลกเพื่อทำการค้าส่งออก ซึ่งในไทยถือว่าเป็นสาขาย่อยที่มีบทบาทสำคัญในการส่งออกแอร์, ตู้เย็น, เครื่องซักผ้า และเตาอบไปให้กลุ่มพ่อค้าคนกลาง และห้างสรรพสินค้า

จุดเริ่มต้นของโครงงานนี้ เนื่องจากในสายการผลิตของแอร์คอนดิชันนั้น เป็นสายการผลิตที่ยังใช้แรงงานมนุษย์ในการทำงาน และในการทำงานบางจุดเป็นการใช้แรงงานทำงานที่อาจก่อให้เกิดการบาดเจ็บของร่างกายได้ในระยะยาว และงานในตำแหน่งนั้น คือ ตำแหน่งคนยกคอมเพรสเซอร์ ข้าพเจ้าจึงเล็งเห็นว่างานใน ณ ตำแหน่งคนยกคอมเพรสเซอร์สามารถที่จะนำหุ่นยนต์อุตสาหกรรมเข้ามาประยุกต์ใช้ได้ เพื่อแก้ปัญหาความเสี่ยงที่จะเกิดอาการบาดเจ็บในระยะยาวของผู้ที่ปฏิบัติงาน ณ ตำแหน่งนั้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บของผู้ปฏิบัติงาน ณ ตำแหน่งนั้น

2. เพื่อลดความผิดพลาดที่เกิดจากมนุษย์ และเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต

3. เพื่อศึกษาวิธีการพัฒนาระบบประมวลผลภาพ เพื่อนำมาประมวลผลเป็นคำสั่งควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์อุตสาหกรรมในการหยิบคอมเพรสเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของการทำวิจัย

1. วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น และออกแบบระบบอัติโนมัติเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น

2. คิดวิธีแก้ไขต่างๆ ที่ทำให้ลดปัญหาที่เกิดขึ้น

3. ออกแบบการทำงานของหุ่นยนต์อัตโนมัติในพื้นที่ที่จำกัด

4. ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SolidWork 2016 สำหรับออกแบบ Concept และ Centering ในสายการผลิต และชิ้นส่วน Part ต่างๆ ที่เป็นอุปกรณ์ใช้ร่วมกับหุ่นยนต์

5. ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป K-roset สำหรับการ Simulate การเคลื่อนที่ และรูปแบบการทำงานข้อจำกัดต่างๆ ของหุ่นยนต์ ก่อนจะลงมือปฏิบัติในพื้นที่จริง

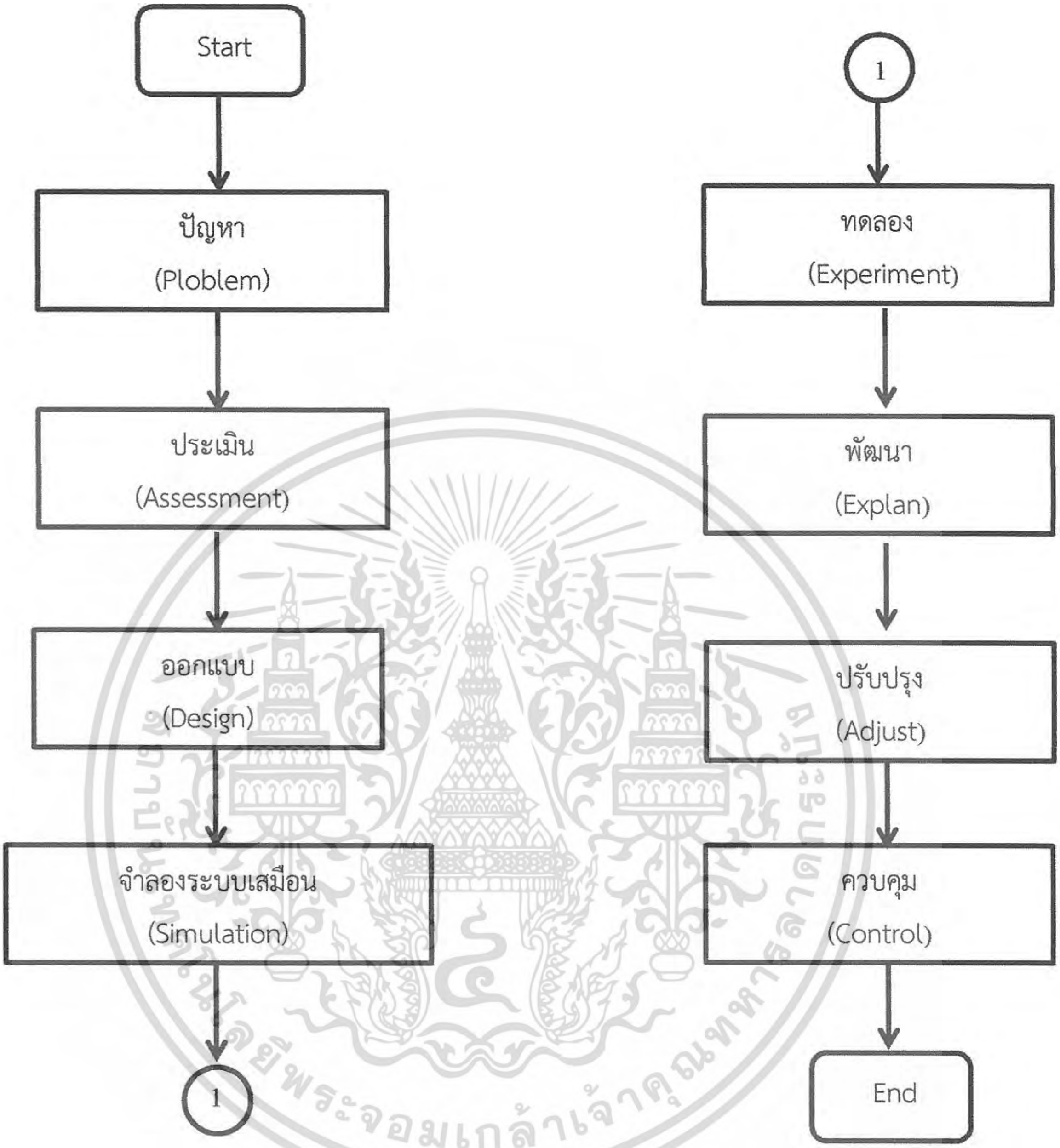
6. ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป Notepad++ สำหรับการโปรแกรม (AS Language) การทำงานของหุ่นยนต์

7. ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป LabVIEW 2016 สำหรับการพัฒนาระบบ Vision Systems ในระบบอุตสาหกรรม และการจัดเก็บ Data System

1.4 วิธีดำเนินการทำวิจัย

เริ่มต้นกำหนดปัญหาที่พบ (Problem) จากนั้นประเมินความคุ้มค่าของการแก้ไขปัญหา(ROI) ประเมินข้อบกพร่อง และผลกระทบที่จะเกิด จากนั้นออกแบบระบบโดยเขียน Flow Chart กระบวนการทำงาน และการ Simulate ระบบการทำงานที่ออกแบบไว้ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SolidWorks และ K-roset หลังจากนั้นนำผลที่ได้จากการ Simulation มานำเสนอสถานประกอบการ แก้ไข และปรับปรุงกระบวนการทำงาน เขียนกระบวนการทำงานของหุ่นยนต์เป็น Flow Chart ทำการทดลองโปรแกรมหุ่นยนต์ปรับปรุงและพัฒนา และสุดท้ายทำการปรับปรุงกระบวนการวางแผนควบคุมดังรูปภาพที่ 1.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินการทำวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. การทำงานของหุ่นยนต์ที่นำมาใช้ยกของหนักจะมาช่วยลดค่า Rebra Score

2. เพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต ลดระยะเวลาที่ใช้ในการผลิต

3. สามารถนำความรู้ไปใช้งานกับงานประเภทอื่นที่มีลักษณะงานใกล้เคียงกันในโรงงาน

4. จะช่วยลดต้นทุนพนักงาน และเพิ่มมูลค่าต่อจำนวนสินค้า

5. จะได้รับความรู้เรื่องการพัฒนาระบบประมวลผลรูปภาพ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

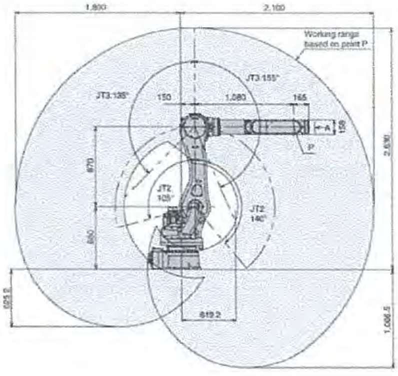
ทฤษฎี และความรู้ที่เกี่ยวข้อง

2.1 คุณสมบัติของหุ่นยนต์ที่ใช้

หุ่นยนต์ Kawasaki RS050N นี้ ถูกเลือกมาใช้ในงานวิจัยนี้มีสาเหตุเนื่องมาจาก ค่า Payload หรือภาระน้ำหนักที่หุ่นสามารถทำได้ โดยตัวถังคอมเพรสเซอร์แอร์นั้นมีน้ำหนักมากถึง 30 kg จึงต้องใช้หุ่นรุ่นนี้โดยจะแสดงคุณสมบัติดังภาพที่ 2.1

ภาพที่ 2.1 คุณสมบัติของหุ่นยนต์ Kawaski Rs050n

โดยคุณสมบัติของหุ่นรุ่น RS050N จะมีข้อจำกัดในการเคลื่อนที่ดังภาพที่ 2.2 การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์โดยหลักการเคลื่อนที่จะมีสองรูปแบบ คือ การเคลื่อนที่แบบ JOINT และการเคลื่อนที่แบบ TRANS



ภาพที่ 2.2 ข้อจำกัดของการเคลื่อนที่ของหุ่น Kawasaki RS050N

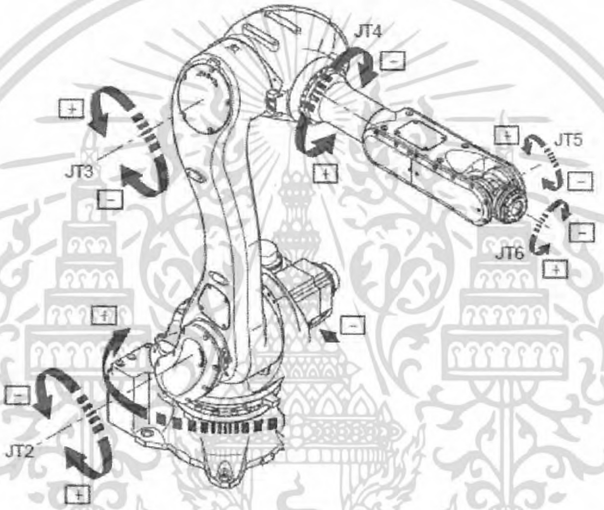
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1 การเคลื่อนที่แบบ TRANS และ JOINT

ลักษณะการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์นั้นสามารถเคลื่อนที่ได้สองรูปแบบคือ การเคลื่อนที่แบบ TRANS และการเคลื่อนที่แบบ JOINT โดยการเคลื่อนที่แต่ละลักษณะจะมีการเคลื่อนที่ที่แตกต่างกันไปโดยอธิบายดังต่อไปนี้

2.1.1.1 การเคลื่อนที่แบบ JOINT

การเคลื่อนที่แบบ JOINT เป็นการเคลื่อนที่ที่เป็นลักษณะข้อต่อเดียว หรือการทำงานมอเตอร์ตัวเดียวดังจะแสดงในภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 ตำแหน่งของ JOINT แต่ละ JOINT

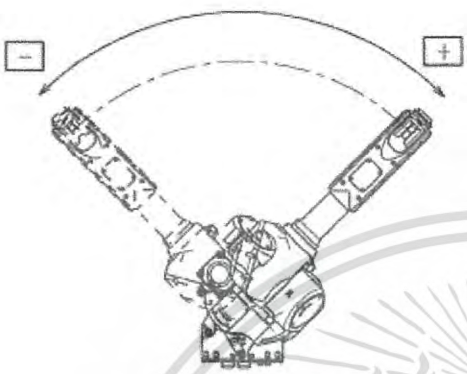
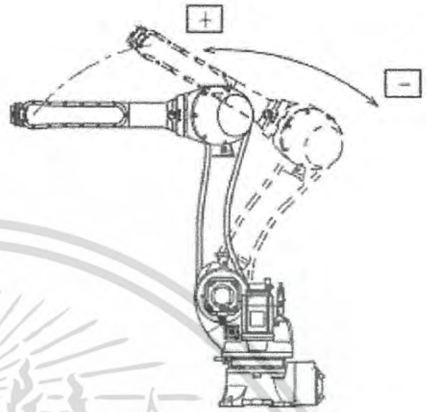
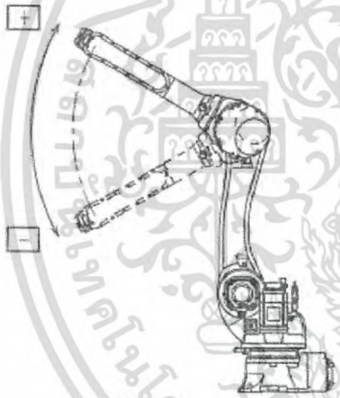
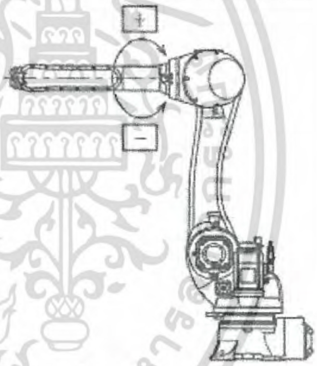
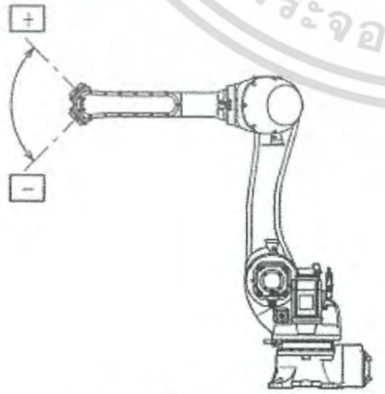
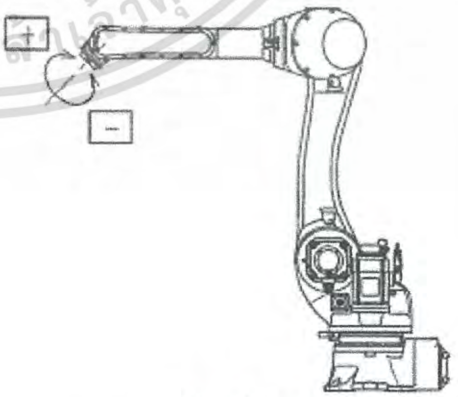
JOINT ของหุ่นยนต์มีทั้งหมด 6 แกน : การเคลื่อนที่เป็นการหมุนรอบของแต่ละแกน

- JT1 คือ การหมุนรอบแกน 1 ของหุ่นยนต์
- JT2 คือ การหมุนรอบแกน 2 ของหุ่นยนต์
- JT3 คือ การหมุนรอบแกน 3 ของหุ่นยนต์
- JT4 คือ การหมุนรอบแกน 4 ของหุ่นยนต์
- JT5 คือ การหมุนรอบแกน 5 ของหุ่นยนต์
- JT6 คือ การหมุนรอบแกน 6 ของหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเคลื่อนที่แบบ JOINT นั้นเป็นการเคลื่อนที่ตามข้อของหุ่นยนต์ตามตำแหน่งของมอเตอร์โดยตรงเท่านั้น โดยจะแสดงการเคลื่อนที่ของแต่ละ JOINT ดังแสดงในตารางที่ 2.1 ดังนี้

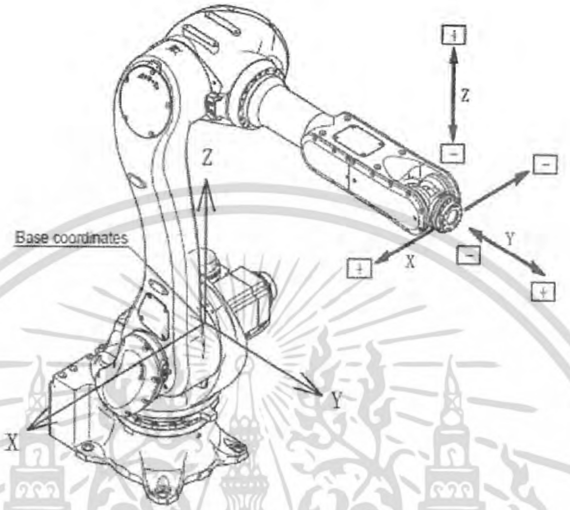
ตารางที่ 2.1 การเคลื่อนที่แต่ละ JOINT ของหุ่นยนต์

 **การเคลื่อนที่ JOINT1**	 **การเคลื่อนที่ JOINT2**
 **การเคลื่อนที่ JOINT3**	 **การเคลื่อนที่ JOINT4**
 **การเคลื่อนที่ JOINT5**	 **การเคลื่อนที่ JOINT6**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.2 การเคลื่อนที่แบบ TRANS

การเคลื่อนที่แบบ TRANS นั้นเป็นการเคลื่อนที่ทุกๆ JOINT จะเคลื่อนที่สัมพันธ์กัน เพื่อทำให้เกิดการเคลื่อนที่ในแนวแกน ของหุ่นยนต์โดยจะแสดงแกนการเคลื่อนที่แบบ TRANS ดังภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 ตำแหน่งแกนในการเคลื่อนที่แบบ TRANS

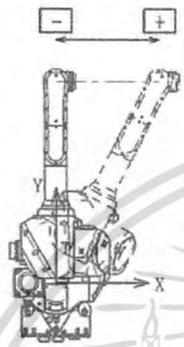
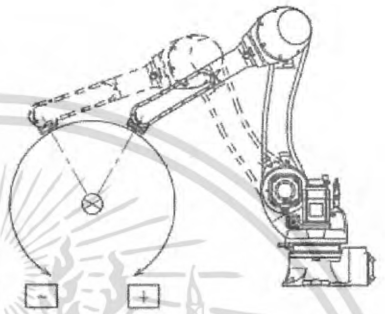
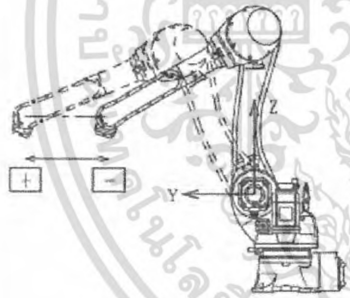
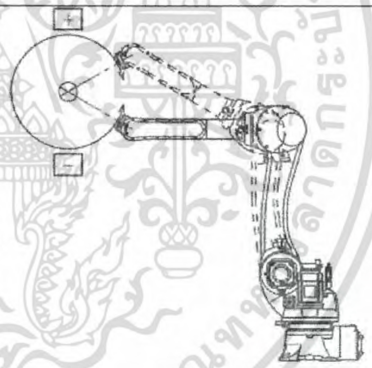
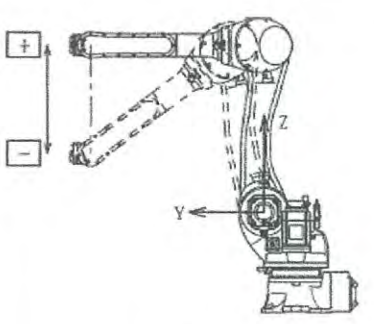
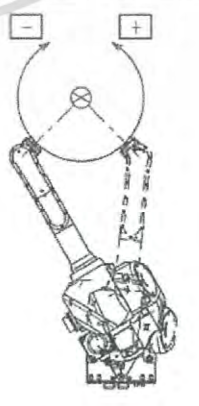
TRANS เป็นการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์โดยอ้างอิงตามแกนการเคลื่อนที่

- X เป็นการเคลื่อนที่โดยขยับไปตามแกน X สามารถไปได้ทั้ง X+ หรือ X- หน่วยเป็น mm.
- Y เป็นการเคลื่อนที่โดยขยับไปตามแกน Y สามารถไปได้ทั้ง Y+ หรือ Y- หน่วยเป็น mm.
- Z เป็นการเคลื่อนที่โดยขยับไปตามแกน Z สามารถไปได้ทั้ง Z+ หรือ Z- หน่วยเป็น mm.
- RX เป็นการเคลื่อนที่โดยขยับหมุนรอบแกน X สามารถไปได้ทั้ง RX+ หรือ RX-
- RY เป็นการเคลื่อนที่โดยขยับหมุนรอบแกน Y สามารถไปได้ทั้ง RY+ หรือ RY-
- RZ เป็นการเคลื่อนที่โดยขยับหมุนรอบแกน Z สามารถไปได้ทั้ง RZ+ หรือ RZ-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเคลื่อนที่แบบ TRANS นั้นเป็นการเคลื่อนที่ตามแกนของหุ่นยนต์ โดยมอเตอร์ทุกตัวของหุ่นยนต์จะทำงานมีความสัมพันธ์กัน โดยจะแสดงการเคลื่อนที่ของแต่ละ JOINT ดังแสดงในตารางที่ 2.2 ดังนี้

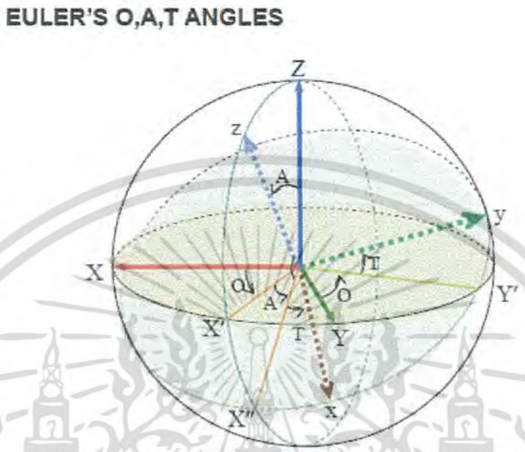
ตารางที่ 2.2 การเคลื่อนที่แบบ TRANS ของแต่ละแกน

 **การเคลื่อนที่ X+**	 **การเคลื่อนที่ RX**
 **การเคลื่อนที่ Y+**	 **การเคลื่อนที่ RY**
 **การเคลื่อนที่ Z+**	 **การเคลื่อนที่ RZ**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.3 มุมในระบบการเคลื่อนที่แบบ TRANS เป็นไปตามหลักของกฎ EULER'S RULE O, A, T

การเคลื่อนที่แบบ TRANS นั้นเป็นการเคลื่อนที่ตามแนวแกน โดยมอเตอร์ทุกตัวจะมีการทำงานที่สัมพันธ์กัน โดยจะประกอบด้วย พิกัด X, Y, Z, O, A, T ดังภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 พิกัดการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ตามกฎ EULER'S O, A, T

- O คือ มุมการเคลื่อนที่โดยอ้างอิงระนาบ Zz กับระนาบ XZ
- A คือ มุมการเคลื่อนที่โดยอ้างอิงแกน z กับแกน Z
- T คือ มุมการเคลื่อนที่โดยอ้างอิงแกน x กับแกน X"

X " จะอยู่บนระนาบ Zz และมุมระหว่างแกนนี้กับแกน Z เป็น 90°
มุมทั้งสามอันนี้เป็นตัวแทนการเคลื่อนที่จากผลรวมของ Σ(X, Y, Z) ที่สัมพันธ์กันกับ Σ(x, y, z) เช่น

1. O เป็นการหมุนรอบของจุดอ้างอิงระบบ Σ(X, Y, Z) รอบแกน Z หรือก็คือเคลื่อนที่จาก Σ(X, Y, Z) ไปยัง Σ(X´, Y´, Z)

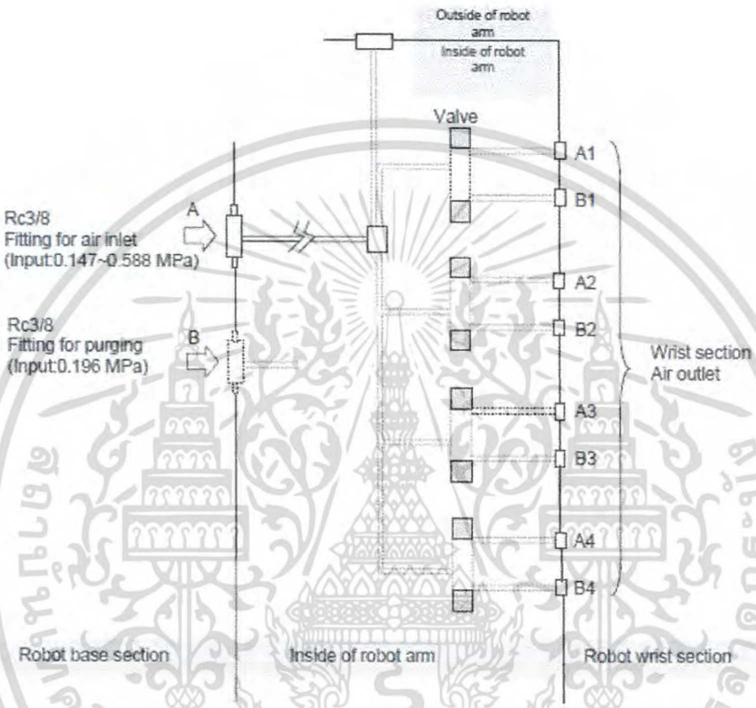
2. A เป็นการหมุนรอบของจุดอ้างอิงระบบ Σ(X´, Y´, Z) รอบแกน Y´ หรือก็คือเคลื่อนที่จาก Σ(X´, Y´, Z) ไปยัง Σ(X", Y´, z)

3. T เป็นการหมุนรอบของจุดอ้างอิงระบบ Σ(X", Y´, z) รอบแกน z หรือก็คือเคลื่นอที่จาก Σ(X", Y´, z) ไปยัง Σ(x, y, z)

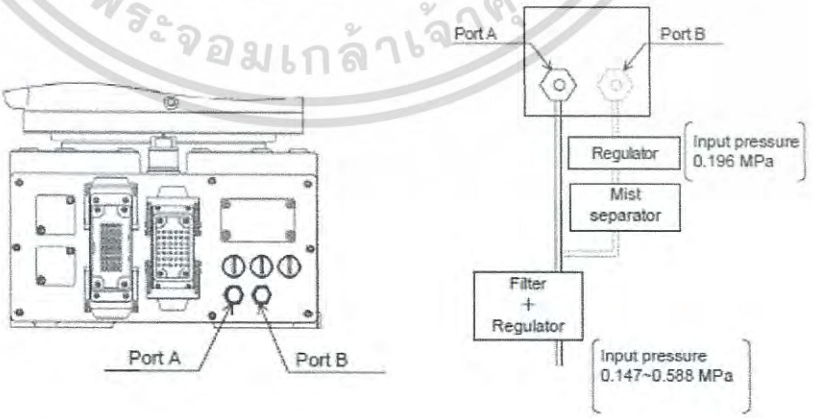
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 การเชื่อมต่อกับระบบลมภายนอก

หุ่นยนต์อุตสาหกรรม Kawasaki R Series นั้นจะมีอุปกรณ์เชื่อมต่อกับระบบลม โดยมีชุดวาล์วลมอยู่ในหุ่นสามารถต่อลมจากภายนอกได้ โดยนำลมไปใช้เป็นเอาต์พุตของหุ่นยนต์ซึ่งสามารถกำหนดช่องลมออกได้โดยฟังก์ชันใน Teach Pendant โดยจะแสดงวงจรลม การต่อแหล่งจ่ายลมจากภายนอก และ Port Output บนแขนของหุ่นยนต์ดังภาพที่ 2.6, 2.7 และ 2.8 ตามลำดับ

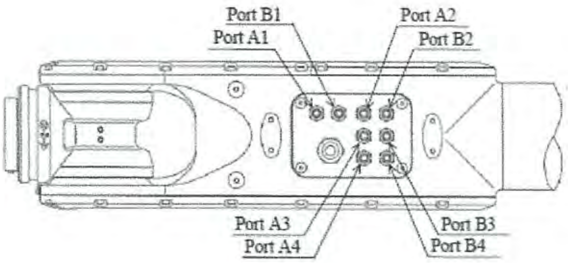


ภาพที่ 2.6 วงจรลมภายนอกและภายในหุ่นยนต์อุตสาหกรรม



ภาพที่ 2.7 การต่อแหล่งจ่ายลมจากภายนอกเข้ากับหุ่นยนต์อุตสหกรรม

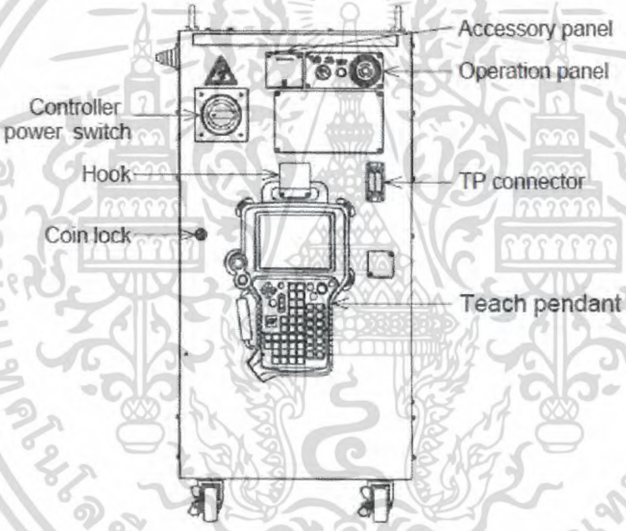
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.8 ช่อง Port Output ของลมแต่ละคู่บนแขนของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม

2.1.3 แนะนำตู้คอนโทรลของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม

การควบคุมหุ่นยนต์อุตสาหกรรมนั้นจำเป็นต้องมีตู้คอนโทรลเฉพาะตัวของหุ่นยนต์แต่ละตัว เพื่อเป็นตัวสั่งการการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ตามที่ได้โปรแกรมเอาไว้โดย ตู้คอนโทรลจะแสดงดังภาพที่ 2.9



ภาพที่ 2.9 ตู้คอนโทรลของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม

Accessory Panel - เป็นช่องสำหรับ USB Port สำหรับเก็บข้อมูลภายนอก และ RS-232C Port สำหรับการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อเชื่อมต่อกับตู้คอนโทรล

Controller Power Switch – เป็นสวิตซ์บิด เปิด/ปิด ตู้คอนโทรลของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม

Hook – ตะขอเก็บสายไฟ และเก็บ Teach Pendant

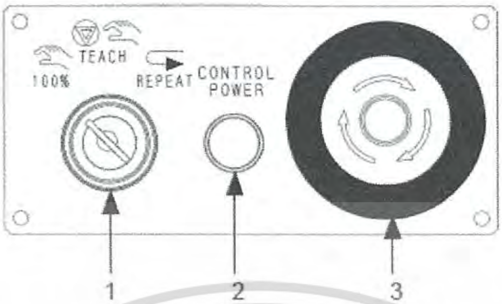
TP Connector – ตัว Connector เชื่อมกับกับหัวเสียบ Teach Pendant

Operation Panel – เป็นสวิตซ์เลือกรูปแบบการทำงานของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม

Teach Pendant – เป็นจอยแพท Touch Screen สำหรับ Teaching Robot และแก้ไขข้อมูล

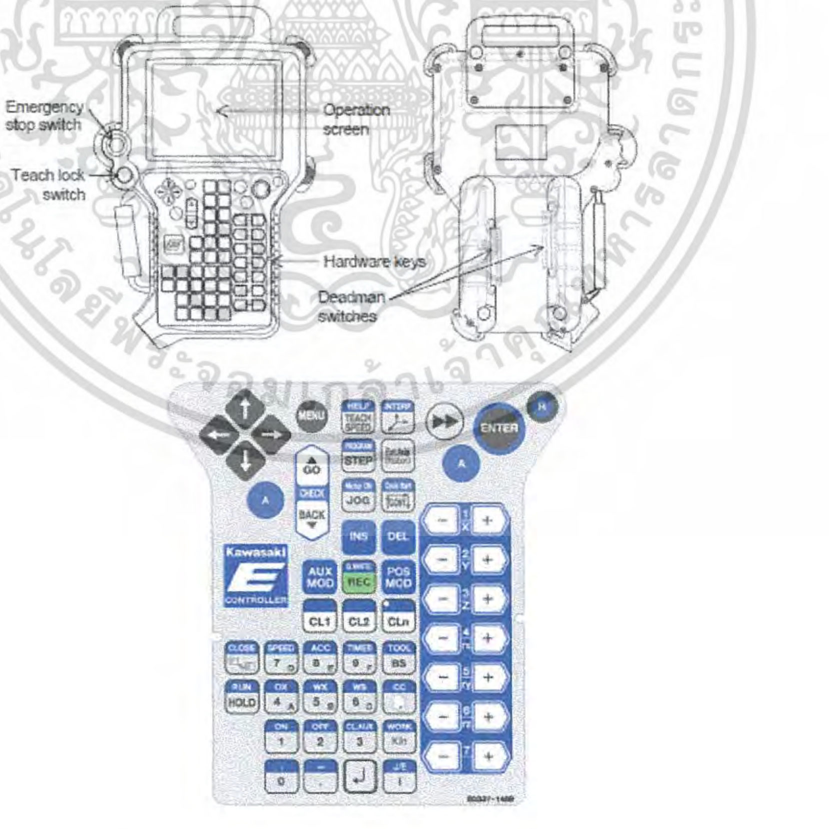
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บนตู้คอนโทรลจะมีสวิตซ์ปฏิบัติการสำหรับการเลือกโหมดการทำงานของหุ่นยนต์ และปุ่ม Emergency ในกรณีฉุกเฉินโดยจะแสดงแผงสวิตซ์หน้าตู้คอนโทรลดังภาพที่ 2.10



ภาพที่ 2.10 แผงสวิตซ์คอนโทรล Operation Panel

โดยอุปกรณ์เชื่อมต่อเพื่อควบคุมหุ่นยนต์โดยผ่านตู้คอนโทรลหุ่นยนต์นี้ชื่อ Teach Pendant เป็นจอย หน้าจอ Touch Screen ซึ่งทำให้ง่ายต่อการทำงานโดยจะแสดงแผงปุ่มบน Teach Pendant ดังภาพที่ 2.11



ภาพที่ 2.11 แผงปุ่มกดบน Teach Pendant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การดำเนินการหุ่นยนต์อุตสาหกรรมบน Teach Pendant

การดำเนินการหุ่นยนต์บน Teach Pendant นั้นจำเป็นต้องเข้าใจส่วนประกอบของหน้าจอหลักของ Teach Pendant เพื่อความปลอดภัยของการโปรแกรมหุ่นยนต์ โดยจะแสดงแผงหน้าจอของ Teac Pendant ดังภาพที่ 2.12

ภาพที่ 2.12 แผงหน้าจอ Touch Screen ของ Teach Pendant

จะแสดงขณะที่หุ่นยนต์อุตสาหกรรมหยุดการทำงาน

จะแสดงขณะที่หุ่นยนต์อุตสาหกรรมมีการทำงาน

จะแสดงเมื่อมอเตอร์ของหุ่นยนต์ Power On อยู่

จะแสดงเมื่อมอเตอร์ของหุ่นยนต์ Power Off อยู่

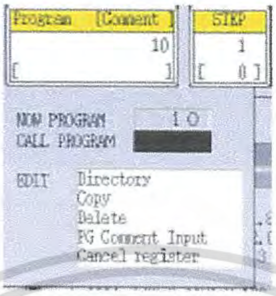
บิดสวิซปิดที่ Oparetion Panel ไฟจะดับ

บิดสวิซเปิดที่ Oparetion Panel ไฟจะติด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 การเริ่มต้นโปรแกรม (Create Program)

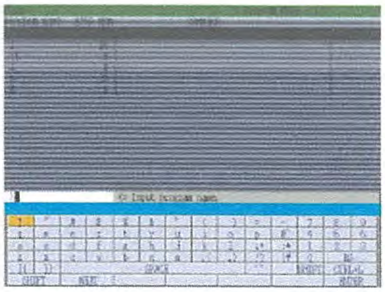
เริ่มต้นกดที่ Program หลังจำนั้นทำการสร้างโปรแกรมโดยการกดไปที่ Directory จากนั้นจะมีหน้าต่างแสดงขึ้นที่ด้านบนซ้ายของหน้าจอดังภาพที่ 2.13



ภาพที่ 2.13 แถบการเริ่มต้นโปรแกรมใหม่

เมื่อดำเนินการตามลำดับขั้นตอนแรกเสร็จ จากนั้นจะขึ้นรายชื่อโปรแกรมที่อยู่ในหน่วยความจำใน Controller จากนั้นกดบนหน้าจอที่ปุ่ม Input เพื่อสร้างโปรแกรมใหม่ หลังจากนั้นแผงคีบอร์ดจะแสดงขึ้นมาอยู่ที่ด้านล่างของหน้าจอ โดยจะแสดงดังภาพที่ 2.14 และภาพที่ 2.15

ภาพที่ 2.14 รายชื่อโปรแกรมในหน่วยความจำ



ภาพที่ 2.15 คีย์บอร์ดตั้งชื่อโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 การ Teaching Robot (Teach Oparetion)

