การตรวจสอบระดับของเหลวในขวดโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ
Filled Bottle Inspection Using Image Processing Techniques

นายวรปรัชญ์ ถิ่นวัฒนากูล
นายวงศธร ถาวรรุ่งวรา
นางสาวพันธุ์มาลี บัวหลวง

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

การตรวจสอบระดับของเหลวในขวดโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ
Filled Bottle Inspection Using Image Processing Techniques

นายวรปรัชญ์ ถิ่นวัฒนากูล
นายวงศธร ถาวรรุ่งวรา
นางสาวพันธุ์มาลี บัวหลวง

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

Filled Bottle Inspection Using Image Processing Techniques

Woraprach Thinwattanakul

Wongsatorn Thavornrungvara

Panmalee Bualung

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN AUTOMATION ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2017

สาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถานบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองปริญญานิพนธ์

.....

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การตรวจสอบระดับของเหลวในขวดโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ
Filled Bottle Inspection Using Image Processing Techniques

นักศึกษาผู้จัดทำ นายวรปรัชญ์ ถิ่นวัฒนากูล **รหัสนักศึกษา** 57011099
นายวงศธร ถาวรรุ่งวรา **รหัสนักศึกษา** 57011081
นางสาวพันธุ์มาลี บัวหลวง **รหัสนักศึกษา** 57010882

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมอัตโนมัติ

ปีการศึกษา 2560

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
ดร.อภินัย ฤกษ์รัตน์	

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การตรวจสอบระดับของเหลวในขวดโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ
นักศึกษาผู้จัดทำ นายวรปรัชญ์ ถิ่นวัฒนากูล **รหัสนักศึกษา** 57011099
นายวงศธร ถาวรรุ่งวรา **รหัสนักศึกษา** 57011081
นางสาวพันธุ์มาลี บัวหลวง **รหัสนักศึกษา** 57010882
อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.อภินัย ฤกษ์รัตน์
ปีการศึกษา 2560

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้นำเสนอการประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ (Image Processing) ในการตรวจสอบระดับของเหลวในบรรจุภัณฑ์ประเภทขวดโดยกล้องเว็บแคม (Webcam) ด้วยโปรแกรม LabVIEW เพื่อใช้ในการคัดแยกขวดที่มีระดับของเหลวไม่ตรงตามที่กำหนดไว้ออกจากสายพานลำเลียง โดยระบบที่พัฒนาขึ้นมาประกอบด้วย กล้องเว็บแคมจำนวน 2 ตัว สำหรับทำการประมวลผลภาพ กล้องเว็บแคมตัวแรกทำหน้าที่เสมือนเป็นเซ็นเซอร์ (Sensor) ในการตรวจจับตำแหน่งของขวดบนสายพาน เมื่อขวดเคลื่อนที่มาถึงตำแหน่งที่กำหนดไว้สำหรับการตรวจสอบระดับของเหลว กล้องเว็บแคมตัวที่สองจะทำการบันทึกภาพและนำภาพที่ได้ไปทำการประมวลผลภาพเพื่อตรวจสอบหาระดับของเหลวภายในขวด โดยใช้โมดูล (Module) การประมวลผลภาพจากโปรแกรม LabVIEW ค่าระดับของเหลวที่ได้จะถูกนำไปเปรียบเทียบกับค่าที่กำหนดไว้เป็นค่าอ้างอิง หากตรงตามค่าที่กำหนดระบบจะส่งสัญญาณเอาต์พุต (Output) ไปขับกระบอกสูบเพื่อคัดแยกขวดที่ไม่ตรงตามค่าอ้างอิงออกไปจากสายพาน โดยจากการทดสอบระบบที่พัฒนาขึ้นมากับขวดที่บรรจุของเหลวภายใต้เงื่อนไขต่างๆ ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถคัดแยกขวดที่มีระดับของเหลวที่ไม่ตรงค่าที่กำหนดไว้เป็นค่าอ้างอิงไว้ออกจากสายพานลำเลียงได้

Thesis Title	Filled Bottle Inspection Using Image Processing Techniques
Student	Woraprach Thinwattanakul
	Wongsatorn Thavornrungvara
	Panmalee Bualung
Thesis Advisor	Dr. Apinai Rerkratn
Academic Year	2017

ABSTRACT

This thesis presents bottle level inspection system using image processing techniques by Webcam camera based on LabVIEW program. The proposed system is used to inspection the liquid level in bottle on conveyor belt. The proposed system consists of 2 webcam for image processing. First webcam act as a sensor to detect position of bottle on conveyor belt and another webcam is used for measuring the liquid level in bottle by image processing module in LabVIEW program. The liquid level is used to comparing with target level. When the liquid level in a bottle does not meet the standard, the control system will send the output signal to drive the cylinder to push the bottle out of the conveyor. The experimental results with varied liquid levels show that the system can effectively identify and reject the bottle with liquid level that does not meet standard.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้จะสำเร็จลุล่วงไปไม่ได้ หากขาดความเมตตาอนุเคราะห์จากดร.อภินัย ฤกษ์รัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ที่ให้ความรู้ และคำแนะนำที่เป็นแนวทางในการไปปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆที่เกิดขึ้น เพื่อให้ปริญญานิพนธ์นี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณด้วยความเคารพเป็นอย่างสูง ไว้ ณ โอกาสนี้ขอขอบคุณคณาจารย์ผู้สอนในรายวิชาที่เกี่ยวข้อง ที่ช่วยกำชับติดตามและคอยให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อปริญญานิพนธ์เป็นอย่างยิ่ง ปริญญานิพนธ์นี้อาจจะเกินกำหนดเวลาหากมิได้พวกท่านคอยติดตาม และขอขอบคุณคณาจารย์ทุกท่าน รุ่นพี่ เพื่อน ๆ และน้อง ๆ ทั้งในและนอกสถาบันฯ ที่ให้กำลังใจ ให้คำปรึกษา แนะนำ และช่วยเหลือกันมาโดยตลอด

ขอกราบขอบพระคุณเป็นพิเศษสำหรับ คุณพ่อ คุณแม่ ผู้ปกครอง ที่คอยช่วยเหลือ ห่วงใย และเป็นกำลังใจ และยังเป็นกำลังสำคัญมาตลอด จนทำให้ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ ความรู้ คุณค่า หรือวิชาใด ๆ ที่พึงเกิดมีจากการทำปริญญานิพนธ์ในครั้งนี้ คณะผู้จัดทำขอมอบเป็นเครื่องสักการบูชาและเทิดทูนต่อพระคุณบิดา มารดา ครูบาอาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน สืบต่อไป

คณะผู้จัดทำ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VII

สารบัญรูปภาพ VIII

กิตติกรรมประกาศ III

บทที่ 1 บทนำ **1**

1.1 ที่มาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์ [1]-[3] 1

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์ 1

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์ 1

1.4 ขั้นตอนการศึกษา 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง **4**

2.1 กล่าวนำ 4

2.2 การควบคุมคุณภาพ (Definition of quality control) 4

2.2.1 Quality Assurance (QA) กับ Quality Control (QC) 4

2.2.2 คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ 5

2.2.3 การตรวจสอบคุณภาพรูปแบบต่างๆ 5

2.3 ระบบบรรจุภัณฑ์ของของเหลว 9

2.3.1 การบรรจุผลิตภัณฑ์ของของเหลวโดยปริมาตรคงที่ – ระดับคงที่ 9

2.3.2 วิธีการบรรจุเติม 10

2.4 เทคนิคการประมวลผลภาพ (Image Processing) 11

2.4.1 การแบ่งชั้นของการประมวลผลทางภาพตามกระบวนการ 12

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.5 ทฤษฎีการมองเห็นของมนุษย์ 14

2.5.1 แสง (Light) 14

2.5.2 คุณสมบัติพื้นฐานของสี 16

2.5.3 การหักเหของแสง (Refraction of Light) 19

2.5 สายพานลำเลียง (Conveyor Belt) 21

2.6.1 ระบบสายพานลำเลียง (Belt Conveyor System) 22

2.7 ระบบฐานข้อมูล (Database) 24

2.7.1 ความสำคัญของการประมวลผลแบบระบบฐานข้อมูล 25

2.7.2 รูปแบบของระบบฐานข้อมูล 25

2.7.3 โปรแกรมฐานข้อมูลที่นิยมใช้ 26

บทที่ 3 การตรวจสอบระดับของเหลวในขวดที่นำเสนอ 28

3.1 กล่าวนำ 28

3.2 ระบบตรวจสอบระดับของเหลวในขวด 28

3.2.1 สายพานลำเลียง 29

3.2.2 มอเตอร์ (Motor) 30

3.2.3 อินเวอร์เตอร์ (Inverter) 31

3.2.4 ขาตั้งกล้อง 32

3.2.5 การ์ดอินเตอร์เฟส (Interface Card) 32

3.2.6 กล้องเว็บแคม (Webcam) 34

3.2.7 4-Channel Relay Module 36

3.2.8 Power supply 36

3.2.9 โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve) 37

3.2.10 กระบอกสูบสองทาง (Double-acting cylinder) 37

3.4 การเขียนโปรแกรมการควบคุมระยะการตรวจสอบที่นำเสนอ 38

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.4.1 โปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมและประมวลผล 40

3.4.2 โปรแกรมที่ใช้ในการเก็บข้อมูล 55

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 58

4.1 กล่าวนำ 58

4.2 ทดลองการตรวจจับตำแหน่ง 58

4.2.1 ตำแหน่งที่ 1 58

4.2.2 ตำแหน่งที่ 2 59

4.3 ทดลองการวัดระดับน้ำ 60

4.3.1 ระดับน้ำที่ตามเกณฑ์ที่กำหนด 60

4.3.2 ระดับน้ำที่ไม่ผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนด 60

4.4 ทดลองการทำงานของลูกสูบ 61

4.5 ทดลองหาความเร็วของสายพานในความถี่ของอินเวอร์เตอร์ที่ต่างกัน 63

4.6 ทดลองการคัดแยกขวดน้ำที่ผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์ 64

4.6.1 ทดลองวัดระดับน้ำโดยขวดที่ทดลองคือขวดที่มีระดับน้ำเกินกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (High) 64

4.6.2 ทดลองวัดระดับน้ำโดยขวดที่ทดลองคือขวดที่มีระดับน้ำตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด (Pass) 65

4.6.3 ทดลองวัดระดับน้ำโดยขวดที่ทดลองคือขวดที่มีระดับน้ำที่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (Low) 66

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ 73

5.1 บทสรุป 73

5.2 ปัญหาและอุปสรรค 73

5.3 ข้อเสนอแนะ 73

เอกสารอ้างอิง 74

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 แผนการดำเนินงาน....2
3.1 อุปกรณ์ที่ติดตั้งใช้งนในระบบ....29
3.2 คุณสมบัติของกล้องเว็บแคม Logitech รุ่น C270....34
3.3 คุณสมบัติของกล้องเว็บแคม OKER รุ่น 088....35
4.1 แสดงความสัมพันธ์ของความที่ที่ใช้และเวลาที่ได้ในการเคลื่อนที่ของขวดในสายพานลำเลียง...63
4.2 ทดสอบวัดระดับน้ำที่เกินกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (High)....64
4.3 ทดสอบวัดระดับน้ำที่ตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด (Pass)....65
4.4 ทดสอบวัดระดับน้ำที่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (Low)....66
4.5 การทดลองเมื่อสายพานเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 1.73 เซนติเมตรต่อวินาที (10 Hz)....67
4.6 การทดลองเมื่อสายพานเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 4.10 เซนติเมตรต่อวินาที (20 Hz)....68
4.7 การทดลองเมื่อสายพานเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 6.41 เซนติเมตรต่อวินาที (30 Hz)....69
4.8 การทดลองเมื่อสายพานเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 8.54 เซนติเมตรต่อวินาที (40Hz)....70
4.9 การทดลองเมื่อสายพานเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 10.62 เซนติเมตรต่อวินาที่ (50Hz)....71
4.10 การทดลองเมื่อสายพานเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 12.85 เซนติเมตรต่อวินาที (60Hz)....72