การ Teaching Robot คือการบันทึกตำแหน่งของหุ่นยนต์ โดยการกด A + RUN HOLD เพื่อเปิดการทำงานของหุ่นยนต์โดยสังเกตุจากแถบแสดงผลบน Teach Pendant จะขึ้น RUN จากนั้นกด A + Motor ON JOG เพื่อเปิดการทำงานของมอเตอร์หุ่นยนต์ เลือก Coordinate ที่จะใช้ในการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ โดยการกด JOINT สามารถดูได้ในหัวข้อ 2.1.1 หลังจากนั้นกำ Deadman ซึ่งอยู่ด้านหลังของ Teach Pendant และทำการขยับหุ่นยนต์ เมื่อได้ตำแหน่งของหุ่นยนต์แล้วให้ทำการกด O.WRITE REC เพื่อทำการบันทึกตำแหน่งของหุ่นยนต์ การปรับ Speed ในการ Teaching ทำได้โดยกด HELP TEACH SPEED และดูที่แถบแสดงผล MAN. SPEED โดยสามารถปรับความเร็วได้ทั้งหมด 5ระดับ

2.2.3 การตั้งโหมดการทำงานของหุ่นยนต์

โหมดการทำงานของหุ่นยนต์ในแต่ละรอบการทำงานโดยมีทั้งหมด 4 โหมดการทำงาน โดยตัวแสดงสถานะจะขึ้นแสดงที่แถบแสดงผลทางด้านขวามือ โดยแต่ละโหมดการทำงานนั้นขึ้นอยู่กับผู้ใช้งานเลือกใช้ โดยได้สรุปโหมดการทำงานในแต่ละโหมดการทำงานไว้ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 แสดงโหมดการทำงานของหุ่นยนต์

			Step	
			ONCE	CONTINUOUS
Repeat	ONCE	E (C P th P	เคลื่อนที่ ทีละเสต็ปจนจบการทำงาน เมื่อครบรอบการทำงานจะไม่วนซ้ำ	เคลื่อนที่แบบต่อเนื่องจนจบการทำงาน เมื่อครบรอบการทำงานจะไม่วนซ้ำ
	CONTINUOUS	S (C P th W re W cl th	เคลื่อนที่ ทีละเสต็ปจนจบการทำงาน เมื่อครบรอบการทำงานจะวนซ้ำ	เคลื่อนที่แบบต่อเนื่องจนจบการทำงาน เมื่อครบรอบการทำงานจะวนซ้ำ

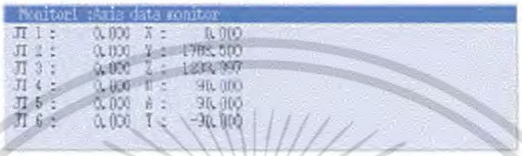
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.2.4 การตั้งค่า Monitoring Screen

เป็นส่วนของจอแสดงผลการทำงานของหุ่นยนต์ ณ ขณะนั้น โดยสามารถแสดงผลได้หลากหลายอย่างแล้วแต่ผู้ใช้ จะเลือกใช้โดยในหัวข้อนี้จะยกตัวอย่าง การตั้งค่า Monitoring Screen ในหมวดที่ได้ใช้บ่อยๆ ซึ่งมีดังต่อไป

Axis Data Monitoring คือ ส่วนที่แสดงผลแกนของหุ่นยนต์ ณ ขณะเวลานั้น และแสดงองศาของ JOINT แต่ละ JOINT ดังแสดงในภาพที่ 2.16



ภาพที่ 2.16 Monitoring Sceen Axis

Input Signal คือ ส่วนที่แสดงผลการรับ Input จาก External Input ภายนอกที่ต่อเข้ากับ ตัว Controller ของหุ่นยนต์ดังแสดงในภาพที่ 2.17

ภาพที่ 2.17 Monitoring Sceen Input Signal

Output Signal คือ ส่วนแสดงผลการส่ง Output จาก Internal Output ของตู้ Controller ไปยังภายนอกของหุ่นยนต์ดังแสดงในภาพที่ 2.18

ภาพที่ 2.18 Monitoring Screen Output Signal

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

148518

Motor Speed คือ ส่วนแสดงผล Speed ของมอเตอร์ที่ทำงานในแต่ละ JOINT ขณะที่หุ่นยนต์กำลังทำงานดังจะแสดงในภาพที่ 2.19

ภาพที่ 2.19 Monitoring Sceen Motor Speed

Encoder Data คือ ส่วนที่แสดงผลตัวเลข Encoder ของมอเตอร์ที่ทำงานแต่ละตัวในแต่ละ JOINT ของหุ่นยนต์ขณะที่หุ่นยนต์กำลังทำงานดังแสดงในภาพที่ 2.20

ภาพที่ 2.20 Monitoring Sceen Encoder Data

Internal Signal คือ ส่วนที่แสดงการทำงานของรีเลย์ภายในซึ่งเป็นรีเลย์ช่วยในการโปรแกรมการทำงานของหุ่นยนต์ดังแสดงในภาพที่ 2.21

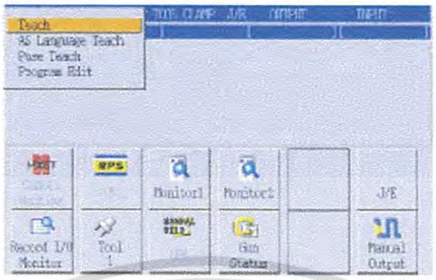
ภาพที่ 2.21 Monitoring Sceen Internal Signal

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.5 การโปรแกรมหุ่นยนต์ ด้วยโครงสร้างโปรแกรมใน Teach Pendant

เริ่มต้นโปรแกรมด้วยการกดไปที่

จากนั้นจะมีแถบเมนูแสดงขึ้นที่ด้านบนซ้าย ของหน้าต่างบนจอ Touch Screen ดังภาพที่ 2.22



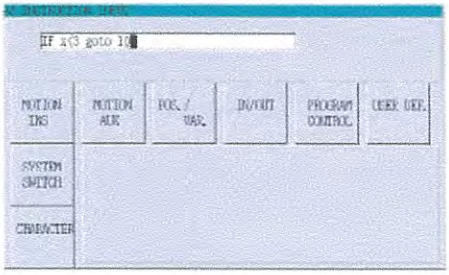
ภาพที่ 2.22 แถบเมนู AS Language Teach

การโปรแกรมโครงสร้างโปรแกรมด้วย Teach Pendant นั้นมี 2 วิธีในการโปรแกรม คือ การโปรแกรมแบบวิธี Pre-Register Construction และวิธี Free Programing ดังแสดงในภาพที่ 2.22 และภาพที่ 2.23 ตามลำดับ

Pre-Register Construction

ภาพที่ 2.23 โครงสร้างการเขียน AS Language แบบ Pre-Register Construction

Free Programing

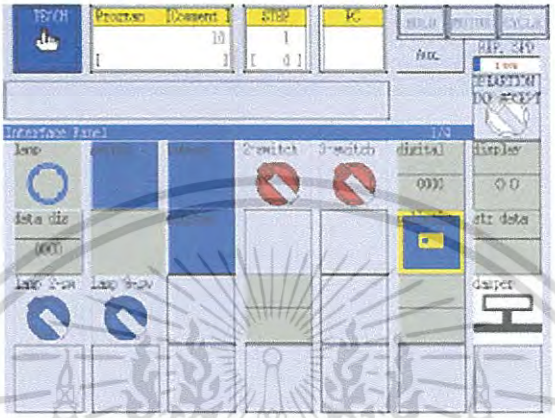


ภาพที่ 2.24 โครงสร้างการเขียน AS Language แบบ Free Programing

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

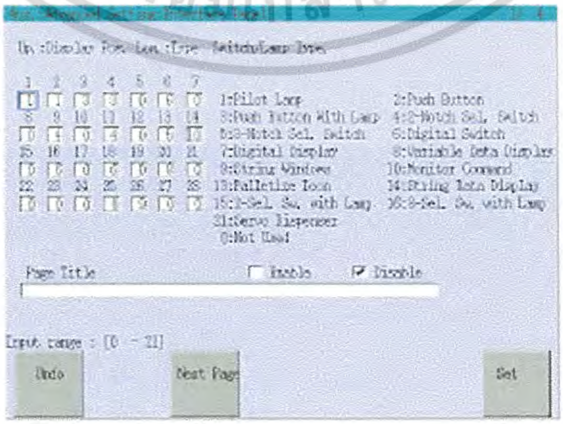
2.2.6 Interface Panel

Interface Panel เป็นส่วนที่สำคัญในการโปรแกรมหุ่นยนต์เป็นได้ทั้งมอนิเตอร์แสดงผล และปุ่มกด Controller สั่งการ ซึ่งขึ้นอยู่กับการใช้งานของผู้ใช้งาน โดยหน้าตาของหน้าต่าง Interface Panel จะแสดงในภาพที่ 2.25



ภาพที่ 2.25 การทำงานหน้าต่าง Interface Panel

การตั้งค่า Interface Panel ทำได้โดยการเข้าไปที่ Menu Bar เลือก Auxiliary จากนั้นเลือก Advance Setting เลือก Interface Panel จะขึ้นหน้าจอดังภาพที่ 2.26 โดยการตั้งค่าจะมีทั้งหมด 4 หน้าต่าง สามารถกดสลับหน้าต่างได้โดยการกดปุ่ม <Next Page> หรือ <Prev Page> โดยมีฟังชันก์ให้เลือกตั้งแต่เลข 1-10, 13-16 และ 21 ซึ่งในแต่ละตัวเลขจะเป็นตัวกำหนดคุณลักษณะของการแสดงผลข้อมูลหรือปุ่มกดที่แตกต่างกันออกไปในแต่ละตัวเลข โดยในรายงานนี้จะอธิบายแค่ตัวอย่างที่ใช้งานบ่อยครั้งเท่านั้น

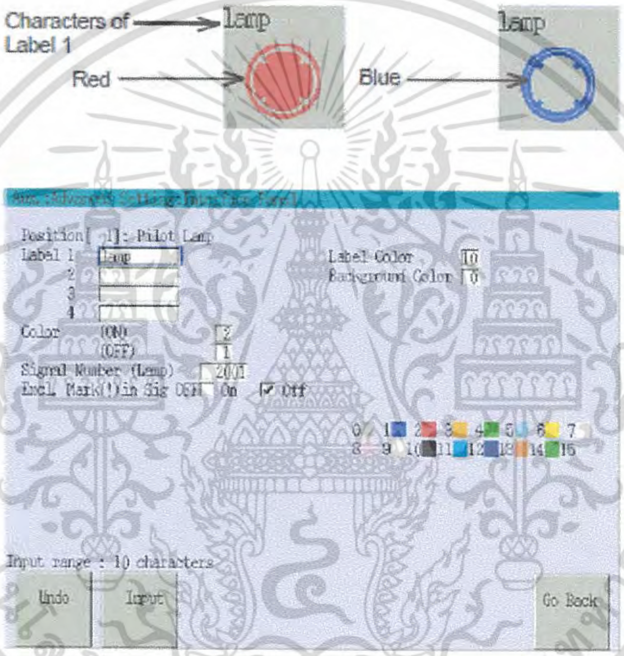


ภาพที่ 2.26 หน้าต่างตั้งค่า Interface Panel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.6.1 Pilot Lamp

Pilot Lamp คือ สัญลักษณ์หลอดไฟวงกลมสามารถกำหนดให้เป็น Input Signal หรือ Internal Signal เพื่อแสดงสถานะการทำงานของสัญญาณ Input Signal หรือ Internal Signal ที่กำหนด หลักการทำงานของ Pilot Lamp คือเมื่อสัญญาณที่กำหนดเป็น Input Signal หรือ Internal Signal เปิดการทำงานหรือ ON สถานะจะทำให้สถานะหลอดไฟหรือ Pilot Lamp เปลี่ยนสถานะจากดับเป็นติด แต่ถ้าสัญญาณที่กำหนดปิดการทำงาน หรือ OFF สถานะจะทำให้สถานะหลอดไฟหรือ Pilot Lamp เปลี่ยนสถานะจากติดเป็นดับ ดังแสดงในภาพที่ 2.27

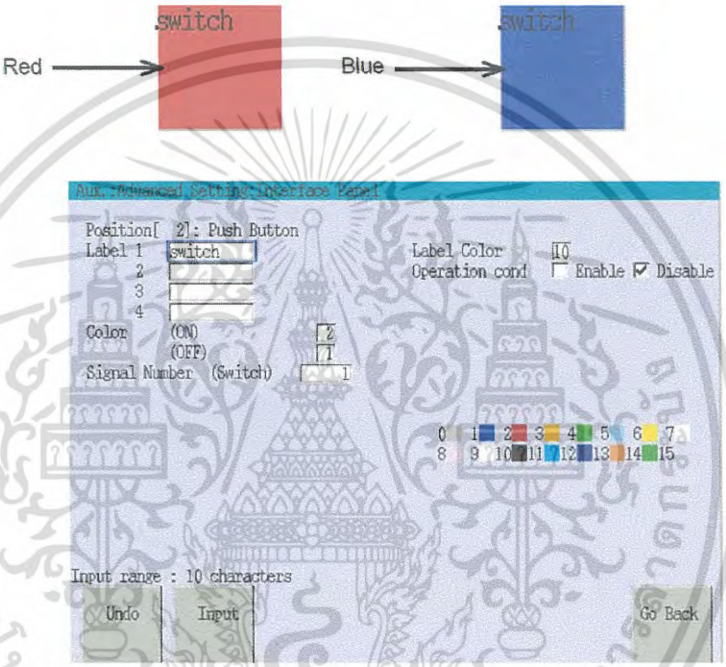


ภาพที่ 2.27 หน้าต่างตั้งค่า Pilot Lamp

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.6.2 Push Button

Push Button คือ ปุ่มกดที่สามารถ Force สัญญาณเป็น Output Signal หรือ Internal Signal ได้โดยสามารถกดปุ่มที่สร้างขึ้นได้ที่หน้าจอ Touch Screen เพื่อ ON สัญญาณที่กำหนดเอาไว้ และเมื่อปล่อยมือจากปุ่มกดที่หน้าจอ Touch Screen ที่สร้างขึ้นจะเป็นการ OFF สัญญาณ Output Signal หรือ Internal Signal ทันทีโดยผู้ใช้สามารถกำหนดสีของการกดปุ่ม และการปล่อยปุ่มที่หน้าจอ Touch Screen ดังแสดงในภาพที่ 2.28

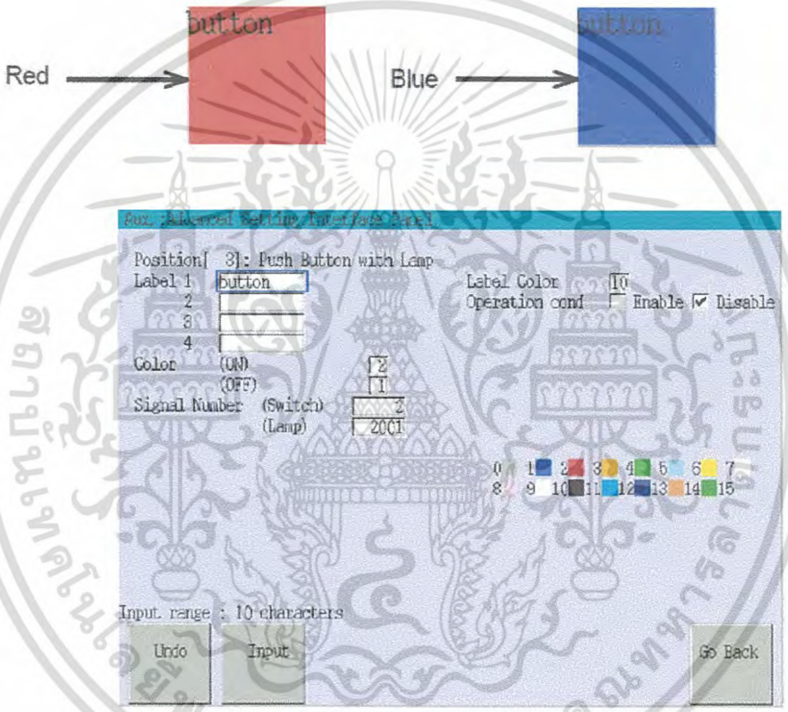


ภาพที่ 2.28 หน้าต่างตั้งค่า Push Button

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.6.3 Push Button with Lamp

Push Button with Lamp คือ ปุ่มกดที่สามารถ Force สัญญาณเป็น Output Signal หรือ Internal Signal ได้โดยสามารถกดปุ่มที่สร้างขึ้นได้ที่หน้าจอ Touch Screen เพื่อ ON สัญญาณที่กำหนดเอาไว้ และเมื่อปล่อยมือจากปุ่มกดที่หน้าจอ Touch Screen ที่สร้างขึ้นจะเป็นการ OFF สัญญาน Output Signal หรือ Internal Signal ทันที โดยผู้ใช้สามารถกำหนดการเปลี่ยนสีของปุ่มกดหรือ Lamp ได้ด้วยสัญญาณจาก Input Signal, Output Signal หรือ Internal Signal ได้ ดังแสดงในภาพที่ 2.29

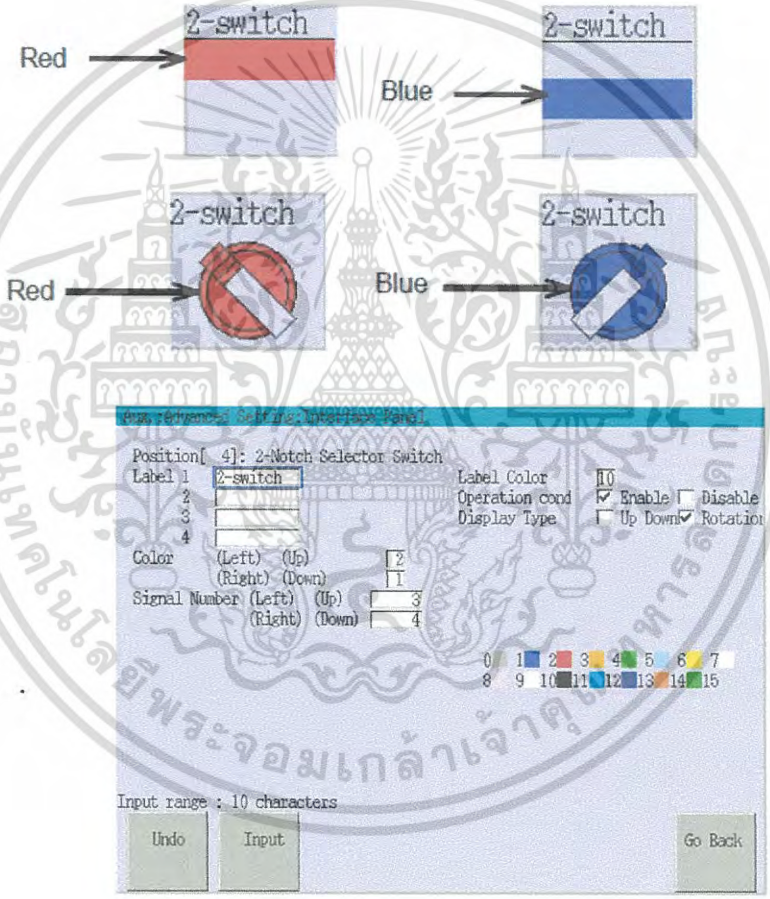


ภาพที่ 2.29 หน้าต่างตั้งค่า Push Button with Lamp

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.6.4 2-Notch Selector Switch

2-Notch Selector Switch สวิตซ์ชนิดหนึ่งซึ่งอยู่ในฟังก์ชันของ Interface Panel มีหลักการทำงานคือ สามารถ Force สัญญาณได้สองทิศทาง Left <Up> และ Right <Down> และเป็นการ ON สัญญาณ Output Signal หรือ Internal Signal ที่กำหนดไว้ค้างโดยจะ ON สัญญาณได้แค่ทางใดทางหนึ่งเท่านั้นนั่นคือ Left <Up> และ Right <Down> ตามที่กำหนดเอาไว้ส่วนอีกทิศทางหนึ่งจะถูก OFF สัญญาณค้างเช่นกัน หลักการทำงานเหมือนสวิตซ์ไฟฟ้า 2 ทางทั่วๆ ไป ดังแสดงในภาพที่ 2.30

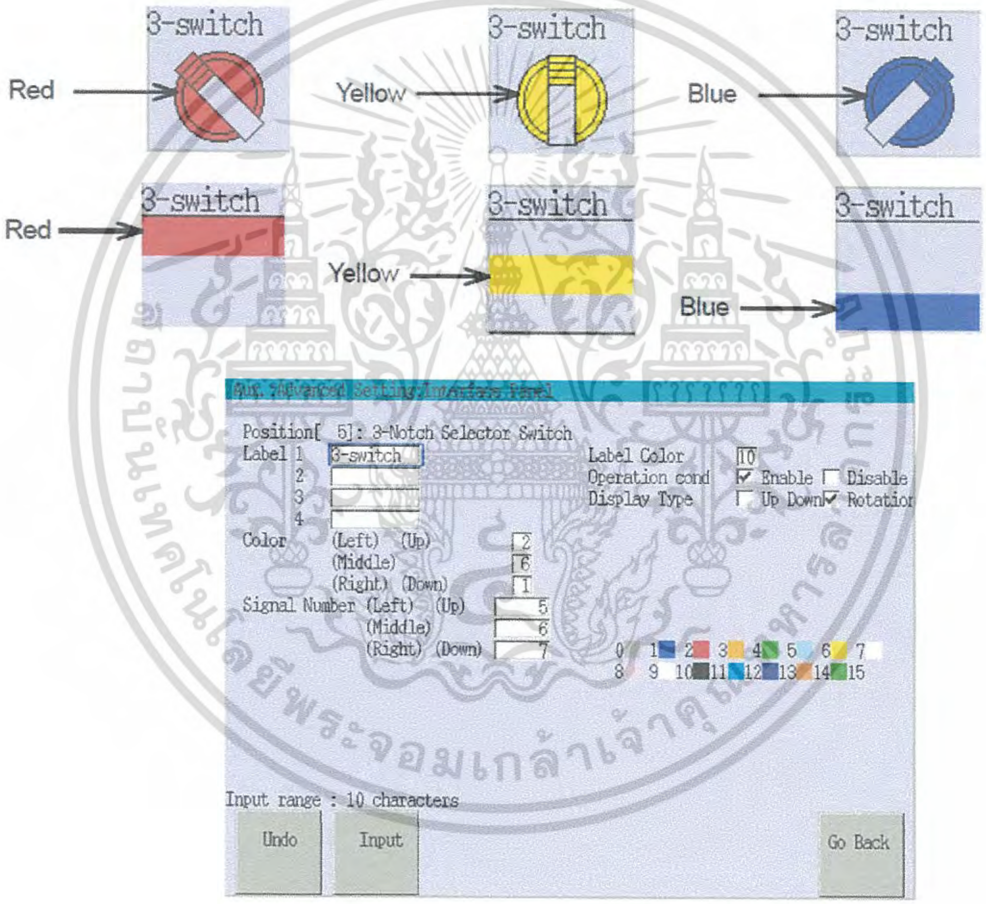


ภาพที่ 2.30 หน้าต่างตั้งค่า 2-Notch Selector Switch

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.6.5 3-Notch Selector Switch

3-Notch Selector Switch สวิตซ์ชนิดหนึ่งซึ่งอยู่ในฟังก์ชันของ INTERFACE PANEL มีหลักการทำงานคือ สามารถ Force สัญญาณได้สามทิศทาง Left <Up>, Middle และ Right <Down> และเป็นการ ON สัญญาณ Output Signal หรือ Internal Signal ที่กำหนดไว้ค้าง โดยจะ ON สัญญาณได้แค่ทางใดทางหนึ่งเท่านั้นใน Left <Up>, Middle และ Right <Down> ตามที่กำหนดเอาไว้ส่วนอีกทิศทางอื่นๆ ที่เหลือจะถูก OFF สัญญาณค้างเช่นกัน หลักการทำงานเหมือนสวิตซ์ไฟฟ้า 3 ทางทั่วๆ ไปดังแสดงในภาพที่ 2.31

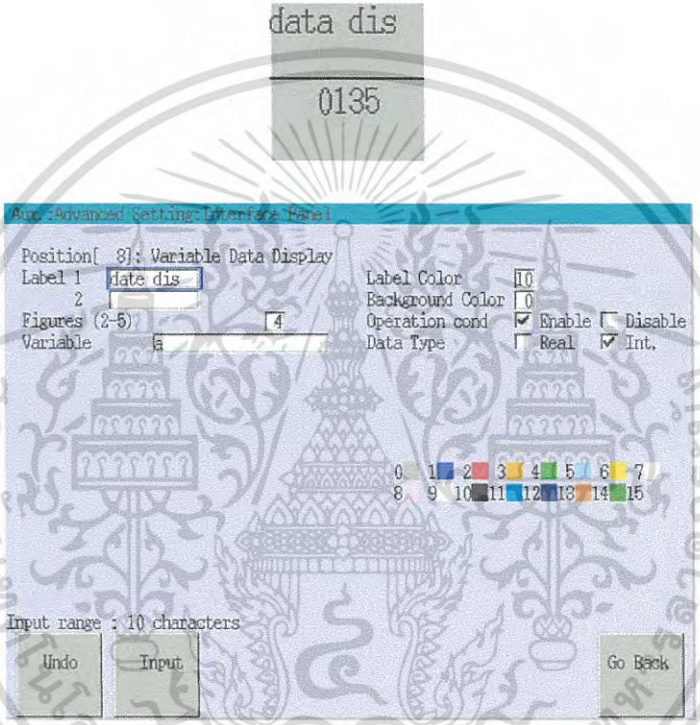


ภาพที่ 2.31 หน้าต่างตั้งค่า 3-Notch Selector Switch

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.6.6 Variable Data Display

Variable Data Display คือฟังก์ชันหนึ่งใน Interface Panel ที่ใช้เพื่อเรียกการแสดงผลค่าของตัวแปร Variable ที่กำหนดไว้ในตัวแปรนั้นๆ ที่กำหนด เพื่ออ่านค่าหรือกำหนดค่า ในขณะที่ทำการโปรแกรมหุ่นยนต์หรือใช้งานหุ่นยนต์ ทำให้สะดวกต่อการใช้งานมากขึ้น โดยค่าที่ต้องการให้แสดงบนหน้าต่าง Interface Panel นั้นจะแสดงค่าที่เป็น Numeric หรือค่าที่เป็นตัวเลขเท่านั้นดังแสดงในภาพที่ 2.32

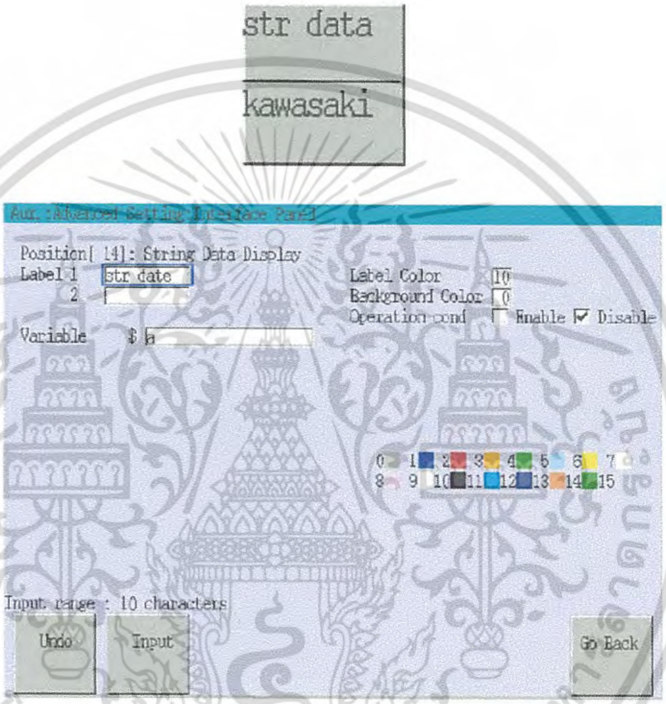


ภาพที่ 2.32 หน้าต่างตั้งค่า Variable Data Display

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.6.7 String Data Display

String Data Display คือ ฟังก์ชันหนึ่งใน Interface Panel ที่ใช้เพื่อเรียกการแสดงผลค่าของตัวแปร String ที่กำหนดไว้ในตัวแปรนั้นๆ ที่กำหนด เพื่ออ่านค่าหรือกำหนดค่า ในขณะที่ทำการโปรแกรมหุ่นยนต์หรือใช้งานหุ่นยนต์ ทำให้สะดวกต่อการใช้งานมากขึ้น โดยค่าที่ต้องการให้แสดงบนหน้าต่าง Interface Panel นั้น จะแสดงค่าที่เป็น String หรือค่าที่เป็นตัวอักษรเท่านั้นดังแสดงในภาพที่ 2.33



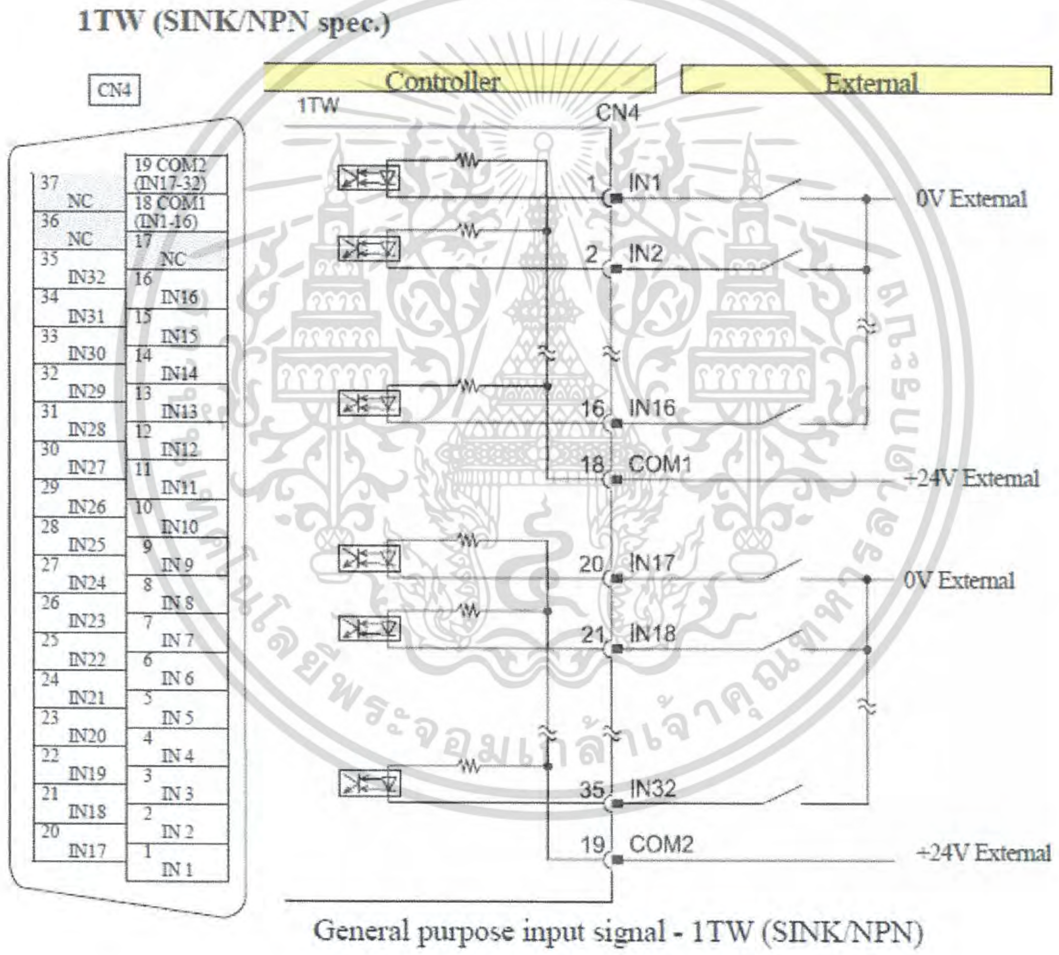
ภาพที่ 2.33 หน้าต่างตั้งค่า String Data Display

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก (External I/O)

2.3.1 External Input Signal (External to Robot)

บอร์ด 1TW ให้ขารับสัญญาณมา 32 Input Common สอง Pin ที่เชื่อมต่อกันจะต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟภายนอก +24V ที่ Pin18 และ Pin19 ของ CN4 แต่ละตัวจะเป็น Common ให้กับ Pin อื่นๆ จำนวน 16 Pin นั่นคือ Pin1-16 และ Pin20-35 และ External Input จากอุปกรณ์ภายนอกจะเชื่อมต่อกับ Pin พวกที่กล่าวมานี้ดังแสดงในภาพที่ 2.34

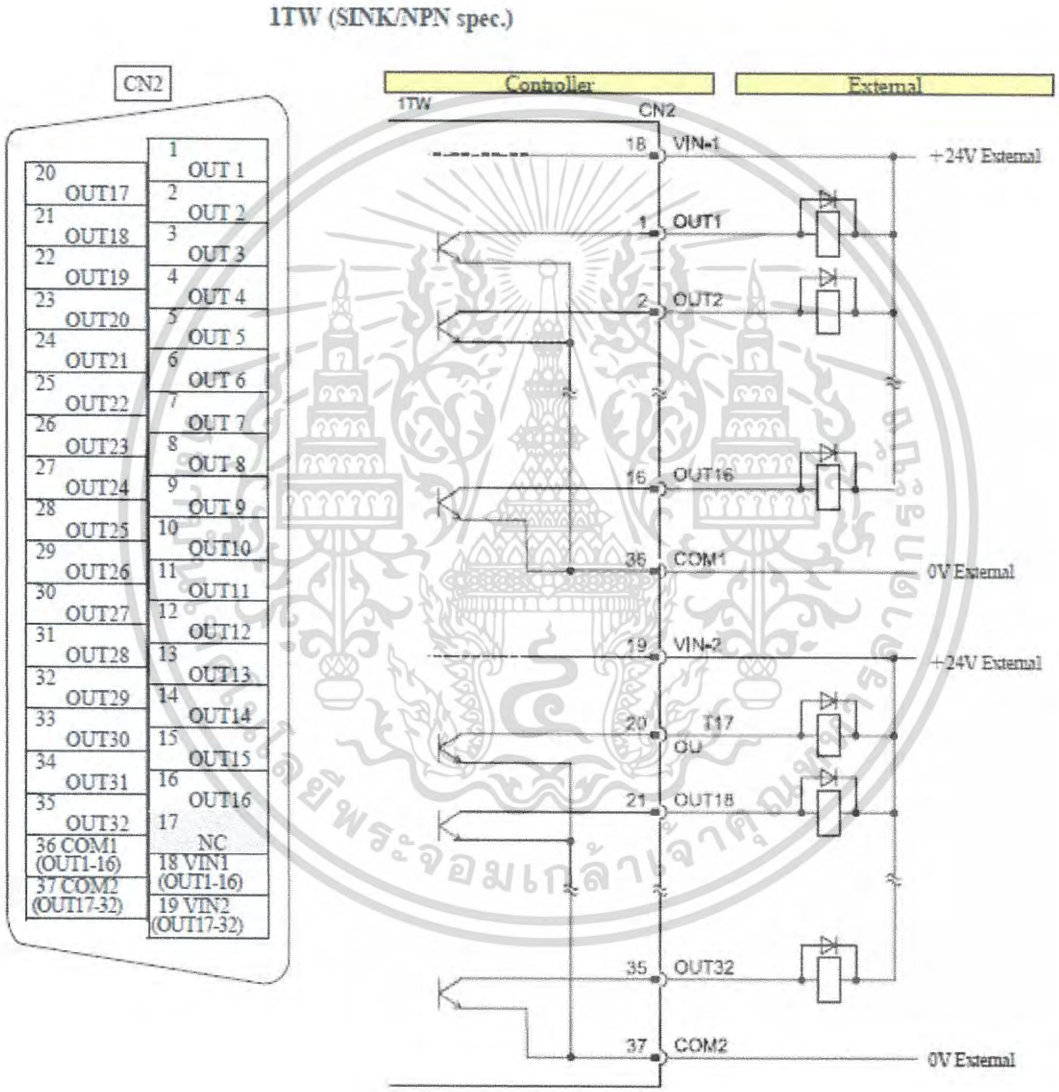


ภาพที่ 2.34 แผนผังวงจรการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก Input Signal

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 External Output Signal (Robot to External)

แหล่งจ่ายไฟภายนอก +24V ต่อเข้าที่ Pin18 และ Pin19 เพื่อเป็นไฟเลี้ยงวงจร และ Pin ขาที่ 36 และ37 ต่อแหล่งจ่ายไฟ +24V เพื่อเป็นสัญญาณ Output Signal สู่ภายนอกของ CN2 โดยทุกขา Pin จะเชื่อมต่อกับขา Common ทั้งสองเพื่อส่งต่อสัญญาณ Output Signal สู่ภายนอกดังแสดงในภาพที่ 2.35



ภาพที่ 2.35 แผนผังวงจรการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก Output Signal

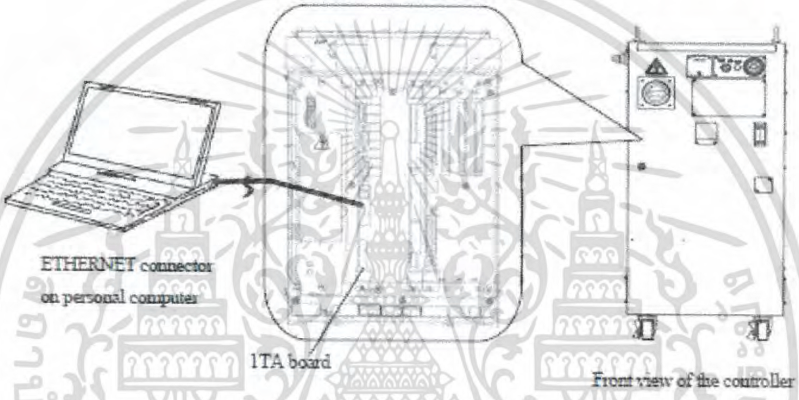
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การโปรแกรมหุ่นยนต์อุตสาหกรรมด้วย As Language บน PC

การโปรแกรมหุ่นยนต์อุตสาหกรรมสามารถโปรแกรมการทำงานได้ 2 วิธี คือ การโปรแกรมด้วยเครื่อง PC และการโปรแกรมบน Teach Pendant โดยจะอธิบายดังต่อไปนี้

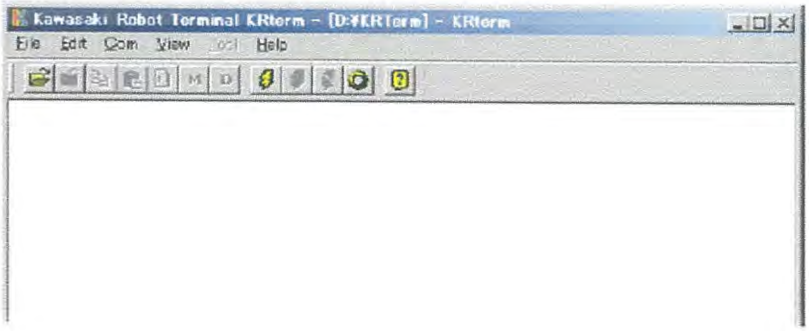
2.4.1 การเชื่อมต่อระหว่าง PC และ Controller ด้วยสาย Ethernet

การโปรแกรมหุ่นยนต์อุตสาหกรรมด้วย PC นั้นสามารถทำได้ด้วยการเชื่อมต่อกับตู้คอนโทรลเลอร์ได้ด้วยสาย ETHERNET(LAN) หลักการเชื่อมต่อจะแสดงดังภาพที่ 2.36



ภาพที่ 2.36 การเชื่อมต่อระหว่าง PC และ Controller

ในการทำงานระหว่าง PC และ Controller โดยมีความสัมพันธ์คือเขียนโปรแกรมใน PC และอัพโหลดเข้าตู้ Controller ของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม เพื่อความสะดวกต่อการโปรแกรมจึงมีซอฟแวร์ชื่อว่า KRterm เป็นตัวเชื่อมต่อทำให้ง่ายต่อการโปรแกรมการทำงานของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม โดยมีรูปหน้าต่างโปรแกรมดังภาพที่ 2.37



ภาพที่ 2.37 ซอฟแวร์หน้าต่าง KRterm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

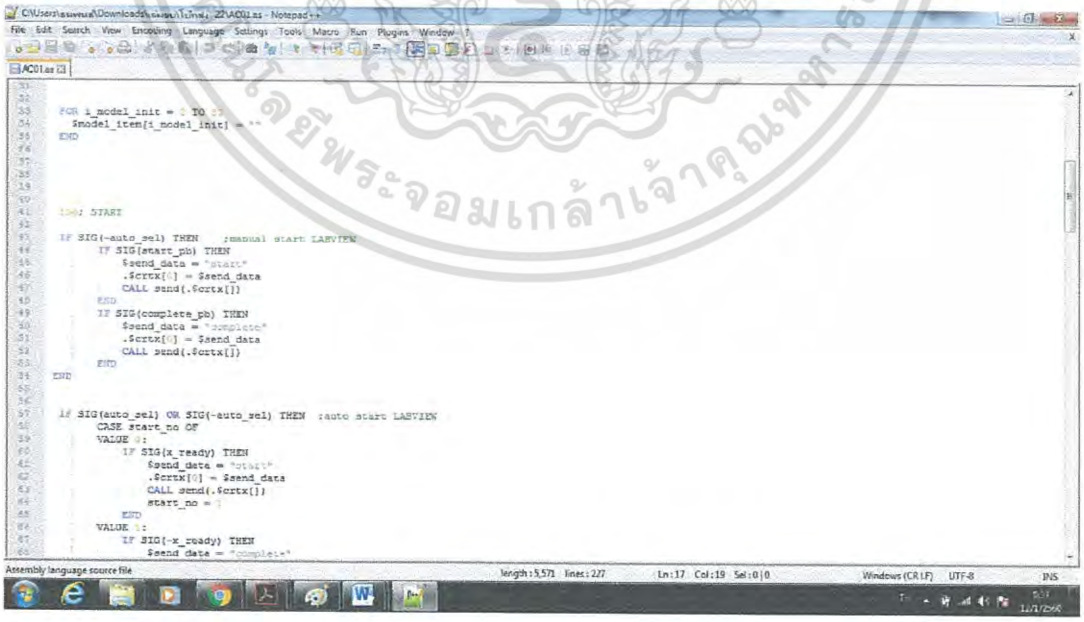
2.4.2 การเขียนโปรแกรมด้วยซอฟแวร์ Notepad++

ในการโปรแกรมการทำงานของหุ่นยนต์ จะใช้การเขียนคำสั่งโปรแกรมการทำงานของหุ่นยนต์ด้วยซอฟแวร์ที่มีชื่อว่า Notepad++ ดังแสดงในภาพที่ 2.38 ซึ่งรองรับการเขียน Code เป็นภาษา AS จากนั้นจึงทำการอัพโหลด Code ที่โปรแกรมเสร็จแล้วด้วยซอฟแวร์ KRterm เข้าสู่หน่วยความจำของ Controller ของหุ่นยนต์ โดยการโปรแกรมจะแบ่งการทำงานเป็นสามส่วนนั่นคือ

1. Program Main จะเป็นโปรแกรมที่ใช้ในการบังคับการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ทั้งหมดจะอยู่เป็น Main หลักที่จำเป็นต้องบิดสวิตซ์ Teach/Repeat ที่หน้าตู้ Controller จึงจะสามารถทำงานโปรแกรมการเคลื่อนที่ใน Program Main นี้ได้

2. PC Program จะเป็นส่วนที่ทำหน้าที่ สื่อสารรับส่งข้อมูล โดยจะทำงานต่อเนื่องตลอดการทำงาน โดยจะมีรูปแบบการทำงานเป็นลำดับขนานคล้ายกับ PLC

3. Teaching Program เป็นส่วนที่ใช้ในการโปรแกรมสอนการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์โดยตัวแปล Position ของหุ่นยนต์ใน Program Teaching จะเป็นตัวเดียวกันกับตัวแปลของการเคลื่อนที่ของ Program Main เพียงแต่การปรับปรุงการเคลื่อนที่ของ Program Main จะต้องถูกปรับปรุงใน Program Teaching เท่านั้น

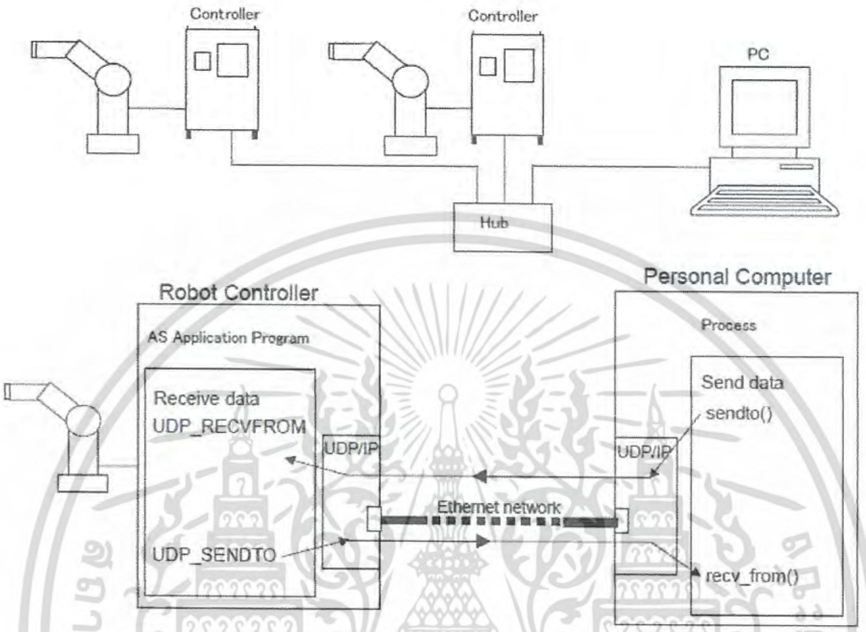


ภาพที่ 2.38 เขียนผ่าน Notepad++ โดยใช้ As Language เพื่อควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 การเขียนโปรแกรมรับส่งข้อมูลกับซอฟแวร์ภายนอก

หุ่นยนต์นั้นสามารถทำงานร่วมกับซอฟแวร์ภายนอก ซึ่งอาจเป็นโปรแกรมประมวลผลต่างๆ ในการทำงานของหุ่นยนต์ และอาจเป็นส่วนประกอบสำคัญในการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์โดยมีหลักการในการเชื่อมต่อกับซอฟแวร์ภายนอกดังภาพที่ 2.39



ภาพที่ 2.39 แผนภาพการรับส่งข้อมูลระหว่าง PC และ Robot Controller

2.4.3.1 ชุดคำสั่งในการรับข้อมูลจากซอฟแวร์ภายนอก

```
.PROGRAM rcv(.$receive_data)
  UDP_RECVFROM ret_rx,49152,$cnt[0],p,1,ip[0],255
  IF ret_rx<>0 THEN
;TYPE "RECEIVE ERROR!!"
     .$receive_data = "ERR"
  ELSE
;TYPE "RECEIVED!!"
     .$receive_data = $cnt[0]
 END
 .END
```

รับและเก็บข้อมูล ในรูปแบบของ ตัวแปรในรูปของตัวแปรตัวอักษรที่เป็น String และถูกเก็บไว้ใน Array ที่ถูกเชื่อมต่อแบบโปรโตคอล โดยโครงสร้างของชุดโปรแกรมนี้ทำการสร้าง Socket และรับข้อมูล และปิด Socket ในหนึ่งรอบการทำงาน ถ้าเกิดความผิดพลาดในการรับข้อมูล ข้อมูลจะถูกรีเทิร์นเป็น Error Code และโปรแกรมจะไม่หยุดการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3.2 ชุดคำสั่งในการส่งข้อมูลสู่ซอฟแวร์ภายนอก

```
  .PROGRAM send(.$crtx[])
 UDP_SENDTO ret_tx,ip[0],49151,.$crtx[0],1,2
 IF ret_tx==0 THEN
;TYPE "MODEL REQUEST!!"
 END
.END
```

ส่งข้อมูลที่เป็นตัวแปรอักษร หรือตัวแปร String บนพื้นฐานการเชื่อมต่อโปรโตคอลแบบ UDP โดยข้อมูลจะถูกส่งด้วยความจำเพาะของลักษณะตัวอักษรที่ถูกเก็บไว้ใน Array โดยโครงสร้างของชุดโปรแกรมนี้ทำการสร้าง Socket และรับข้อมูล และปิด Socket ในหนึ่งรอบการทำงาน ถ้าเกิดความผิดพลาดในการรับข้อมูล ข้อมูลจะถูกรีเทิร์นเป็น Error Code และโปรแกรมจะไม่หยุดการทำงาน

2.4.4 ชุดคำสั่งการโปรแกรมหุ่นยนต์อุตสาหกรรม

2.4.4.1 ชุดคำสั่งการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

JMOVE การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์โดยการขยับแบบ JOINT

LMOVE การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์โดยการขยับแบบเส้นตรง

DELAY หยุดการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์เป็นระยะเวลาเท่าที่กำหนด

JAPPRO เคลื่อนที่เข้าหาตำแหน่งเป้าหมายในแนวแกน Z โดยการเคลื่อนที่แบบ JOINT

LAPPRO เคลื่อนที่เข้าหาตำแหน่งเป้าหมายในแนวแกน Z โดยการเคลื่อนที่แบบเส้นตรง

JDEPART เคลื่อนที่ออกจากตำแหน่งเป้าหมายในแนวแกน Z โดยการเคลื่อนที่แบบ JOINT

LDEPART เคลื่อนที่ออกจากตำแหน่งเป้าหมายในแนวแกน Z โดยการเคลื่อนที่แบบเส้นตรง

HOME เคลื่อนที่ไปยังพิกัด HOME Position ที่ตั้งค่าเอาไว้

DRIVE เป็นการเคลื่อนที่ JOINT เดียวสามารถกำหนดตำแหน่ง JOINT และความเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

XMOVE เป็นการเคลื่อนที่แบบเส้นตรงไปยังตำแหน่งเป้าหมาย และสามารถถูกขัดจังหวะได้ด้วยสัญญาณที่กำหนดเอาไว้ และจะทำงาน เสต็ปต่อไป

CMOVE เป็นการเคลื่อนที่วิถีโค้ง โดยจำเป็นต้องกำหนดจุดอย่างน้อยสองจุด Position

2.4.4.2 ชุดคำสั่งควบคุมความเร็ว และความแม่นยำของหุ่นยนต์

SPEED ตั้งค่าความเร็วในการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

ACCURACY ตั้งค่าความย่านความแม่นยำของการเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่ตั้งเอาไว้

BREAK หยุดการทำงานของโปรแกรมจนกว่าหุ่นยนต์จะทำการเคลื่อนที่เสร็จ

BRAKE หยุดการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ และข้ามไปทำการเคลื่อนที่ในเสต็ปต่อไป

2.4.4.3 ชุดคำสั่งควบคุมสัญญาณ Output Signal และ Internal Signal

RESET เคลียร์สัญญาณ External Output ทั้งหมด

SIGNAL เปิด/ปิด สัญญาณ Output Signal และ Internal Signal

PULSE เปิดสัญญาณ Output Signal และ Internal Signal จนครบเวลาตามที่กำหนดจึงปิด

SWAIT รอสัญญาณที่กำหนดจึงจะทำต่อใน Step ถัดไป

ONI สร้างเงื่อนไขการ Interruption จากสัญญาณ

SFLK สร้างสัญญาณในลักษณะของ Pulse โดยเป็นตามที่กำหนดเวลา

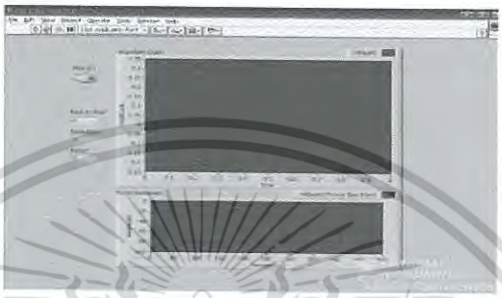
SOUT เปิดสัญญาณตามเงื่อนไขของสัญญาณที่กำหนด

STIM เปิดสัญญาณตามเงื่อนไขของสัญญาณที่กำหนดเมื่อครบเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 โปรแกรม LabVIEW

LabVIEW ย่อมาจาก Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นโดยใช้ LabVIEW จะเรียกว่า Virtual Instrument หรือจะเรียกย่อๆ ว่า VI ซึ่งหมายถึงเครื่องมือวัดเสมือน ดังภาพที่ 2.40 นี้เป็น Oscilloscope ที่ได้ทำการสร้างขึ้นบนหน้าจอคอมพิวเตอร์



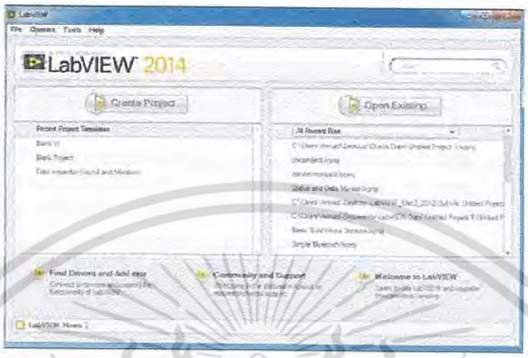
ภาพที่ 2.40 ตัวอย่างเครื่องมือวัดเสมือนที่สร้างจาก LabVIEW

LabVIEW มีจุดกำเนิดขึ้นในปี 1983 โดยทางบริษัท National Instrument ได้เริ่มการค้นคว้าเพื่อจะหาวิธีการที่จะลดเวลาในการเขียนโปรแกรม เพื่อใช้ในงานด้านระบบเครื่องมือวัด ซึ่งเป็นจุดเริ่มของแนวความคิดการสร้าง LabVIEW หลังจากการใช้เวลาวิจัยอยู่ 3 ปี ในปี 1986 บริษัทได้ปล่อย LabVIEW Version 1 สู่ตลาดเพื่อใช้กับคอมพิวเตอร์ Macintosh เท่านั้น เพราะแม้ว่าเครื่อง Macintosh จะไม่เป็นที่ใช้อย่างกว้างขวางในงานด้านวิศวกรรม แต่ด้วยลักษณะการแสดงผลแบบกราฟฟิกของเครื่อง Macintosh ทำให้เหมาะสมกับการประยุกต์ใช้กับ LabVIEW สำหรับระบบปฏิบัติการอื่นที่ไม่ใช่ GUI นั้นยังไม่มีความเหมาะสมที่จะใช้กับ LabVIEW ดังนั้นสำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (PC) ทาง NI ต้องรอจนกระทั่งระบบปฏิบัติการ Windows เกิดขึ้นเสียก่อน ในปี 1990 ทาง NI ได้ประสบผลสำเร็จในการนำ LabVIEW Version 2 ออกสู่ตลาด โดยได้ปรับแก้และเขียนระบบควบคุมใหม่ทั้งหมด ตามคำแนะนำของผู้ใช้งาน โดยเฉพาะการเขียน Compiler ที่ทำให้เวลาการทำงานของโปรแกรมรวดเร็วขึ้น ทัดเทียมกับการเขียนด้วยภาษาขั้นพื้นฐาน เช่น C และต่อมาเมื่อเทคโนโลยีด้านระบบปฏิบัติของ PC มีความพร้อมที่จะใช้งานกับ GUI ทางบริษัทจึงได้ผลิต LabVIEW for Windows และ LabVIEW for SUN เข้าสู่ตลาดในปี 1992

จากนั้นบริษัทก็ได้พัฒนาโปรแกรมให้เหมาะสมกับเทคโนโลยียิ่งขึ้น ตามรูปแบบปฏิบัติการที่เปลี่ยนแปลงไปเช่น LabVIEW สำหรับ Windows NT, Windows 95 รวมถึงการสร้าง Version ใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อจัดระบบ และการเขียนโปรแกรมให้สะดวกมากขึ้น ตลอดจนสามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่างๆ มากขึ้น พร้อมทั้งสร้างฟังก์ชันต่างๆ เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานมากขึ้น นอกจากนี้ยังสร้างโปรแกรมที่สามารถทำงานบนระบบปฏิบัติการอื่นที่ไม่ได้เขียนบนระบบปฏิบัติการนั้นได้ โดยเริ่มจาก LabVIEW 3 ในปี ค.ศ. 1993 LabVIEW ในปี ค.ศ. 1996 และล่าสุด LabVIEW 2014 ดังแสดงในภาพที่ 2.41



ภาพที่ 2.41 ภาพหน้าต่าง LabVIEW 2014

โปรแกรม LabVIEW เป็นโปรแกรมที่สร้างเพื่อนำมาใช้ในด้านการวัด และเครื่องมือวัดสำหรับงานทางวิศวกรรม LabVIEW ย่อมาจาก Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench ซึ่งหมายความว่าเป็นโปรแกรมที่สร้าง เครื่องมือวัดเสมือนจริงในห้องปฏิบัติการทางวิศวกรรม ดังนั้นจุดประสงค์หลักของการทำงานของโปรแกรมนี้ก็คือ การจัดการในด้านการวัด และเครื่องมือวัดอย่างมีประสิทธิภาพ และในตัวของโปรแกรมจะประกอบไปด้วยฟังก์ชันที่ใช้ช่วยในการวัดมากมาย โปรแกรมนี้จะมีประโยชน์อย่างสูงเมื่อใช้ร่วมกับเครื่องมือวัดทางวิศวกรรมต่างๆ สิ่งที่ LabVIEW แตกต่างจากโปรแกรมอื่นอย่างเห็นได้ชัดที่สุดก็คือ LabVIEW นี้เป็นโปรแกรมประเภท GUI (Graphic User Interface) โดยสมบูรณ์ นั่นคือไม่จำเป็นต้องเขียน Code หรือคำสั่งใดๆ ทั้งสิ้น และที่สำคัญลักษณะภาษาที่ใช้ในโปรแกรมนี้จะเรียกว่าเป็น ภาษารูปภาพ หรือเรียกอีกอย่างว่าภาษา G (Graphical Language) ซึ่งจะแทนการเขียนโปรแกรมเป็นบรรทัดอย่างที่คุ้นเคยกับภาษาพื้นฐาน เช่น C, BASIC หรือ FORTRAN ด้วยรูปภาพหรือสัญลักษณ์ทั้งหมด ซึ่งแม้ว่าในเบื้องต้นอาจจะสับสนอยู่บ้าง แต่เมื่อคุ้นเคยกับการใช้โปรแกรมนี้แล้วจะพบว่า LabVIEW นี้มีความสะดวก และสามารถลดเวลาในการเขียนโปรแกรมลงไปได้มาก โดยเฉพาะในงานเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่นๆ เพื่อใช้ในการวัดและการควบคุม โดยจุดประสงค์หลักแล้ว บริษัท National Instrument ได้เริ่มพัฒนาโปรแกรมที่จะนำมาใช้กับระบบเครื่องมือวัดที่มีความง่ายในการเขียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรม และมีฟังก์ชันเพื่อจะช่วยในการวัดทางวิศวกรรมให้มากที่สุดเพราะด้วยความเป็นมาบริษัท National Instrument เริ่มจากการผลิตอุปกรณ์ที่ใช้กับการวัดทางวิศวกรรม ไม่ใช่บริษัทที่เริ่มต้นมาจากการผลิต Software เป็นหลัก ดังนั้นสำหรับผู้ที่ต้องการจะใช้ประโยชน์สูงสุดจากโปรแกรม LabVIEW คือ ผู้ที่ต้องการจะนำข้อมูลจากภายนอกเครื่องคอมพิวเตอร์ เข้ามาในเครื่องเพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูล ประมวลค่า แสดงผล และในหลายกรณีใช้ในระบบควบคุมอัตโนมัติด้วยคอมพิวเตอร์ ข้อได้เปรียบสูงสุดของ LabVIEW คือ การพยายามทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์เมื่อรวมกับ LabVIEW และอุปกรณ์เชื่อมต่อเพื่อการเก็บข้อมูล (Data Acquisition Card) แล้วสามารถเปลี่ยนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลให้กลายเป็นเครื่องมือวัดในหลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็น Oscilloscope, Multimeter, Function Generator, Strain Meter Thermometer หรือเครื่องมือวัดอื่นๆ ตามที่ต้องการ ทำให้สามารถใช้คอมพิวเตอร์ในการทำการวัด ซึ่งจุดนี้เองที่เป็นที่มาของชื่อ เครื่องมือวัดเสมือนจริง (Virtual Instrument) และข้อได้เปรียบเหนือการใช้อุปกรณ์จริงเหล่านั้นคือ Virtual Instrument สามารถปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับการใช้งานของผู้ใช้แต่ละกลุ่มได้ โดยการเปลี่ยน VI ให้เป็นไปตามต้องการเป็นเรื่องที่ไม่ยุ่งยากนัก โดยจะแสดงหน้าจอการแสดงผลของ LabVIEW ดังภาพที่ 2.42

ภาพที่ 2.42 หน้าจอการเขียนโปรแกรม และหน้าจอแสดงผล

ข้อดีอีกประการหนึ่งในการหนึ่งของการใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือวัดก็คือ สามารถใช้ทำเป็น Data Logger และ PLC (Programmable Logical Controlled) ได้พร้อมกัน ซึ่งโดยปกติแล้วระบบควบคุมมักจะไม่มีในเครื่องมือวัดจริงขั้นพื้นฐาน หรือ Data Logger แม้จะเก็บข้อมูลได้ แต่การสั่งการทำงานกับอุปกรณ์ตัวอื่น จะมีความยุ่งยากในการสั่งการมาก

สำหรับผู้ที่เคยใช้โปรแกรมประเภทที่ใช้ตัวหนังสือ หรือที่เรียกว่า Text Base ทั้งหลาย คงจะทราบถึงความยุ่งยากในการจัดการกับตำแหน่งการส่งผ่านข้อมูลตามอุปกรณ์เชื่อมต่อ เช่น Port หรือ Card ต่างๆ รวมถึงการจัดวางตำแหน่งในหน่วยความจำ เพื่อที่จะสามารถรวบรวมข้อมูลมาใช้ในการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนวณ และเก็บข้อมูลให้ได้ประโยชน์สูงสุด ปัญหาเหล่านี้ได้รับการแก้ไขใน LabVIEW โดยได้มีการบรรจุโปรแกรมจำนวนมาก หรือ Libraries ไว้สำหรับจัดการกับปัญหาเหล่านั้น ไม่ว่าอุปกรณ์การเชื่อมต่อจะเป็น DAQ (Data Acquisition), GPIB (General Purpose Interface Bus หรือก่อนหน้านี้รู้จักกันในชื่อ Hewlett Packard Interface Bus, HP-IB), พอร์ตอนุกรม หรือ Serial Port เพื่อใช้ติดต่อกับอุปกรณ์ที่ส่งผ่านข้อมูลแบบอนุกรม (Serial Instrument) รวมถึงการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ด้วยวิธีการต่างๆ นอกจากนี้ใน Libraries เหล่านั้นยังได้บรรจุฟังก์ชันการทำงานที่สำคัญอีกหลายประการ เช่น Signal Generation, Signal Processing, Filters, สถิติ, พีชคณิต และคณิตศาสตร์อื่นๆ ดังนั้น LabVIEW จึงทำให้การวัด และการใช้เครื่องมือวัดกลายเป็นเรื่องง่ายลงไปมาก และทำให้คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล กลายเป็นเครื่องมือทางด้านการวัดหลายชนิดอยู่ในเครื่องเดียว

2.5.1 DATA FLOW AND PROGRAMING

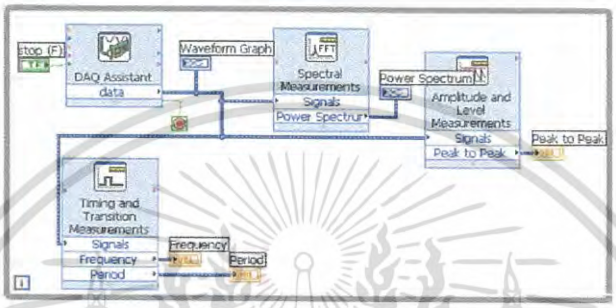
เนื่องจาก LabVIEW เป็นโปรแกรมที่ใช้รูปภาพ หรือสัญลักษณ์แทนการเขียนด้วยตัวอักษรเหมือนโปรแกรมปกติทั่วไป ซึ่งข้อดีข้อแรกก็คือ การลดความผิดพลาดด้านการสะกดผิดหรือพิมพ์ผิดออกไป ข้อแตกต่างอีกประการหนึ่งที่สำคัญของการเขียนโปรแกรมแบบ G กับการเขียนด้วยตัวหนังสือก็คือ การเขียนด้วยภาษา G นี้เป็นการเขียนโดยใช้หลักการของ Data Flow ซึ่งเมื่อเริ่มส่งข้อมูลเข้าสู่โปรแกรม จะต้องกำหนดทิศทางไหลของข้อมูลว่าจะไปที่ส่วนใด ผ่านการประเมินผล และคำนวณในส่วนใดบ้าง และจะให้แสดงผลอย่างไร ซึ่งลักษณะการเขียนภาษา G หรือ Data Flow นี้จะมีลักษณะเหมือนกับการเขียน Block Diagram ซึ่งทำให้ผู้เขียนโปรแกรมสามารถให้ความสนใจกับการเคลื่อนที่ และเปลี่ยนแปลงข้อมูลได้โดยไม่ต้องจดจำรูปแบบคำสั่งที่ยุ่งยาก

เนื่องจาก LabVIEW ใช้ลักษณะการเขียนแบบ Block Diagram ซึ่งวิศวกรส่วนใหญ่มีความคุ้นเคยอยู่แล้ว จึงเป็นการง่ายที่จะทำความเข้าใจ และนำไปพัฒนาใช้ต่อไปได้ และถ้าหากจำได้ถึงขั้นตอนการเขียนโปรแกรมว่าก่อนที่จะเขียนโปรแกรม จะต้องเขียน Flow Chart ให้เสร็จสิ้นก่อนหลังจากตรวจสอบ Flow Chart เรียบร้อยแล้วจึงนาไปเขียนโปรแกรม ซึ่งจะมีความสะดวกมากขึ้นถ้าหากการเขียน Flow Chart ของ LabVIEW ก็คือ การเขียนโปรแกรมนั่นเองซึ่งเป็นการลดขั้นตอนการทำงานลงไปได้เป็นอย่างมาก แม้ว่าการเขียนโปรแกรมใน LabVIEW ไม่จำเป็นต้องมีความรู้ด้านการเขียนโปรแกรมใดๆ มาก่อนเลย แต่การมีความรู้ด้านการเขียนโปรแกรมหรือใช้โปรแกรมสำเร็จรูปอื่นๆ จะสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้เป็นอย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LabVIEW จะมี Front Panel ซึ่งเปรียบเสมือนได้กับสิ่งที่ผู้ใช้จะเห็น และควบคุมการทำงาน ผู้ใช้สามารถสร้างรูปแบบขึ้นเองได้อย่างรวดเร็วเพราะ LabVIEW มีส่วนประกอบต่างๆ ที่ใช้สำหรับออกแบบหน้าจอมากมาย เช่น จอแสดงผลแบบออพิโลลโครบ, ปุ่มหมุน (Dial) และสวิทซ์ เป็นต้น โดย LabVIEW จะแสดงผล และควบคุมการทำงานผ่านทางคอมพิวเตอร์

พื้นที่ส่วนเขียนโปรแกรมจะเรียกว่า Block Diagram เปรียบเสมือนกับ Hardware ภายในเครื่องมือวัด โดย LabVIEW จะเขียนโปรแกรมโดยอาศัยรูปภาพ โดยจะแสดงตัวอย่างดังภาพที่ 2.43



ภาพที่ 2.43 Block Diagram ของ LabVIEW

LabVIEW อาศัยหลักการทำงานของเครื่องมือวัดหรือการวัดคุมทำให้ผู้ใช้สามารถออกแบบตามที่ผู้ใช้ต้องการ หลักการดังกล่าวแบ่งออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ๆ ดังภาพที่ 2.44 คือ

ภาพที่ 2.44 Block Diagram เครื่องมือวัดที่สร้างจาก LabVIEW

Acquisition ซึ่งเป็นส่วนที่รับข้อมูล (Input) จากสิ่งแวดล้อมภายนอกเข้าสู่ระบบในที่นี้คือคอมพิวเตอร์ โดยข้อมูลที่เข้าสู่ระบบนี้อาจมาจากการ์ด DAQ (สำหรับสัญญาณทางไฟฟ้า)

Analysis หลังจากที่ได้รับข้อมูลแล้วอาจจะผ่านฟังก์ชันในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งจะแสดงผลในรูปที่สื่อความหมายในสิ่งที่ผู้ใช้งาน สามารถนำไปแสดงแทนสื่อที่วัดได้และใช้งานได้

Presentation คือ การแสดงผลในรูปแบบที่เป็นประโยชน์ต่อผู้ใช้งาน โดยอาจแสดงบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ เช่น DMM (Digital Multimeter) แสดงผลเฉพาะที่วัดได้โดยไม่จำเป็นต้องรู้ความสำคัญกับเวลา หรือ Spectrum Analysis จะแสดงสัญญาณในรูปความถี่หรือการพิมพ์ออกมาเป็นรายงานหรือเก็บข้อมูลในฮาร์ดดิสก์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1 ส่วนประกอบต่างๆ ใน LabVIEW

โปรแกรมที่เขียนขึ้นมาโดย LabVIEW จะเรียกว่า Virtual Instrument (VI) เพราะลักษณะที่ปรากฏทางจอภาพเมื่อผู้ใช้ใช้งานจะเหมือนกับเครื่องมือหรืออุปกรณ์ทางวิศวกรรม ในขณะเดียวกันหลังฉากของอุปกรณ์เสมือนจริงเหล่านั้นจะเป็นการทำงานของฟังก์ชัน, Subroutines และโปรแกรมหลักเหมือนกับภาษาทั่วไป สำหรับ VI หนึ่งๆ จะประกอบด้วยส่วนประกอบ 3 ส่วนคือ

1. Front Panel

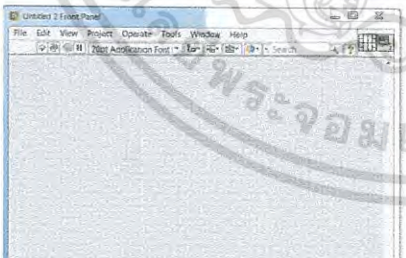
2. Block Diagram

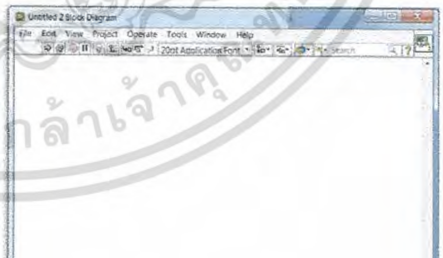
3. Icon และ Connector

ทั้งสามส่วนนี้จะประกอบกันขึ้นมาเป็นอุปกรณ์เสมือนจริง ลักษณะ และหน้าที่ของส่วนประกอบทั้งสามมีดังต่อไปนี้

2.5.1.1 Front Panel

หรือเรียกว่าหน้าปัทม์ จะเป็นส่วนที่ใช้สื่อความกันระหว่างผู้ใช้กับโปรแกรม (หรือที่นิยมเรียก User Interface) โดยทั่วไปจะมีลักษณะเหมือนกับหน้าปัทม์ของของเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ใช้งานด้านการวัดทั่วๆ ไป โดยทั่วไปจะประกอบด้วย สวิตซ์ปิดเปิด, ปุ่มบิด, ปุ่มกด จอแสดงผลหรือแม้แต่ค่าที่ผู้ใช้สามารถกำหนด สำหรับผู้ที่คุ้นเคยกับการเขียนโปรแกรมประเภท Visual ทั้งหลายคงจะเข้าใจกันดีว่า Front Panel นี้จะเปรียบเสมือนเป็น GUI ของโปรแกรมหรือ VI นั่นเอง





(ก) แสดงหน้าต่าง Front Panel (ข) แสดงหน้าต่าง Block Diagram

ภาพที่ 2.45 หน้าต่าง Front Panel และ Block Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

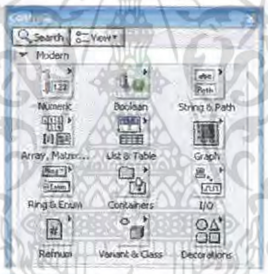
Object ที่อยู่บน Front Panel จะมีอยู่สามประเภท คือ

1. Control คือ ประเภทที่รับค่าจากผู้ใช้ (Input) ซึ่งผู้ใช้สามารถพิมพ์ค่าลงไป หรือใช้เมาส์คลิกเพื่อเปลี่ยนแปลงค่าได้ เช่น ปุ่มหมุน ปุ่มเลื่อน สวิตซ์ เป็นต้น

2. Indicators คือ ประเภทที่ใช้แสดงค่าต่างๆ เท่านั้น (Output) ผู้ใช้ไม่สามารถแก้ไขได้ เช่น กราฟ มิเตอร์ LED

3. Decorations เป็น Object ที่ไม่เกี่ยวข้องกับโปรแกรม และ Code บน Block Diagram เลยแต่มีไว้เพื่อความสวยงามเป็นระเบียบของ Front Panel เท่านั้นนั่นเอง

เครื่องมือที่ใช้ในการออกแบบ Front Panel จะประกอบไปด้วย Control Palette และ Tools Palette ซึ่ง LabVIEW มี Controls Palette ที่ใช้ในการออกแบบ Front Panel แสดงดังภาพที่ 2.46 ซึ่งเป็นส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน (User Interface) โดยจะจัดเป็นกลุ่มต่างๆ เช่น กลุ่มของตัวเลข (Numeric) ซึ่งภายในกลุ่มจะมี Control และ Indicator ต่างๆ ที่เกี่ยวกับตัวเลข