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 ภาพแสดงข้อผิดพลาดในปริมาณที่บรรจุ 6
2.2 ภาพแสดงการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ที่ชำรุด 7
2.3 ภาพแสดงการตรวจสอบวัถุผิดรูป 7
2.4 ภาพแสดงการตรวจสอบความสมบูรณ์ของการปิดผนึก 8
2.5 ภาพแสดงการตรวจสอบบรรจุภัณฑ์ขั้นสุดท้าย 9
2.6 ภาพบรรจุภัณฑ์ประเภทขวด 10
2.7 ภาพการเติมบรรจุภัณฑ์ชนิดขวด 11
2.8 การทำงานของเทคนิคการประมวลผลภาพ 11
2.9 การใช้เทคนิคการประมวลผลภาพในการตรวจจับใบหน้า 12
2.10 การใช้เทคนิคการประมวลผลภาพในการอ่านบาร์โค้ด 13
2.11 ตัวอย่างภาพ 3 มิติของทางการแพทย์ 13
2.12 ภาพแสดงของแสงรูปแบบต่างๆ 14
2.13 ภาพแสดงคลื่นแสงกับสีที่สามารถมองเห็น 15
2.14 แสงและการมองเห็นของมนุษย์ 16
2.15 สีแท้ (Hue) ที่อยู่ในวงสีธรรมชาติ 16
2.16 แสดงให้เห็นค่าน้ำหนัก (Value) ของสีแท้ (Hue) ที่ถูก 17
2.17 ตัวอย่าง สีแท้ที่ถูกผสมโดยสีคู่ตรงข้ามทำให้มีความหม่นลง 17
2.18 สีที่ถูกล้อมรอบด้วยพื้นหลังที่แตกต่างกันจะมีความสดใสไม่คงที่ 18
2.19 สีกลาง (Neutral color) สีขาว สีดำ และสีเทา (Gray) ซึ่งเป็นสีที่เกิดจากการผสมของสีขาว กับสีดำในอัตราส่วนที่เท่ากัน 18
2.20 การผสมของสีแท้ Hue กับสีขาว สีดำ และสีเทา ทำให้ได้สีที หลากหลาย เพิ่มขึ้น 19
2.21 ภาพแสดงการเกิดการหักเหของแสง 20
2.22 ภาพแสดงการเกิดมิราจ 21
2.23 ภาพแสดงการสะท้อนกลับหมด 21
2.24 สายพานลำเลียงแบบพลาสติก 22
2.25 สายพานลำเลียงแบบผ้า 23
2.26 สายพานลำเลียงแบบ PVC 23
2.27 สายพานลำเลียงแบบเครื่องตรวจโลหะ 24
3.1 โครงสร้างฮาร์ดแวร์ระบบตรวจสอบของเหลวในขวด 28

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.2 โครงสร้างของสายพานลำเลียง 30
3.3 ข้อมูลของมอเตอร์ 30
3.4 SESAME MOTOR รุ่น 5IK40GN-S/U 31
3.5 Mitsubishi FR-E500 32
3.6 ภาพเสาตั้งกล้องและสายพานลำเลียง 32
3.7 การ์ดอินเตอร์เฟส 33
3.8 พอร์ตการเชื่อมต่อที่ใช้งาน 33
3.9 กล้องเว็บแคม Logitech รุ่น C270 34
3.10 กล้องเว็บแคม OKER รุ่น 088 35
3.11 4-Channel Relay Module รุ่น SRD-05VDC-SL-C 36
3.12 Power Supply 12 VDC 37
3.13 โซลินอยด์วาล์ว 37
3.14 แสดงรายละเอียด โครงสร้างของกระบอกสูบชนิดสองทาง 38
3.15 แผนผังการทำงานระบบ 39
3.16 โปรแกรม LabVIEW 40
3.17 Block Diagram เครื่องมือวัดที่ใช้สร้าง 40
3.18 Block Diagram ของระบบทั้งหมด 41
3.19 ภาพแสดง Front Panel ของโปรแกรมที่ใช้ควบคุมระบบ 42
3.20 โปรแกรมส่วนรับข้อมูลจากกล้องเว็บแคม 42
3.21 หน้าจอแสดงผลของฟังก์ชัน Image Tracking 43
3.22 โปรแกรมส่วนควบคุมของ Image Tracking Mode ในโปรแกรมทั้งหมด 43
3.23 แสดงส่วนของ NI Vision Assistant ส่วน Image Tracking 44
3.24 อินพุตจากกล้องเว็บแคมผ่านฟังก์ชัน Vision Acquistion 44
3.25 Script Color Plane Extraction 45
3.26 Script Pattern Matching 45
3.27 แสดงส่วนของ Measure level 46
3.28 รูปภาพแสดงภายในฟังก์ชัน Vision Assistant 47
3.29 แสดงการทำงานในส่วนของ Original Picture 47
3.30 แสดงการทำงานใน Color Plane Extraction 48

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.31 แสดงการตั้งค่าภาพใน Script 49
3.32 รูปภาพแสดงวิธีการวัดระดับน้ำของ Clamping 50
3.33 แสดงการใช้ฟังก์ชัน Compare ในการเปรียบเทียบ 50
3.34 แสดงการเปรียบเทียบกรณีระดับน้ำที่ผ่านเกณฑ์ 51
3.35 แสดงค่าอ้างอิงของเกณฑ์ที่ไม่ผ่านการคัดเลือก (น้อยกว่าที่กำหนด) 52
3.36 แสดงค่าอ้างอิงของเกณฑ์ที่ไม่ผ่านการคัดเลือก (มากกว่าที่กำหนด) 53
3.37 รูปภาพแสดงฟังก์ชันส่วนของ Eject function 53
3.38 รูปภาพแสดงการรีเซตลูกสูบ 54
3.39 รูปภาพแสดงฟังก์ชันของการจัดเก็บรูป 54
3.40 รูปภาพแสดงฟังก์ชันการนับ 55
3.41 รูปภาพแสดงฟังก์ชันการเก็บข้อมูลทั้งหมด 55
3.42 แสดงฟังก์ชันการรับค่าและประมวลผล 56
3.43 แสดงฟังก์ชันการแสดงวันที่และเวลา 56
3.44 แสดงฟังก์ชันแสดงค่าในตารางข้อมูล 57
4.1 ภาพแสดงตำแหน่งที่ใช้ตรวจจับขวดบนสายพานลำเลียง 58
4.2 กล้องด้านบนตรวจจับตำแหน่งที่ 1 59
4.3 กล้องด้านบนตรวจจับตำแหน่งที่ 2 59
4.4 แสดงการตรวจสอบที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือก 60
4.5 แสดงการตรวจสอบที่ไม่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือก (ปริมาณน้ำต่ำกว่าเกณฑ์) 61
4.6 แสดงการตรวจสอบที่ไม่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือก (ปริมาณน้ำสูงกว่าเกณฑ์) 61
4.7 แสดงการตรวจสอบที่ไม่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือก (ปริมาณน้ำสูงกว่าเกณฑ์) 62
4.8 แสดงการทำงานของลูกสูบในขั้นตอนการตรวจสอบเงื่อนไขของโปรแกรม 62
4.9 แสดงการทำงานของลูกสูบขณะลูกสูบทำงาน 63

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์ [1]-[3]

ในปัจจุบันการควบคุมคุณภาพภายในกระบวนการผลิตหลังจากบรรจุอยู่ภายในบรรจุภัณฑ์ชนิดขวดจะมีการตรวจสอบปริมาณของของเหลวที่ถูกบรรจุหลายรูปแบบ อาทิเช่น การชั่งน้ำหนักโดยเครื่องชั่งสายพาน (Belt Scale Conveyor) ที่มีค่าใช้จ่ายสูงหรือการวัดระดับของของเหลวโดยใช้หลักการสะท้อนกลับเพื่อหาระยะห่างระหว่างระดับของของเหลวและเซ็นเซอร์ ด้วยเซ็นเซอร์อัลตราโซนิค (Ultrasonic sensor) สำหรับปริญญานิพนธ์นี้เป็นการประยุกต์ใช้เทคนิคประมวลผลภาพสำหรับการตรวจสอบระดับของเหลวของบรรจุภัณฑ์ชนิดขวด โดยการนำกล้องเว็บแคมที่สามารถหาได้ตามท้องตลาด จำนวน 2 ตัวมาใช้ในการประมวลผลเพื่อทำการคัดแยกผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้ตามข้อกำหนดไว้ออกจากสายพานลำเลียง โดยกล้องตัวที่หนึ่งทำหน้าที่แทนเซ็นเซอร์ในการวัดระดับของของเหลวผ่านเทคนิคการประมวลผลภาพและกล้องตัวที่สองทำหน้าที่แทนเซ็นเซอร์ลิมิตสวิตช์ (Limit Switch) ในการตรวจจับตำแหน่งของขวดน้ำบนสายพานลำเลียง โดยใช้โปรแกรม LabVIEW เป็นซอฟท์แวร์ (Software) ประมวลผล

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1. นำเสนอการใช้งานเทคนิคการประมวลผลภาพโดยกล้องเว็บแคมยี่ห้อ Logitech รุ่น C270 มาทำหน้าที่แทนเซ็นเซอร์ในการวัดระดับแล้วนำไปใช้ในการประมวลผลว่าผ่านข้อกำหนดที่ตั้งไว้หรือไม่

2. นำเสนอการใช้งานเทคนิคการประมวลผลภาพโดยกล้องเว็บแคมยี่ห้อ OKER รุ่น 088 มาใช้งานแทนการทำงานของเซ็นเซอร์ลิมิตสวิตช์ที่ใช้ในการตรวจหาขวดเมื่อเคลื่อนที่มายังพื้นที่ที่กำหนด

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1. การเคลื่อนที่และการลำเลียงของขวดบนสายพานลำเลียง

1.1 สายพานมีความยาว 100 เซนติเมตร กว้าง 20 เซนติเมตรขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ (Motor) SESAME MOTOR รุ่น 5IK40GN-S/U โดยมี อินเวอร์เตอร์ (Inverter) ยี่ห้อ Mitsubishi รุ่น FR-E500 สายพานสามารถเคลื่อนที่ได้ด้วยความเร็วตั้งแต่ 1 ถึง 12 เซนติเมตรต่อวินาทีในกรณีที่ไม่มีสิ่งของบนสายพาน

1.2 การเคลื่อนที่ของขวดบนสายพานลำเลียงสามารถส่งขวดเข้าสู่สายพานได้ครั้งละหนึ่งขวดแบบต่อเนื่องผ่านแนวกั้นที่ติดตั้งให้ขวดเคลื่อนที่ในแนวการตรวจสอบ โดยมีข้อกำหนดในการปล่อยขวดติดต่อกันต้องมีระยะมากกว่าหรือเท่ากับ 15 เซนติเมตร หากใกล้กว่าระยะที่กำหนดจะทำให้การทำงานของการประมวลผลภาพและการบันทึกข้อมูล เกิดความผิดพลาดในการตรวจสอบได้

1.3 โปรแกรมประมวลผลนี้ใช้สำหรับการตรวจสอบขวดน้ำยี่ห้อคริสตัลขนาด 600 มิลลิลิตร สีใสแบบไม่ติดฉลากและของเหลวสีใสไม่มีสิ่งเจือปน เพื่อเป็นกรณีศึกษาในการทดสอบความสามารถของการตรวจสอบที่นำเสนอ

2. การตรวจสอบระดับของเหลวภายในขวดโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพผ่านโปรแกรม LabVIEW จากกล้องเว็บแคมยี่ห้อ Logitech รุ่น C270

2.1 สามารถตรวจสอบระดับของเหลวที่บรรจุภายในขวดโดยการสร้างระดับอ้างอิงขึ้นบริเวณใต้ฝาของขวดน้ำแล้วจึงใช้เทคนิคการประมวลผลภาพในการหาระยะห่างระหว่างระดับอ้างอิงและระดับของของเหลวในหน่วยพิกเซล (Pixels)

2.2 สามารถนำค่าระยะห่างที่คำนวณได้มาสร้างเป็นเงื่อนไขในการตรวจสอบ โดยแบ่งออกเป็น 3 กรณีคือ มากกว่า น้อยกว่า หรืออยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ (±5% ของความแตกต่างสูงสุดที่กำหนด)

3. การตรวจสอบการเคลื่อนที่ของขวดที่เข้ามายังพื้นที่ที่กำหนดโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพผ่านโปรแกรม LabVIEW จากกล้องเว็บแคมยี่ห้อ OKER รุ่น 088

3.1 สามารถใช้เทคนิคการประมวลผลภาพสร้างพื้นที่ที่กำหนด โดยการสร้างรูปร่างเสมือนฝาขวดขึ้นมาใช้ในการเปรียบเทียบกับขวดที่เคลื่อนที่อยู่บนสายพานลำเลียงเพื่อเริ่มต้นการทำงานให้กับการตรวจสอบระดับของเหลวและการคัดเลือกขวด

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

ซึ่งมีรายละเอียดขั้นตอนการดำเนินงานเป็นดังนี้

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน

ลำดับ	แผนการดำเนินงาน	สิงหาคม				กันยายน				ตุลาคม				พฤศจิกายน				ธันวาคม			
1	ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง																				
2	วางโครงร่างของปริญญานิพนธ์																				

ลำดับ	แผนการดำเนินงาน	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม
3	ศึกษาโปรแกรม LabVIEW เพิ่มเติมในส่วนที่ต้องใช้งานเพิ่ม					
4	ทดลองโปรแกรม LabVIEW กับกล้องในการทำงาน					
5	ออกแบบและติดตั้งกล้องเข้ากับฮาร์ตแวร์ (Hardware)					
6	เขียนโปรแกรมให้ซอฟแวร์และฮาร์ตแวร์มีการทำงานที่สัมพันธ์กัน					
7	ทดสอบโปรแกรมและฮาร์ตแวร์ทั้งหมดพร้อมบันทึกผล					
8	จัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์และแก้ไข					

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถพัฒนาระบบตรวจสอบระดับโดยใช้กล้องเว็บแคม

2. ได้รับความรู้ในการเขียนโปรแกรม LabVIEW ในการประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพในการสร้างระบบการตรวจสอบระดับ

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 กล่าวนำ

ในบทที่ 2 นี้ จะเป็นการกล่าวถึงทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง รวมไปถึงอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำปริญญานิพนธ์ โดยทฤษฎีและหลักการจะเกี่ยวกับการตรวจสอบคุณภาพในกระบวนการผลิตด้วยวิธีการต่างๆ รวมถึงการใช้เทคนิคการประมวลผลโดยโปรแกรม LabVIEW ด้วยทฤษฎีและหลักการที่ได้กล่าวถึงนี้เป็นการศึกษาข้อมูลเพื่อนำมาประกอบการทำปริญญานิพนธ์ครั้งนี้

2.2 การควบคุมคุณภาพ (Definition of quality control)

โดยปกติทั่วไปในตลาด สินค้าที่มีคุณภาพดีกว่าย่อมมีราคาที่สูงมากกว่าสินค้าด้อยคุณภาพ ราคาที่ถูกกำหนดขึ้นจึงมีค่าขึ้นอยู่กับคุณภาพของสินค้า ซึ่งในสมัยก่อนคุณภาพของสินค้านั้นค่อนข้างมีความแตกต่างและหลากหลาย บางชนิดถูกนำมาวางจำหน่ายโดยที่เป็นสินค้าที่มีคุณภาพไม่ได้มาตรฐานหรือมีคุณภาพไม่เหมาะสมกับราคา รัฐบาลจึงได้แก้ปัญหาดังกล่าวด้วยการกำหนดมาตรฐานคุณภาพสินค้า เพื่อใช้สำหรับควบคุมคุณลักษณะของสินค้าทั้งทางกายภาพและทางเคมี ได้แก่ ความเป็นกรด น้ำหนัก ขนาด และสี เป็นต้น โดยในปัจจุบันแนวทางหนึ่งของการควบคุมผลิตภัณฑ์หรือสินค้าบางชนิด จะใช้วิธีการกำหนดคุณภาพด้วยมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (ม.อ.ก.)

2.2.1 Quality Assurance (QA) กับ Quality Control (QC)

1. QC (Quality Control) หมายถึง การควบคุมคุณภาพสินค้าให้เป็นไปตามคุณสมบัติที่กำหนดไว้ และสามารถสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้าสูงสุด ด้วยกระบวนการ Inspection คือ กระบวนการการตรวจสอบตำหนิและจุดบกพร่องของผลิตภัณฑ์ เพื่อที่จะทำการส่งกลับไปแก้ไขหรือคัดทิ้ง จากนั้นจึงทำการบันทึกและเก็บสถิติของลักษณะรวมทั้งจำนวนผลิตภัณฑ์ต่างๆที่เกิดการบกพร่อง สำหรับนำไปวิเคราะห์สาเหตุปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้น แล้วจึงทำการแก้ไขปรับปรุงเพื่อให้ผู้ผลิตสามารถทำการผลิตสินค้าที่มีคุณภาพใกล้เคียงกับคุณสมบัติที่ตั้งไว้มากที่สุดต่อไปโดย

- การควบคุม (control) หมายถึง การบังคับให้กิจกรรมต่างๆ สามารถดำเนินการได้ตามกระบวนการที่วางไว้ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายการผลิตที่มีคุณภาพและมีประสิทธิภาพสูงสุด
- คุณภาพ (quality) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ถูกผลิตให้มีความเหมาะสมกับการใช้งาน (fineness for use) มีการออกแบบที่ดี (quality of design) และมีการผลิตที่ได้มาตรฐาน โดยลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ได้ต้องมีความมั่นคงคงทน มีรูปร่างสวยงาม สามารถใช้ได้ดี และไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้งาน

2. QA (Quality Assurance) หมายถึง กระบวนการตรวจสอบและควบคุมคุณภาพของสินค้า ด้วยการวิเคราะห์หาสาเหตุข้อบกพร่องและความผิดพลาดของผลิตภัณฑ์จากเอกสาร work instructions โดยใช้แนวคิด “Do it right the first time.” มาเป็นหลักในการผลิตสินค้า ซึ่งจะเป็น

กระบวนการที่แตกต่างจาก QC เนื่องจากเป็นการตรวจสอบกระบวนการผลิตตั้งแต่เริ่มต้นจากเอกสาร แทนการคัดแยกของเสียออกจากของดีในขั้นตอนสุดท้าย ที่เป็นการเพิ่มต้นทุนและเสียเวลาโดยใช่เหตุ

2.2.2 คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ

- สามารถปฏิบัติงานได้ (Performance) คือ ผลิตภัณฑ์มีความสามารถในการใช้งานได้ตามหน้าที่ที่ได้ถูกกำหนดไว้

- มีความสวยงาม (Aesthetics) คือ สินค้าสามารถดึงดูดใจลูกค้าได้ในทุกๆด้าน ได้แก่ กลิ่น รสชาติ รูปร่าง ผิวสัมผัส สีสัน เป็นต้น

- มีคุณสมบัติพิเศษ (Special features) คือ ผลิตภัณฑ์ควรมีความโดดเด่นรวมทั้งมีคุณสมบัติพิเศษแตกต่างจากสินค้าชนิดอื่นๆ

- มีความสอดคล้อง (Conformance) คือ ราคาและคุณภาพของผลิตภัณฑ์มีความเหมาะสมกัน

- มีความปลอดภัย (Safety) คือ มีความเสี่ยงอันตรายในการใช้ผลิตภัณฑ์ต่อผู้ใช้งานน้อยที่สุด

- สามารถเชื่อถือได้ (Reliability) คือ ผลิตภัณฑ์ควรใช้งานได้อย่างสม่ำเสมอ

- ความคงทน (Durability) คือ ระยะเวลาหรืออายุการใช้งานผลิตภัณฑ์ที่ยาวนานในระดับหนึ่ง

- คุณค่าที่รับรู้ (Perceived quality) คือ ผลิตภัณฑ์มีภาพลักษณ์ที่ดี และสามารถสร้างความประทับใจ แก่ผู้บริโภคได้

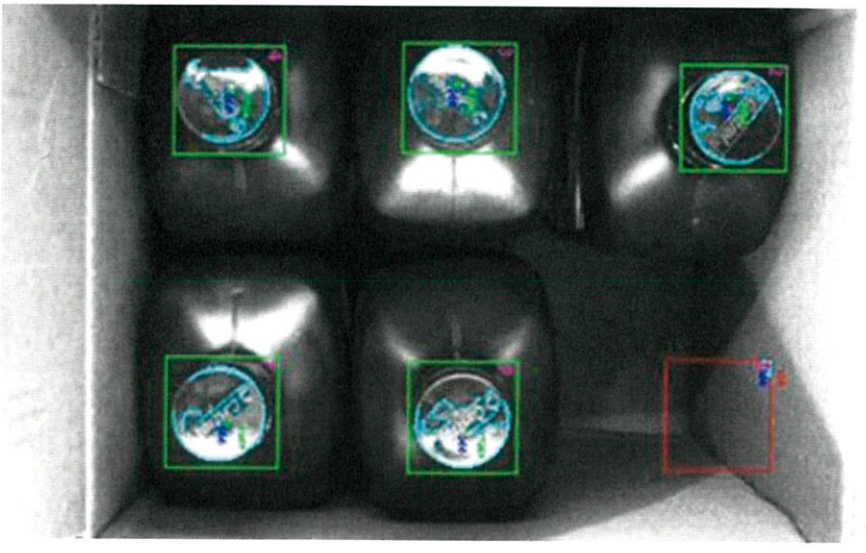
- มีบริการหลังการขาย (Service after sale) คือ ธุรกิจมีบริการหลังการขายที่ดีและต่อเนื่องแก่ผู้บริโภค ในการคงคุณสมบัติและการทำงานของผลิตภัณฑ์ให้มีความสมบูรณ์และมีคุณภาพ รวมไปถึงมีการรับฟังความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์

2.2.3 การตรวจสอบคุณภาพรูปแบบต่างๆ

ระบบการตรวจสอบผลิตภัณฑ์จะตรวจสอบความสมบูรณ์ของผลิตภัณฑ์โดยการเปรียบเทียบผลการตรวจสอบผลิตภัณฑ์แต่ละชิ้นกับผลของผลิตภัณฑ์เดี่ยวๆ ที่ได้รับการตรวจสอบความสมบูรณ์แล้ว คำว่าความสมบูรณ์ (integrity) ใช้แสดงถึงความครบถ้วนหรือความสมบูรณ์ของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตออกมา ข้อกำหนดที่แน่ชัดของการตรวจสอบความสมบูรณ์จะแตกต่างกันออกไป โดยขึ้นอยู่กับคุณลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์ วิธีการผลิต เกณฑ์มาตรฐานด้านคุณภาพ และประเภทของการตรวจสอบที่จะดำเนินการ เทคโนโลยีการตรวจสอบผลิตภัณฑ์แต่ละอย่างมีข้อจำกัดของตัวเองและประสิทธิภาพที่โดดเด่นในแต่ละด้านที่ไม่เหมือนกัน เทคโนโลยีทั้งหมดที่ระบุไว้ด้างล่างนี้มีระดับในการตรวจสอบความสมบูรณ์ที่แตกต่างกันตามขีดความสามารถในการตรวจสอบมาตรฐาน

1. ข้อผิดพลาดของปริมาณบรรจุ

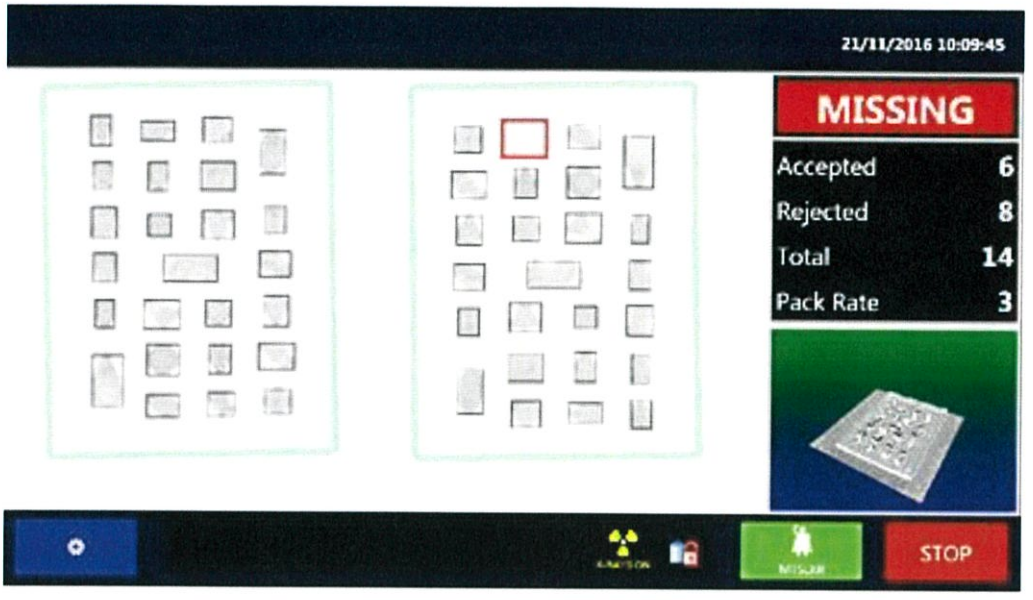
การตรวจสอบให้แน่ใจว่าในบรรจุภัณฑ์ชิ้นหนึ่งๆ มีจำนวนผลิตภัณฑ์ที่ครบถ้วนถูกต้องและอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมถือเป็นสิ่งจำเป็น การชั่งน้ำหนักธรรมดาทั่วไปจะสามารถตรวจสอบปริมาณบรรจุได้อย่างถูกต้อง แต่อาจจำเป็นต้องเพิ่มระบบการตรวจสอบด้วยภาพเข้าไปเพื่อดูว่ามีการบรรจุผลิตภัณฑ์ในตำแหน่งที่ถูกต้องหรือไม่ และระบุการดำเนินการแก้ไขใดๆ ที่จำเป็นเพื่อกำจัดต้นตอของความผิดพลาด