ภาพที่ 2.46 Controls Palette ที่ใช้ในการออกแบบ Front Panel

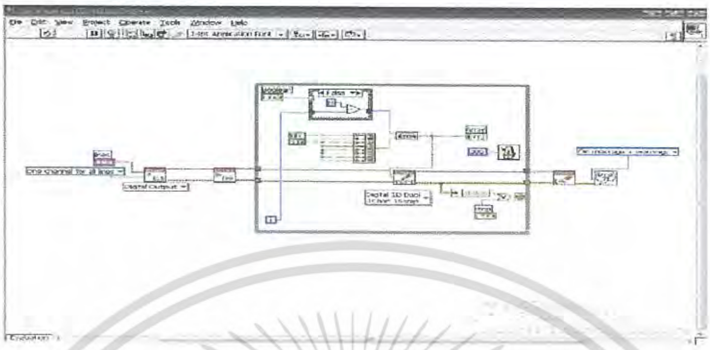
2.5.1.2 Block Diagram

เพื่อให้เกิดความเข้าใจง่ายขึ้น อาจมอง Block Diagram นี้เป็นเสมือนกับ Source Code หรือโปรแกรมของ LabVIEW ซึ่งปรากฏว่าอยู่ในรูปของภาษา G ซึ่ง Block Diagram นี้ ถือว่าเป็น Executable Program คือ สามารถที่จะทำงานได้ทันที และข้อดีอีกประการหนึ่งก็คือ LabVIEW จะมีการตรวจสอบความผิดพลาดของโปรแกรมตลอดเวลา ทำให้โปรแกรมจะทำงานได้ก็ต่อเมื่อไม่มีข้อผิดพลาดในโปรแกรมเท่านั้น โดยผู้ใช้สามารถที่จะดูรายละเอียดของความผิดพลาดแสดงให้เห็นได้ตลอดเวลา ทำให้การเขียนโปรแกรมนั้นง่ายขึ้นมาก

ส่วนประกอบภายใน Block Diagram นี้จะประกอบด้วย ฟังก์ชัน ค่าคงที่ โปรแกรมควบคุมการทำงานหรือโครงสร้าง จากนั้นในแต่ละส่วนเหล่านี้ ซึ่งจะปรากฏในรูปของ Block จะได้รับการต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สาย (Wire) สำหรับ Block ที่เหมาะสมเข้าด้วยกัน เพื่อกำหนดลักษณะการไหลของข้อมูลระหว่าง Block เหล่านั้น ทำให้ข้อมูลได้รับการประมวลผลตามที่ต้องการ และแสดงผลออกมาให้แก่ผู้ใช้ต่อไป โดยจะแสดงตัวอย่างดังภาพที่ 2.47



ภาพที่ 2.47 ตัวอย่าง Block Diagram

Node คือ รูป Icon ที่อยู่บน Block Diagram ซึ่งมี Input หรือ Output และจะทำงานตามหน้าที่เมื่อมีการรันโปรแกรม โดยแบ่งเป็นสามชนิดหลัก

1. Function คือ Node ที่มีหน้าที่พื้นฐานของคอมพิวเตอร์ ซึ่งไม่สามารถที่จะเจาะเข้าไปดูรายละเอียดภายในได้อีก เช่น การบวก การคูณ

2. SubVIs หรือในภาษาทางซอฟต์แวร์อาจจะเรียกว่า Subroutine หรือ Subprogram คือโปรแกรมย่อยที่ถูกเขียนขึ้นมาเพื่อถูกนำมาเรียกใช้ในอีกโปรแกรมหนึ่ง สามารถเปิดเข้าไปดู Front Panel และ Block Diagram ได้เมื่อ Double Click ที่ Icon ของมัน

3. Express VIs เป็น SubVIs ประเภทพิเศษคือเมื่อเลือก Express VI มาวางบน Block Diagram มันจะปรากฏหน้าต่าง Configuration ขึ้นมาเพื่อให้เข้าไปป้อนค่า Parameters ต่างๆ ตามต้องการ และเมื่อป้อนค่าเสร็จมันก็จะสร้างโค้ดไว้ภายในอัตโนมัติตามที่ได้ตั้งค่าไว้ ซึ่งความสามารถของ Express VI นี้ทำให้แทบไม่จำเป็นต้องต่อสาย Input เลย เพราะ Parameter ทั้งหมดได้ถูกสร้างขึ้นมาแล้วถูกเก็บไว้ภายในเรียบร้อยแล้ว จึงทำให้การเขียน LabVIEW ง่าย และเร็วขึ้นมาก สังเกตง่ายๆ Express VI จะมี Icon ขนาดใหญ่ที่มีพื้นหลังเป็นสีฟ้า

LabVIEW ใช้ Functions Palette ซึ่งจะมี Function และ SubVI ต่างๆ ที่มีอยู่แล้วให้ผู้ใช้เลือกใช้ โดย Function และ SubVI จัดเป็นกลุ่มๆ เช่น Numeric Function จะมี Function ต่างๆ เกี่ยวกับตัวเลข เช่น บวก ลบ คูณ หาร

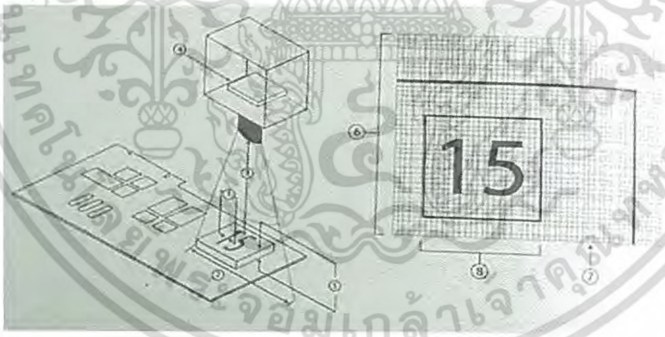
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Icon และ Connector เปรียบเสมือนโปรแกรมย่อย Subroutine ในโปรแกรมปกติทั่วๆ ไป โดย Icon จะหมายถึง Block Diagram ตัวหนึ่งที่มีการส่งข้อมูลเข้า และออกผ่านทาง Connector ซึ่งใน LabVIEW จะเรียก Subroutine นี้ว่า SubVI ข้อดีของการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา G นี้ก็คือ สามารถสร้าง VI ทีละส่วนขึ้นมาให้ทำงานด้วยตัวเองได้อย่างอิสระ จากนั้นในภายหลักหากต้องการก็สามารถเขียน โปรแกรมอื่นขึ้นมาเพื่อเรียกใช้งาน VI ที่เคยสร้างขึ้นก่อนหน้านี้ทีละตัว ซึ่งทำให้ VI ที่เขียนขึ้นก่อนกลายเป็น SubVI ไป การเขียนในลักษณะนี้เรียกว่า เขียนเป็น Module

2.6 ระบบรับภาพ (Vision System)

ก่อนที่ผู้ใช้งานจะนำภาพไปประมวลผล ผู้ใช้งานจำเป็นต้องออกแบบระบบรับภาพ (Image Acquisition System) ให้เหมาะสม เพื่อให้ได้ภาพที่มีคุณภาพเพียงพอสำหรับการประมวลผล ตัวอย่างระบบรับภาพสำหรับงานการวัด และการตรวจสอบโดยทั่วไปแสดงได้ดังภาพที่ 2.48 ระบบรับภาพที่ดีจะทำให้การประมวลผลมีความถูกต้อง และมีประสิทธิภาพสูง

จากรูปภาพด้านซ้าย แสดงชุดตัวแปรที่สำคัญของระบบรับภาพในระบบหน่วยวัดของโลกจริง ในขณะที่ภาพด้านขวาแสดงชุดตัวแปรนั้นในหน่วยพิกเซล



ภาพที่ 2.48 ระบบรับภาพ 1) ความละเอียดของระบบ 2) ขอบเขตที่กล้องเก็บภาพได้ 3) ระยะทำงาน (Wd) 4) ขนาดของเซนเซอร์ 5) ระยะชัดลึก 6) ภาพดิจิทัล 7) พิกเซล 8) ความละเอียดพิกเซล

2.6.1 การเลือกเลนส์สำหรับกล้องในระบบวิชั่น

1. เลนส์ที่มีขนาดความยาวโฟกัส = 50 mm. มีมุมการรับภาพอยู่ที่ 46° ถือว่าเป็นเลนส์ “Normal” เพราะเป็นภาพที่มีมิติ (Dimension) ของภาพที่ใกล้เคียงกับสายตาของมนุษย์ ซึ่ง

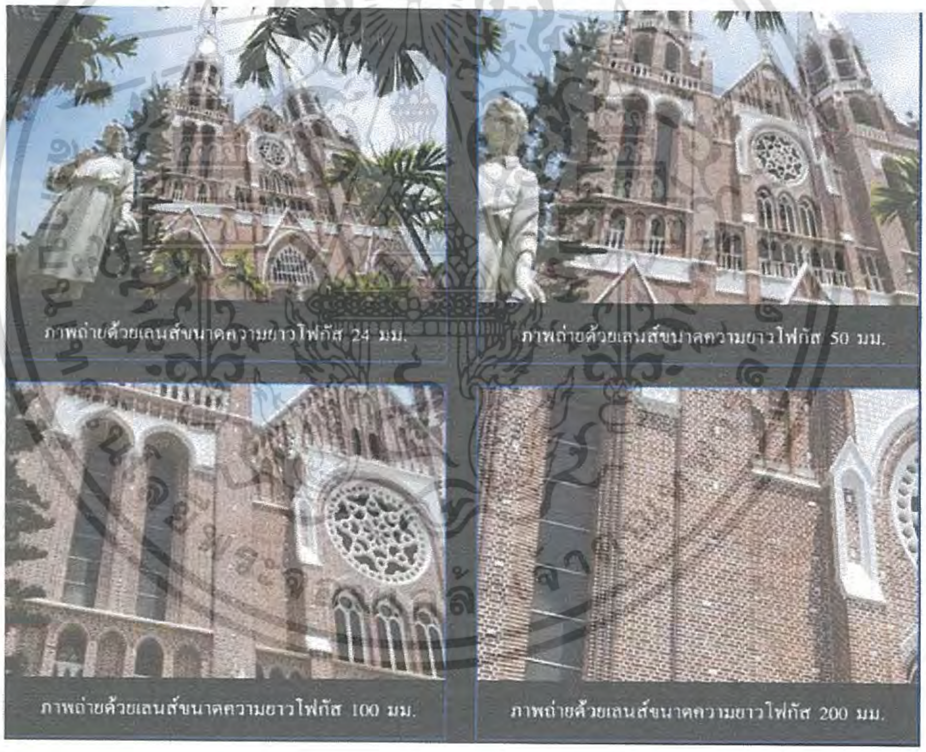
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายความถึงขนาดกว้างยาว และความลึกของภาพที่มองที่ช่องมองภาพ และสายตาของมนุษย์ใกล้เคียงกัน

2. เลนส์ที่มีความยาวโฟกัสสั้นกว่า เลนส์ Normal (<50 mm.) เรียกว่า เลนส์มุมกว้าง (Wide Angle Lens) ซึ่งมีความสามารถในการรับภาพได้กว้างกว่า (Wide Picture Angle) และมีขนาดภาพเล็กลงเสมือนกับภาพที่ถูกถอยห่างออกไป

3. เลนส์ที่มีความยาวโฟกัสยาวกว่าเลนส์ Normal (>50 mm.) เรียกว่า เลนส์เทเลโฟโต้ (Tale Photo Lens) ซึ่งมีมุมการรับภาพแคบกว่า และมีขนาดภาพที่ใหญ่ขึ้นเสมือนกับภาพที่ถูกดึงเข้ามาใกล้

โดยจะแสดงภาพที่ได้จากเลนส์ลักษณะต่างๆ ดังภาพที่ 2.49



ภาพที่ 2.49 ตัวอย่างรูปที่ได้จากเลนส์ชนิดต่างๆ

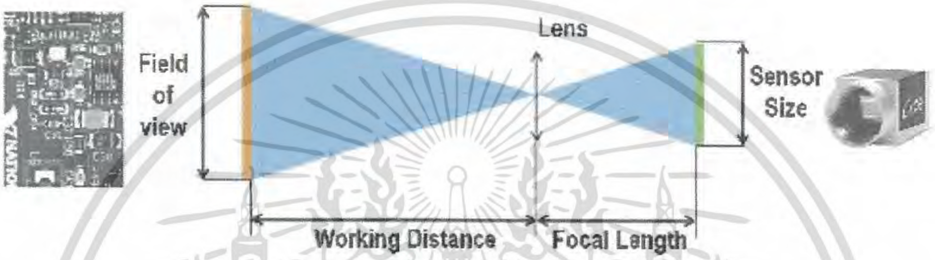
จะเห็นว่าเลนส์ที่ดีที่สุดคือเลนส์ Normal ที่มีขนาดความยาวโฟกัส = 50 mm. เพราะว่าไม่ว่าจะมองด้วยระยะไหน ขนาดของวัตถุที่เห็นกับขนาดภาพจะมีขนาดใกล้เคียงกันเสมอ แต่ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับรูปแบบงานที่ต้องการ หากของมีหลายอย่างที่ต้องการจับในเวลาเดียวกัน อาจใช้เป็นเลนส์ Wide

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อให้เก็บรายละเอียดของภาพได้มากที่สุด แต่ข้อเสียของเลนส์ Wide คือ ที่ขอบของภาพจะโค้งเว้า ให้ภาพที่ผิดเพี้ยนกว่าตำแหน่งที่กลางที่สุด การใช้ ROI วาดรอบเฉพาะจุดสนใจที่กลางภาพ จะช่วยให้ได้ตำแหน่งที่ถูกต้อง ซึ่งในระบบนี้ได้เลือกเลนส์ Wide 6.5 mm.

2.6.2 การคำนวณเพื่อหาขนาดเลนส์ที่ต้องการใช้

ในการเลือกใช้กล้องนั้นจำเป็นต้องเลือกเลนส์ให้ถูกขนาดตามการใช้งาน เพื่อประสิทธิภาพของการประมวลผลภาพที่ดีที่สุด โดยหลักการทำงานของกล้อง และเลนส์จะแสดงดังภาพที่ 2.50



ภาพที่ 2.50 อธิบายการทำงานของกล้อง

สมการการคำนวณ $Sensor\ Resolution = Image\ Resolution = 2\left(\frac{Field\ of\ View\ (FOV)}{Smallest\ Feature}\right)$

ในการคำนวณค่าความละเอียดของภาพสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (2.1)

$$\text{Sensor Resolution} = \text{Image Resolution} = 2\left(\frac{Field\ of\ View(FOV)}{Smallest\ Feature}\right) \quad (2.1)$$

$$\text{Sensor Resolution} = \text{Image Resolution} = 2\left(\frac{250}{10}\right) = 50 \text{ pixel}$$

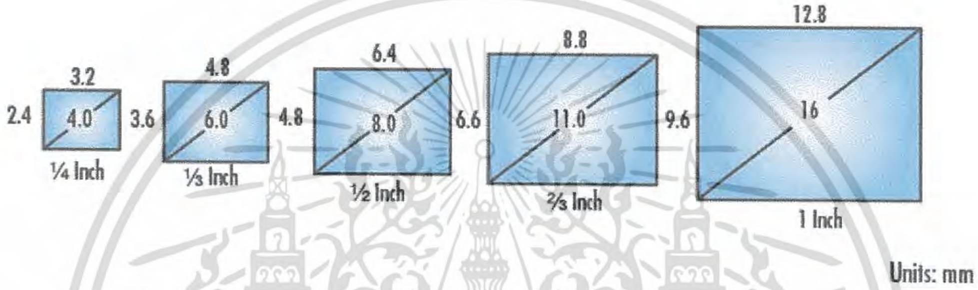
เมื่อ FOV คือ ขอบเขตที่กล้องเก็บภาพได้ (Field of View) หรือขอบเขตในโลกจริงที่กล้องสามารถรับภาพได้ ในที่นี้ส่วนของ Compressor จะมีการจับภาพต่อ 1 ชิ้น หากวัดระยะความยาวตั้งแต่ขอบของ Compressor ถึงขอบของ Vacuum จะได้ ประมาณ 150 - 250 mm. ขึ้นกับรุ่นที่ผลิต ดังนั้น FOV = 250 mm.

Smallest Feature คือ ส่วนที่เล็กที่สุดเป็นความละเอียดที่ต้องการในการวิเคราะห์ภาพ ซึ่งในระบบส่วนที่เล็กที่สุดจริงๆ คือจุกสีขาวของ Compressor มีค่าเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 10 mm.

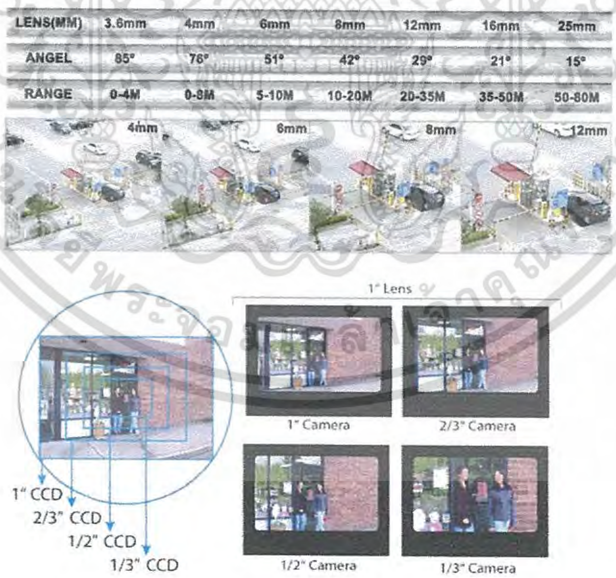
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถเลือกกล้องที่มีค่า Sensor Resolution ได้ตั้งแต่ 500 x 600 pixel, 640 x 480 Pixel, 1024 x 768 Pixel, 1280 x 1024 Pixel สามารถใช้ได้หมด ยิ่ง Sensor Resolution มาก ความละเอียดในการจับภาพก็มาก

จากข้อมูลคุณสมบัติกล้องของผู้ผลิต GigE พบว่า Sensor Size = $\frac{1"}{3}$ มีค่าความละเอียด Resolution 1280 x 960 pixel มีช่วง Resolution ที่สามารถใช้ได้ ซึ่งค่าของ Sensor Size จะสัมพันธ์กันกับ Focal Length โดยจะอธิบายความสัมพันธ์ของขนาด Sensor Size ดังภาพที่ 2.51 และภาพที่ 2.52



ภาพที่ 2.51 ความแตกต่างของขนาด Sensor Size



ภาพที่ 2.52 ความแตกต่างของภาพที่เกิดขึ้นเมื่อ Sensor Size และ Focal Length(LENs) เปลี่ยน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมการการคำนวณ ค่า Focal Length

ในการคำนวณหาระยะภาพที่รับได้สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (2.2)

$$Focal\ Length \times FOV = Sensor\ Size \times Working\ Distance \qquad (2.2)$$

Sensor Size = $\frac{1"}{3}$ มีค่า 4.8 mm. x 4.8 mm., WD ของ Compressor = 530 mm., FOV = 250 mm. แทนค่าสูตรเพื่อหาค่า

$$\text{Focal Length} = \frac{4.8\ x\ 530}{250} = 10 \text{ mm}$$

ดังนั้นควรเลือกเลนส์ที่มีความยาวโฟกัส 10 mm. จึงจะสามารถจับภาพได้ดีที่จุดที่สนใจจะไม่ตกที่ขอบส่วนโค้งของเลนส์ เมื่อใช้เลนส์ Wide ในการจับภาพ แต่ด้วยเหตุเรื่องของเลนส์ที่มีใช้อยู่ก่อนในโรงงาน และสามารถใช้ได้ จึงนำเลนส์ 6.5 mm. มาใช้แทน แต่ทั้งนี้ระบบวิชั่น ในการวิเคราะห์ภาพขึ้นกับค่า WD หากมีการเปลี่ยนแปลงค่า WD และ ตัว Compressor มีการเปลี่ยนขนาดตามรุ่นที่ผลิตก็อาจต้องใช้โปรแกรมช่วยคำนวณไม่สามารถ Fix ค่าพารามิเตอร์คงที่ได้ เพื่อหาค่า FOV ใหม่ไปใช้ในการหา Dimension คูณแปลงหน่วยจาก Pixel เป็น Real World

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

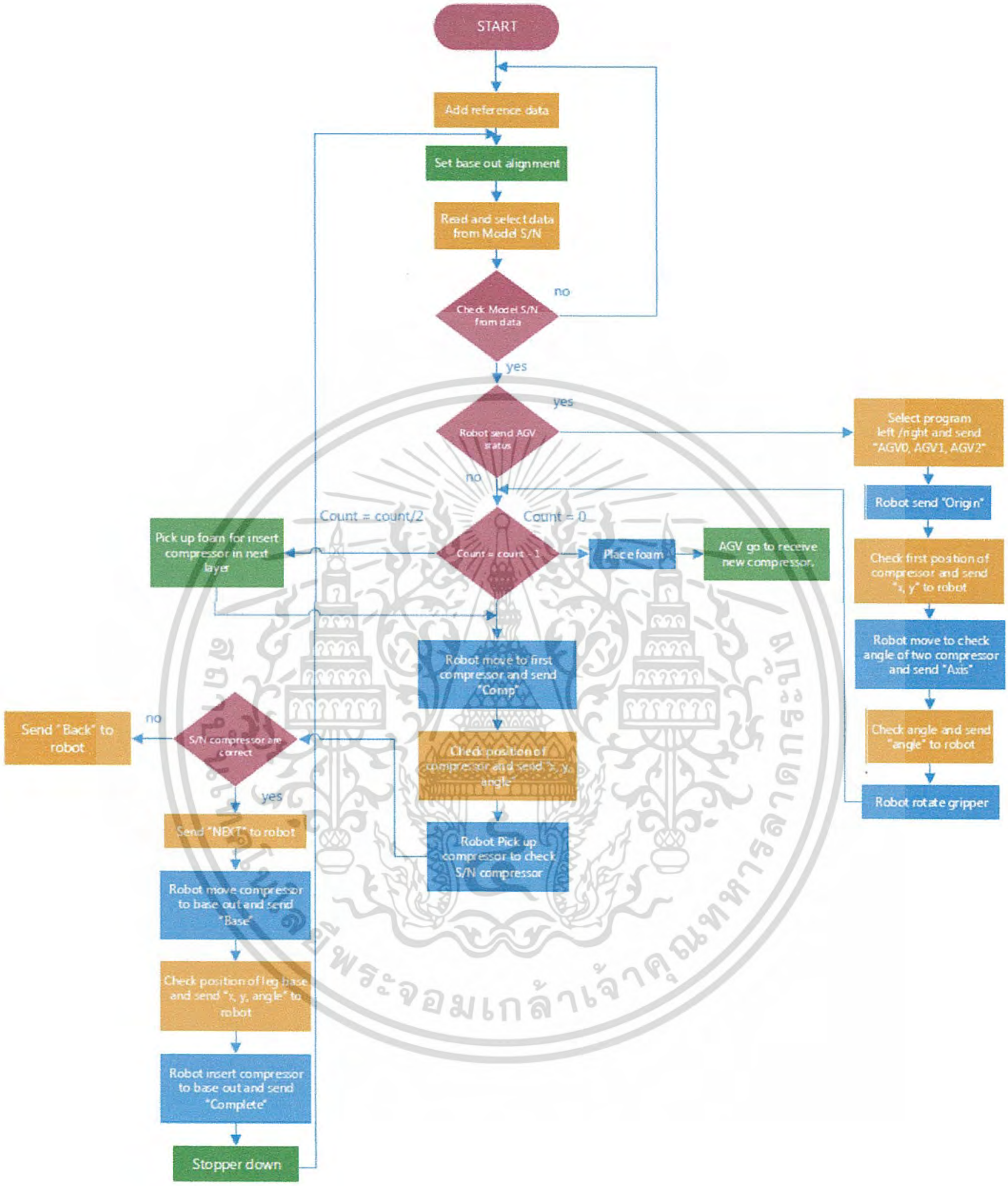
บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ในขั้นตอนแรกของการดำเนินการวิจัย มีความจำเป็นที่จะต้อง Design และออกแบบลำดับขั้นตอนการทำงานของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม และการออกแบบอุปกรณ์ทางแมคคานิกส์ที่จะใช้ร่วมกับการทำงานของหุ่นยนต์ ลักษณะการทำงาน การเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์โดยใช้ซอฟแวร์สำเร็จรูปในการ Simulate เพื่อให้การวิจัยเป็นระบบ และสามารถทำได้จริงโดย ขั้นตอนแรกของการออกแบบ คือการออกแบบลำดับขั้นตอนการทำงานของหุ่นยนต์โดยการเขียนเป็นผัง Flow Chart ดังหัวข้อที่ 3.1

3.1 ออกแบบลำดับขั้นตอนการทำงานของหุ่นยนต์อุตสาหกรรมยกคอมเพรสเซอร์

การออกแบบ Flow Chart ลำดับขั้นตอนการทำงานของหุ่นยนต์นั้น ต้องคำนึงถึงลำดับขั้นตอนปกติของการทำงานของ พนักงานตำแหน่งนั้นว่าทำงานสิ่งใดก่อนและหลัง แล้วนำมาประยุกต์ดัดแปลงนำมาใช้ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพการทำงานของหุ่นยนต์ให้สูงที่สุด และใช้ระยะเวลาในการทำงานที่รวดเร็วที่สุด ตามที่องค์กรต้องการโดยได้ออกแบบแผนผัง Flow Chart ดังแสดงในรูปที่ 3.1

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.1 Flow Chart ลำดับการทำงานของหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

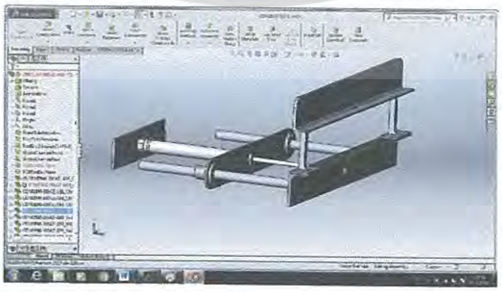
3.2 การออกแบบชิ้นส่วนทางแมคคานิกส์

ในหัวข้อนี้จะอธิบายถึงวิธีการออกแบบชิ้นส่วนทางแมคคานิกส์ต่างๆ ที่เป็นส่วนประกอบในการทำงานภาพรวมของหุ่นยนต์อุตสาหกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยโปรแกรมที่ใช้ออกแบบชิ้นส่วนแมคคานิคคือ ซอฟแวร์สำเร็จรูป Solid Works ซึ่งจะประกอบด้วย ตัวจับยึด Mounting และอุปกรณ์ชิ้นต่างๆ โดยการออกแบบชิ้นส่วนทางแมคคานิกส์ทั้งหมดนั้นจะอิงสัดส่วนในระบบเมตริก

3.2.1 การออกแบบ Pusher

Pusher นั้นเป็นชิ้นส่วนทางแมคคานิกส์ที่ออกแบบขึ้นมาโดย Pusher มีหน้าที่คือ เป็นตัวดันชิ้นงานหรือ Set ให้อยู่ในพื้นที่ทำงานของหุ่นยนต์ และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ และความแม่นยำของการทำงานของหุ่นยนต์มากขึ้น โดยเรียกอุปกรณ์ชนิดนี้ว่า อุปกรณ์จัด Centering หรือเรียกง่ายๆว่า การจัดชิ้นงานหรือ Set ให้มาอยู่ที่ตำแหน่งเดิมตลอดทุกครั้งของทุกๆ เซ็ตก่อนจะทำการประกอบหรือการ Assembly

โดยวิธีการออกแบบ Pusher จะอธิบายดังนี้ เลือกใช้กระบอกสูบ Round Cylinder ซึ่งมี Bore ขนาดโต 40 mm. ที่เลือกใช้เป็น Round Cylinder เพราะมีราคาถูกกว่า Compact Cylinder ซึ่งจะมีก้านเพลาประกอบมาในชุด จากนั้น เลือกระยะ Stoke ของกระบอกสูบโดยการคำนวณจากขนาดความกว้างของ Set ที่มีขนาดเล็กที่สุดและใหญ่ที่สุด ต่างกันอยู่ 200 mm. ดังนั้นจึงเลือกใช้กระบอกสูบ Round Cylinder Bore 40 Stoke 250 โดยจะมี Guide Support เป็นเพลามีขนาด Diameter โต 30 mm. ที่ช่วยรับแรงแทนก้านกระบอกสูบ และป้องกันการหมุนของกระบอกสูบ ซึ่งจะถูกรองรับแรงด้วย Bearing LMF30UU ที่ติดอยู่กับ Plate โดยได้ทำการออกแบบดังภาพที่ 3.2 โดยจะสังเกตว่าหน้าที่ใช้ผลักชิ้นงานจะเป็นหน้าที่ชักเข้าของกระบอกสูบ Material ทั้งหมดใช้เป็นเหล็ก SS400



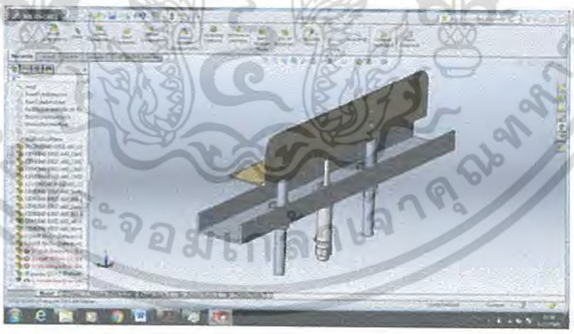
ภาพที่ 3.2 การออกแบบ Pusher ด้วยโปรแกรม SolidWorks

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 การออกแบบ Stopper

Stopper นั้นเป็นชิ้นส่วนทางแมคคานิกส์ที่ออกแบบขึ้นมาโดย Stopper มีหน้าที่คือ เป็นตัวหยุดชิ้นงานหรือ Set ให้อยู่ในพื้นที่ทำงานของหุ่นยนต์ และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ และความแม่นยำของการทำงานของหุ่นยนต์มากขึ้น โดยเรียกอุปกรณ์ชนิดนี้ว่า อุปกรณ์จัด Centering หรือเรียกง่ายๆ ว่าการจัดชิ้นงานหรือ Set ให้มาอยู่ที่ตำแหน่งเดิมตลอดทุกครั้ง ของทุกๆ เซ็ต ก่อนจะทำการประกอบ หรือ Assembly

โดยการออกแบบ Stopper จะอธิบายดังนี้ นั่นคือ เลือกใช้กระบอกสูบ Round Cylinder ซึ่งมี Bore ขนาดโต 40 mm. ที่เลือกใช้เป็น Round Cylinder เพราะมีราคาถูกกว่า Compact Cylinder ซึ่งจะมีก้านเพลาประกอบมาในชุด จากนั้น เลือกระยะ Stoke ของกระบอกสูบโดยการคำนวณจากระยะความสูงของ Set และความโตของขนาด Diameter ของ Rolling Conveyer ซึ่งมีค่ารวมกัน 125 mm. จึงเลือกใช้ Cylinder Bore 40 Stoke 100 โดยจะมี Guide Support เป็นเพลามีขนาด Diameter โต 30 mm. ที่ช่วยรับแรงแทนก้านกระบอกสูบ และป้องกันการหมุนของกระบอกสูบ ซึ่งจะถูกรองรับแรงด้วย Bearing LMF30UU ที่ติดอยู่กับ Plate โดย Plate นั้นจะออกแบบเป็น Plate รูปตัว U หนา 30 mm. เพื่อช่วยรับน้ำหนักได้มากขึ้น โดยได้ทำการออกแบบดังภาพที่ 3.3 Material ทั้งหมดใช้เป็นเหล็ก SS400

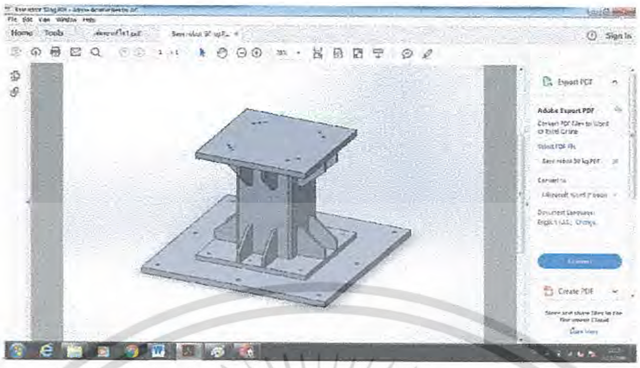


ภาพที่ 3.3 การออกแบบ stopper ด้วย SolidWorks

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

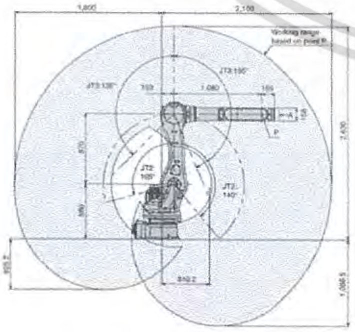
3.2.3 การออกแบบ Base Robot

Base Robot นั้นทำหน้าที่เป็นชิ้นส่วนยึดฐานของหุ่นยนต์ช่วยเพิ่มความสามารถในการหยิบคอมเพรสเซอร์แอร์ได้ทั้งซ้าย และขวาดังแสดงในภาพที่ 3.4

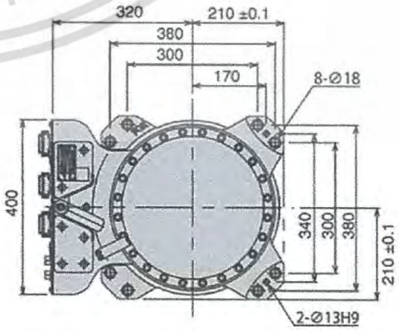


ภาพที่ 3.4 การออกแบบ Base Robot

โดยหุ่นยนต์นั้นมีข้อจำกัดในเรื่องของการเคลื่อนที่ หากตั้งยึดกับพื้นจะไม่สามารถหยิบคอมเพรสเซอร์แอร์ได้ทั้งหมดจึงต้องเพิ่มความสูงให้กับหุ่นยนต์ เพื่อเพิ่มข้อจำกัดดังในข้อจำกัดการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ดังแสดงในภาพที่ 3.5 (ก) โดยการออกแบบ Base Robot จะออกแบบเป็นชิ้นส่วนใหญ่ๆ สองชิ้นส่วน คือส่วนที่เป็น Plate เหล็กกว้าง 1 m. x 1 m. หนา 30 mm. เป็นส่วนที่ใช้ยึดกับพื้นโดยใช้พุคขนาด M16 และส่วนที่สองคือ ส่วนที่ใช้ยึดกับฐานของหุ่นยนต์ ใช้เป็นเหล็กกล่องขนาด 300 mm. x 300 mm. หนา 30 mm. ยึดติดกับเหล็กฉากค้ำทั้งด้านบน และด้านล่างโดยการเชื่อมติดกัน โดยด้านบนจะเจาะรูยึดตาม Dimension ของฐานของหุ่นยนต์ Rs Series 050N ดังภาพที่ 3.5 (ข)



(ก) ข้อจำกัดการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์



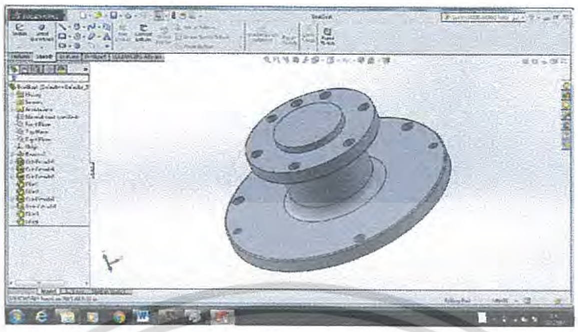
(ข) Dimension ฐานของหุ่นยนต์

ภาพที่ 3.5 ข้อจำกัดการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์และ Dimension ฐานของหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 การออกแบบ Support Griper (Mounting)

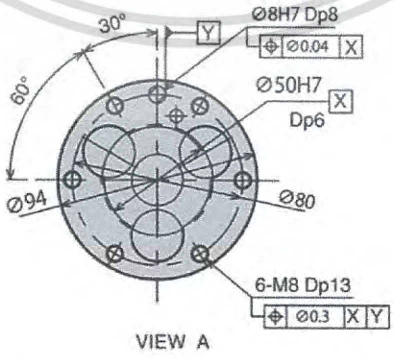
Support Griper คือ ส่วนประกอบที่เป็นตัวยึด (Mounting) ระหว่างหน้า Flang หรือ JOINT 6 ของหุ่นยนต์ กับอุปกรณ์ Tool โดยได้ทำการออกแบบดังภาพที่ 3.6



ภาพที่ 3.6 การออกแบบ Support Griper

โดยทำจากเหล็ก SS400 รูด้านบน และด้านล่างออกแบบจาก Dimension ของหน้า Flang หรือ JOINT 6 กับ Dimension ของอุปกรณ์ Tool หรือในที่นี้ใช้เป็นอุปกรณ์ AF46SN-160N ซึ่งจะมี Dimension ดังภาพที่ 3.7 และ 3.8 ตามลำดับ