รูปที่ 2.1 ภาพแสดงข้อผิดพลาดในปริมาณที่บรรจุ

2. ผลิตภัณฑ์ที่ชำรุดและเสียหาย

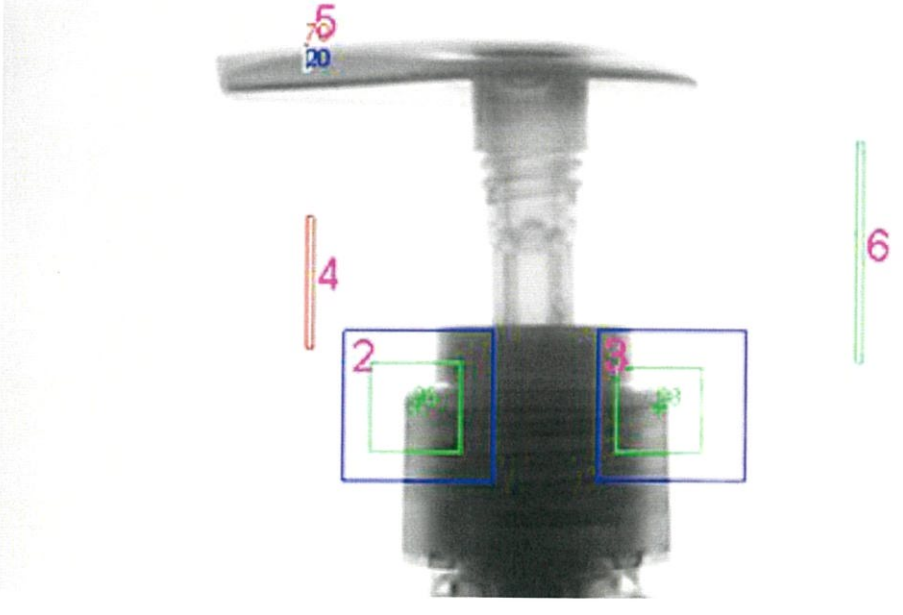
หากลูกค้าพบว่าผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในบรรจุภัณฑ์ชำรุดหรือเสียหาย ถึงแม้ว่าจะไม่เป็นอันตรายร้ายแรงถึงชีวิต แต่ก็ส่งผลเสียต่อภาพลักษณ์ของตราสินค้าได้ เนื่องจากการชำรุดเสียหายของผลิตภัณฑ์ในบรรจุภัณฑ์ไม่เกี่ยวข้องกับการเบี่ยงเบนของน้ำหนัก ดังนั้น จึงจำเป็นต้องใช้ระบบการตรวจสอบควบคุมคุณภาพด้วยภาพ ระบบกล้องความละเอียดสูงสามารถตรวจสอบผลิตภัณฑ์ก่อนกระบวนการบรรจุหีบห่อขั้นสุดท้าย แต่ระบบเอ็กซเรย์ตรวจสอบสิ่งปลอมปนอาจเป็นตัวเลือกที่ดีที่สุดสำหรับการตรวจสอบขั้นสุดท้ายของสายการผลิต



รูปที่ 2.2 ภาพแสดงการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ที่ชำรุด

3. วัตถุที่ผิดรูป

ผลิตภัณฑ์หรือส่วนประกอบที่ผิดรูปสามารถทำให้เกิดการหยุดชะงักอย่างร้ายแรงระหว่างการผลิตด้วยการก่อความเสียหายต่ออุปกรณ์ปลายน้ำ มีปัจจัยมากมายหลายอย่างซึ่งสามารถนำไปสู่ข้อผิดพลาดระหว่างกระบวนการตีขึ้นรูปหรือการฉีดขึ้นรูปส่วนประกอบหรือภาชนะบรรจุ ซึ่งอาจก่อให้เกิดความเสียหายได้ การตรวจสอบน้ำหนักอาจตรวจพบข้อผิดพลาดนี้แต่การตรวจสอบด้วยภาพหรือระบบเอ็กซเรย์เป็นตัวเลือกที่ดีกว่าในการตรวจสอบข้อผิดพลาดนี้



รูปที่ 2.3 ภาพแสดงการตรวจสอบวัตถุผิดรูป

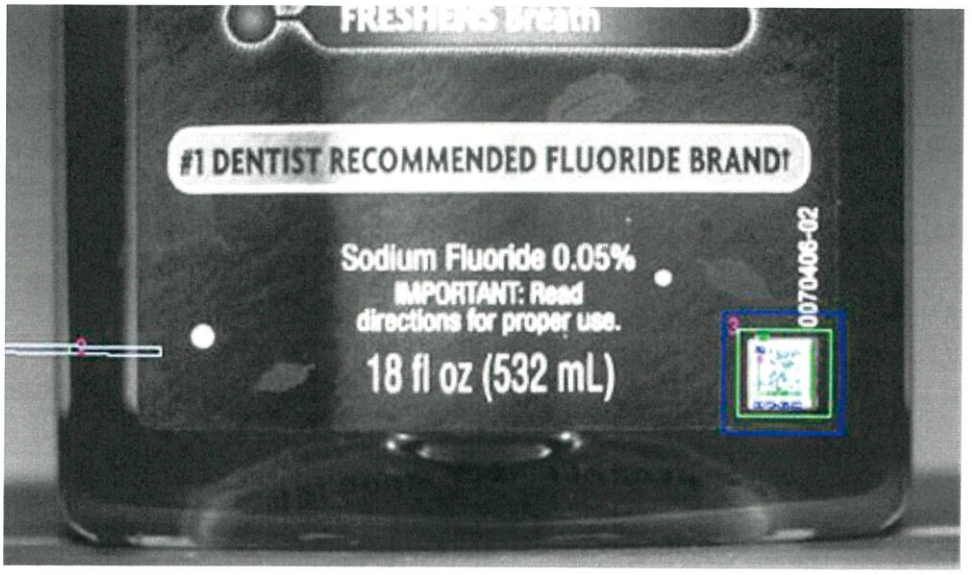
4. ความสมบูรณ์ของการปิดผนึก

การปิดผนึกผลิตภัณฑ์อาหารที่ถูกต้องจะช่วยรับรองอายุการเก็บรักษาและปกป้องการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย การปิดผนึกที่ถูกต้องในผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในสภาพแวดล้อมที่ปลอดเชื้อหรือให้ความสำคัญในเรื่องสุขลักษณะเป็นอย่างสูงจะช่วยป้องกันภาวะแทรกซ้อนที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพและการติดเชื้อ ในกรณีส่วนใหญ่ ส่วนที่ปิดผนึกจะสามารถมองเห็นได้ในการบรรจุหีบห่อขั้นสุดท้าย ซึ่งหมายความว่าโซลูชัน (Solution) การตรวจสอบด้วยกล้องอาจเป็นตัวเลือกที่ดีกว่า นอกจากนี้ ระบบเอ็กซเรย์ (X-ray) ตรวจสอบสิ่งปลอมปนยังสามารถตรวจสอบการปิดผนึกโดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณที่ผลิตภัณฑ์เข้าไปติดอยู่ในบริเวณปิดผนึก

รูปที่ 2.4 ภาพแสดงการตรวจสอบความสมบูรณ์ของการปิดผนึก

5. ความสมบูรณ์ของบรรจุภัณฑ์ขั้นสุดท้าย

การบรรจุหีบห่อที่เสียหาย ไม่ได้ปิดอย่างถูกต้องหรือการบรรจุหีบห่อขั้นสุดท้ายที่ไม่ถูกต้องสามารถก่อให้เกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์ปลายน้ำและยังก่อให้เกิดปัญหาด้านความปลอดภัยต่อลูกค้าปลายทางอีกด้วยในบางสถานการณ์ เครื่องตรวจสอบน้ำหนักบนสายพานสามารถตรวจจับฝาที่ปิดไม่สนิทบนบรรจุภัณฑ์โดยเซ็นเซอร์ ระบบเอ็กซเรย์ตรวจสอบสิ่งปลอมปนสามารถตรวจสอบบรรจุภัณฑ์ที่ชำรุดเสียหาย แต่ระบบการตรวจสอบด้วยกล้องเท่านั้นที่สามารถตรวจจับได้ทั้งสองอย่าง รวมถึงการตรวจสอบรายละเอียดบนบรรจุภัณฑ์เพื่อคัดแยกผลิตภัณฑ์ที่ติดฉลากไม่ถูกต้องออก



รูปที่ 2.5 ภาพแสดงการตรวจสอบบรรจุภัณฑ์ขั้นสุดท้าย

2.3 ระบบบรรจุภัณฑ์ของของเหลว

2.3.1 การบรรจุผลิตภัณฑ์ของของเหลวโดยปริมาตรคงที่ – ระดับคงที่

การบรรจุของเหลวลงในบรรจุภัณฑ์สามารถบรรจุได้ 2 ประเภท

1. การบรรจุแบบระดับคงที่

จะใช้กับผลิตภัณฑ์ของเหลวที่มีราคาต่ำจนถึงราคาปานกลาง ตัวอย่างเช่น น้ำอัดลม เบียร์ และซอส ซึ่งปริมาตรที่ถูกต้องไม่มีสาระสำคัญนัก การบรรจุแบบระดับคงที่นี้สามารถสังเกตโดยใช้สายตาวัดระดับ ในขณะเดียวกัน ภาชนะบรรจุจะมีปริมาตรบรรจุไม่คงที่ เนื่องจากความหนาของผนังภาชนะบรรจุไม่สม่ำเสมอ ถ้าทำการบรรจุแบบปริมาตรคงที่ ก็จะทำให้ระดับความสูงในการบรรจุแตกต่างกันไป

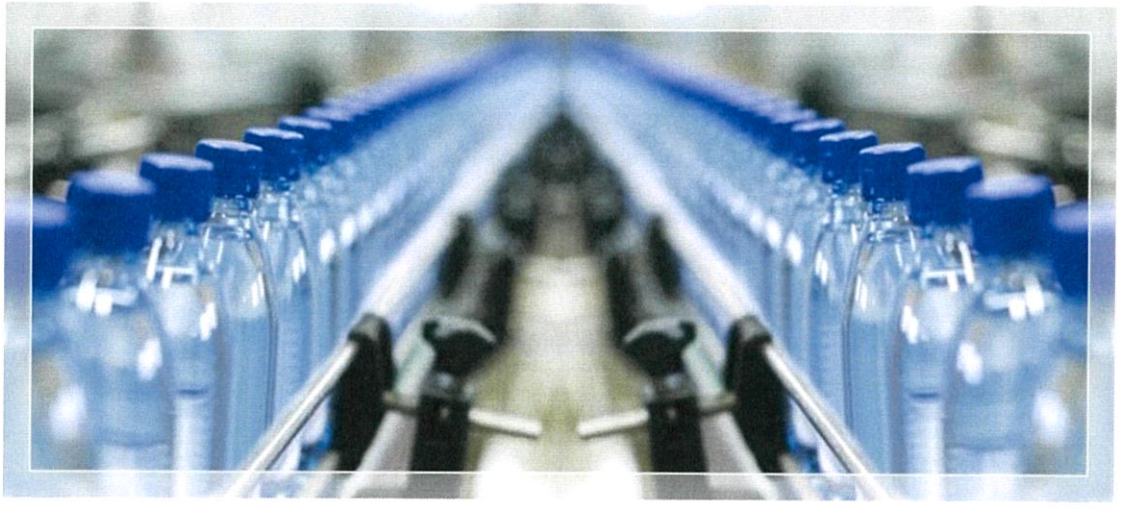
ในขณะที่ผู้บริโภคพอใจที่จะซื้อภาชนะที่บรรจุในระดับเดียวกัน ด้วยเหตุนี้จึงต้องเอาใจลูกค้าโดยการบรรจุให้ระดับคงที่ แม้ว่าการบรรจุแบบระดับคงที่จะไม่คำนึงถึงปริมาตรจริง การบรรจุแบบระดับคงที่จะใช้วิธีแรงโน้มถ่วง สุญญากาศ ความดัน หรือการใช้ทั้งความดันและสุญญากาศ ส่วนการควบคุมให้ระดับคงที่โดยการนำของเหลวส่วนเกินออก เมื่อถึงระดับที่ต้องการโดยการใช้อิเล็กทรอนิกส์หรือการควบคุมแบบนิวเมติกวาล์วช่วยในการบรรจุ