ภาพที่ 3.7 Dimension ของ AF46SN-160N

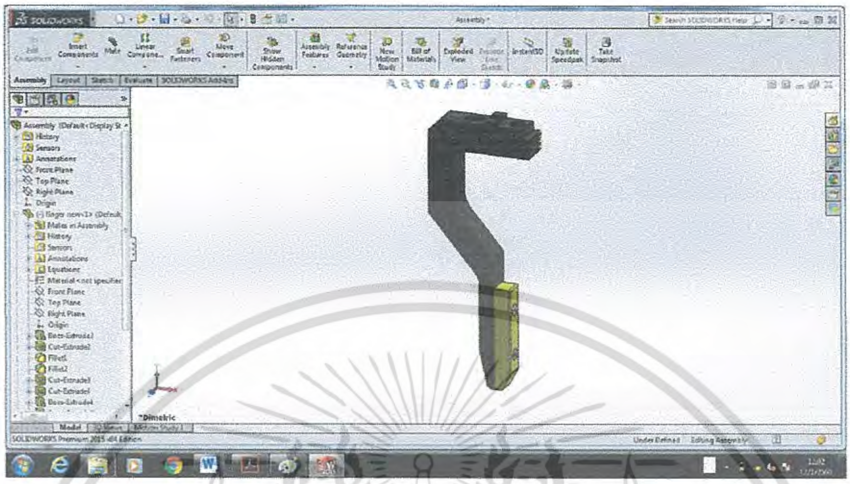


ภาพที่ 3.8 Dimension ของ Flang Rs050n

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

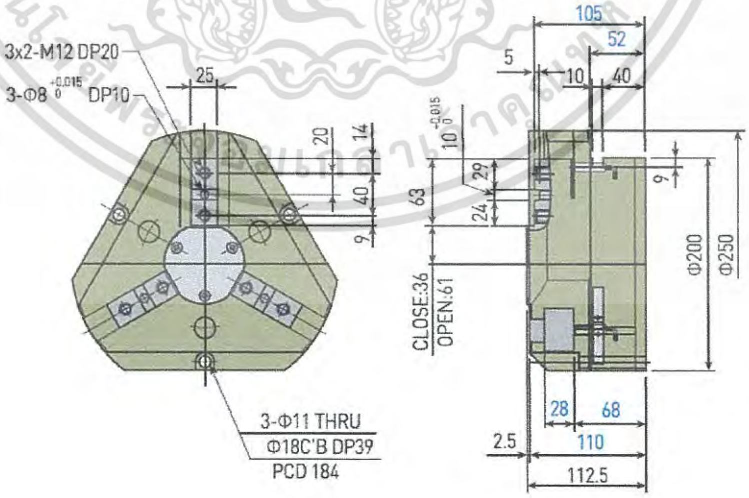
3.2.5 การออกแบบ Finger

Finger เป็นชุดอุปกรณ์นิ้วจับที่เป็น Tool ใช้ยึดกับอุปกรณ์ AF46SN-160N โดยในหนึ่งชุด Tool จะมี Finger จำนวนสามชิ้นงาน เพื่อประกอบกับ AFSN-160N โดยได้ออกแบบดังภาพที่ 3.9



ภาพที่ 3.9 การออกแบบ Finger

Material ที่ใช้จะเป็นเหล็ก SS400 ส่วนที่ใช้สัมผัสกับคอมเพรสเซอร์แอร์จะใช้เป็นยาง Uritane เบอร์ 3 เพื่อไม่ให้เกิดรอยบนตัวถังคอมเพรสเซอร์ โดยได้ออกแบบส่วนบน ซึ่งเป็นส่วนรู Pin และส่วนจับยึดกับอุปกรณ์ AF46SN-160N โดยได้อิงการออกแบบจาก Dimension ของอุปกรณ์ดังภาพที่ 3.10

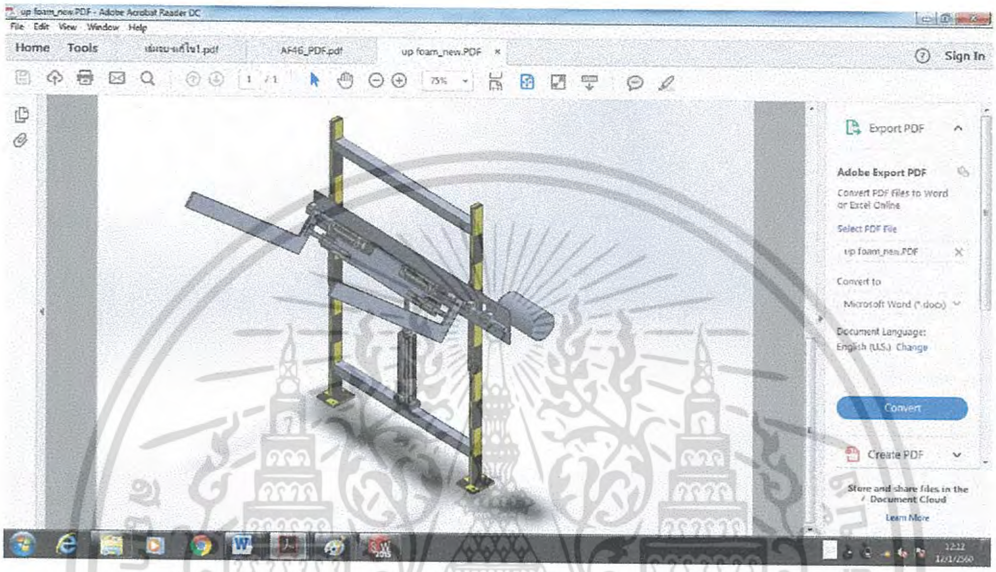


ภาพที่ 3.10 Dimension ของ AF46SN-160N ส่วนที่ใช้จับยึดกับ Finger

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.6 การออกแบบ ชุด Automation UP FOAM

ชุด Automation UP FOAM มีหน้าที่ในการทำงานคือ เป็นชุดที่ออกแบบมาเพื่อใช้หนีบ และยกโฟมชั้นที่สองออกไปเก็บไว้จากรถ AGV เพื่อที่จะหุ่นยนต์สามารถหยิบถังคอมเพรสเซอร์แอร์ที่ชั้นล่าง และเมื่อหยิบถังคอมเพรสเซอร์จนหมด Pallet ชั้นล่างสัญญาณจากหุ่นยนต์จะสั่งให้ชุด Automation วางโฟมลงบน AGV และให้ AGV เคลื่อนที่ออกซึ่งจะแสดงดังภาพที่ 3.11 และ 3.12



ภาพที่ 3.11 การออกแบบชุด Automation UP FOAM

ภาพที่ 3.12 การทำงานของชุด Automation UP FOAM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยหลักการทำงานของชุด Automation Up Foam จะทำงานโดยการที่แผ่น Plate ทั้งสองที่ถูกยึดด้วยก้านของ Cylinder และ Linear Bearing ซึ่งถูกสไลด์โดยราง Linear Guide ทั้งสองด้านซ้าย และขวาจะทำการหนีบโฟมก่อน จากนั้น Cylinder ตัวที่สามจะเป็นตัวยกโฟมขึ้นในแนวตรง หลังจากที่ Cylinder ตัวที่สามยกเสร็จ มอเตอร์จะส่งกำลังไปที่เพลาเพื่อหมุนยกแขนที่หนีบโฟมอยู่ขึ้น ซึ่งแสดงดังภาพที่ 3.13 และเมื่อหุ่นยนต์ทำงานเสร็จจนครบ Pallet ชั้นล่าง ชุด Automation Up Foam จะทำงานโดยการหมุนมอเตอร์ลงเป็นการวางโฟมลงบน Pallet ที่อยู่บนรถ AGV เป็นการเสร็จการทำงาน

โดยอุปกรณ์ที่ใช้จะมี Cylinder Bore 40 Stoke 100 จำนวน 2 ตัว

Cylinder Bore 50 Stoke 300 จำนวน 1 ตัว

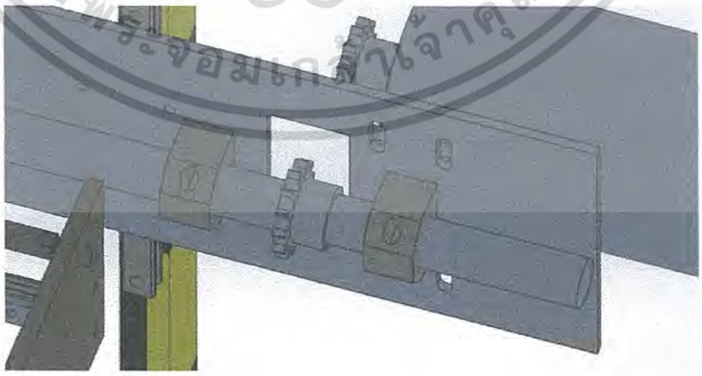
มอเตอร์ไฟฟ้ากำลัง 2.5 kw อัตราเฟืองทด 1:4

Linear Guide และ Linear Bearing 2 ชุด

เพลายาว 270mm. ขนาด Diameter 30mm. 1 ชุด

Spocket และชุดเฟืองทด 1:2 จำนวน 1 ชุด

Housing Bearing 30mm. จำนวน 3 ตัว

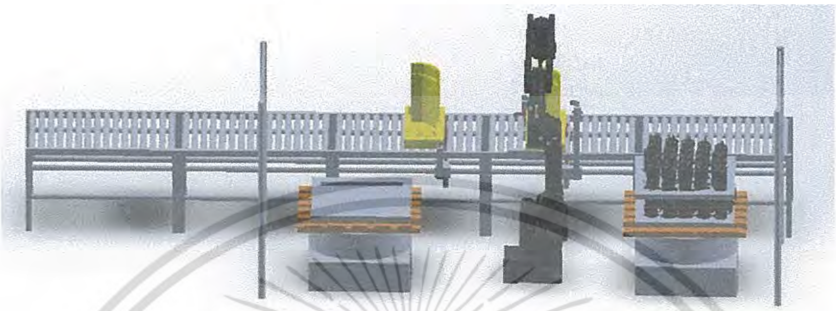


ภาพที่ 3.13 การออกแบบการส่งกำลังด้วยมอเตอร์และชุดเฟืองทด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

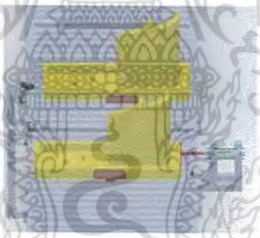
3.3 Simulation ลำดับการทำงานของหุ่นยนต์อุตสาหกรรมด้วย SolidWorks

ก่อนการทดลองจริงต้องทำการจำลองการทำงานเป็นลำดับขั้นตอนของหุ่นยนต์อุตสาหกรรมเพื่อยืนยัน และยื่นเสนอกับองกร์เพื่อขอซื้อหุ่นยนต์อุตสาหกรรม Kawasaki Rs050N โดยได้ทำการจำลองลำดับขั้นตอนการทำงานเสมือนด้วยโปรแกรม SolidWorks ดังแสดงในภาพที่ 3.14



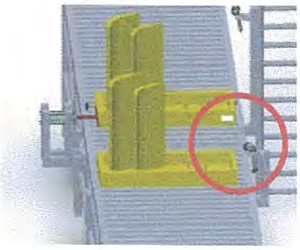
ภาพที่ 3.14 การจำลองการทำงานของหุ่นยนต์ด้วย SolidWorks

SET เคลื่อนที่มาตาม Conveyer เจอ Photo Sensor PLC จะสั่งให้ Stopper และ Pusher ทำงาน เพื่อทำการจัด Centering ดังภาพที่ 3.15



ภาพที่ 3.15 การจำลองการจัด Centering

Scanner จะทำการแสกนบาร์โค๊ด เพื่อดึงข้อมูลจาก Database เพื่อหาว่าเป็น Model รุ่นไหนรูปแบบการทำงานของหุ่นยนต์เป็นอย่างไรดังภาพที่ 3.16



ภาพที่ 3.16 การจำลองการ Scan เพื่อดึง Database

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

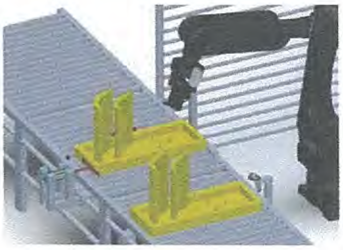
เมื่อดึงข้อมูลจาก Database ได้แล้วหุ่นยนต์จะเลือกรูปแบบการเคลื่อนที่ เพื่อไปหยิบคอมเพรสเซอร์แอร์ตามรุ่นของ Model ที่ได้รับจาก Database ที่ได้รับจากการแสกนบาร์โค๊ด โดยใช้ใช้ระบบประมวลผลภาพ เพื่อวิเคราะห์การเคลื่อนที่ลงไปหยิบคอมเพรสเซอร์ดังภาพที่ 3.17

ภาพที่ 3.17 การจำลองการถ่ายภาพ Compressor

จากนั้นจะหยิบคอมเพรสเซอร์แอร์มาแสกนบาร์โค๊ดอีกครั้งเพื่อเทียบเลข Serial Number ระหว่าง S/N ของคอมเพรสเซอร์ และของ SET ว่าใช้คู่กันหรือไม่ หาก S/N ตรงกันจะให้ทำงานต่อ แต่ถ้าหากว่า S/N ไม่ตรงจะให้หุ่นยนต์หยิบคอมเพรสเซอร์ไปวางที่เดิม และทำการแจ้งสัญญาณเตือน ดังภาพที่ 3.18

ภาพที่ 3.18 การจำลอง Scan Compressor

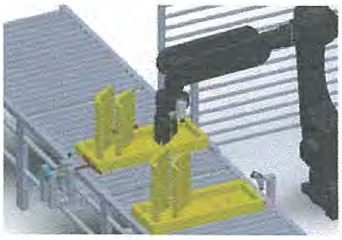
เมื่อผ่านการแสกนเพื่อ Compare S/N โดยหุ่นยนต์จะทำงานต่อโดยการขยับมาเพื่อถ่าย SET และทำการประมวลผลจากรูปภาพเพื่อหาตำแหน่งการวางคอมเพรสเซอร์ดังภาพที่ 3.19



ภาพที่ 3.19 การจำลองการถ่ายภาพ SET

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการวางคอมเพรสเซอร์ลงบน SET หลังจากทำการประมวลผลรูปภาพเสร็จแล้ว ดังภาพที่ 3.20



ภาพที่ 3.20 การจำลองการวางคอมเพรสเซอร์

3.4 Simulation ลำดับการทำงานของหุ่นยนต์อุตสาหกรรมด้วยซอฟแวร์ K-roset

หลังจากการได้รับการอนุมัติในลำดับขั้นตอนการทำงานของหุ่นยนต์ จึงได้ทำการ Simulate กระบวนการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ร่วมกับลำดับขั้นตอนการทำงานด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป K-roset เพื่อที่จะศึกษาข้อจำกัดการทำงานของหุ่นยนต์ และออกแบบชิ้นส่วนทางแมคคานิกส์ที่ถูกต้อง เพื่อช่วยเพิ่มขีดจำกัดการทำงานของหุ่นยนต์นั้นให้ยืดหยุ่นยิ่งขึ้น โดยมีลำดับขั้นตอนการ Simulate ดังนี้

SET เคลื่อนที่มาตาม Conveyer เจอ Photo Sensor PLC จะสั่งให้ Stopper และ Pusher ทำงาน เพื่อทำการจัด Centering ดังภาพที่ 3.21

ภาพที่ 3.21 การจำลองการจัด Centering

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อดึงข้อมูลจาก Database ได้แล้วหุ่นยนต์จะเลือกรูปแบบการเคลื่อนที่ไปหยิบ คอมเพรสเซอร์แอร์ตามรุ่นของ Model ที่ได้รับจาก Database โดยใช้ใช้ระบบประมวลผลภาพ เพื่อวิเคราะห์การเคลื่อนที่ลงไปหยิบคอมเพรสเซอร์ดังภาพที่ 3.22

ภาพที่ 3.22 การจำลองการถ่ายภาพ Compressor

จากนั้นจะหยิบคอมเพรสเซอร์แอร์มาแสกนบาร์โค๊ดอีกครั้งเพื่อเทียบเลข Serial Number ของคอมเพรสเซอร์ และของ SET ว่าใช่คู่กันหรือไม่หาก S/N ตรงจะให้ทำงานต่อ แต่ถ้าหากว่า S/N ไม่ตรงจะให้หุ่นยนต์หยิบคอมเพรสเซอร์ไปวางที่เดิม และทำการแจ้งสัญญาณเตือนดังภาพที่ 3.23

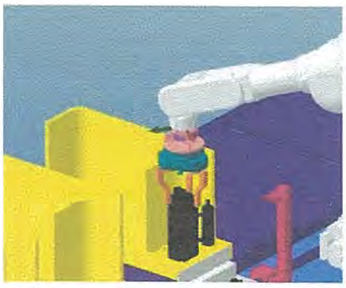
ภาพที่ 3.23 การจำลอง Scan Compressor

เมื่อผ่านการแสกนเพื่อ Compare S/N ผ่านหุ่นยนต์จะทำการขยับเพื่อถ่าย SET และทำการประมวลผลจากรูปภาพ เพื่อหาตำแหน่งการวางคอมเพรสเซอร์ดังภาพที่ 3.24

ภาพที่ 3.24 การจำลองการถ่ายภาพ SET

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวางคอมเพรสเซอร์ลงบน SET หลังจากทำการประมวลผลรูปภาพดังภาพที่ 3.25



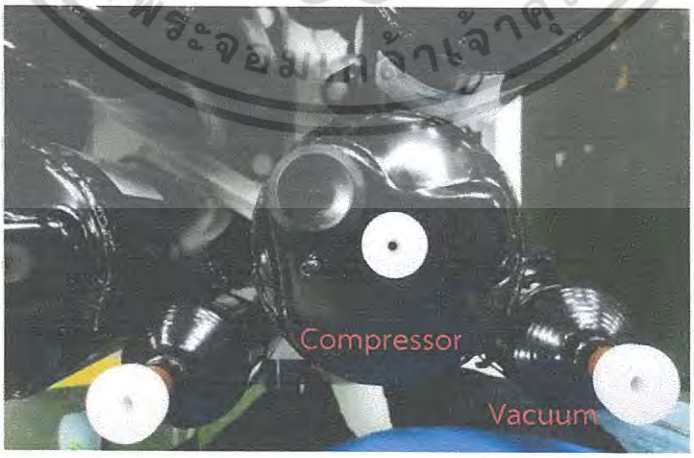
ภาพที่ 3.25 การจำลองการวางคอมเพรสเซอร์

3.5 การเขียนโปรแกรมการประมวลผลรูปภาพด้วย LabVIEW

ในการประมวลผลภาพจากกล้องใช้โปรแกรม LabVIEW ในการประมวลผล เนื่องจากมีฟังก์ชันพิเศษที่สามารถนำมาใช้ในการประมวลผลรูปภาพได้ง่าย และสะดวกต่อการเขียนโปรแกรม โดยจะแบ่งวิธีการเขียนและวิเคราะห์โปรแกรมดังนี้

3.5.1 การวิเคราะห์ในส่วนของ Compressor

วิเคราะห์ลักษณะงานส่วนของ Compressor เมื่อจับภาพเป็นการมองจากมุมบน จะเห็นเหมือนภาพมีแค่มิติเดียว คือ แนว X, Y เท่านั้น การจับภาพจะสนใจเฉพาะส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลงน้อยสุด ไม่มีความลึกหรือการเปลี่ยนแปลงของพื้นผิวที่จับมาเกี่ยวข้องเพื่อนำมาวิเคราะห์หาตำแหน่ง X, Y ซึ่งภาพที่ได้จะเป็นดังภาพที่ 3.26



ภาพที่ 3.26 การจับภาพ Compressor จากมุมบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สังเกตภาพที่ได้เมื่อมองในลักษณะของรูปทรง จะเห็นเป็นวงกลมได้ทั้งรูปแบบขอบของ Compressor, ขอบวงกลมของจุกสีขาวที่ Compressor, ขอบวงกลมของจุกสีขาวที่แขน Compressor หรือ Vacuum, ขอบวงกลมของจุกสีดำที่ Compressor

3.5.1.1 วิเคราะห์ในเชิงสีของพื้นผิว

พื้นผิวสีดำมีการสะท้อนแสงเห็นเงาตกกระทบได้มากกว่าสีขาว เหมาะกับเทคนิคจับขอบภาพ

3.5.1.2 วิเคราะห์ในเชิงของขนาดรูปทรง

ขอบวงกลมของ Compressor และขอบของจุกสีขาวมีการเปลี่ยนแปลงได้ตามรุ่นผลิต สามารถใช้ในการกำหนดความละเอียดในการจับภาพของรุ่นนั้นๆ ได้

3.5.1.3 วิเคราะห์ในเชิงความคงที่ของรูปทรง

Compressor 1 อันจะมี Vacuum ติดอยู่ 1 อันทำมุมคงที่กับ Compressor ในทิศทางที่แตกต่างกันตามรูปแบบของโฟมฐานวางของผู้ผลิต สามารถใช้เป็นลักษณะเด่นในการแยกแยะ Compressor แต่ละตัวออกจากกันได้

Compressor วางอยู่บนโฟมฐานวาง ไม่ได้มีลักษณะการเคลื่อนที่ขณะจับภาพ

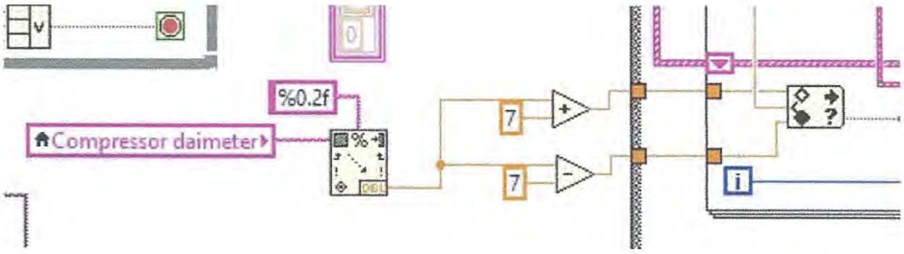
จุกสีดำของ Compressor มีลักษะหลุดง่าย จึงไม่เหมาะต่อการนำมาใช้ในการจับภาพหากสูญหาย

สรุปลักษณะการจับภาพที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์คือ ขอบของ Compressor, จุกสีขาวบน Compressor, จุกสีขาวบน Vacuum

3.5.1.4 การวิเคราะห์ความละเอียดของรูปภาพในเชิงของโปรแกรม LabVIEW

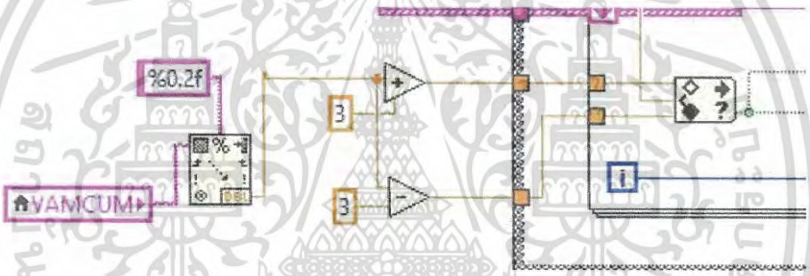
ในส่วนของข้อมูลในการวิเคราะห์เริ่มแรกจะมีให้ผู้ใช้กรอกข้อมูล Compressor Diameter คือ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ Compressor และมีการบวกลบค่าผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้จากการจับภาพ ±7 mm. โดยผู้ใช้สามารถวัดได้เองด้วยเครื่องมือวัดก่อนระบบเริ่มทำงานโดยจะแสดงภาพตัวอย่างโปรแกรมดังภาพที่ 3.27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.27 การวิเคราะห์ส่วนของความละเอียดในการจับภาพจาก DATA Compressor

ในการจับภาพ Compressor แยกแต่ละตัวจะมีการคิดวิเคราะห์ร่วมกันระหว่างขอบของ Compressor กับจุกสีขาวที่อยู่บน Vacuum เพื่อหาทิศทางการทำมุมเป็นรูปแบบในการหยิบให้หุ่นยนต์ ฉะนั้นข้อมูลที่ผู้ใช้ต้องกรอกเพิ่มคือ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของจุกสีขาวที่อยู่บน Vacuum ซึ่งทั้งนี้ได้มีการบวกลบค่าผิดพลาดที่อาจเกิดได้จากการจับภาพ ± 3 mm. โดยผู้ใช้สามารถวัดได้เองด้วยเครื่องมือวัดก่อนระบบเริ่มทำงาน โดยจะแสดงภาพตัวอย่างโปรแกรมดังภาพที่ 3.28

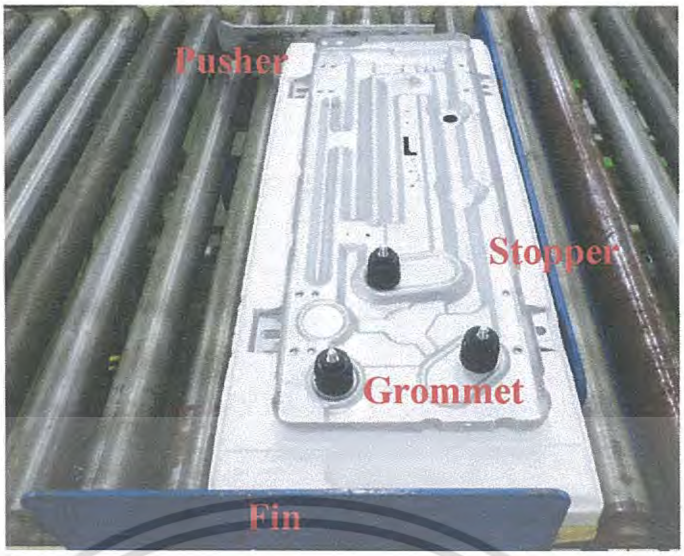


ภาพที่ 3.28 การวิเคราะห์ส่วนของความละเอียดในการจับภาพจาก DATA Vacuum

3.5.2 การวิเคราะห์ในส่วนของ Base-Out

วิเคราะห์ลักษณะงานส่วนของ Base-Out เมื่อจับภาพเป็นการมองจากมุมบน จะเห็นเหมือนภาพมีแค่มิติเดียว คือ แนว X, Y เท่านั้น สนใจเฉพาะลักษณะเด่นของภาพนั้นคือ รูปแบบการวางตัวของ Grommet จุกยางสีดำที่ทำมุมร่วมกันคล้ายรูปสามเหลี่ยม สามารถนำมาวิเคราะห์เพื่อหาจุด Centroid หรือจุดกึ่งกลางของสามเหลี่ยมเพื่อหาตำแหน่ง X, Y ในการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ได้ดังภาพที่ 3.29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.29 รูปแบบของ Base–Out เพื่อใช้ในการจับวิเคราะห์รูปภาพ

3.5.2.1 วิเคราะห์ในเชิงสีของพื้นผิว

พื้นผิวของ Grommet เป็นยางแตกต่างจากของ Compressor ทำให้สีดำที่เห็นไม่เกิดการสะท้อนเงาแสง แต่สีขาวบนพื้นผิวตัว Base–Out ซึ่งเป็นโลหะทำให้เกิดสะท้อนได้มากกว่าไม่เหมาะในการจับภาพ การจับภาพจึงเน้นไปที่รูปแบบของ Grommet สีดำ

3.5.2.2 วิเคราะห์ในเชิงของขนาดรูปทรง

Grommet จะมีลักษณะเป็นวงกลมเสมอ และอาจมีความกว้างแตกต่างกันเล็กน้อยขึ้นอยู่กับขนาดของรูเสียบที่ฐานของ Compressor

3.5.2.3 วิเคราะห์ในเชิงความคงที่ของรูปทรง

การจับภาพ Base–Out จะทำหลังจากที่ Centering ตัว Stopper และ Pusher จัดเรียบร้อยแล้ว เพราะฉะนั้นภาพที่จับจะจับในขณะที่วัตถุหยุดอยู่นิ่ง

Grommet จะเรียงตัว 3 อันเป็นรูปแบบสามเหลี่ยมเสมอ แต่อาจมีทิศทางแตกต่างกันไปตามรุ่นที่ผลิตของ Base–Out ดังภาพที่ 3.30

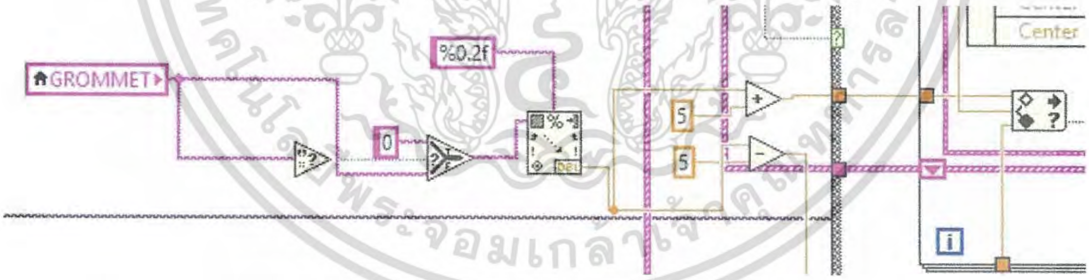
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3.30 ความแตกต่างของทิศการวางตัว Grommet บน Base-Out

สรุปลักษณะการจับภาพที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์คือ ขอบวงกลมของ Grommet โดยจับภาพวิเคราะห์พร้อมกันทั้ง 3 ชิ้น

3.5.2.4 การวิเคราะห์ความละเอียดของรูปภาพในเชิงของโปรแกรม LabVIEW

ในส่วนของข้อมูลในการวิเคราะห์เริ่มแรกจะมีให้ผู้ใช้กรอกข้อมูล Grommet คือ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ Grommet และมีการบวกลบค่าผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้จากการจับภาพ ±5 mm. โดยผู้ใช้สามารถวัดได้เองด้วยเครื่องมือวัดก่อนระบบเริ่มทำงาน แสดงภาพตัวอย่างดังภาพที่ 3.31



ภาพที่ 3.31 การวิเคราะห์ส่วนของความละเอียดในการจับภาพจาก DATA Grommet

3.5.3 ระบบการแปลงหน่วยจาก Pixel เป็น Real World ในหน่วย mm.

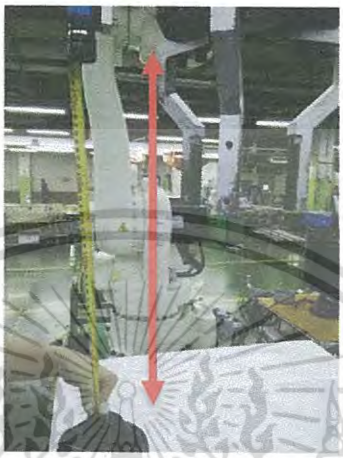
เริ่มต้นผู้ใช้จะต้องมีการวัดค่า Working Distance หรือ WD ของจุดที่ต้องการจับภาพเมื่อวัดจากหน้าเลนส์ ซึ่งในงานนี้มีการจับภาพ 2 จุด เพื่อใช้ในการหยิบจะจับภาพ Compressor แต่ละตัว และจุดที่ใช้ในการวาง Compressor จะจับภาพที่ Base-Out แล้วนำค่าที่ได้ไปกรอกในโปรแกรม LabVIEW เพื่อใช้ในการแปลงหน่วยร่วมกับข้อมูลคุณสมบัติของกล้องและเลนส์ที่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.3.1 การวัดค่า Working Distance (WD) ในระบบ

การวัดค่า Working Distance (WD) ของ Compressor

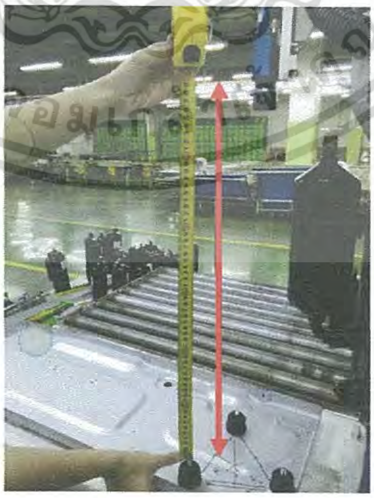
วัดจากหน้าเลนส์คือ ที่วงแหวน (ไม่รวมเลนส์ซูม) มาถึงจุดที่จับภาพของวัตถุคือ จุกสีขาวของ Compressor ดังแสดงในภาพที่ 3.32



ภาพที่ 3.32 การใช้เครื่องมือวัดตลับเมตรวัดหาค่า WD ของ Compressor เพื่อใช้ในการคำนวณแปลงหน่วย Pixel เป็น Real World

การวัดค่า Working Distance (WD) ของ Base–Out

วัดจากหน้าเลนส์คือ ที่วงแหวน (ไม่รวมเลนส์ซูม) มาถึงจุดที่จับภาพของวัตถุคือ จุกสีดำ Grommet ดังแสดงในภาพที่ 3.33

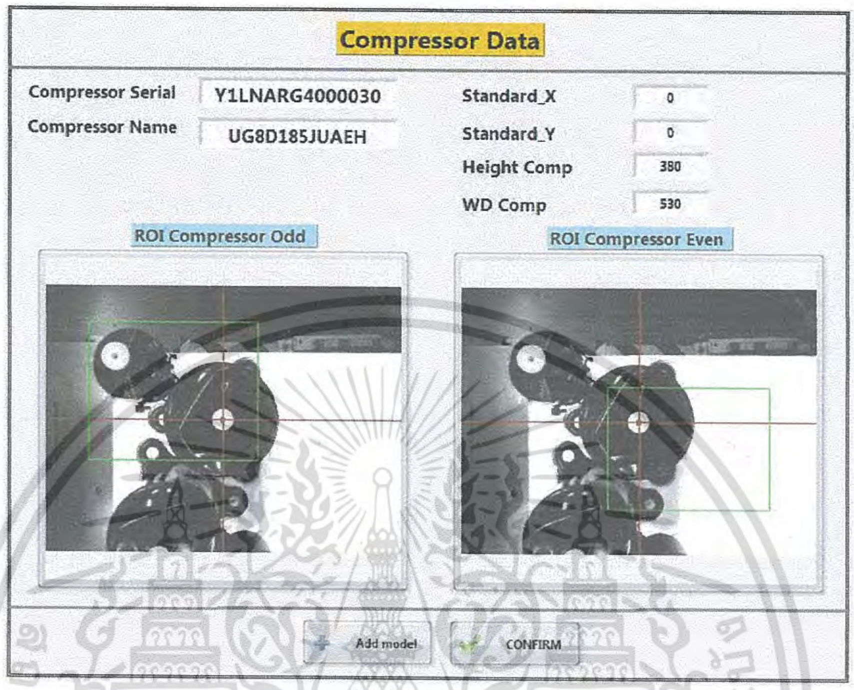


ภาพที่ 3.33 การใช้เครื่องมือวัดตลับเมตรวัดหาค่า WD ของ Base - Out เพื่อใช้ในการคำนวณแปลงหน่วย Pixel เป็น Real World

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการกรอกของข้อมูลของผู้ใช้เมื่อได้ค่า WD จากเครื่องมือวัดเรียบร้อยแล้วดังภาพที่ 3.34

- กรอกค่า WD ของ Compressor ได้ 530 mm.

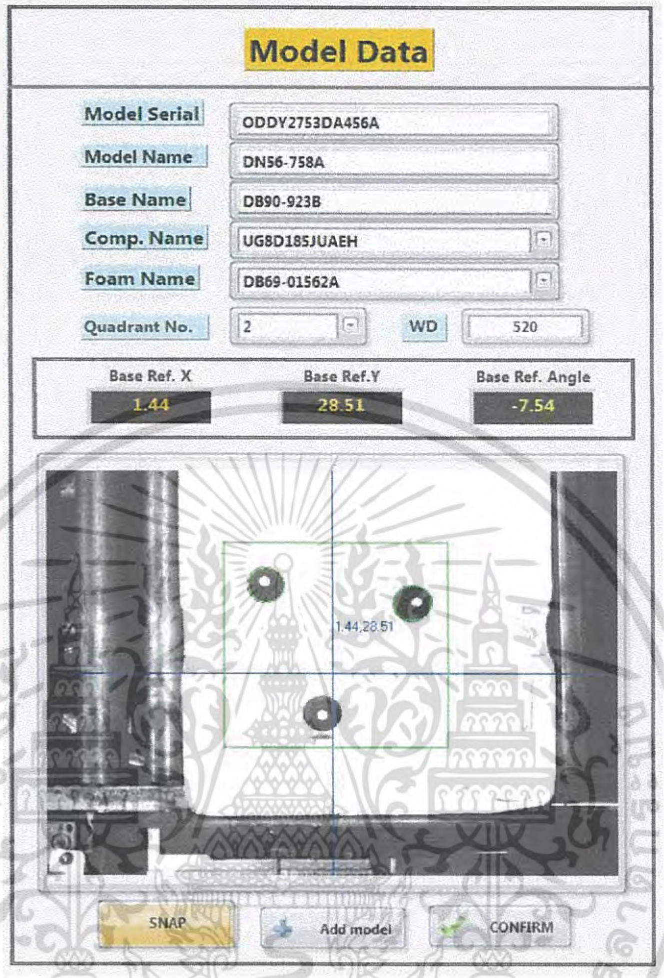


ภาพที่ 3.34 ตัวอย่างการกรอกข้อมูลของ Compressor

นอกจากการกรอกข้อมูล WD แล้ว ในเรื่องของ Pattern การวาง Compressor จะแตกต่างกันตามทิศทางของ Vacuum ระหว่างแถวคี่และแถวคู่ ทำให้ต้องมีการวาด ROI เพื่อกำหนดขอบเขตของภาพในการวิเคราะห์ จากภาพที่ 3.34 ROI จะเป็นกรอบสี่เหลี่ยมสีเขียวที่ผู้ใช้ต้องตีกรอบขณะจับภาพเริ่มต้นเพื่อตั้งค่าให้กับระบบในขั้นตอน Add Compressor Data

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอกค่า WD ของ Base–Out ได้ 520 mm ดังแสดงในภาพที่ 3.35

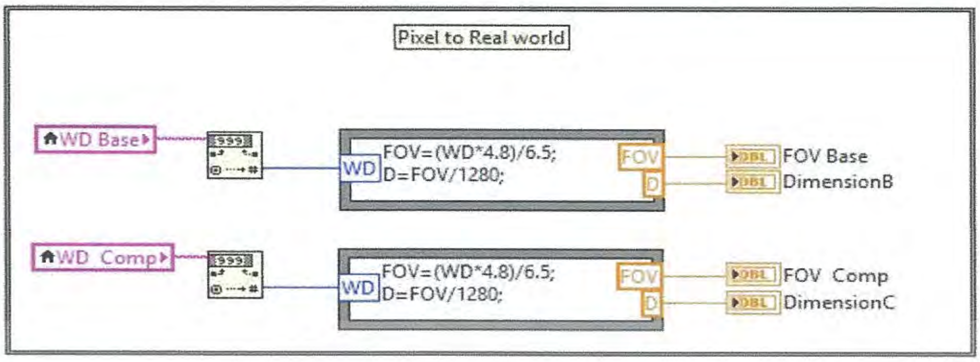


ภาพที่ 3.35 ตัวอย่างการกรอกข้อมูลของ Base–Out

นอกจากการกรอกข้อมูล WD แล้วระบบ Vision มีข้อจำกัดในเรื่องของแสง และระยะในการจับภาพเพื่อให้ได้รายละเอียดในการวิเคราะห์ ทำให้ต้องมีการวาด ROI เพื่อกำหนดขอบเขตของภาพ เพื่อวิเคราะห์เฉพาะส่วนของ Grommet ที่เป็นสีดำ จากภาพที่ 3.35 ROI จะเป็นกรอบสี่เหลี่ยมสีเขียวที่ผู้ใช้ต้องตีกรอบขณะจับภาพเริ่มต้น เพื่อตั้งค่าให้กับระบบในขั้นตอน Add Model Data

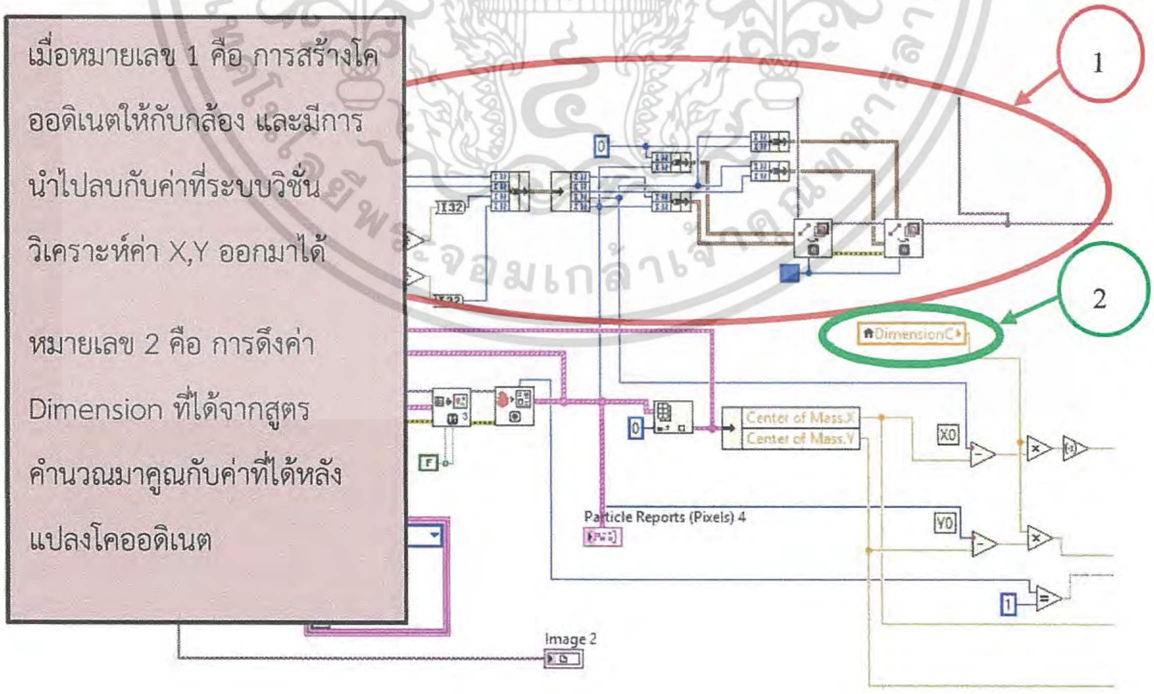
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.3.2 วิธีคำนวณเพื่อแปลงหน่วยในโปรแกรม LabVIEW



ภาพที่ 3.36 สูตรการแปลงจาก Pixel เป็น Real World

การคำนวณนี้ถูกนำไปใช้กับแปลงหน่วยหลังวิเคราะห์ภาพที่ระบบ Vision จับได้ก่อนส่งออกไปให้หุ่นยนต์ โดยผู้ใช้จะต้องป้อนค่า WD ซึ่งเป็นความสูงจากหน้ากล้องถึงจุดที่จับภาพเข้ามาใน LabVIEW เพื่อนำมาคำนวณหา Dimension หรือก็คือ ระยะชัดลึก(Depth of field) ซึ่งจะถูกนำไปคูณกับค่า X, Y ที่ได้หลังแปลงโคออดิเนตของกล้องเรียบร้อยแล้ว ซึ่งค่าที่นำมาใช้ในสูตรอ้างอิงจากคุณสมบัติของกล้องที่ใช้ อาทิ ค่าเซนเซอร์รับภาพ, ค่า Resolution และค่าเลนส์ที่ใช้กับกล้องคือเลนส์ Wide 6.5 mm. ดังภาพที่ 3.37



ภาพที่ 3.37 การนำค่าที่ได้จากสูตรมาแปลงหน่วยหลังสร้างโคออดิเนตกล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดคุณสมบัติของกล้อง GigE ที่เลือกมาใช้ (เลนส์ 6.5 mm.)

DMK 23G445 Specification

GENERAL BEHAVIOR	
Video formats @ frame rate	1,280 x 960 (1.2 MP), Y800 @ 30, 20, 15, 7.5, 3.75 FPS 1,280 x 960 (1.2 MP), Y16 @ 30, 20, 20, 15, 7.5, 3.75 FPS
Sensitivity	0.015 lx
Dynamic range	8 / 12 bit
INTERFACE (OPTICAL)	
IR cut filter	no
Sensor specification	Sony ICX445ALA
Shutter	Global
Format	$^1/_3$ "
Resolution	H: 1,280 pixel, V: 960 pixel
Pixel size	H: 3.75 µm, V: 3.75 µm
Lens mount	C/CS
INTERFACE (ELECTRICAL)	
Interface	GigE
Supply voltage	11 VDC to 13 VDC or PoE: 48 VDC to 56 VDC
Current consumption	approx 400 mA at 12 VDC
INTERFACE (MECHANICAL)	
Dimensions	H: 29 mm, W: 29 mm, L: 57 mm
Mass	65 g
ADJUSTMENTS (MANUAL)	
Shutter	$^1/_{100,000}$ s to 30 s
Gain	0 dB to 36 dB
ADJUSTMENTS (AUTOMATIC)	
Shutter	$^1/_{100,000}$ s to 30 s
Gain	0 dB to 36 dB
ENVIRONMENTAL	
Temperature (operation)	-5 °C to 45 °C
Temperature (storage)	-20 °C to 60 °C
Humidity (operation)	20 % to 80 % non-condensing
Humidity (storage)	20 % to 95 % non-condensing

ภาพที่ 3.38 คุณสมบัติของกล้อง GigE DMK23G445

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.4 การประมวลผลภาพในระบบ Vision เพื่อวิเคราะห์

3.5.4.1 การวิเคราะห์ภาพด้วยเทคนิคมอร์โฟโลจีภาพสองระดับ

1. ตัวดำเนินการมอร์โฟโลจีพื้นฐาน

ตัวดำเนินการมอร์โฟโลจี (Morphology Operations) หรืออาจเรียกว่าการแปลงมอร์โฟโลจี (Morphology Transformation) มักใช้ในการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง และขนาดของพาร์ทิเคิลในภาพ เช่น การขยายหรือลดขนาดของพาร์ทิเคิล การทำให้ขอบของพาร์ทิเคิลเรียบขึ้น การหาขอบของพาร์ทิเคิล การหาส่วนของพาร์ทิเคิลที่มีรูปทรงพื้นฐานเฉพาะเจาะจงที่ต้องการ การเตรียมพาร์ทิเคิลก่อนการวัด และวิเคราะห์เชิงปริมาณ การวิเคราะห์ทางเรขาคณิตของพื้นที่หรือพาร์ทิเคิล และการดึงรูปแบบพื้นฐานสำหรับการสร้างแบบจำลองหรือสำหรับการค้นหารูปทรงที่ซับซ้อน

ตัวดำเนินการมอร์โฟโลจีพื้นฐานประกอบด้วย 3 ฟังก์ชันคือ อีโรชัน (Erosion) ไดเลชัน (Dilation) และฮิตมิส (Hit-Miss) ซึ่งในงานนี้ได้มีการนำฟังก์ชันอีโรชันมาใช้ เพื่อลดจุดพิกเซลหรือพาร์ทิเคิลขนาดเล็กในส่วนพื้นหลังของภาพที่ไม่ต้องการออกไป ซึ่งเป็นผลมาจากมุมที่แสงตกกระทบก่อให้รูปร่างของวัตถุรอบข้างเปลี่ยนไปแล้วจับภาพที่สนใจได้ไม่ชัดเจน

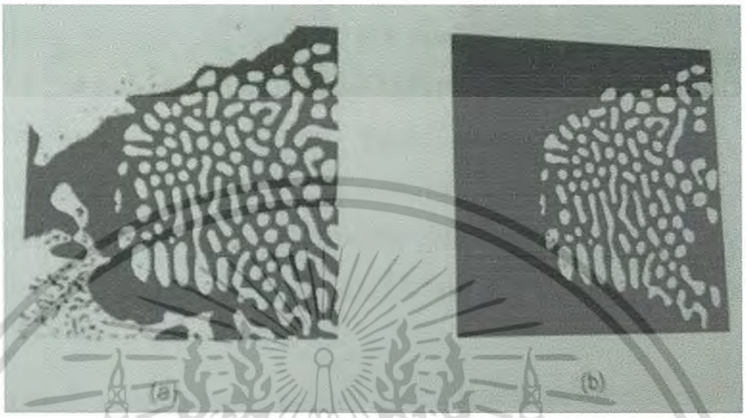
2. ตัวดำเนินการมอร์โฟโลจีขั้นสูง

ตัวดำเนินการมอร์โฟโลจีขั้นสูง สามารถสร้างขึ้นมาจากตัวดำเนินการมอร์โฟโลจีขั้นพื้นฐานได้ เช่น การเติมเต็มรูทุกรูภายในพาร์ทิเคิล การกำจัดพาร์ทิเคิลที่สัมผัสอยู่กับขอบภาพ การกำจัดพาร์ทิเคิลที่ไม่ต้องการออกจากภาพ การแยกพาร์ทิเคิลที่สัมผัสกันออกจากกัน การแปลงคอนเวกฮัลล์ (Convex Hull) ของพาร์ทิเคิล และอื่นๆ แต่ในที่นี้ระบบ Vision ของหุ่นยนต์เคลื่อนย้ายคอมเพรสเซอร์ต้องการสนใจแค่ส่วนของวัตถุที่เป็นจุกวงกลม จึงใช้แค่ฟังก์ชันการเติมเต็มรูทุกรูภายในพาร์ทิเคิล และการกำจัดพาร์ทิเคิลที่สัมผัสอยู่กับขอบภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวดำเนินการมอร์โฟโลจีกำจัดพาร์ทิเคิลที่ขอบภาพ

ที่ขอบภาพมักจะเกิดจุดที่ไม่ได้สนใจขึ้นแต่มีคุณสมบัติบางอย่างที่ใกล้เคียงกับวัตถุที่สนใจ จึงอาจถูกเลือกเป็นวัตถุที่จะนำมาประมวลผล ฟังก์ชันนี้จึงเป็นฟังก์ชันที่ช่วยให้สามารถกำจัดวัตถุที่ไม่สนใจดังกล่าวออกดังแสดงในภาพที่ 3.39

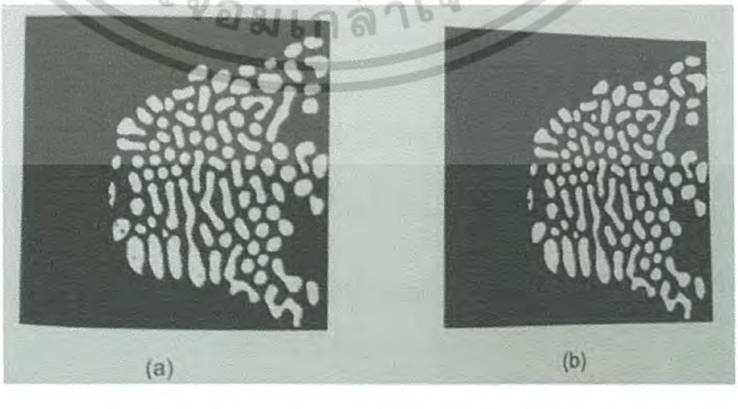


(ก) ภาพเริ่มต้น (ข) ภาพหลังมอร์โฟโลจีกำจัดพาร์ทิเคิลที่ขอบภาพ

ภาพที่ 3.39 การมอร์โฟโลจีกำจัดขอบรูปภาพ

- ตัวดำเนินการมอร์โฟโลจีเติมเต็มรู

ในบางครั้งผลจากการแบ่งส่วนภาพ อาจทำให้เกิดรูขึ้นภายในพาร์ทิเคิลอันอาจเป็นผลมาจากคุณสมบัติการสะท้อนแสงของพื้นผิวของวัตถุหรือรูปทรง 3 มิติของวัตถุ ซึ่งทำให้การวัดค่าลักษณะหรือคุณสมบัติบางอย่างของวัตถุผิดไป ดังแสดงในภาพที่ 3.40



(ก) ภาพเริ่มต้น (ข) ภาพหลังมอร์โฟโลจีเติมเต็มรู

ภาพที่ 3.40 การมอร์โฟโลจีเติมเต็มรูรูปภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.4.2 การ Threshold ภาพแบบอัตโนมัติ

การ Threshold ภาพแบบอัตโนมัติ เป็นวิธีที่ใช้อัลกอริทึมในการหาค่า Threshold โดยอัตโนมัติ ซึ่งมีผู้พัฒนามาจากหลากหลายวิธี อย่างไรก็ตาม NI Vision มีการพัฒนาวิธีการThreshold ภาพแบบอัตโนมัติที่นิยมใช้ทั้งหมด 5 วิธีด้วยกันดังนี้

- วิธีThresholdภาพโดยการจับกลุ่ม (Clustering)
- วิธีThresholdภาพโดยการหาค่าเอนโทรปีสูงที่สุด (Entropy)
- วิธีThresholdภาพโดยการหาค่าความแปรปรวนระหว่างคลาสสูงสุด (Inter Variance)
- วิธีThresholdภาพโดยการหาค่าวัดต่ำสุด (Metric)
- วิธีThresholdภาพโดยการอนุรักษ์ค่าโมเมนต์ (Moments)

สำหรับในงานนี้เลือกใช้วิธี Threshold ภาพโดยการจับกลุ่ม (Clustering) เนื่องจากภาพที่ได้จากวิธีนี้ทำให้แสงที่กระจายอยู่บนพื้นที่ที่ต้องการวิเคราะห์มีความเรียบของแสงเท่ากัน

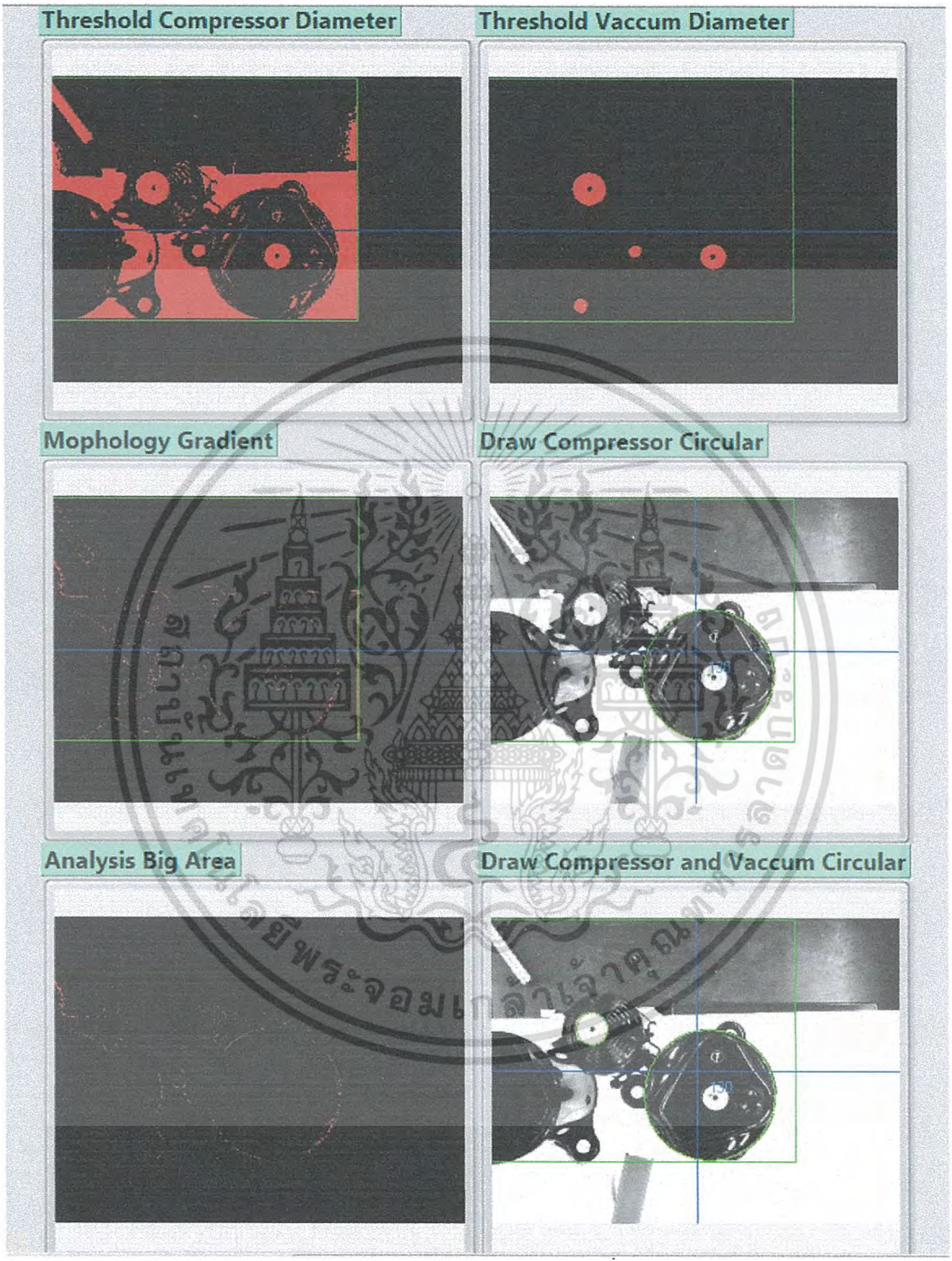
วิธี Threshold ภาพโดยการจับกลุ่ม วิธีนี้เป็นวิธีการ Threshold ภาพแบบอัตโนมัติที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลาย โดยสามารถแบ่งส่วนของภาพที่มีบริเวณที่มีระดับความเข้มแสงของกลุ่มพิกเซลมากกว่า 2 บริเวณ วิธีนี้เป็นวิธีที่เหมาะสมกับการ Threshold ภาพต้นฉบับที่มีระดับความเข้มแสงแต่ละบริเวณที่ต้องการแบ่งกลุ่มใกล้เคียงกัน

กล่าวคือ ในงานส่วนของระบบวิชัน ตัวคอมเพรสเซอร์มีลักษณะของฝาวงกลมเป็นจุกสีขาว จึงใช้การ Threshold ดึงลักษณะเด่นที่อยู่ภายในรูปทรงวงกลม และเป็นสีขาวออกมาเพื่อจับภาพส่วนของ Base-Out จุกยางที่ใช้สำหรับวางมีลักษณะสีดำ ขาว จึงใช้การ Threshold ดึงลักษณะเด่นที่อยู่ภายในรูปทรงวงกลม และเป็นสีดำออกมาเพื่อจับภาพ ดังแสดงในภาพที่ 3.41 และ 3.42

ภาพที่ 3.41 ภาพหลังทำการ Auto Thresholding

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การนำเทคนิคมอร์โฟโลจีมาใช้กับระบบวิชันของหุ่นยนต์ยกคอมเพรสเซอร์

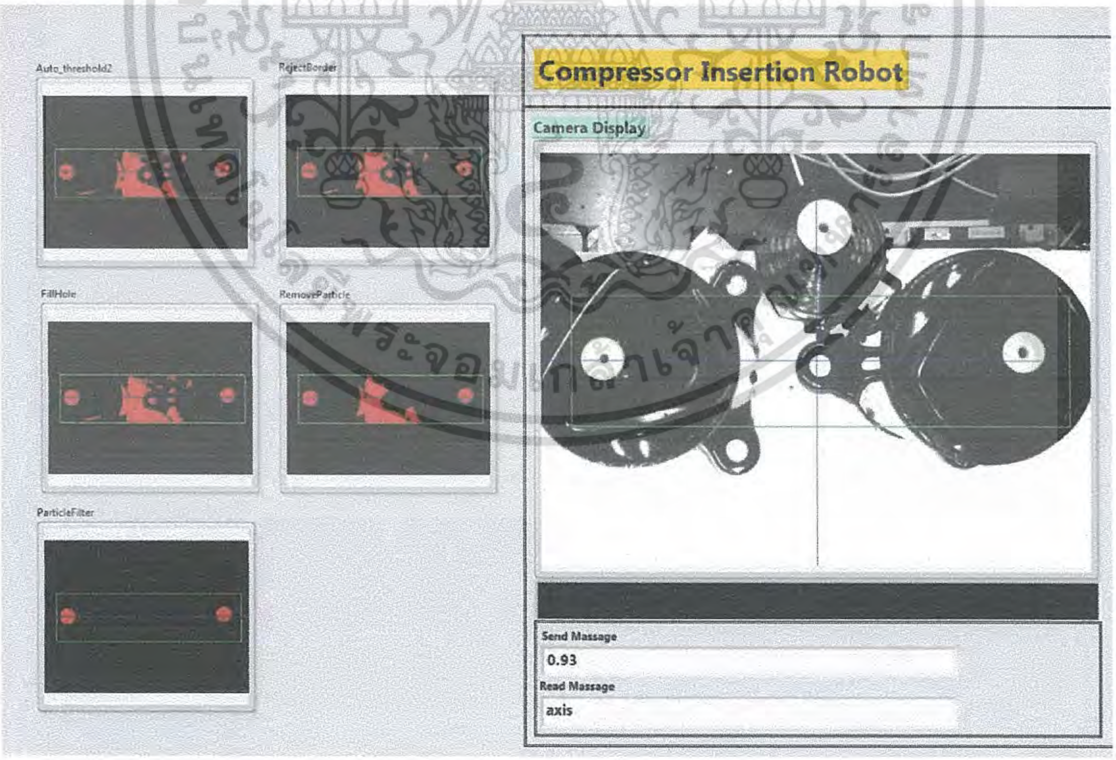


ภาพที่ 3.42 การวิเคราะห์ภาพของระบบวิชั่นใน Case COMP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำอธิบาย : ใน Case COMP มีการแยกการวิเคราะห์ระหว่างที่ตัว Compressor กับที่ Vacuum โดยที่ Compressor จะทำการ Auto Thresholding สนใจแต่พื้นที่สีดำ แล้วทำการ Morphology แบบ Gradient เพื่อให้เหลือแต่รูปร่างเส้นแล้วใช้ข้อมูลจาก Compressor Diameter ที่ได้มีการวัดในเบื้องต้นมาจำกัดส่วนที่สนใจใช้มอร์โฟโลจีกำจัดพาร์ทิเคิลที่ขอบภาพ และ Vacuum จะเป็นการ Auto Thresholding สนใจแต่จุกสีขาว แล้วทำการวาดเส้นวงกลมหลังการวิเคราะห์ในภาพสุดท้าย

คำอธิบาย: เทคนิคการวิเคราะห์ภาพของระบบวิชันในส่วนของ Case ORIGIN และ Case AXIS จะเหมือนกัน คือ Auto Thresholding แค่ส่วนเดียว สนใจแต่จุกสีขาวจากนั้นทำมอร์โฟโลจีกำจัดพาร์ทิเคิลที่ขอบภาพแล้วเติมเต็มรู เพื่อป้องกันภาพผิดเพี้ยนจากวงกลมข้างในเห็นเป็นวงรีหรือมีสีอื่นแล้วทำการมอร์โฟโลจีกำจัดพาร์ทิเคิลเล็กๆ ในฟังก์ชันนี้ จะสนใจแต่พื้นที่สีขาวที่มีพื้นที่ขนาดใหญ่จากนั้นทำการฟิวเตอร์พาร์ทิเคิลอีกครั้งโดยเลือกเป็น Heywood Circular คือ สนใจแต่ส่วนที่เป็นวงกลม เพราะฉะนั้นส่วนอื่นที่ปรากฏก่อนหน้าเป็นพื้นที่ใหญ่ๆ จะถูกตัดออกไปทันที เหลือเพียงแต่วงกลมสอง วงดังแสดงในภาพที่ 3.43

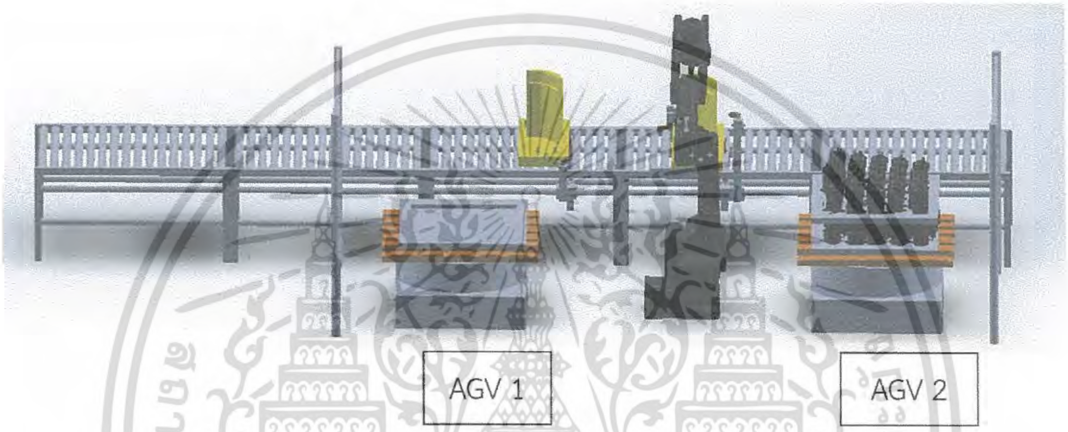


ภาพที่ 3.43 การวิเคราะห์ภาพของระบบวิชันใน Case AXIS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 การทำงานของหุ่นยนต์อุตสาหกรรมยกคอมเพรสเซอร์ ร่วมกับระบบอื่นๆ

หุ่นยนต์มีพื้นที่ฐาน 530 mm. ฉะนั้นจะเหลือพื้นที่รอบข้างซ้าย-ขวาเมื่อวัดจากกึ่งกลางหุ่นยนต์ประมาณ 700 mm. การออกแบบตำแหน่งการทำงานของหุ่นยนต์เพื่อนำมาใช้หยิบ Compressor Air Condition จะวางไว้ที่ตำแหน่งตรงกลางระหว่างรถ AGV 2 ข้าง เพื่อให้เมื่อหยิบ Compressor จนหมด Pallet บนคันของ AGV คันที่ 1 ให้หมุนมาหยิบจาก AGV คันที่ 2 ที่รออยู่อีกฝั่งได้เลยทันที ดังภาพที่ 3.44



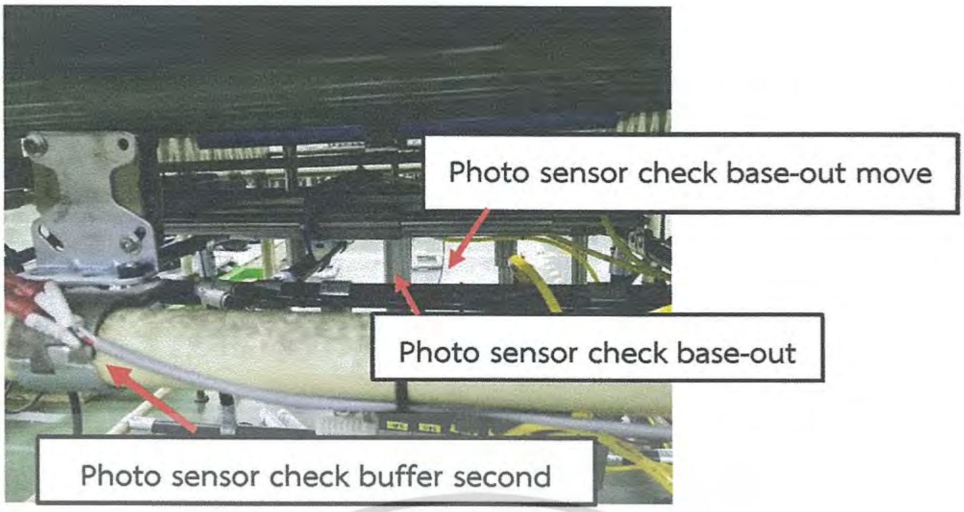
ภาพที่ 3.44 ตำแหน่งการทำงานของหุ่นยนต์

3.6.1 ขั้นตอนการทำงานภาพรวมของระบบ

ขั้นตอนการทำงาน

Photo Sensor Check Buffer Second Base-Out => หยุด Conveyor ตัวที่ 2 เมื่อมี Base-Out ตัวที่สองผ่านเข้ามา, Photo Sensor Check Base-Out => เป็นตัวให้สัญญาณ Stopper กับ Pusher ทำงานเพื่อล๊อค Base-Out ไว้ให้หุ่นยนต์สามารถวาง Compressor ลงไปได้, Photo Sensor Check Base-Out Move Already => มีหน้าที่ให้สัญญาณ Conveyor ทำงานปกติดังแสดงในภาพที่ 3.45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.45 การทำงานของ Centering ส่วนของ Photo Sensor

เมื่อ Photo Sensor Check Base-Out ตรวจเจอ Base–Out ตัว Stopper Beside จะเด้งขึ้นมาเพื่อกั้น Base-Out ไว้ และ Pusher จะทำการดัน Base-Out ให้มาชิดฝั่ง Stopper Top เพื่อล็อค Base-Out ดังแสดงในภาพที่ 3.46

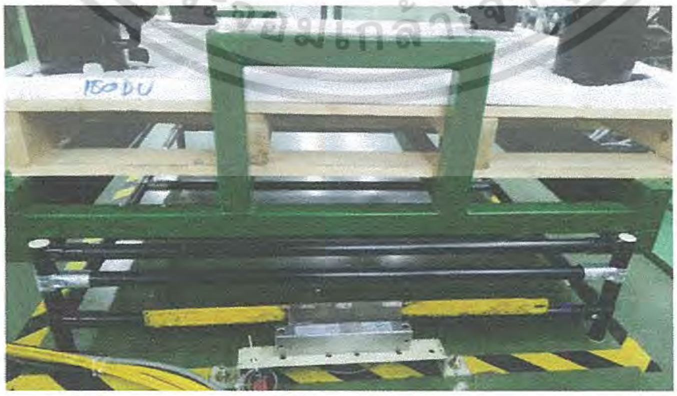
ภาพที่ 3.46 อธิบายการทำงานของ Centering ส่วนของ Stopper และ Pusher

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Scanner จะทำการสแกนเลข Model ที่ Base-Out เพื่อดึงข้อมูลที่ผู้ใช้ได้มีการกรอกตั้งค่าไว้ตอนเริ่มต้นว่าโมเดลรุ่นนี้มีจำนวนกี่อัน, โฟมรูปแบบไหน, ตำแหน่งเริ่มต้น เพื่อใช้ในการเคลื่อนที่ดังแสดงในภาพ 3.47

ภาพที่ 3.47 Scanner ทำการ Scan Serial Number ที่ Base–Out

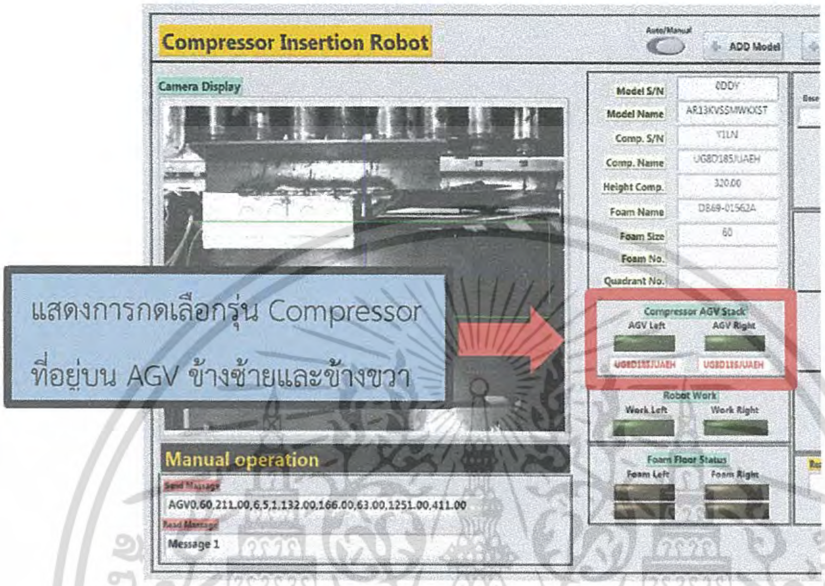
เมื่อรถ AGV เข้ามาจอดสนิท Magnetic จะทำการล๊อคแล้วส่งสัญญาณไปยังหุ่นยนต์ จากนั้นหุ่นยนต์จะส่งสัญญาณไฟสถานะไปให้โปรแกรม LabVIEW อีกทีเพื่อให้ LabVIEW เลือกข้างทำงาน หากมีเข้ามาจอดสองข้าง โปรแกรมถูกเลือกให้ทำข้างซ้ายก่อนเสมอเสร็จแล้วค่อยมาทำข้างขวา โดยในวันแรกของวันคนที่เช็ครุ่น Compressor จะต้องกดเลือกรุ่นที่ผลิตบน AGV ให้กับโปรแกรม LabVIEW เพื่อใช้ในการสแกนครั้งที่สองว่ารุ่นที่ผลิตจากกการสแกนที่ Base-Out ตรงกับ Compressor ที่อยู่บน AGV หรือไม่ดังแสดงในภาพที่ 3.48