2. การบรรจุแบบปริมาตรคงที่

ปริมาตรที่ถูกต้องของอาหารจะถูกบรรจุในภาชนะบรรจุ โดยใช้กระบอกสูบหรือระบบการตวง ชั่ง อย่างอื่น ดังนั้นระบบการบรรจุแบบปริมาตรคงที่จะใช้กับ

- ผลิตภัณฑ์ที่มีราคาสูง
- ผลิตภัณฑ์ที่ขายตามน้ำหนัก
- ผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคขั้นสุดท้ายต้องการน้ำหนักหรือปริมาตรที่ถูกต้อง (ยกตัวอย่างเช่น แม่สีของสีกระป๋อง)

- ผลิตภัณฑ์ทางยาหรือสารเคมีที่ต้องการปริมาณการบริโภคและการใช้ที่ถูกต้อง
- ผลิตภัณฑ์ที่มีความเหนียวข้นและไม่สามารถไหลได้ด้วยตนเอง



รูปที่ 2.6 ภาพบรรจุภัณฑ์ประเภทขวด

2.3.2 วิธีการบรรจุเติม

ถ้าพิจารณาจากการเคลื่อนตัวของภาชนะและท่อบรรจุ (Nozzle) สามารถแบ่งเป็น 2 วิธี คือ วิธีให้ภาชนะเคลื่อนที่ลง และวิธีให้ท่อเติมเคลื่อนที่ขึ้น

1. วิธีให้ภาชนะเคลื่อนที่

เริ่มจากการสอบท่อบรรจุของเหลวในคอของภาชนะบรรจุจนถึงระดับหนึ่ง แล้วจึงปล่อยผลิตภัณฑ์ของเหลวให้ไหลลงไปที่ก้นภาชนะ หรือให้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเหลวนั้นกระจายไปทางด้านข้างของภาชนะบรรจุ เพื่อให้ของเหลวนั้นค่อย ๆ ไหลลงตามผนังภาชนะ ซึ่งจะช่วยลดความแรงของการไหลของผลิตภัณฑ์และลดการรวมตัวกับอากาศจนเกิดเป็นฟองอากาศ

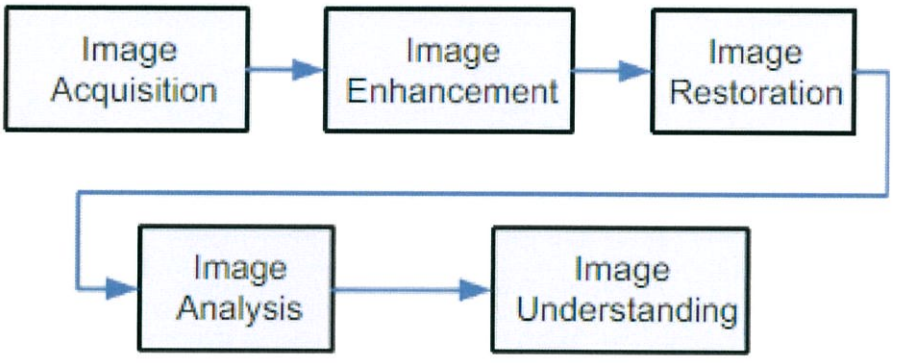
2. วิธีให้ท่อบรรจุเคลื่อนที่

ทำโดยการใส่ท่อหรือท่อบรรจุลงไปถึงก้นของภาชนะบรรจุ แล้วปล่อยผลิตภัณฑ์ของเหลวให้ไหลเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ วิธีการนี้จะช่วยลดการเกิดฟองอากาศในผลิตภัณฑ์และหลีกเลี่ยงการระเหยกลายเป็นไอของผลิตภัณฑ์ การออกแบบกล่องบรรจุของเครื่องบรรจุสามารถออกแบบทรงแข็งหรือแบบอ่อนนุ่ม ถ้าหัวเติมเป็นแบบทรงแข็ง เวลาที่ทำการบรรจุตัวบรรจุภัณฑ์จะถูกยกขึ้น แล้วเลื่อนต่ำลงในขณะที่ทำการบรรจุไปเรื่อยๆ ส่วนท่อบรรจุแบบอ่อนนุ่มจะทำงานแตกต่างกัน กล่าวคือ เมื่อสอดท่อบรรจุเข้าไปข้างในบรรจุภัณฑ์แล้ว ตัวท่อนั้นจะค่อยๆ เลื่อนสูงขึ้นในขณะบรรจุ

รูปที่ 2.7 ภาพการเติมบรรจุภัณฑ์ชนิดขวด

2.4 เทคนิคการประมวลผลภาพ (Image Processing)

การประมวลผลภาพ หมายถึง การนำภาพมาทำการประมวลผลหรือคิดวิเคราะห์ด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เราต้องการทั้งในเชิงคุณภาพและปริมาณ



รูปที่ 2.8 การทำงานของเทคนิคการประมวลผลภาพ

การคิดประมวลผลภาพนั้นมีหลายวิธี ซึ่งแต่ละวิธีก็มีประโยชน์แตกต่างกันไป ไม่ว่าจะเป็นการนำเอาสี (Color) แต่ละจุด (Pixel) มาวิเคราะห์ การประมวลผลเป็นบริเวณหลายๆจุดรวม ๆ กัน (Area) เช่น การดูลวดลาย (Pattern, Texture), การวิเคราะห์หารูปร่าง (Shape) และการวิเคราะห์

แหล่งของรูปภาพนั้นอาจจะมาจากกล้องดิจิตอล สแกน หรือจากสื่อดิจิตอลต่าง ๆ แล้วนำไปผ่านกระบวนการบางอย่างเพื่อให้เกิดเป็นภาพใหม่ เช่น การทำภาพเบลอ (Blued Image) การทำภาพนูน (Emboss Image) การตรวจหาขอบภาพ (Edge Detector) ซึ่งศาสตร์ด้านนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้มากมายหลายด้าน เช่น ทางด้านการแพทย์ การรักษาความปลอดภัย ตรวจนับจำนวนคน หรือตรวจสอบการเคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ ภายในภาพ

2.4.1 การแบ่งชั้นของการประมวลผลทางภาพตามกระบวนการ

1. Image Representation และ Image Modeling คือการสร้างภาพในแบบจำลองคณิตศาสตร์

2. Image Enhancement คือ การปรับปรุงคุณภาพของภาพเพื่อแสดงผลผ่านจอโดนไม่เปลี่ยนแปลงข้อมูลภายในภาพ

3. Image Restoration คือ การปรับปรุงคุณภาพของภาพโดยใช้ข้อมูล เช่น Noise filtering หรือ Correction of Geometric Distortion เป็นต้น

4. Image Analysis คือ การหาขอบภาพ การตรวจสอบวัตถุเป็นการประมวลผลภาพในรูปแบบต่างๆ เช่น การหาขนาดวัตถุ หรือ การหมุนของวัตถุในภาพ

5. Image Reconstruction from Projection คือ การสร้างภาพจากการประมวลผลของข้อมูลจากเซ็นเซอร์

6. Image Data Compression คือ การบีบอัดขนาดของภาพซึ่งมีขนาดใหญ่มากโดยคงคุณภาพของภาพต้นฉบับไว้

ยกตัวอย่างเช่น

ระบบตรวจจับใบหน้าในกล้องดิจิทัล โดยกล้องจะมีระบบตรวจว่าส่วนใดของภาพมีลักษณะคล้ายใบหน้า แล้วกล้องก็จะทำการโฟกัสตำแหน่งที่ตรวจจับเพื่อภาพมีความคมชัดมากขึ้น เช่น ระยะห่างระหว่างคิว มุมปาก จมูก โหนกแก้ม โครงหน้า

รูปที่ 2.9 การใช้เทคนิคการประมวลผลภาพในการตรวจจับใบหน้า

ระบบอ่านบาร์โค้ด โดยระบบนี้จะอ่านรหัสจากบาร์โค้ด แล้วแปลงเป็นข้อมูลซึ่งสามารถนำไปใช้งานได้ เช่น QR code, Microsoft tag

รูปที่ 2.10 การใช้เทคนิคการประมวลผลภาพในการอ่านบาร์โค้ด

การประมวลผลภาพดิจิทัล (digital image processing) เป็นสาขาที่กล่าวถึงเทคนิคและอัลกอริทึมต่างๆ ที่ใช้การประมวลผลภาพที่อยู่ในรูปแบบดิจิทัล (ภาพดิจิทัล) ภาพในที่นี้รวมความหมายถึงสัญญาณดิจิทัลใน 2 มิติอื่นๆ โดยทั่วไปคำนี้เมื่อใช้อย่างกว้างๆ จะครอบคลุมถึงสัญญาณวีดิโอ (video) หรือภาพเคลื่อนไหว ซึ่งจะเป็นชุดของภาพนิ่ง เรียกว่า เฟรม (frame) หลายๆ ภาพต่อกันไปตามเวลา ซึ่งก็คือสัญญาณ 3 มิติ เมื่อนับเวลาเป็นมิติที่ 3

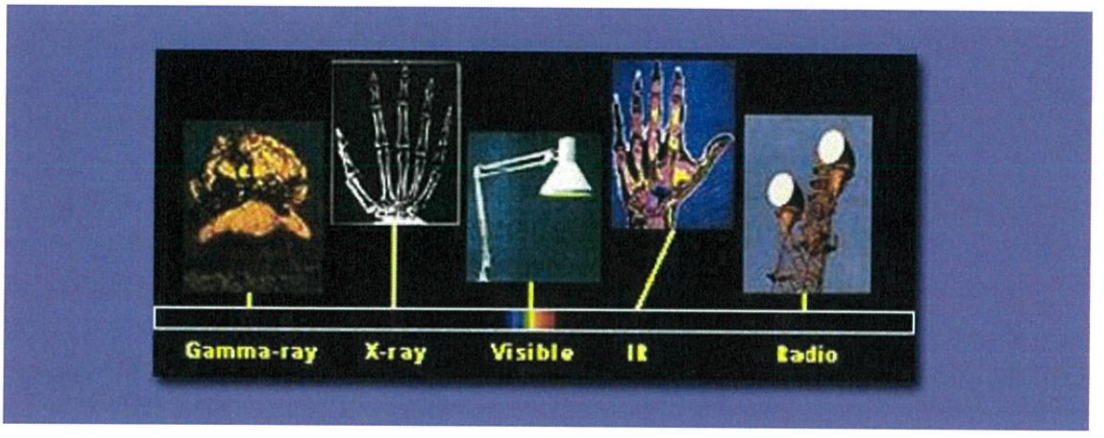
การสร้างภาพ 3 มิติ (3D Image Reconstruction) การวิเคราะห์ภาพทางการแพทย์โดยใช้ภาพ 3 มิติ กำลังได้รับความต้องการอย่างมากในปัจจุบัน เนื่องจากภาพ 3 มิติสามารถแสดงให้เห็นถึงภาพรวมหรือรายละเอียดในมุมมองต่าง ๆ ของอวัยวะได้ จึงมีประโยชน์อย่างมากในการวิเคราะห์ภาพทางการแพทย์ โดยอวัยวะหรือส่วนของร่างกายที่ได้มีการวิเคราะห์ในรูปแบบ 3 มิติ ตัวอย่างเช่น สมอง หัวใจ กระดูก ฟัน และขากรรไกร เป็นต้น

รูปที่ 2.11 ตัวอย่างภาพ 3 มิติของทางการแพทย์

2.5 ทฤษฎีการมองเห็นของมนุษย์

2.5.1 แสง (Light)

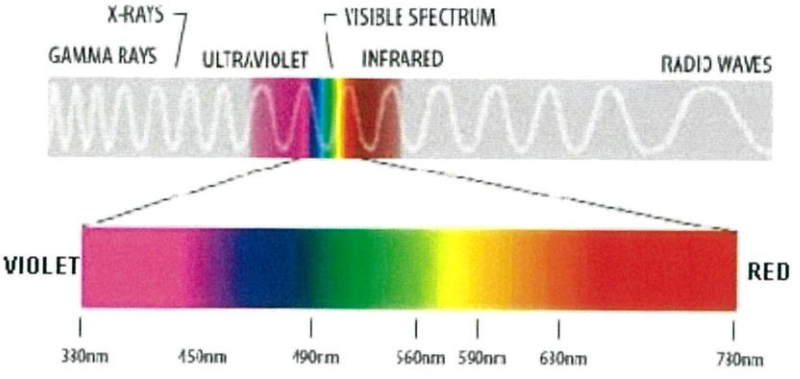
เป็นจุดเริ่มต้นของการมองเห็น มีความสำคัญต่องานออกแบบทัศนศิลป์ เพราะถ้าปราศจากแสง ก็จะไม่เห็นภาพใด ๆ และถ้าไม่เห็นภาพ ก็ไม่มีศิลปะที่มองเห็นได้ (Visual Art) ผลของแสง จะทำให้มนุษย์ รับรู้สิ่งต่าง ๆ เช่น สี เส้น รูปร่าง รูปทรง น้ำหนัก พื้นผิว อันเป็นส่วนประกอบของการ ออกแบบทัศนศิลป์ (Element of Art) และที่สำคัญที่สุด ก็คือ แสงเป็นแหล่งกำเนิดของสี ที่นำไปสู่ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องมากมาย แสงและสี จะมีความสัมพันธ์กันตลอดเวลา การศึกษาเรื่องสี ต้องศึกษาเรื่องแสง ประกอบด้วย