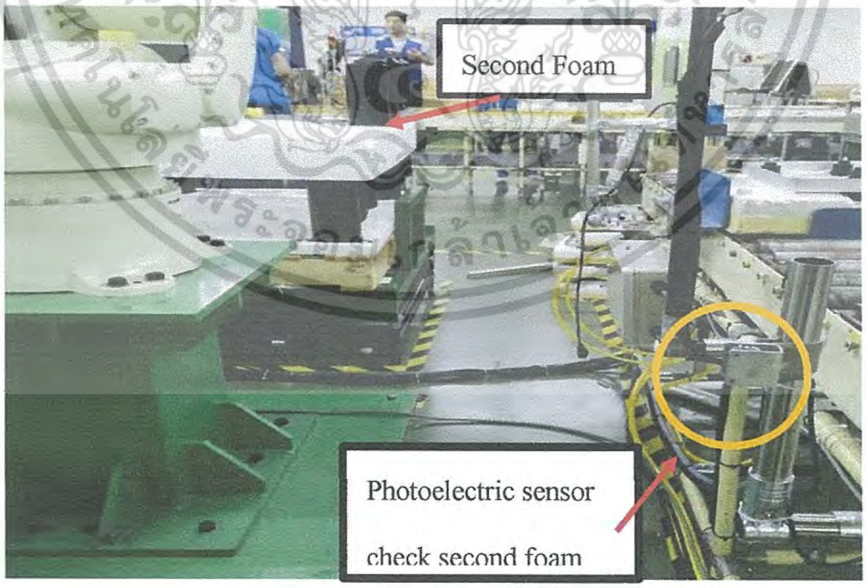
ภาพที่ 3.48 Magnetic Lock ทำการ Check สถานะ AGV ที่เข้ามาจอดเรียบร้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Photoelectric Sensor ทำหน้าที่เช็คว่ามีโฟมชั้นที่ 2 อยู่หรือไม่ หากมีอยู่ตำแหน่งแรกของการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์จะเริ่มที่ตัวแรกของโฟมชั้นที่ 2 หรือชั้นบน แต่ถ้าไม่มีตำแหน่งแรกของการเคลื่อนที่หุ่นยนต์จะเริ่มที่ Compressor ตัวแรกชั้นล่างแทนดังแสดงในภาพที่ 3.49 และภาพที่ 3.50



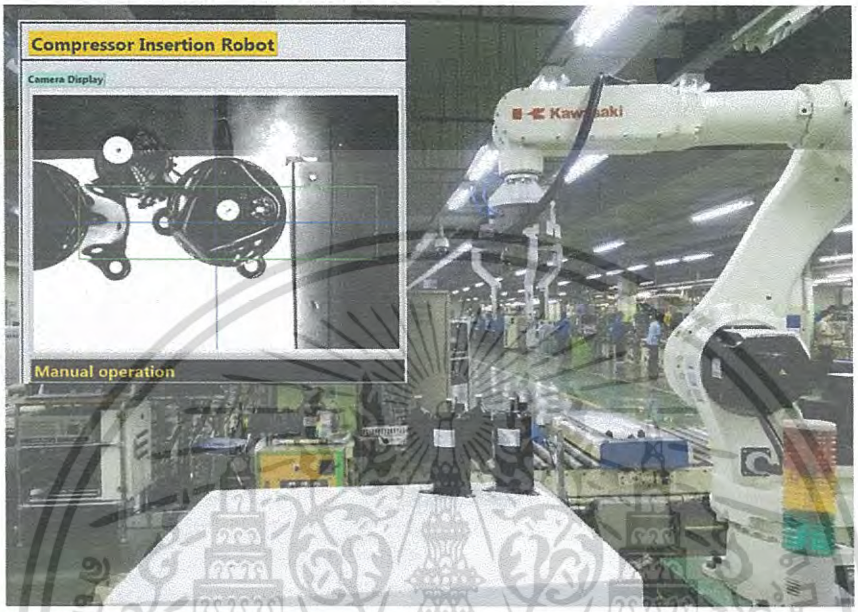
ภาพที่ 3.49 การเลือกรุ่น Compressor ที่อยู่บน AGV ซ้ายและขวา



ภาพที่ 3.50 การเช็คการมีอยู่ของโฟมชั้นที่ 2 โดย Photoelectric Sensor

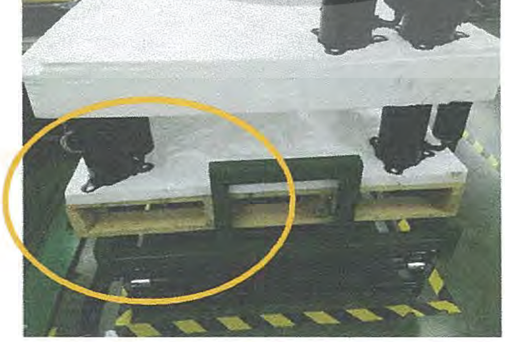
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เริ่มแรกหุ่นยนต์จะถ่ายภาพที่ Compressor ตัวแรกเพื่อหาจุดเริ่มต้นในการบวกระยะครึ่งหนึ่งของระยห่างระหว่าง Compressor เพื่อไปถ่ายรูปใน Case AXIS เพื่อเช็คการเอียงของโฟมบน AGV ดังแสดงในภาพที่ 3.51



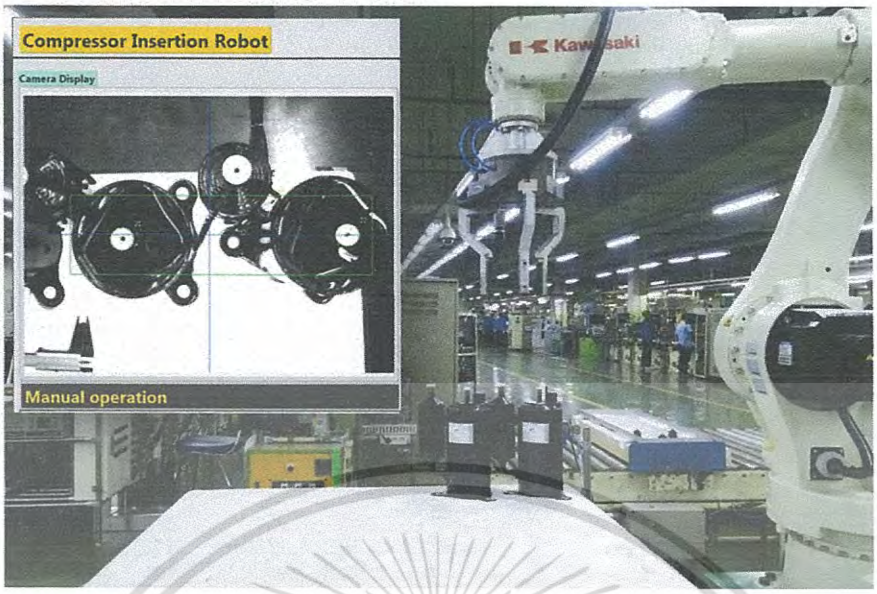
ภาพที่ 3.51 การจับภาพที่ตำแหน่งของ Case ORIGIN

หลังจากที่หุ่นยนต์ได้รับค่าตำแหน่งจาก Case ORIGIN เพื่อขยับมาถ่ายใน Case AXIS ซึ่งความสำคัญของ Case นี้เป็นการหามุมเอียงจากมุมที่กระทำร่วมกันระหว่าง Compressor 2 ตัว แล้วนำมุมที่ได้ไปใช้ปรับในโปรแกรมการเคลื่อนที่ของตัวต่อไป โดยจะแสดงข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นดังภาพที่ 3.52 และการทำงานใน Case AXIS ดังรูปที่ 3.53



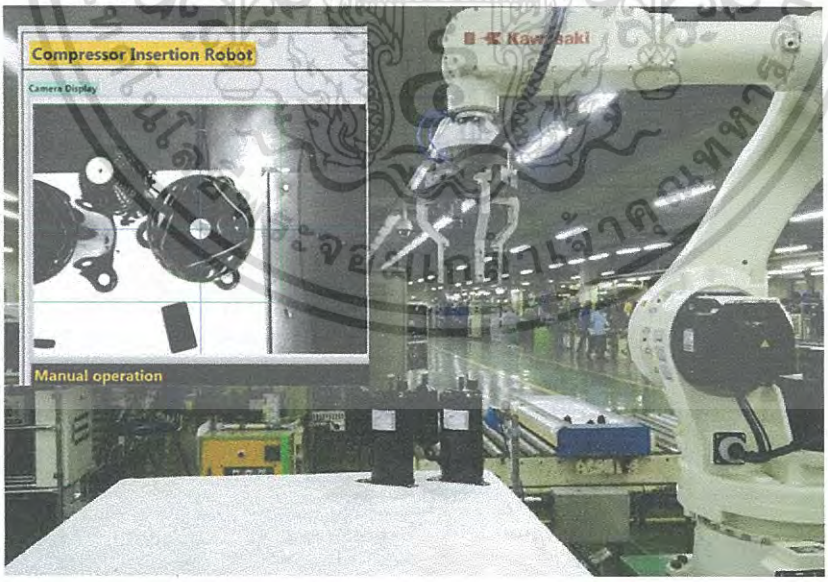
ภาพที่ 3.52 โอกาสที่จะเกิดการเอียงของโฟม เนื่องจากรถ Folk Lift

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.53 การจับภาพที่ตำแหน่งของ Case AXIS

หลังจากหุ่นยนต์ทำการปรับมุมตามค่าที่ได้รับจากระบบวิชันเรียบร้อยแล้ว หุ่นยนต์จะทำการขยับกลับมาที่ตำแหน่งเริ่มต้นอีกครั้งเพื่อทำการจับภาพใหม่สำหรับเตรียมการหยิบ Compressor โดยวิเคราะห์ที่ตำแหน่ง X, Y และมุมการวางตัวของ Compressor ดังแสดงในภาพที่ 3.54



ภาพที่ 3.54 การจับภาพที่ตำแหน่ง Case COMP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หุ่นยนต์ทำการหยิบ Compressor หลังได้รับค่าตำแหน่งจากระบบวิชันดังแสดงในภาพที่ 3.55

ภาพที่ 3.55 หุ่นยนต์ทำการหยิบ Compressor

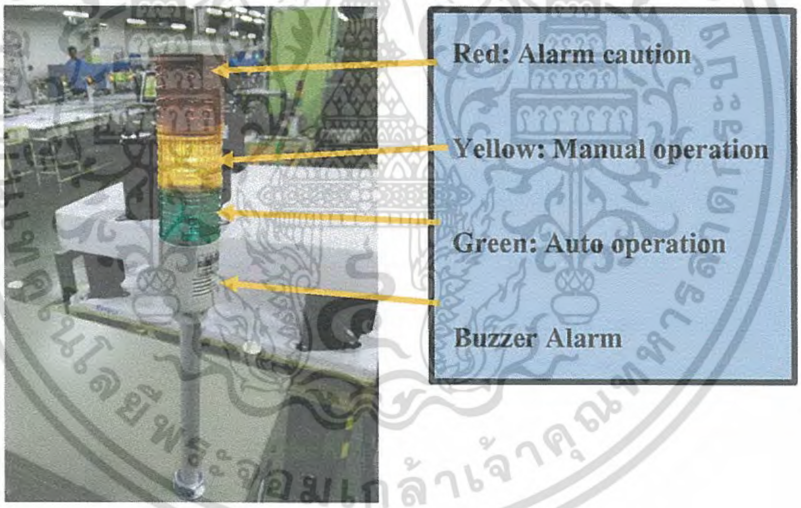
Scanner จะทำการเช็คว่า Model Compressor ตรงกับเลข Serial Model ของ Base-Out หรือไม่ หากตรงกันจะขึ้นคำว่า OK ที่หน้า Display ของ LabVIEW แล้วส่งคำว่า NEXT ให้หุ่นยนต์ทำงานขั้นตอนต่อไป แต่หากไม่ตรงกันจะขึ้นคำว่า NG S/N NOT MATCH ที่หน้า Display ของ LabVIEW แล้วส่งคำว่า BACK ให้หุ่นยนต์นำ Compressor ที่หยิบอยู่มาวางที่ตำแหน่งเดิมแล้วแจ้งเตือน Alarm เป็นสัญญาณไฟสีแดงและเสียงดังขึ้น ให้คนมาตรวจสอบกรณีไม่ตรงกันดังแสดงในภาพที่ 3.56

ภาพที่ 3.56 หุ่นยนต์ยก Compressor ไปสแกนกับตัว Scanner

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกิดขึ้นได้หากพนักงานแปะเลข Barcode ที่ Base-Out มาผิด ซึ่งคนที่มาตรวจสอบหลังเกิด Alarm จะต้องปรับ Mode Robot จาก Auto เป็น Manual เพื่อเริ่มใหม่ดังภาพที่ 3.57 และภาพที่ 3.58

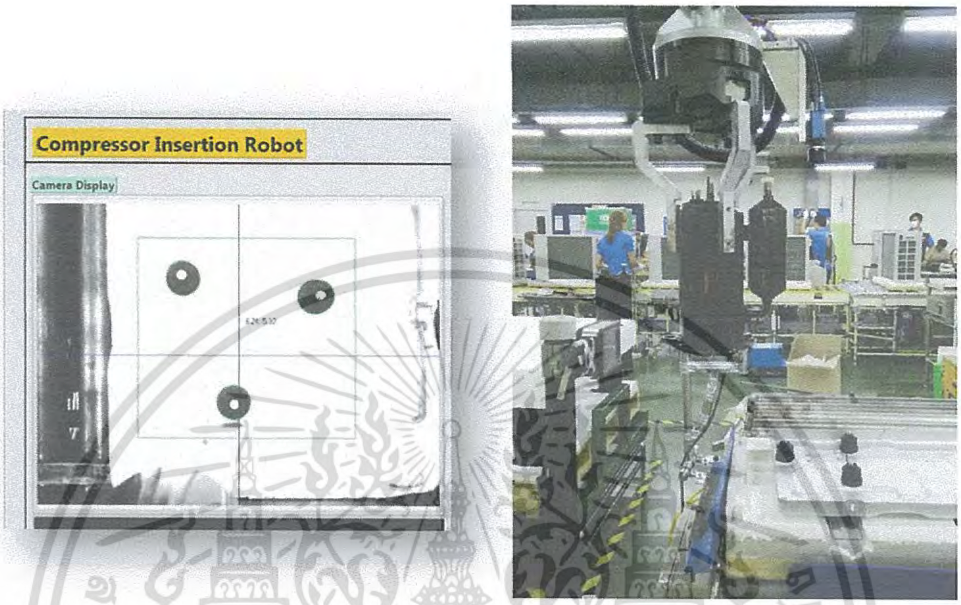
ภาพที่ 3.57 หน้าจอ Display กรณีสแกนบาร์โค้ดที่ Compressor



ภาพที่ 3.58 การแจ้งเตือน Alarm ด้วยสีสัญญาณไฟและเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากหุ่นยนต์ได้รับค่าว่า NEXT หุ่นยนต์จะเคลื่อนที่มาที่ตำแหน่งถ่ายภาพของ Base-Out เพื่อหาจุด Centroid ที่อยู่ตรงกลางระหว่างสามจุก Grommet เพื่อใช้เป็นระยะคลาดเคลื่อนการขยับมาที่ตำแหน่งวาง Compressor ดังแสดงในภาพที่ 3.59



ภาพที่ 3.59 การจับภาพที่ตำแหน่ง Case BASE

หุ่นยนต์วาง Compressor ลงบน Base-Out โดยอ้างอิงค่าผิดพลาดที่ได้จากระบบวิชันมาบวกลบกับตำแหน่ง Teach การวางที่ได้ตั้งค่าไว้ก่อนหน้าจากเครื่องมือ Teach Pendant ดังแสดงในภาพที่ 3.60

ภาพที่ 3.60 หุ่นยนต์วาง Compressor ลงบน Base-Out

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากที่ระบบวิชันวิเคราะห์ได้ว่า Compressor หมดแล้วเจอแต่พื้นที่สีขาวของโฟมจะมีคำสั่งว่า Empty ส่งมายังหุ่นยนต์ เพื่อส่งคำสั่งต่อไปยัง UPFOAM Automation เพื่อทำการหนีบแล้วยกโฟมชั้นบนขึ้นในแนว 90 องศาค้างไว้จนกว่าหุ่นยนต์จะทำการหยิบ Compressor ชั้นล่างหมด UPFOAM Automation จึงสามารถเคลื่อนลงแล้ววางโฟมทิ้งลงบน AGV คืนได้ดังภาพที่ 3.61

ภาพที่ 3.61 การทำงานของ UPFOAM Automation

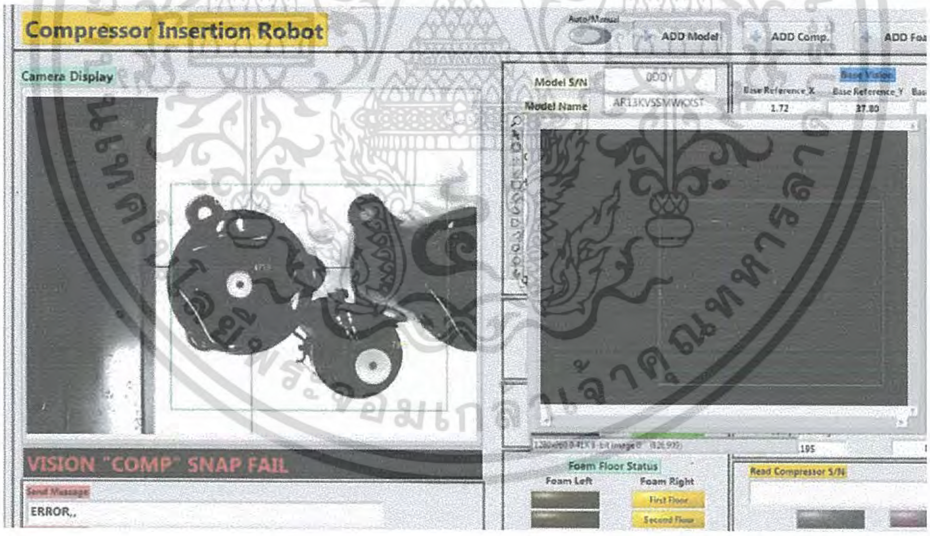
3.6.2 ปัญหาการจัดเรียง Compressor บน Pallet Foam กับระบบวิชั่นในการเคลื่อนที่

1. การจัดเรียง Compressor ไม่สามารถวางแบบในรูปได้ ต้องวางแบบชิดกันไล่ตำแหน่งมา เพราะโปรแกรมการเคลื่อนที่หุ่นยนต์ตั้งค่าไว้ว่าเมื่อไหร่ที่เจอพื้นที่โฟมเปล่า นั่นคือ Compressor หมดแล้ว โดยใช้หลักการวิเคราะห์จากระบบวิชันโดยการหาวงกลมขอบสีดำ ซึ่งพื้นที่เปล่าจะเป็นสีขาว นั่นคือไม่เจอ โปรแกรม LabVIEW จะส่งคำว่า Empty ออกมาให้หุ่นยนต์คิดวิเคราะห์ต่อในกระบวนการทำงานต่อไป หากทำงานอยู่ในชั้นบนจะสั่งให้ UPFOAM Automation ทำงานทันที แล้วลงไปทำชั้นล่าง แต่ถ้าหากขณะที่ทำเจอ Empty ในชั้นล่าง หุ่นยนต์จะส่งคำสั่งไปยัง PLC เพื่อให้ Magnetic Lock ปล่อยแล้ว AGV ออกดังแสดงในภาพที่ 3.62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3.62 การเกิด Case EMPTY กรณีเจอพื้นที่ว่างเปล่า

2. กรณีที่ตำแหน่งที่ตั้งค่าไว้ไม่ถูกต้อง ทำให้หุ่นยนต์เมื่อเคลื่อนที่มาตำแหน่งนั้นแล้วกรอบ ROI สีเขียวที่ใช้ในการจำกัดขอบเขตส่วนของวิเคราะห์หลุดไป จะเกิด Alarm Error ไฟสัญญาณสีแดงขึ้น เพื่อให้พนักงานมาดูแลปรับโหมดหุ่นยนต์จาก Auto เป็น Manual ใหม่เพื่อขยับตำแหน่งการเคลื่อนที่

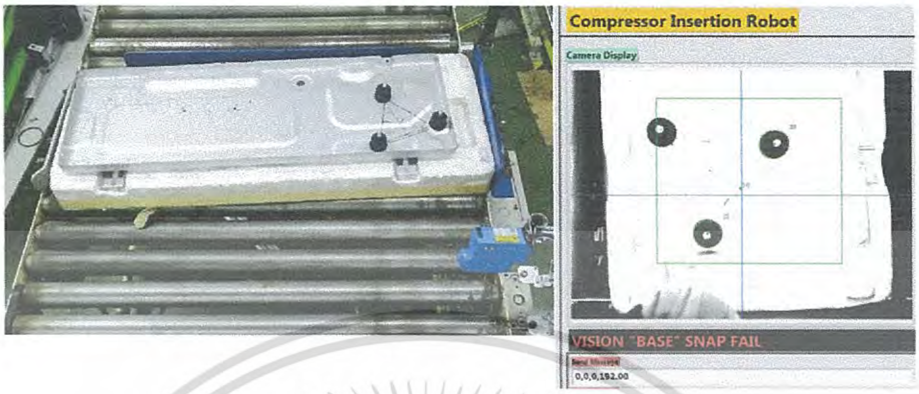


ภาพที่ 3.63 การเกิด Case ERROR ของ Case COMP

3. กรณีที่การจัด Centering ส่วนก่อนหน้า Base-Out เอียงมากเกินไป ทำให้การจัด Centering ในส่วนการทำงานนี้จับ Base–Out ได้เบี้ยวตามส่งผลต่อระบบ Vision ในการวิเคราะห์ภาพส่วนที่สนใจหลุดกรอบของ ROI สีเขียว ทำให้เกิด Alarm เป็นสัญญาณไฟสีแดงขึ้น เพื่อให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

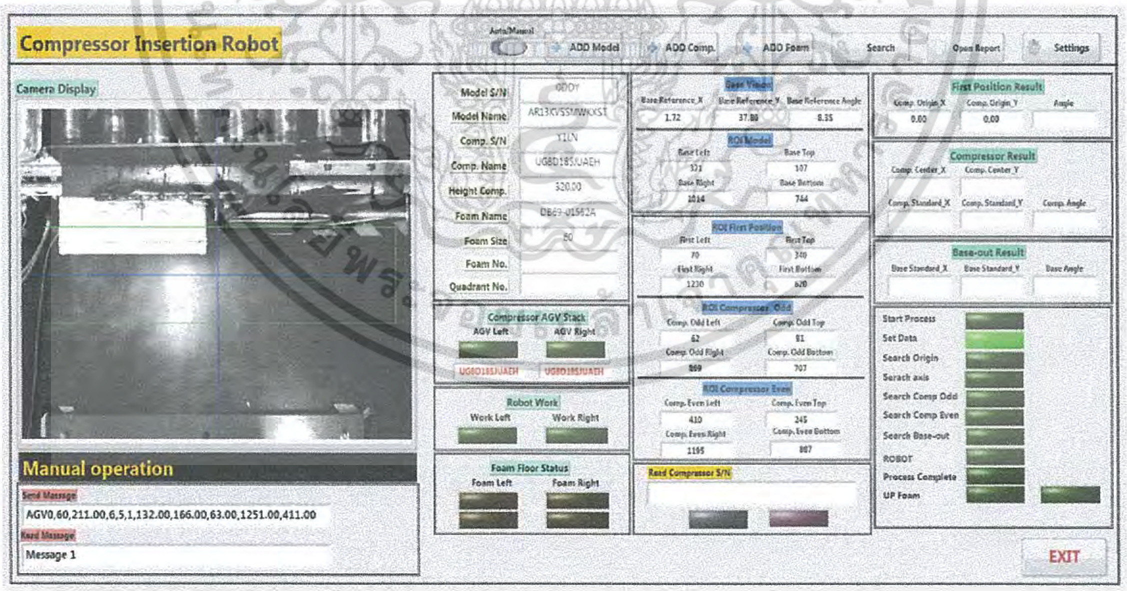
พนักงานมาดูแลปรับโหมดหุ่นยนต์จาก Auto เป็น Manual ใหม่ เพื่อขยับตำแหน่งของ Centering แล้วเริ่มขั้นตอนการทำงานใหม่ดังแสดงในภาพที่ 3.64



ภาพที่ 3.64 การเกิด Error ของ Case BASE

3.7 อธิบายหน้าต่างการใช้งานโปรแกรม

3.7.1 หน้าต่างการทำงานหลัก



ภาพที่ 3.65 หน้าต่างการทำงานหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

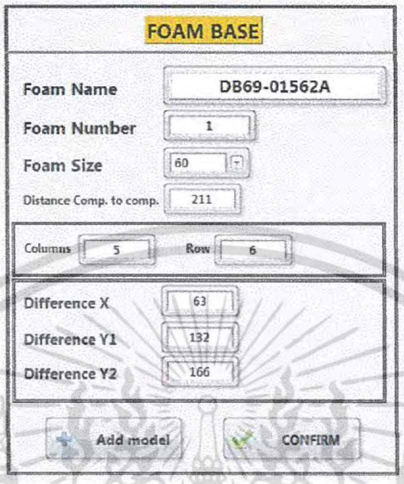
ประกอบด้วย

- การหน้าจอแสดงภาพการทำงานของกล้อง เป็นส่วนที่แสดงการทำงานของกล้องตั้งแต่ขั้นตอนการหาตำแหน่งแรกของคอมเพรสเซอร์ (ORIGIN) การหามุมเอียงของฐานคอมเพรสเซอร์ (AXIS) การหาตำแหน่งคอมเพรสเซอร์แต่ละตำแหน่ง (COMPODD, COMPEVEN) และการหาตำแหน่งวางคอมเพรสเซอร์ (BASE)
- กล่องข้อความแสดงสถานะการทำงาน
- กล่องข้อความแสดงข้อมูลที่มีการรับ (Read Message) และการส่ง (Send Message) เพื่อเชื่อมต่อการทำงานระหว่างหุ่นยนต์ และโปรแกรม LabVIEW
- กลุ่มข้อมูลที่เลือกจากการอ่าน S/N ของรุ่นที่ผลิต เป็นข้อมูลจำพวก ชื่อของรุ่นที่ผลิต (Model Name) S/N ของคอมเพรสเซอร์ (Comp. S/N) ชื่อรุ่นของคอมเพรสเซอร์ (Comp. Name) ความสูงของคอมเพรสเซอร์ (Height Comp.) ชื่อรุ่นของฐานโฟมที่วางคอมเพรสเซอร์ (Foam Name) ลำดับโฟม (Foam No.) ตำแหน่ง Vaccum บนจตุภาคในรูปภาพ (Quadrant No.)
- กลุ่มข้อมูลที่เลือกจากการอ่าน S/N ของรุ่นที่ผลิต เป็นข้อมูลจำพวกค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของกล้อง เช่น ค่า ROI ของคอมเพรสเซอร์ และค่า ROI ของตำแหน่งที่จะเอาคอมเพรสเซอร์ไปวาง
- ไฟแสดงสถานะของรถ AGV และแถบสำหรับเลือกรุ่นของคอมเพรสเซอร์บนรถ AGV
- ไฟแสดงสถานะการทำงานของหุ่นยนต์ หุ่นยนต์มีการทำงานทั้งด้านซ้าย และด้านขวา
- กล่องข้อความแสดง S/N ของคอมเพรสเซอร์
- กล่องข้อความแสดงผลจากการทำงานของระบบแมชชีนวิชัน (Machine Vision)
- ไฟแสดงสถานะการทำงานแต่ละขั้นตอนของหุ่นยนต์
- ปุ่มกดสำหรับเลือกโหมดการทำงานของโปรแกรม ประกอบด้วย Auto Mode และ Manual Mode ถ้าต้องการเพิ่มข้อมูลจะต้องกดไปที่ Manual Mode

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7.2 การ Add Foam

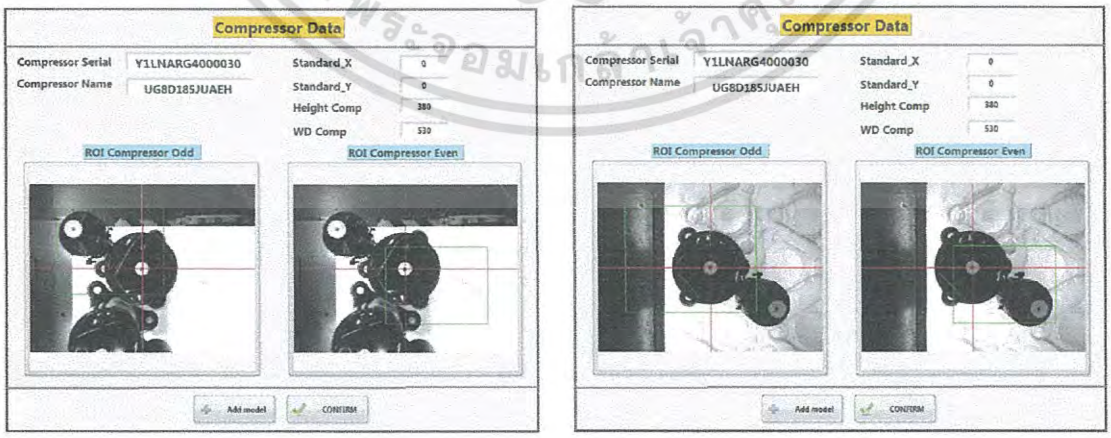
เป็นหน้าต่างสำหรับเพิ่มรูปแบบโฟมชนิดต่างๆ ตามระยะกของการวางตัวของคอมเพรสเซอร์ รวมถึงการกำหนดจำนวนแถว และจำนวนคอลลัมในหน้า Add Foam ดังแสดงในภาพที่ 3.66



ภาพที่ 3.66 หน้าต่างการ Add Foam

3.7.3 การ Add Compressor

หน้าต่างการกรอกข้อมูลของตัวถังคอมเพรสเซอร์ ความสูง ขนาด และจำนวน พร้อมกับตีกรอบการประมวลผลภาพ ในหน้าต่างนี้ดังแสดงในภาพที่ 3.67

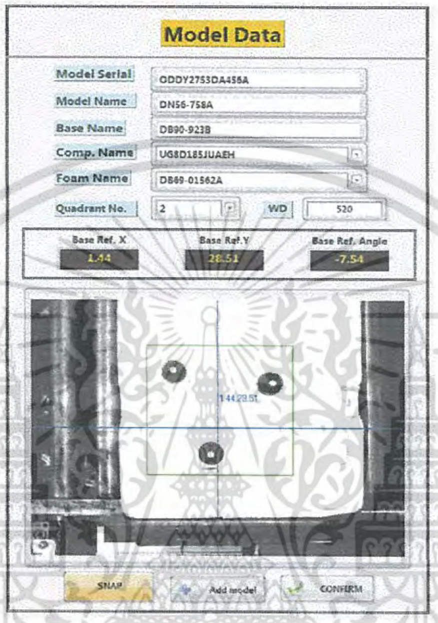


ภาพที่ 3.67 หน้าต่างการ Add Compressor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

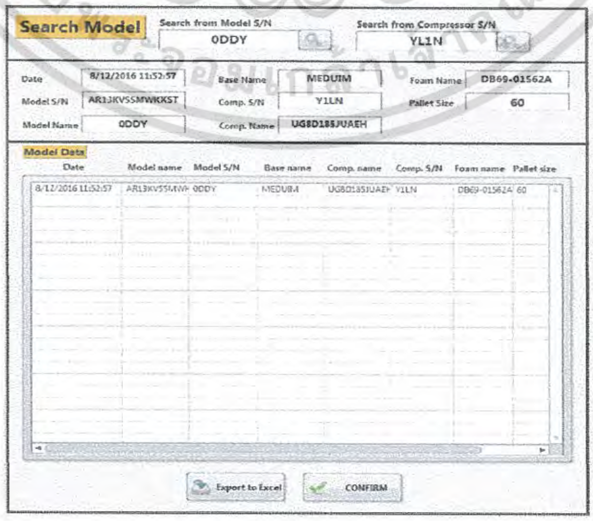
3.7.4 การ Add Model

เป็นหน้าต่างสำหรับกรอกรุ่นของ SET ซึ่งจะประกอบไปด้วยการเลือกรูปแบบโฟม และการเลือกคอมเพรสเซอร์ที่จะใช้วางบนเซ็ตรุ่นนี้ รวมถึงการตีกรอบการประมวลผลภาพที่จะวาดลงบน SET ซึ่งจะอยู่ในหน้าต่างการ Add Model นี้ด้วยดังภาพที่ 3.68



ภาพที่ 3.68 หน้าต่างการ Add Model

3.7.5 การค้นหา Model

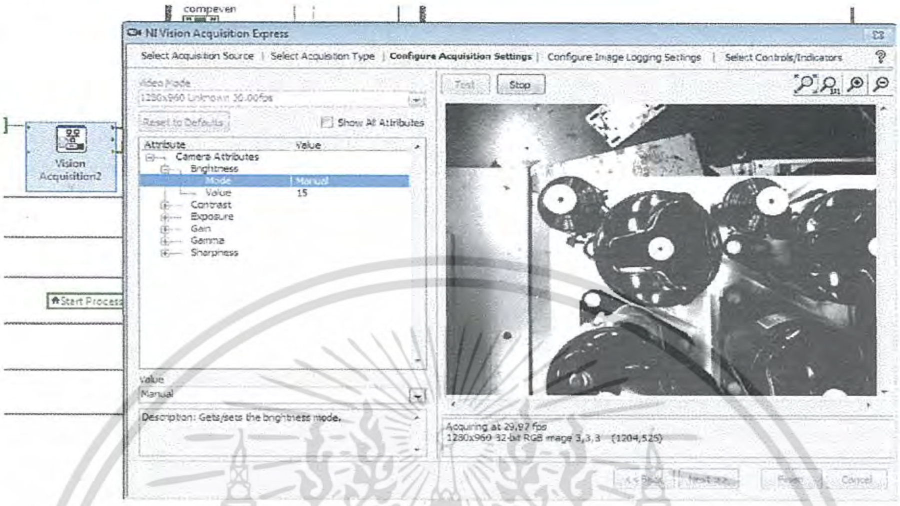


ภาพที่ 3.69 หน้าต่างการค้นหา Model

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7.6 การตั้งค่าแสงกล้องในฟังก์ชัน Vision Aquisition

กดที่ไอคอนฟังก์ชัน Vision Acquisition จะแสดงหน้าต่างขึ้นมาดังภาพที่ 3.70 เลือกไปที่ Configure Acquisition Settings กด Test แล้วกดที่คำว่า Brightness แล้วเลือกเปลี่ยนตรง Value เป็น Manual



ภาพที่ 3.70 หน้าต่างการตั้งค่ากล้อง

จากนั้นกดที่คำว่า Contrast เพื่อปรับตั้งค่าความคมชัดภาพ เลื่อนปรับค่าที่คำว่า Value ตามภาพที่เห็น จากนั้นกด Stop แล้วกด Finish ได้เลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

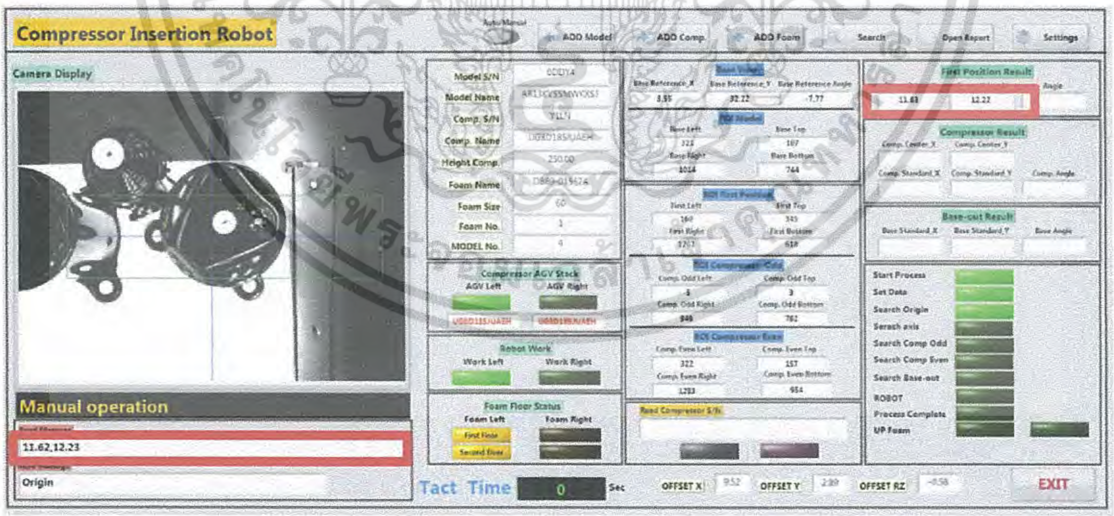
ผลการวิจัย

ในการทดลองหุ่นยนต์อุตสาหกรรมยกคอมเพรสเซอร์แอร์ จะนำค่าที่ได้จากกล้องมาเป็นส่วนหนึ่งในโปรแกรมการเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์ โดยเชื่อมต่อการส่งข้อมูลกันด้วยการเชื่อมต่อแบบ UDP Protocol เพื่อทำการยกคอมเพรสเซอร์แอร์ไปวางบนเซ็ต โดยการการประมวลผลภาพในหลายขั้นตอนโดย เมื่อมีการกระทำจนจบกระบวนการแล้วสามารถดึงค่าข้อมูลการประมวลผลที่ถูกเก็บไว้ใน Data base ในแต่ละรอบการทำงานมาดูได้ เพื่อที่จะเก็บไว้ติดตามการทำงานของหุ่นยนต์

4.1 ผลจากการใช้การประมวลผลภาพ ใน Case การวิเคราะห์ต่างๆ

4.1.1 ผลจากการประมวลภาพโดย Case ORIGIN

จากตัวอย่างโปรแกรมที่อธิบายในบทที่ 3 เกี่ยวกับการใช้เครื่องมือต่างๆ ในการวิเคราะห์ภาพเพื่อประมวลผลภาพใน Case ของ ORIGIN โดยแสดงภาพหลังจากตรวจจับจุกคอมเพรสเซอร์ และค่า Different X และ Different Y ดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 ผลการประมวลผลภาพด้วย Case ORIGIN

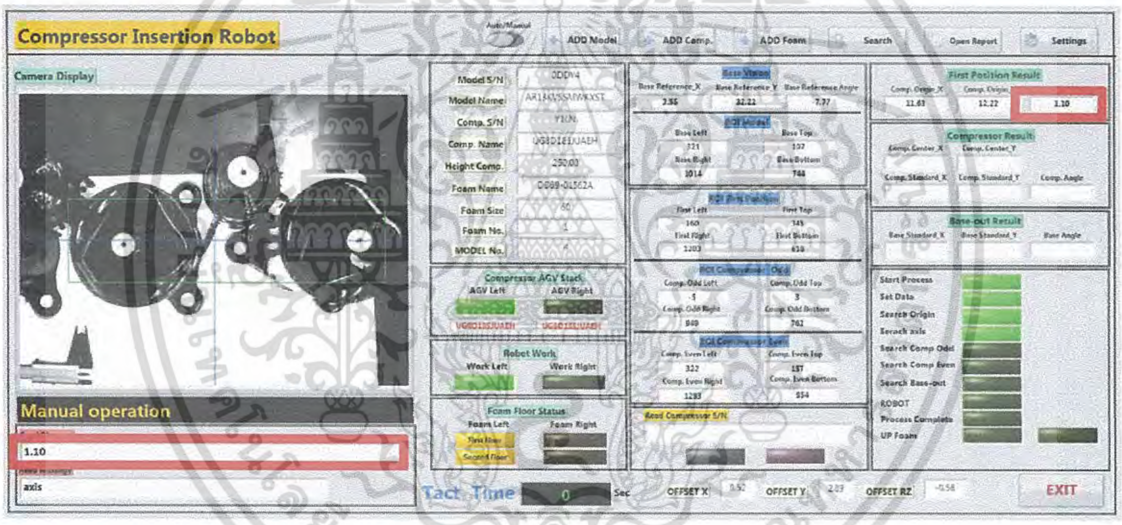
เมื่อได้ค่าในแกน X และค่าในแกน Y โดยจะนำค่าทั้ง 2 ค่าส่งเป็นค่าตัวแปรที่เป็น String ผ่านการเชื่อมต่อแบบ UDP Protocol ไปให้หุ่นยนต์ เพื่อให้หุ่นยนต์ Shift ตำแหน่งจาก ตำแหน่ง Master

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไปในระยะตามแนวแกน X และระยะตามแนวแกน Y ตามค่าที่ได้รับมาจากการประมวลผลรูปภาพ ซึ่งจากภาพที่ 4.1 จุกของคอมเพรสเซอร์จะมีระยะตามแนวแกน X เป็นระยะ 11.62 mm. และระยะตามแนวแกน Y เป็นระยะ 12.23 mm. ซึ่งค่าที่ได้จะมีความสัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ในแกนเดียวกันกับหุ่นยนต์

4.1.2 ผลจากการประมวลภาพโดย Case AXIS

จากตัวอย่างโปรแกรมที่อธิบายในบทที่ 3 เกี่ยวกับการใช้เครื่องมือต่างๆ ในการวิเคราะห์ภาพ เพื่อประมวลผลภาพใน Case ของ AXIS โดยแสดงภาพหลังจากตรวจจับจุกคอมเพรสเซอร์ และค่าเป็นตัวเององศาที่บอกมุมเอียงของจุกคอมเพรสเซอร์สองจุกที่ทำมุมต่อกัน เพื่อแก้ไข Error ที่จะเกิดจากการที่ Pallet เอียง โดยแสดงภาพการประมวลผลใน Case AXIS ดังภาพที่ 4.2



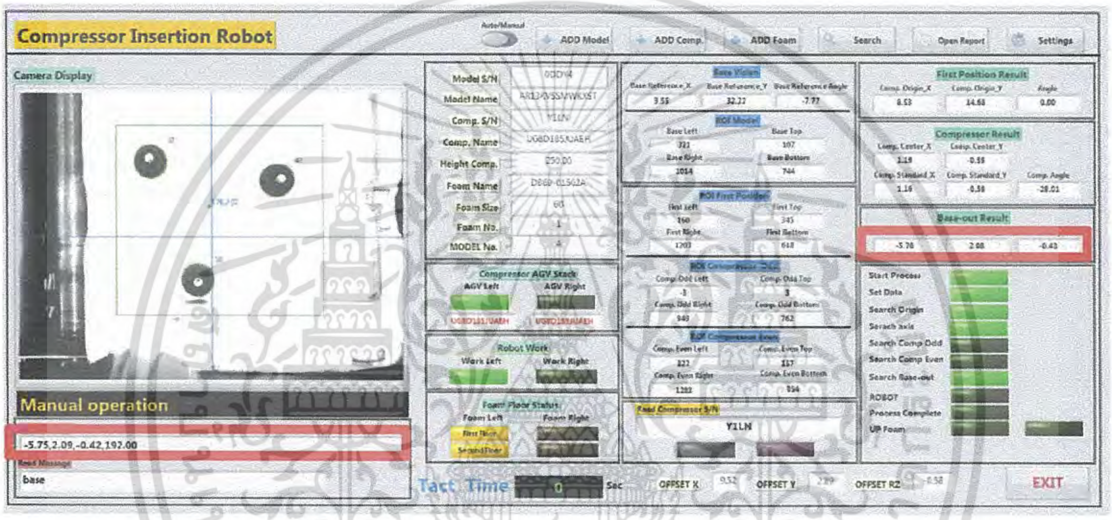
ภาพที่ 4.2 ผลการประมวลผลภาพด้วย Case AXIS

เมื่อได้ค่าองศามุมเอียงของจุกคอมเพรสเซอร์ทั้งสองตัวโดยจะนำค่าที่ได้จากการประมวลผลภาพส่งเป็นค่าตัวแปรที่เป็น String ผ่านการเชื่อมต่อแบบ UDP Protocol ไปให้หุ่นยนต์ เพื่อให้หุ่นยนต์ Shift ตำแหน่งจากตำแหน่ง Master ไปในระยะตามแนวองศาของจุกคอมเพรสเซอร์ทั้งสอง ตามค่าที่ได้รับมาจากการประมวลผลรูปภาพซึ่งจากภาพที่ 4.2 จะมีค่ามุมเอียงคือ 1.1 องศานั่นก็คือ หุ่นยนต์จะทำการเคลื่อนที่เพื่อหยิบคอมเพรสเซอร์เป็นมุมเอียง 1.1 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 ผลจากการประมวลภาพโดย Case BASE

จากตัวอย่างโปรแกรมที่อธิบายในบทที่ 3 เกี่ยวกับการใช้เครื่องมือต่างๆ ในการวิเคราะห์ภาพเพื่อประมวลผลภาพใน Case ของ BASE โดยแสดงภาพหลังจากตรวจจับ Grommet ทั้งสามเพื่อประมวลภาพหาจุดเซ็นทรอยด์ของ Grommet ทั้งสาม และค่ามุมที่อาจเกิดขึ้นจากมุมที่ผิดเพี้ยนจากการจัด Centering ที่ไม่ดีของ SET โดยจะนำค่าที่ได้ไปแก้ไข Error ที่จะเกิดจากการที่ Pallet เอียง SET เอียง และมีการจัด Centering ที่ไม่ดีหรือข้อผิดพลาดจากชิ้นงาน โดยแสดงภาพการประมวลผลใน Case BASE ดังภาพที่ 4.3



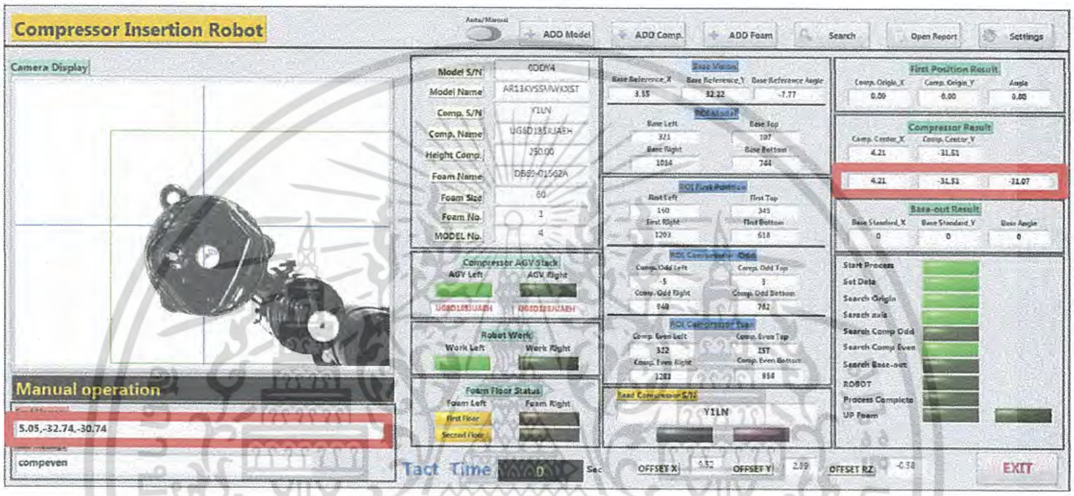
ภาพที่ 4.3 ผลการประมวลผลภาพด้วย Case BASE

เมื่อได้ค่าของจุดเซ็นทรอยด์ซึ่งเป็นค่าตามระยะแกน X และตามระยะแกน Y และมุมองศาของ SET ซึ่งเป็นค่าเดียวกันกับแกนของหุ่นยนต์โดยจะนำค่าที่ได้จากการประมวลผลภาพส่งเป็นค่าตัวแปรที่เป็น String ผ่านการเชื่อมต่อแบบ UDP Protocol ไปให้หุ่นยนต์ โดยจะนำค่าที่ได้นี้ไป Shift ระยะ Master ของหุ่นยนต์ เพื่อวางคอมเพรสเซอร์ในตำแหน่งที่ถูกต้องตามค่าที่ได้รับจากการประมวลผลรูปภาพมาจากการประมวลผลรูปภาพ ซึ่งจากภาพที่ 4.3 จะมีค่าระยะตามแนวแกน X และระยะตามแนวแกน Y ของจุดเซ็นทรอยด์เป็นระยะ -5.75 mm. และ 2.09 mm. และมีมุมเอียง -0.42 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4 ผลจากการประมวลภาพโดย Case COMP

จากตัวอย่างโปรแกรมที่อธิบายในบทที่ 3 เกี่ยวกับการใช้เครื่องมือต่างๆ ในการวิเคราะห์ภาพเพื่อประมวลผลภาพใน Case ของ COMP โดยแสดงภาพหลังจากตรวจจับจุดศูนย์กลางของถังคอมเพรสเซอร์เป็นระยะตามแนวแกน X และระยะตามแนวแกน Y เป็นหน่วย mm. และตรวจจับองศาที่บอกมุมเอียงของจุกยางบน Vaccum ที่ทำมุมกับถังคอมเพรสเซอร์เป็นหน่วยองศา โดยแสดงภาพการประมวลผลใน Case COMP ดังภาพที่ 4.4



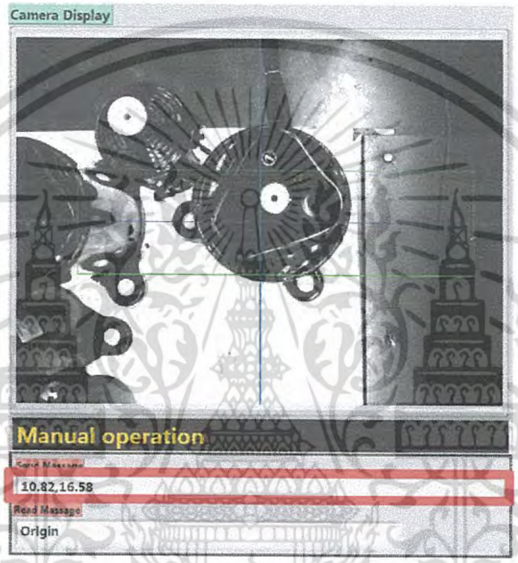
ภาพที่ 4.4 ผลการประมวลผลภาพด้วย Case COMP

เมื่อได้ค่าของจุดศูนย์กลางคอมเพรสเซอร์แอร์ ซึ่งเป็นค่าตามระยะแกน X และตามระยะแกน Y และมุมองศาของจุกยาง Vaccum ซึ่งเป็นค่าเดียวกันกับแกนของหุ่นยนต์โดยจะนำค่าที่ได้จากการประมวลผลภาพส่งเป็นค่าตัวแปรที่เป็น String ผ่านการเชื่อมต่อแบบ UDP Protocol ไปให้หุ่นยนต์โดยจะนำค่าที่ได้นี้ไป Shift ระยะ Master ของหุ่นยนต์ เพื่อวางคอมเพรสเซอร์ในตำแหน่งที่ถูกต้องตามค่าที่ได้รับจากการประมวลผลรูปภาพมาจากการประมวลผลรูปภาพซึ่งจากภาพที่ 4.3 จะมีค่าระยะตามแนวแกน X และระยะตามแนวแกน Y ของจุดศูนย์กลางคอมเพรสเซอร์ เป็นระยะ 5.05 mm. และ -32.74 mm. และมีมุมเอียง -1.12 องศา

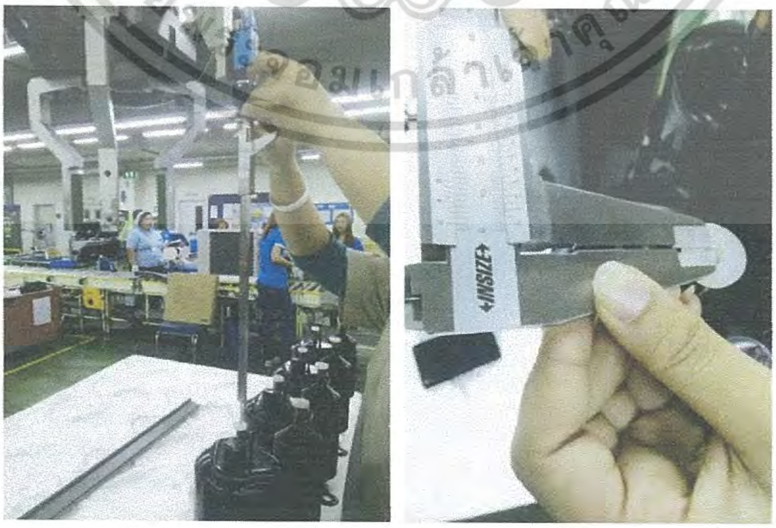
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.5 การสอบเทียบความแม่นยำของอุปกรณ์ และโปรแกรมวิเคราะห์ในการหาตำแหน่งการขยับตำแหน่งแรก โดย Case ORIGIN

จากการทดลองสามารถหาผลการทดลองได้ โดยการสอบเทียบความแม่นยำของโปรแกรมที่ใช้ระบบ Vision ทำการประมวลผลรูปภาพและทำการ Feedback ค่า Error ของกล้องในหน่วย mm. เทียบกับเวอร์เนียร์ที่ใช้วัดค่า Error ที่เกิดขึ้นจริงจากการวัด นำมาสอบเทียบกันใน Case การประมวลผลภาพด้วย Case ORIGIN โดยจะแสดงดังภาพที่ 4.5 และ 4.6



ภาพที่ 4.5 หน้าต่างการแสดงผล Case ORIGIN ของผลการทดลอง



ภาพที่ 4.6 การวัดค่าที่ได้จากการประมวลผลภาพเทียบกับค่าจริงที่วัดได้ Case ORIGIN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองการประมวลผลภาพ และค่าที่ได้จากการวัดจริง Case ORIGIN ดังตารางที่ 4.1

จากการทดลองสอบเทียบความแม่นยำของอุปกรณ์ และโปรแกรมวิเคราะห์ในการหาตำแหน่งการขยับตำแหน่งแรก โดย Case ORIGIN สามารถสรุปผลการทดลองออกมาเป็นตารางได้ดังตารางที่ 4.1 โดยความคลาดเคลื่อนที่สามารถเกิดได้มากที่สุดจากการทดลองทั้งหมด 10 ครั้ง นั้นคือ มีค่า Error เท่ากับ -4.78 mm. ในแกน X และ -1.32 mm. ในแกน Y ซึ่งยังอยู่ในเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ที่ Error ห้ามเกิน 10 mm ซึ่งนับว่าการทดลองใน Case ORIGIN นี้มีความถูกต้องในการประมวลผลภาพสูง

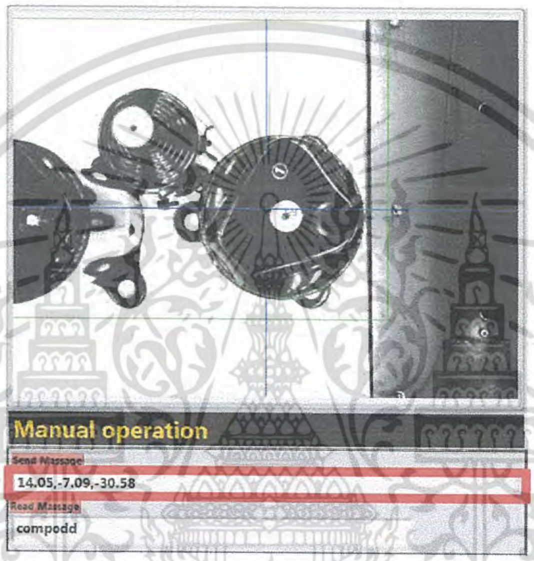
ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงผลค่าที่ได้จากการประมวลผลภาพ และค่าที่วัดจริง Case ORIGIN

Origin X		Orogin Y		Error	
vision calculate	measure	vision calculate	measure	X	Y
11.62	16.4	12.23	13.55	-4.78	-1.32
8.64	9.7	10.42	7.6	-1.06	2.82
10.82	9.4	16.58	22	1.42	-5.42
10.64	9.6	14.87	15.6	1.04	-0.73
9.78	8.4	12.56	14.9	1.38	-2.34
9.53	10.5	13.77	15.2	-0.97	-1.43
8.89	9.65	12.89	16.1	-0.76	-3.21
9.67	10.7	15.63	19.4	-1.03	-3.77
10.44	9.2	12.87	16.7	1.24	-3.83
10.24	8.9	14.22	17.3	1.34	-3.08

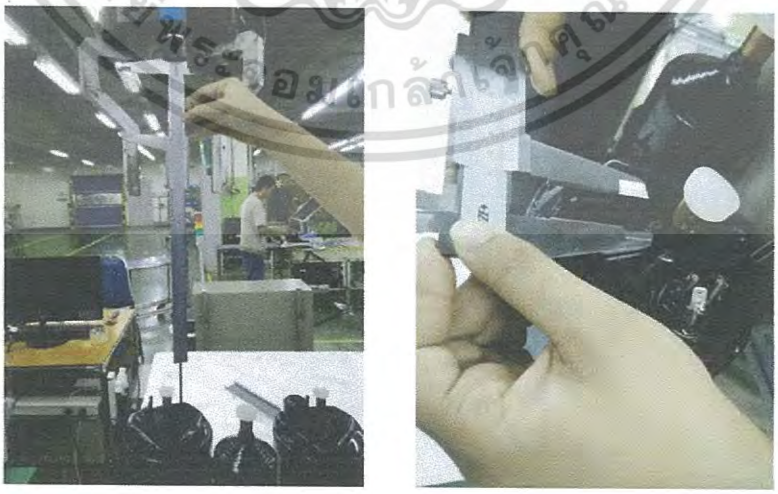
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.6 การสอบเทียบความแม่นยำของอุปกรณ์ และโปรแกรมวิเคราะห์ในการหาตำแหน่งการหยิบถังคอมเพรสเซอร์ โดย Case COMP

จากการทดลองสามารถหาผลการทดลองได้ โดยการสอบเทียบความแม่นยำของโปรแกรมที่ใช้ระบบ Vision ทำการประมวลผลรูปภาพและทำการ Feedback ค่า Error ของกล้องในหน่วย mm. เทียบกับเวอร์เนียร์ที่ใช้วัดค่า Error ที่เกิดขึ้นจริงจากการวัด นำมาสอบเทียบกันใน Case การประมวลผลภาพด้วย Case COMP โดยจะแสดงดังภาพที่ 4.7 และ 4.8



ภาพที่ 4.7 หน้าต่างการแสดงผล Case COMP ของผลการทดลอง



ภาพที่ 4.8 การวัดค่าที่ได้จากการประมวลผลภาพเทียบกับค่าจริงที่วัดได้ Case COMP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลองสอบเทียบความแม่นยำของอุปกรณ์ และโปรแกรมวิเคราะห์ในการหาตำแหน่งในการขยับลงไปหยิบคอมเพรสเซอร์โดยการประมวลผลภาพ โดย Case COMP สามารถสรุปผลการทดลองออกมาเป็นตารางได้ดังตารางที่ 4.2 โดยความคลาดเคลื่อนที่สามารถเกิดได้มากที่สุดจากการทดลองทั้งหมด 30 ครั้ง นั้นคือ มีค่า Error เท่ากับ 29.73 mm. ในแกน X และ -3.51 mm. ในแกน Y ซึ่งยังอยู่ในเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ที่ % Error ห้ามเกิน 0.2 ซึ่งนับว่าการทดลองใน Case COMP นี้มีความถูกต้องในการประมวลผลภาพสูง

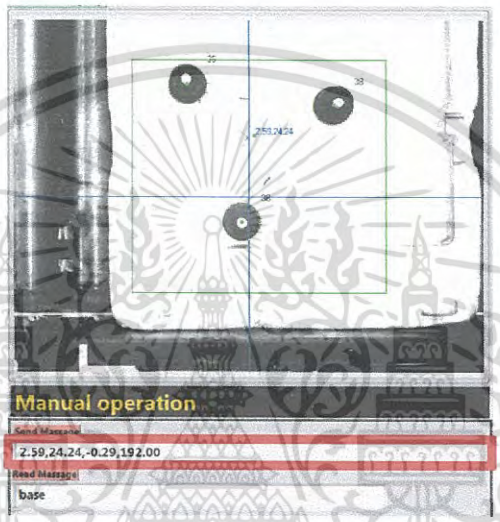
ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงผลค่าที่ได้จากการประมวลผลภาพ และค่าที่วัดจริง Case COMP

Row	Compressor X				Compressor Y			
	vision	measure	Error	%Error	vision	measure	Error	%Error
1	0.3	1.4	-1.1	0.667	-1.46	-2.2	0.74	0.507
	1.06	1.3	-0.24	0.226	0.05	-0.6	0.65	0.130
	1.02	1.25	-0.23	0.225	-1.22	-1.29	0.07	0.057
	0.96	1.1	-0.14	0.146	-1.36	-2.3	0.94	0.691
	0.89	1.05	-0.16	0.180	-2.13	-2.5	0.37	0.174
2	-1.25	-1.4	0.15	0.120	-26.37	-12.3	-14.07	0.534
	-1.61	-1.6	-0.01	0.006	-29.85	-25.1	-4.75	0.159
	-1.43	-1.4	-0.03	0.021	-29.78	-24.9	-4.88	0.164
	-1.47	-1.7	0.23	0.156	-27.84	-22.2	-5.64	0.203
	-1.28	-1.5	0.22	0.172	-29.56	-26.7	-2.86	0.097
3	14.05	21.6	-7.55	0.537	-7.09	-4.6	-2.49	0.351
	12.9	22.65	-9.75	0.756	-12.61	-11.85	-0.76	0.060
	14.72	19.3	-4.58	0.311	-17.84	-15.5	-2.34	0.131
	13.79	20.2	-6.41	0.465	-15.56	-14.3	-1.26	0.081
	14.83	21.6	-6.77	0.457	-8.94	-5.8	-3.14	0.351
4	2.18	1.8	0.38	0.174	-31.15	-26.2	-4.95	0.159
	5.05	8.3	-3.25	0.644	-32.74	-22.3	-10.44	0.319
	5.03	8.45	-3.42	0.680	-31.53	-23.7	-7.83	0.248
	4.87	7.8	-2.93	0.602	-33.76	-21.45	-12.31	0.365
	2.38	1.85	0.53	0.223	-30.81	-22.8	-8.01	0.260
5	19.6	20.5	-0.9	0.046	2.1	3.3	-1.2	0.571
	22.45	25.3	-2.85	0.127	-15.53	-14.25	-1.28	0.082
	23.21	24.8	-1.59	0.069	-13.69	-14.6	0.91	0.066
	19.87	20.3	-0.43	0.022	-12.58	-10.4	-2.18	0.173
	20.09	23.6	-3.51	0.175	15.43	-14.3	29.73	1.927
6	8.99	6.2	2.79	0.310	-34.05	-23.4	-10.65	0.313
	7.78	9.9	-2.12	0.272	-34.26	-27.5	-6.76	0.197
	7.45	8.5	-1.05	0.141	-34.44	-24.7	-9.74	0.283
	7.88	6.2	1.68	0.213	-33.64	-23.3	-10.34	0.307
	8.41	6.9	1.51	0.180	-33.21	-21.8	-11.41	0.344

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.7 การสอบเทียบความแม่นยำของอุปกรณ์ และโปรแกรมวิเคราะห์ในการหาตำแหน่งการวางถังคอมเพรสเซอร์ บน SET โดย Case BASE

จากการทดลองสามารถหาผลการทดลองได้ โดยการสอบเทียบความแม่นยำของโปรแกรมที่ใช้ระบบ Vision ทำการประมวลผลรูปภาพและทำการ Feedback ค่า Error ของกล้องในหน่วย mm. เทียบกับเวอร์เนียร์ที่ใช้วัดค่า Error ที่เกิดขึ้นจริงจากการวัด นำมาสอบเทียบกันใน Case การประมวลผลภาพด้วย Case BASE โดยจะแสดงดังภาพที่ 4.9 และ 4.10



ภาพที่ 4.9 หน้าต่างการแสดงผล Case BASE ของผลการทดลอง

ภาพที่ 4.10 การวัดค่าที่ได้จากการประมวลผลภาพเทียบกับค่าจริงที่วัดได้ Case BASE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองการประมวลผลภาพ และค่าที่ได้จากการวัดจริง Case BASE

จากการทดลองสอบเทียบความแม่นยำของอุปกรณ์ และโปรแกรมวิเคราะห์ในการหาตำแหน่งการขยับตำแหน่งการวางคอมเพรสเซอร์บน SET โดยการประมวลผลจากภาพด้วย Case BASE สามารถสรุปผลการทดลองออกมาเป็นตารางได้ดังตารางที่ 4.3 โดยความคลาดเคลื่อนที่สามารถเกิดได้มากที่สุดจากการทดลองทั้งหมด 30 ครั้งนั่นคือ มีค่า Error เท่ากับ 2.26 mm. ในแกน X ซึ่งยังอยู่ในเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ที่ % Error ห้ามเกิน 0.5 ซึ่งนับว่าการทดลองใน Case BASE นี้มีความถูกต้องในการประมวลผลภาพสู่การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

ตารางที่ 4.3 ตารางแสดงผลค่าที่ได้จากการประมวลผลภาพ และค่าที่วัดจริง Case BASE

Row	Distant SET X			
	vision	measure	Error	%Error
1	-5.75	-4.4	-1.35	0.235
	-5.63	-4.6	-1.03	0.183
	-5.21	-4.1	-1.11	0.213
2	-4.7	-6.25	1.55	0.330
	-4.87	-6.1	1.23	0.253
	-5.21	-4.2	-1.01	0.194
3	-3.3	-4.4	1.1	0.333
	-4.44	-5.8	1.36	0.306
	-3.73	-5.1	1.37	0.367
4	-5.95	-7.4	1.45	0.244
	-4.72	-6.7	1.98	0.419
	-5.29	-3.7	-1.59	0.301
5	-4.93	-6.5	1.57	0.318
	-4.61	-6.2	1.59	0.345
	-4.49	-6.75	2.26	0.503
6	-6.84	-9.1	2.26	0.330
	-5.38	-7.15	1.77	0.329
	-4.56	-6.75	2.19	0.480

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทวิจารณ์ และสรุป

5.1 สรุปผลการทดลอง

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอแนวคิดการนำหุ่นยนต์อุตสาหกรรมเข้ามาใช้แทนแรงงานคน โดยเน้นการลดคนในส่วนที่พนักงานต้องยกของหนัก ซึ่งส่งผลต่อสรีระร่างกายเมื่อต้องทำงานเป็นเวลานาน จึงเกิดเป็นโครงงาน Industrial Robot Lift Compressor ขึ้น

การทำโครงงาน Industrial Robot Lift Compressor ในครั้งนี้ทำให้ได้เรียนรู้การทำงานจริงในโรงงาน โดยเริ่มจากขั้นตอนแรกคือ การออกแบบ Concept เพื่อเสนอต่อผู้บริหารเพื่อให้ได้รับการอนุมัติ การออกแบบ Part Mechanic โดยใช้โปรแกรม SolidWork และเขียนแบบ Drawing เพื่อส่งให้ Vender ผลการสั่งซื้ออุปกรณ์ แต่ละชิ้นที่จำเป็นในการทำโครงงาน การออกแบบ Control Box และ Wiring Control Box ซึ่งได้รู้เกี่ยวกับเครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการลงมือปฏิบัติตามแบบไฟฟ้า การใช้ โปรแกรม LabView และการใช้ Machine Vision ซึ่งการใช้ Machine Vision เปรียบเสมือนการเพิ่มตาให้กับหุ่นยนต์ ทำให้สามารถทำงานได้อย่างแม่นยำแม้จะมีปัจจัยภายนอกที่หลากหลายมารบกวน อีกทั้งยังได้ศึกษาการควบคุมหุ่นยนต์ ด้ายภาษา AS Language ซึ่งเปรียบเสมือนสมองของหุ่นยนต์ทำให้ได้พัฒนาระบบการคิดเป็นลำดับขั้น และความเป็นเหตุเป็นผล นอกจากนี้ขั้นการติดตั้งและทำงานหน้างานจริง ยังฝึกฝนให้ทำงานภายใต้ความกดดันเนื่องจากการทำงานในเวลาที่จำกัด เพราะไลน์การผลิตจะต้องเดินตลอดเวลา และคาดหวังให้เกิด Lost Time น้อยที่สุด อีกทั้งการออกแบบชิ้นส่วนแมคคานิกส์ และโปรแกรม เมื่อทำมาติดตั้งหน้างานจริง เป็นเรื่องปกติที่จะต้องเกิดปัญหาบ้างทำให้ได้เรียนรู้การแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าได้เป็นอย่างดี

นอกจากการทำงานในส่วนที่เกี่ยวของกับโครงงานแล้ว การทำงานร่วมกับเพื่อนร่วมงาน และพี่เลี้ยง ซึ่งในบางครั้งงานเกิดปัญหา จำเป็นต้องร่วมกันวิเคราะห์ และแก้ไขปัญหา ทำให้ได้ฝึกการทำงานร่วมกับคน การสร้างมนุษย์สัมพันธ์ที่ดี อีกทั้งการทำงานภายใต้ความกดดันระหว่างหัวหน้างาน และแผนงานที่วางเอาไว้ เป็นการช่วยฝึกการเอาตัวรอด และจากการที่ได้ไปช่วยงานอื่นๆ ทำให้ได้เรียนรู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้างานที่หลากหลาย การทำงานของแผนกอื่นๆ และการประสานงานร่วมกันในแต่ละแผนกเพื่อให้ผลที่ออกมาลุล่วง

5.2 ปัญหาที่พบ

1. ประสบการณ์ในการทำงานหน้างานมีน้อย ในบางครั้งทำให้เกิดความล่าช้าในการทำงาน

2. การสั่งของในบริษัท เนื่องจากมีระบบ และขั้นตอนการตรวจเช็คที่รัดกุม เพื่อป้องกันการทุจริต ซึ่งทำให้เกิดวามล่าช้าในการสั่งซื้อทำให้ต้องเลื่อนแผนการทำงานออกไป

3. ในการออกแบบโปรแกรม ที่ต้องทำงานร่วมกันในการส่งข้อมูลไปมา พบว่าเวลาที่คลาดเคลื่อนเพียงเล็กน้อยทำให้การรับส่งข้อมูลผิดพลาด

4. การออกแบบชิ้นส่วนแมคคานิกส์ นักศึกษาไม่มีประสบการณ์ในการออกแบบ และผลิตจริงเมื่อชิ้นส่วนมาส่ง และลงหน้างานจริงจำเป็นต้องปรับแก้ค่อนข้างมากเพื่อให้สามารถใช้งานได้

5. ในการทดสอบโปรแกรมเมื่อติดตั้งแล้ว เนื่องจากไลน์การผลิตมีการผลิตตลอดเวลา ทำให้ต้องใช้เวลาว่างช่วงพัก ในการทดสอบ ซึ่งเวลามีค่อนข้างน้อยทำให้ไม่สามารถ ทดสอบ และ Teaching Robot ได้อย่างต่อเนื่อง

6.การทำหุ่นยนต์เข้ามาใช้ในงานที่มีความละเอียดมาก กับชิ้นงานที่มีราคาสูงเมื่อเกิดข้อผิดพลาดทำให้เกิดความเสียหายค่อนข้างมาก

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. การใช้หุ่นยนต์ในการทำงานในไลน์การผลิต ควรสร้างสภาพแวดล้อมที่เสถียร มีการ Fix Position ในจุดที่เสี่ยง เพื่อการทำงานที่แม่นยำ และง่ายในการออกแบบโปรแกรม

2. การนำเสนอ Concept ควรเรียกทุกแผนกที่เกี่ยวข้องกับงาน และพื้นที่ในส่วนนั้นเพื่อจะได้ตกลงปัญหาที่มีโอกาสเกิดขึ้น และหาแนวทางแก้ไขก่อนทำงานจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] **การติดตั้ง และการเชื่อมต่อหุ่นยนต์ Kawasaki R Series** เข้าถึงได้จาก :

90202-112DE KAWASAKI ROBOT r series INSTALLATION AND CONNECTION (KAWASAKI HEAVY INDUSTRY .LTD)

(วันที่ค้นข้อมูล: 3 ธ.ค. 2559)

[2] **การปฏิบัติการหุ่นยนต์ Kawasaki R Series ด้วย E-controler** เข้าถึงได้จาก :

90202-1104DEB KAWASAKI ROBOT r series E-con oparetion manual (KAWASAKI HEAVY INDUSTRY .LTD)

(วันที่ค้นข้อมูล: 3 ธ.ค. 2559)

[3] **การเชื่อมต่อ I/O ของหุ่นยนต์ Kawasaki R Series** เข้าถึงได้จาก :

90204-1023DE KAWASAKI ROBOT r series I/O Manual (KAWASAKI HEAVY INDUSTRY .LTD)

(วันที่ค้นข้อมูล: 3 ธ.ค. 2559)

[4] **การเขียนโปรแกรมหุ่นยนต์ ด้วยภาษา AS ของหุ่นยนต์ Kawasaki R Series** เข้าถึงได้จาก :

90209-1022DE AS language manual KAWASAKI ROBOT r series (KAWASAKI HEAVY INDUSTRY .LTD)

(วันที่ค้นข้อมูล: 3 ธ.ค. 2559)

[5] **การติดตั้ง อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์บนแขนหุ่นยนต์ Kawasaki R Series** เข้าได้ถึงจาก :

90210-1247DE_E-Con optionb harness KAWASAKI ROBOT r series (KAWASAKI HEAVY INDUSTRY .LTD)

(วันที่ค้นข้อมูล: 3 ธ.ค. 2559)

[6] **"แนะนำ LabVIEW"** เข้าได้ถึงจาก :

system.siam.edu/images/coop/DESIGN_AND_CONSTRUCTION_OF_ELECTRICAL_MEASUREMENT_USING_LABVIEW___PROGRAM/ch2.pdf

(วันที่ค้นข้อมูล: 3 ธ.ค. 2559)

[7] **"การเลือกเลนส์"** เข้าได้ถึงจาก :

http://www.solimacautomation.com/knowledgebase.php?page=lens

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้จัดทำ

ชื่อ-สกุล : นายธนพนธ์ พวงสูงเนิน

เกิด : 27 กุมภาพันธ์ พศ 2538

ประวัติการศึกษา :

- พ.ศ.2553 - 2555 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสระบุรีวิทยาคม
- พ.ศ.2556 - ปัจจุบัน วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต หลักสูตรวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ที่อยู่ : 255/100 หมู่บ้าน อยู่สบาย5 ซอย 35/4 ต.ปากเพรียว ถ.เทศบาล4 อ.เมือง จ.สระบุรี รหัสไปรษณี 18000

เบอร์โทรศัพท์ : 099-504-5750

อีเมล์ : tanaboat@hotmail.com

Facebook : Boat tanapon

ความสามารถทางคอมพิวเตอร์และการใช้โปรแกรม : Microsoft office, AS Language Program, Auto CAD, Solid Work, GX Work2, K-roset

ฝึกงานและสหกิจศึกษาที่ : บริษัท Thai Samsung Electronic Co.,Ltd. ระหว่างเดือนมิถุนายน ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้