รูปที่ 2.12 ภาพแสดงของแสงรูปแบบต่างๆ

- รังสีแกมมา (Gamma Rays)
- รังสีเอกซ์ (X-Rays)
- แสงอุลตราไวโอเลต (Ultraviolet)
- แสงสีที่มองเห็นได้ (Visible Color)
- แสงอินฟราเรด (Infrared)
- คลื่นไมโครเวฟ (Microwave)
- คลื่นวิทยุ (Radio Frequency)

คลื่นเหล่านี้ เรียกรวมว่า Electromagnetic Spectrum โดยแต่ละคลื่น จะมี ความยาวคลื่นต่างกัน โดยคลื่นวิทยุมีความยาวที่สุด คือตั้งแต่ 1 มิลลิเมตร จนถึง หลายกิโลเมตร และรังสีแกมมา มีความยาวน้อยที่สุด คือมีความยาวน้อยกว่า 0.1 นาโนมิเตอร์ (1/10,000,000,000 เมตร) ตาของมนุษย์ สามารถรับรู้ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า อยู่ในช่วงแคบ ๆ คือ ช่วงระหว่าง 780 - 380 นาโนมิเตอร์ (nm.) ซึ่งช่วงนี้เรียกว่า ช่วงคลื่นที่มองเห็นได้ (Visible Spectrum / Visible Light) หรือเรียกสั้น ๆ ว่า “แสง” (Light)



รูปที่ 2.13 ภาพแสดงคลื่นแสงกับสีที่สามารถมองเห็น

แสงที่มองเห็นเป็นสีต่าง ๆ นี้ เกิดจากความยาวคลื่น และความถี่ที่ต่างกันโดยความยาวคลื่น (Wavelength) เป็นตัวกำหนด สีแท้ (Hue) และ Amplitude เป็นตัวกำหนด ความสว่างของสี (Brightness) ความยาวคลื่นของสีที่มองเห็นมีดังนี้

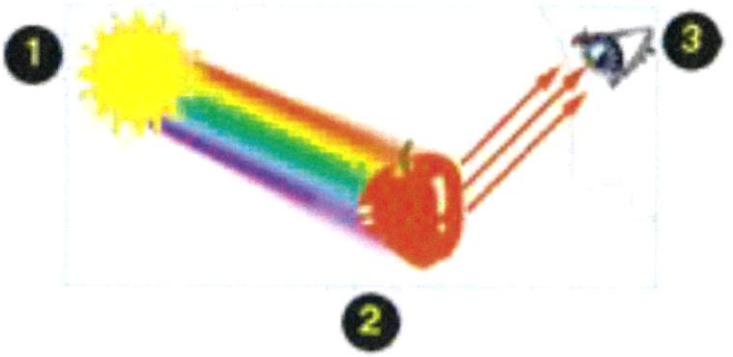
แสงสีม่วง (Violet)	380 - 450 nm.
แสงสีน้ำเงิน (Blue)	450 - 490 nm.
แสงสีเขียว (Green)	490 - 560 nm.
แสงสีเหลือง (Yellow)	560 - 590 nm.
แสงสีส้ม (Orange)	590 - 630 nm.
แสงสีแดง (Red)	630 - 780 nm.

องค์ประกอบการมองเห็น (Vision Properties) ดังกล่าวมาแล้วว่า แสง เป็นต้นการกำเนิดของสี ไม่มีแสง ก็จะไม่มีสี (ซ้าย) แสดงให้เห็นว่า แสงจากแหล่งกำเนิดส่องไปยังวัตถุ และก่อให้เกิดการรับรู้ของมนุษย์ได้อย่างไร

1. สีที่มองไม่เห็น (Invisible Colors) ของแสงอาทิตย์ ส่องมายังลูกแอปเปิ้ลสีแดง

2. ผิวของลูกแอปเปิ้ลสีแดง ดูดซึม สีของแสงทั้งหมด ยกเว้น สีแดง และสะท้อนหรือส่งต่อ สีแดงนี้มาสู่ตามนุษย์

3. ส่วนรับภาพ (Photoreceptors) ของมนุษย์ รับแสงสีแดงนี้ และส่งไปยังสมองเพื่อประมวลผลการรับรู้



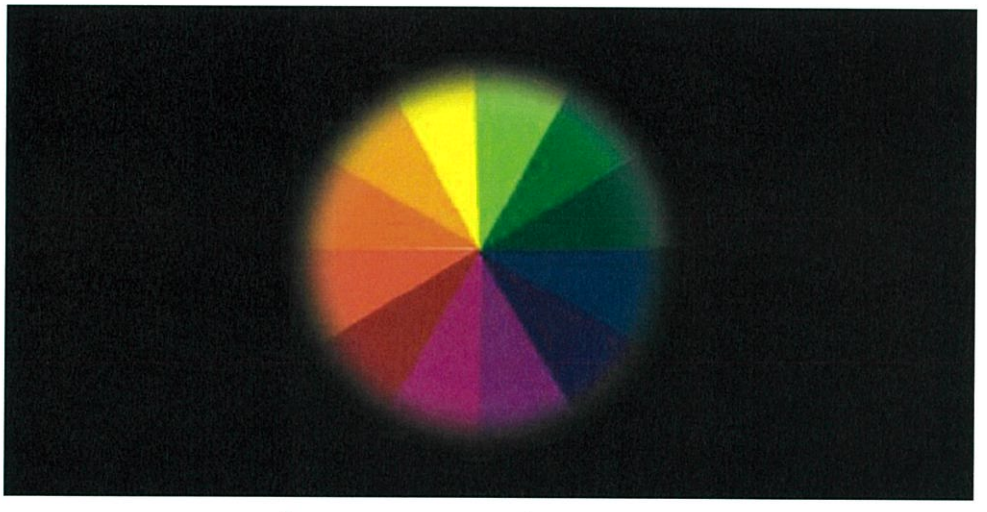
รูปที่ 2.14 แสงและการมองเห็นของมนุษย์

2.5.2 คุณสมบัติพื้นฐานของสี

คุณลักษณะหรือ มิติของสี (Dimension of Colors) มี 4 ประการ คือ

1. สีแท้ (Hue)

คุณลักษณะของสีที่แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างว่าเป็นสีอะไร เช่น แดง เขียว น้ำเงิน ฯลฯ เป็นสีแท้ที่อยู่ในวงสีธรรมชาติ เป็นสีแท้ที่ยังไม่ถูกผสมโดยสีใด ๆ เป็นสีประเภท Chromatic Color



รูปที่ 2.15 สีแท้ (Hue) ที่อยู่ในวงสีธรรมชาติ

2. คุณค่า (Value)

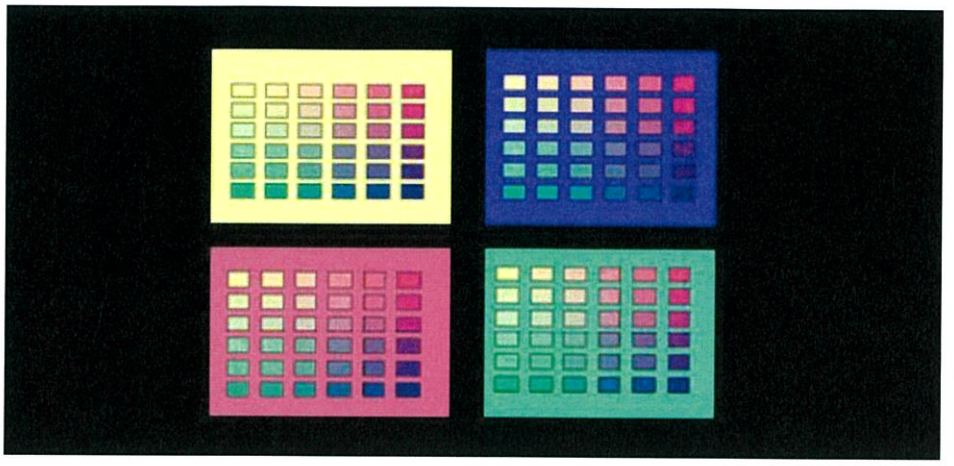
คุณลักษณะของสีที่เกี่ยวเนื่องกับน้ำหนักอ่อน-แก่ (Lightness & Darkness) คือสีทุกสีจะมีค่าเป็นของตัวเอง เริ่มจากอ่อนที่สุดที่สุดจนเกือบ เป็นขาวจนกระทั่ง เข้มที่สุดจนเกือบดำ ซึ่งคุณค่าน้ำหนักอ่อนนี้อาจจะเกิดจากสีแท้ถูกผสมกับจนเจือจาง (ด้วยน้ำ หรือน้ำมันผสม) หรือสีแท้นั้นได้รับการผสมกับสีขาว ทำให้คุณค่าของสีนั้นอ่อนลง เรียกว่าสีที่มีน้ำหนักอ่อน (Lightness) และค่าน้ำหนัก แก่ที่เกิดจากสี ที่มีเนื้อสีเข้มข้นหรือสีแท้นั้นถูกผสมกับสีดำทำให้คุณค่าของสีนั้นเข้มขึ้น เรียกว่าสีที่มีน้ำหนักแก่ (Darkness)

รูปที่ 2.16 แสดงให้เห็นค่าน้ำหนัก (Value) ของสีแท้ (Hue) ที่ถูก

3. ความจัดหรือความอิ่มตัวของสี (Intensity & Saturation)

คุณลักษณะของสีที่เกี่ยวเนื่องกับ ความสด หรือความสว่าง (Brightness) และความไม่สดใสหรือความหม่น (Dullness) ความจัด และ ความหม่นของสีนี้มีอยู่ในสีที่มีวรรณะทุกสี ดังเช่นสีที่อยู่ใน วงสี ธรรมชาติ ทุกสี ถ้าเป็นสีแท้ ๆ ที่ไม่ได้ถูกผสมด้วยสีใด ๆ แต่ละสีจะมีค่าความสด หรือค่าความสว่าง ในตัวเองความไม่สดใสหรือความหม่นของสีดังกล่าวเกิดจาก การผสม ของสีคู่หรือสีตรงกันข้าม ในวงสีธรรมชาติ ความหม่นมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับ ปริมาณ ของสีที่นำมาผสม และความสดใสและไม่สดใสของสีไม่มีค่าคงที่ หากอยู่ในสิ่งแวดล้อม หรือพื้นหลัง (Background) ที่ประกอบอยู่ด้วย

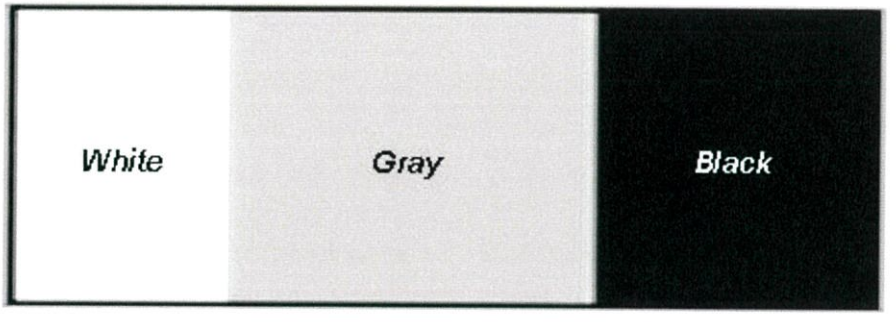
รูปที่ 2.17 ตัวอย่าง สีแท้ที่ถูกผสมโดยสีคู่ตรงข้ามทำให้มีความหม่นลง



รูปที่ 2.18 สีที่ถูกล้อมรอบด้วยพื้นหลังที่แตกต่างกันจะมีความสดใสไม่คงที่

4. สีกลาง (Neutral Colors)

สีประเภท Achromatic Color เป็นสีที่ไม่มีสีแท้ที่สามารถระบุว่าเป็นสีใด ๆ หรือ สีกลุ่มหนึ่งที่ไม่ได้ถูกบรรจุไว้ในวงล้อสี ซึ่งก็คือ สีดำ สีขาว และสีเทา



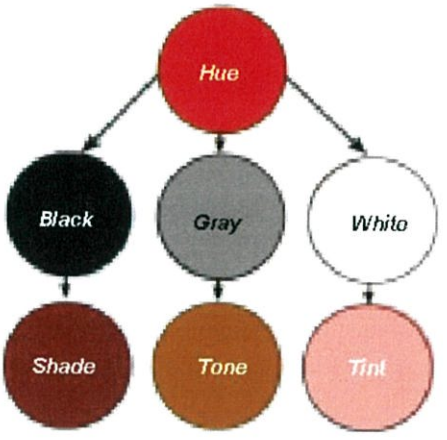
รูปที่ 2.19 สีกลาง (Neutral color) สีขาว สีดำ และสีเทา (Gray) ซึ่งเป็นสีที่เกิดจากการผสมของสีขาวกับสีดำในอัตราส่วนที่เท่ากัน

5. สีอ่อน สีเข้ม และโทนสี (Tint, Shade and Tone)

เป็นคุณสมบัติที่เกิดขึ้นจากการผสมสีกลางดังกล่าวเข้ากับสีประเภท Chromatic Color คือสีที่มีสีแท้ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าของสีแท้ดังนี้

- เมื่อสีแท้ผสมกับสีขาว จะได้เป็นสีอ่อน (Tint of the Hue)
- เมื่อสีแท้ผสมกับสีเทา จะได้เป็นโทนสีที่ระดับต่าง ๆ (Tone of the Hue)
- เมื่อสีแท้ผสมกับสีดำ จะได้เป็นสีเข้ม (Shade of the Hue)

สีอ่อน สีเข้ม และโทนสี มีประโยชน์อย่างมากในการวางโครงสี เพราะทำให้สีสี หนึ่งสามารถแสดงออกและให้ความรู้สึก ได้หลายรูปแบบ ยิ่งขึ้น ทดแทนการ ใช้สีเดียวล้วน ๆ ซึ่งอาจมีลักษณะไม่น่าสนใจ



รูปที่ 2.20 การผสมของสีแท้ Hue กับสีขาว สีดำ และสีเทา ทำให้ได้สีที หลากหลาย เพิ่มขึ้น

จากคุณลักษณะของสีดังกล่าว ก็จะได้คำนิยามศัพท์ที่เกี่ยวข้อง ที่มักใช้อ้างอิง ในวงการใช้สี ดังนี้

- สีแท้เป็นคำที่ใช้เรียกสีแท้ที่ยังไม่ถูกสีอื่นเข้าผสม ให้หม่นหรืออ่อนลง
- สีอ่อนหรือสีผสมขาว ใช้เรียกสีแท้ที่ถูกผสมด้วยสีขาวทำให้ค่าของสีนั้นอ่อนลง (Lightness)
- สีเข้ม (Shade) หรือเงาของสี ใช้เรียกสีแท้ที่ถูกผสมด้วย สีดำทำให้ค่าของสีนั้นเข้มขึ้น
- ค่าน้ำหนัก (Value) เป็นค่าน้ำหนักจากสีอ่อน-สีแก่
- สีเทา (Gray) ใช้เรียกสีที่เกิดจากการผสมของสีขาวกับสีดำ ในอัตราส่วนที่เท่ากัน
- สีคล้ำ (Tone) หรือค่าความคล้ำของสีใช้เรียกสีแท้ที่ถูกผสมด้วยสีเทาทำให้ค่าของสีที่ถูกผสมนั้นคล้ำลง

2.5.3 การหักเหของแสง (Refraction of Light)

เมื่อแสงเดินทางผ่านวัตถุหรือตัวกลางโปร่งใส เช่น อากาศ แก้ว น้ำ พลาสติกใส แสงจะสามารถเดินทางผ่านได้เกือบหมด เมื่อแสงเดินทางผ่านตัวกลางชนิดเดียวกัน แสงจะเดินทางเป็นเส้นตรงเสมอ แต่ถ้าแสงเดินทางผ่านตัวกลางหลายตัวกลาง จะเกิดการหักเหของแสง

2.5.3.1 สาเหตุที่ทำให้แสงเกิดการหักเห

เกิดจากการเดินทางของแสงจากตัวกลางหนึ่งไปยังอีกตัวกลางหนึ่งซึ่งมีความหนาแน่นแตกต่างกัน จะมีความเร็วไม่เท่ากันด้วย โดยแสงจะเคลื่อนที่ในตัวกลางโปร่งกว่าได้เร็วกว่าตัวกลางที่ทึบกว่า เช่น ความเร็วของแสงในอากาศมากกว่าความเร็วของแสงในน้ำ และความเร็วของแสงในน้ำมากกว่าความเร็วของแสงในแก้วหรือพลาสติก

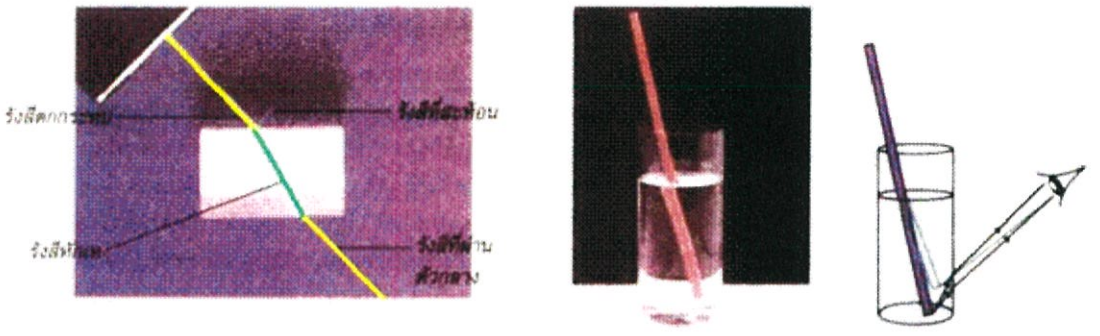
การที่แสงเคลื่อนที่ผ่านอากาศและแก้วไม่เป็นแนวเส้นตรงเดียวกันเพราะเกิดการหักเหของแสง โดยแสงจะเดินทางจากตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อยกว่า (โปร่งกว่า) ไปยังตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากกว่า (ทึบกว่า) แสงจะหักเหเข้าหาเส้นปกติ ในทางตรงข้าม ถ้าแสงเดินทางจากยังตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากกว่า ไปยังตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อยกว่า แสงจะหักเหออกจากเส้นปกติ

2.5.3.2 ดรรชนีหักเหของตัวกลาง (Index of Refraction)

การเคลื่อนที่ของแสงในตัวกลางต่างชนิดกันจะมีอัตราเร็วต่างกัน เช่น ถ้าแสงเคลื่อนที่ในอากาศจะมีอัตราเร็วเท่ากับ 300,000,000 เมตรต่อวินาที แต่ถ้าแสงเคลื่อนที่ในแก้วหรือพลาสติกจะมีอัตราเร็วประมาณ 200,000,000 เมตรต่อวินาที การเปลี่ยนความเร็วของแสงเมื่อผ่านตัวกลางต่างชนิดกัน ทำให้เกิดการหักเหอัตราเร็วของแสงในสุญญากาศต่ออัตราเร็วของแสงในตัวกลางใดๆ เรียกว่า ดรรชนีหักเหของตัวกลาง นั้น

ดรรชนีหักเหของตัวกลาง = อัตราเร็วของแสงในสุญญากาศ/ อัตราเร็วของแสงในตัวกลางใด ๆ

(อัตราเร็วของแสงในสุญญากาศ = 3×10^8 เมตร / วินาที)



รูปที่ 2.21 ภาพแสดงการเกิดการหักเหของแสง

2.5.3.3 กฎการหักเหของแสง (The Law of Refraction)

1. แสงเคลื่อนที่จากตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากกว่าไปสู่ตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อยกว่าแสงจะหักเหเข้าไปหาเส้นปกติ

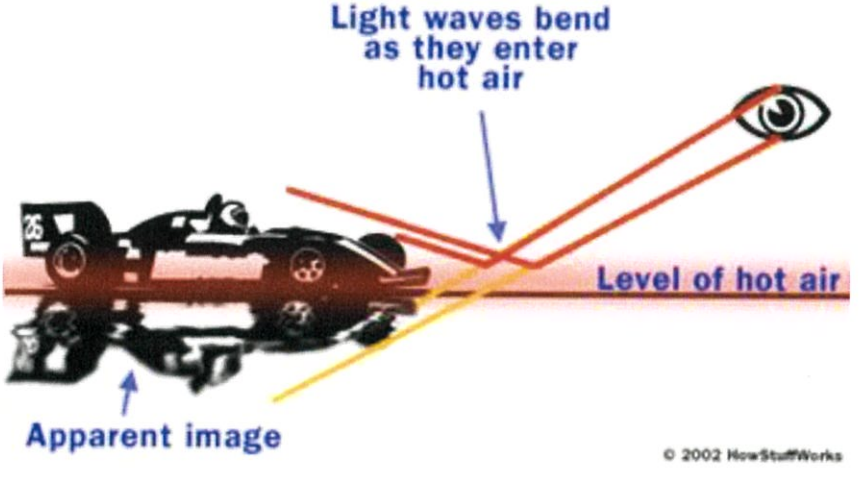
2. แสงเคลื่อนที่จากตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อยกว่าไปสู่ตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากกว่าแสงหักเหออกจากเส้นปกติ

2.5.3.4 ผลที่เกิดขึ้นจากการหักเหของแสง

เมื่อมองวัตถุที่อยู่ในน้ำโดยนัยน์ตาของเราอยู่ในอากาศ จะทำให้มองเห็นวัตถุตื้นกว่าเดิม นอกจากนี้นักเรียนอาจจะเคยสังเกตว่าสระว่ายน้ำหรือถังใส่น้ำจะมองดูตื้นกว่าความเป็นจริงเพราะแสงต้องเดินทางผ่านน้ำและอากาศแล้วจึงหักเหเข้าสู่นัยน์ตาเรียกว่า มิราจ (Mirage) เป็นปรากฏการณ์เกิดภาพลวงตา ซึ่งบางครั้งในวันที่อากาศ เราอาจจะมองเห็นสิ่งที่เหมือนกับสระน้ำบนถนน ดังรูปที่ 2.22

รูปที่ 2.22 ภาพแสดงการเกิดมิราจ

ที่เป็นเช่นนั้นเพราะว่ามีแถบอากาศร้อนใกล้ถนนที่ร้อน และแถบอากาศที่เย็นกว่า (มีความหนาแน่นมากกว่า) อยู่ข้างบน รังสีของแสงจึงค่อยๆ หักเหมากขึ้น เข้าสู่แนวระดับ จนในที่สุดมันจะมาถึงแถบอากาศร้อนใกล้พื้นถนนที่มุมกว้างกว่ามุมวิกฤต จึงเกิดการสะท้อนกลับหมดนั่นเอง ดังรูปที่ 2.23



รูปที่ 2.23 ภาพแสดงการสะท้อนกลับหมด

2.5 สายพานลำเลียง (Conveyor Belt)

เป็นอุปกรณ์ลำเลียง (Conveyor) ที่ใช้สายพาน (Belt) เป็นตัวนำพาวัสดุ ระบบสายพานลำเลียงทำหน้าที่เคลื่อนย้ายวัสดุจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง หลังจากวัสดุหรือชิ้นงานผ่านกระบวนการตามขั้นตอนมา เมื่อมาถึงการขนย้ายหรือลำเลียงก็จะใช้ระบบสายพานลำเลียง (Belt Conveyor System)

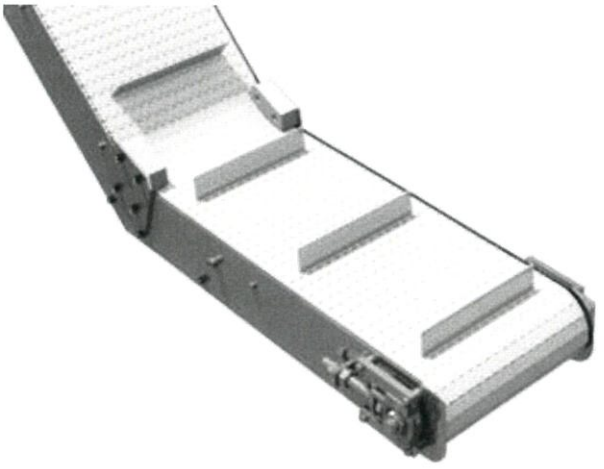
ในการเคลื่อนย้ายวัสดุหรือชิ้นงาน ดังนั้นระบบสายพานลำเลียงจึงเหมาะสำหรับ โรงงานอุตสาหกรรมทุกประเภท ที่ใช้ระบบสายพานลำเลียงในกระบวนการผลิต

2.6.1 ระบบสายพานลำเลียง (Belt Conveyor System)

ระบบสายพานลำเลียง มี 4 ประเภท

1. ระบบสายพานลำเลียง Plastic Belt Conveyor System (แบบพลาสติก)

เหมาะสำหรับลำเลียงชิ้นงานหรือวัสดุขึ้นในแนวลาดเอียง ในไลน์การผลิตที่มีการลำเลียงต่างระดับ ระบบสายพานลำเลียงแบบพลาสติก สามารถลำเลียงผ่านน้ำหรือลำเลียงชิ้นงานที่เปียกได้ และยังไม่เป็นสนิท ลักษณะการทำงานของระบบสายพานลำเลียงแบบพลาสติก จะลำเลียงจากจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่ง โดยการลำเลียงจะมีลักษณะแนวลาดเอียง ลำเลียงจากที่ต่ำขึ้นสู่ที่สูง องศาลาดเอียงของระบบสายพานลำเลียงแบบพลาสติก จะเริ่มตั้งแต่ 10องศา และไม่เกิน 45องศา เหมาะสำหรับงานลำเลียงประเภทยาง , อาหาร , บรรจุภัณฑ์หีบห่อ หรือ ลำเลียงสิ่งของที่ต้องผ่านเครื่อง X-Ray



รูปที่ 2.24 สายพานลำเลียงแบบพลาสติก

2. ระบบสายพานลำเลียง Canvas Belt Conveyor System (แบบผ้าใบ)

ระบบสายพานลำเลียง Canvas Belt Conveyor System (แบบผ้าใบ) สำหรับลำเลียงชิ้นงานหรือวัสดุ ระบบสายพานลำเลียงแบบผ้าใบ สามารถทนความร้อนได้และมีความยืดหยุ่นค่อนข้างน้อยเมื่อรับแรงดึง ลักษณะการทำงานของระบบสายพานลำเลียงแบบผ้าใบจะลำเลียงจากจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่ง โดยสามารถขยับตัวระบบลำเลียงให้ตรงกับกระบวนการผลิตได้ เหมาะสำหรับงานลำเลียงประเภทยาง , อาหาร เป็นต้น

รูปที่ 2.25 สายพานลำเลียงแบบผ้า

3. ระบบสายพานลำเลียง PVC Belt Conveyor System (แบบ PVC)

เหมาะสำหรับลำเลียงชิ้นงานหรือวัสดุที่มีน้ำหนักเบา ระบบสายพานลำเลียงแบบ PVC สามารถทนความร้อนได้และราคาถูก ลักษณะการทำงานของระบบสายพานลำเลียงแบบ PVC จะลำเลียงจากจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่ง เหมาะสำหรับงานลำเลียงในอุตสาหกรรมอาหาร สินค้าที่บรรจุหีบห่อที่มีน้ำหนักเบาและต้องการความสะอาด

รูปที่ 2.26 สายพานลำเลียงแบบ PVC

4. ระบบสายพานลำเลียง Metal Detector Belt Conveyor System

คือเครื่องตรวจหาโลหะซึ่งมีระบบสายพานลำเลียง 2 แบบ คือ แบบพลาสติกและแบบ PVC สำหรับลำเลียงชิ้นงานหรือวัสดุเข้าเครื่องตรวจหาโลหะ หลังจากชิ้นงานหรือวัสดุผ่านกระบวนการขั้นตอนต่าง ๆ มาแล้ว เมื่อมาถึงเครื่องตรวจหาโลหะ ในรูปแบบบรรจุภัณฑ์หรือรูปแบบชิ้นงาน เช่น ซองพลาสติก กล่องกระดาษ ขวดแก้ว ยาง เครื่องตรวจหาโลหะใช้พลังงานแม่เหล็ก โดย

ทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก (Electro Magnetic Field) เมื่อมีโลหะ เช่น เหล็กปนอยู่ในแผ่นยาง เครื่องจะทำการแจ้งเตือนในรูปแบบต่างๆ เช่น ร้องเตือน ผลักออก หรือหยุดเครื่อง

รูปที่ 2.27 สายพานลำเลียงแบบเครื่องตรวจโลหะ

2.7 ระบบฐานข้อมูล(Database)

Database หรือ ฐานข้อมูล คือ กลุ่มของข้อมูลที่ถูกเก็บรวบรวมไว้ โดยมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน โดยไม่ได้บังคับว่าข้อมูลทั้งหมดนี้จะต้องเก็บไว้ในแฟ้มข้อมูลเดียวกันหรือแยกเก็บหลาย ๆ แฟ้มข้อมูลและเป็นระบบที่รวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกันเข้าไว้ด้วยกันอย่างมีระบบมีความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่าง ๆ ที่ชัดเจน ในระบบฐานข้อมูลจะประกอบด้วยแฟ้มข้อมูลหลายแฟ้มที่มีข้อมูล เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันเข้าไว้ด้วยกันอย่างเป็นระบบและเปิดโอกาสให้ผู้ใช้สามารถใช้งานและดูแลรักษาป้องกันข้อมูลเหล่านี้ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีซอฟต์แวร์ที่เปรียบเสมือนสื่อกลางระหว่าง

ผู้ใช้และโปรแกรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ฐานข้อมูล เรียกว่า ระบบจัดการฐานข้อมูล หรือ (Database Management System : DBMS) มีหน้าที่ช่วยให้ผู้ใช้เข้าถึงข้อมูลได้ง่ายสะดวกและมีประสิทธิภาพ การเข้าถึงข้อมูลของผู้ใช้อาจเป็นการสร้างฐานข้อมูล การแก้ไขฐานข้อมูล หรือการตั้งคำถามเพื่อให้ได้ข้อมูลมา โดยผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องรับรู้เกี่ยวกับรายละเอียดภายในโครงสร้างของฐานข้อมูล

2.7.1 ความสำคัญของการประมวลผลแบบระบบฐานข้อมูล

1. สามารถลดความซ้ำซ้อนของข้อมูลได้

การเก็บข้อมูลชนิดเดียวกันไว้หลาย ๆ ที่ ทำให้เกิดความซ้ำซ้อน (Redundancy) ดังนั้นการนำข้อมูลมารวมเก็บไว้ในฐานข้อมูล จะช่วยลดปัญหาการเกิดความซ้ำซ้อนของข้อมูลได้ โดยระบบจัดการฐานข้อมูลจะช่วยควบคุมความซ้ำซ้อนได้ เนื่องจากระบบจัดการฐานข้อมูลจะทราบได้ตลอดเวลาว่ามีข้อมูลซ้ำซ้อนกันอยู่ที่ใดบ้าง

2. หลีกเลี่ยงความขัดแย้งของข้อมูลได้

หากมีการเก็บข้อมูลชนิดเดียวกันไว้หลาย ๆ ที่และมีการปรับปรุงข้อมูลเดียวกันนี้ แต่ปรับปรุงไม่ครบทุกที่ที่มีข้อมูลเก็บอยู่ก็จะทำให้เกิดปัญหาข้อมูลชนิดเดียวกัน อาจมีค่าไม่เหมือนกันในแต่ละที่ที่เก็บข้อมูลอยู่ จึงก่อให้เกิดความขัดแย้งของข้อมูลขึ้น (Inconsistency)

3. สามารถใช้ข้อมูลร่วมกันได้

ฐานข้อมูลจะเป็นการจัดเก็บข้อมูลรวมไว้ด้วยกัน ดังนั้นหากผู้ใช้ต้องการใช้ข้อมูลในฐานข้อมูลที่มาจากแฟ้มข้อมูลต่างๆ ก็จะทำได้โดยง่าย

4. สามารถรักษาความถูกต้องและมีความเชื่อถือได้ของข้อมูล

บางครั้งพบว่าการจัดเก็บข้อมูลในฐานข้อมูลอาจมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น เช่น จากการที่ผู้ป้อนข้อมูลป้อนข้อมูลผิดพลาดคือป้อนจากตัวเลขหนึ่งไปเป็นอีกตัวเลขหนึ่ง โดยเฉพาะกรณีมีผู้ใช้หลายคนต้องใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูลร่วมกัน หากผู้ใช้คนใดคนหนึ่งแก้ไขข้อมูลผิดพลาดก็ทำให้ผู้อื่นได้รับผลกระทบตามไปด้วย ในระบบจัดการฐานข้อมูล (DBMS) จะสามารถใส่กฎเกณฑ์เพื่อควบคุมความผิดพลาดที่เกิดขึ้น

5. สามารถกำหนดความเป็นมาตรฐานเดียวกันของข้อมูลได้

การเก็บข้อมูลร่วมกันไว้ในฐานข้อมูลจะทำให้สามารถกำหนดมาตรฐานของข้อมูลได้ รวมทั้งมาตรฐานต่าง ๆ ในการจัดเก็บข้อมูลให้เป็นไปในลักษณะเดียวกันได้ เช่นการกำหนดรูปแบบการเขียนวันที่ ในลักษณะ วัน/เดือน/ปี หรือ ปี/เดือน/วัน ทั้งนี้จะมีผู้ที่คอยบริหารฐานข้อมูลที่เราเรียกว่า ผู้บริหารฐานข้อมูล (Database Administrator : DBA) เป็นผู้กำหนดมาตรฐานต่างๆ

6. สามารถกำหนดระบบความปลอดภัยของข้อมูลได้

ระบบความปลอดภัยในที่นี้ เป็นการป้องกันไม่ให้ผู้ใช้ที่ไม่มีสิทธิมาใช้ หรือมาเห็นข้อมูลบางอย่างในระบบ ผู้บริหารฐานข้อมูลจะสามารถกำหนดระดับการเรียกใช้ข้อมูลของผู้ใช้แต่ละคนได้ตามความเหมาะสม

7. เกิดความเป็นอิสระของข้อมูล

ในระบบฐานข้อมูลจะมีตัวจัดการฐานข้อมูลที่ทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมโยงกับฐานข้อมูล โปรแกรมต่าง ๆ อาจไม่จำเป็นต้องมีโครงสร้างข้อมูลทุกครั้ง ดังนั้นการแก้ไขข้อมูลบางครั้ง จึงอาจกระทำเฉพาะกับโปรแกรมที่เรียกใช้ข้อมูลที่เปลี่ยนแปลงเท่านั้น ส่วนโปรแกรมที่ไม่ได้เรียกใช้ข้อมูลดังกล่าว ก็จะเป็นอิสระจากการเปลี่ยนแปลง

2.7.2 รูปแบบของระบบฐานข้อมูล

มีอยู่ด้วยกัน 3 ประเภท คือ

1. ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database)

เป็นการเก็บข้อมูลในรูปแบบที่เป็นตาราง (Table) มีลักษณะเป็น 2 มิติ คือเป็นแถว (Row) และเป็นคอลัมน์ (Column) การเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างตาราง จะเชื่อมโยงโดยใช้แอททริบิวต์

(Attribute) หรือคอลัมน์ที่เหมือนกันทั้งสองตารางเป็นตัวเชื่อมโยงข้อมูล ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์นี้จะเป็นรูปแบบของฐานข้อมูลที่นิยมใช้ในปัจจุบัน ดังตัวอย่าง

2. ฐานข้อมูลแบบเครือข่าย (Network Database)

ฐานข้อมูลแบบเครือข่ายจะเป็นการรวมระเบียนต่าง ๆ และความสัมพันธ์ระหว่างระเบียนแต่จะต่างกับฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ คือ ในฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์จะแฝงความสัมพันธ์เอาไว้โดยระเบียนที่มีความสัมพันธ์กันจะต้องมีค่าของข้อมูลในแอททริบิวต์ใดแอททริบิวต์หนึ่งเหมือนกัน แต่ฐานข้อมูลแบบเครือข่าย จะแสดงความสัมพันธ์อย่างชัดเจน ตัวอย่างเช่น

3. ฐานข้อมูลแบบลำดับชั้น (Hierarchical Database)

ฐานข้อมูลแบบลำดับชั้น เป็นโครงสร้างที่จัดเก็บข้อมูลในลักษณะความสัมพันธ์แบบพ่อ-ลูก (Parent-Child Relationship Type : PCR Type) หรือเป็นโครงสร้างรูปแบบต้นไม้ (Tree) ข้อมูลที่จัดเก็บในที่นี้ คือ ระเบียน (Record) ซึ่งประกอบด้วยค่าของเขตข้อมูล (Field) ของเอนทิตี้ (Entity) หนึ่ง ๆ

2.7.3 โปรแกรมฐานข้อมูลที่นิยมใช้

โปรแกรมฐานข้อมูล เป็นโปรแกรมหรือซอฟแวร์ที่ช่วยจัดการข้อมูลหรือรายการต่าง ๆ ที่อยู่ในฐานข้อมูล ไม่ว่าจะเป็นการจัดเก็บ การเรียกใช้ การปรับปรุงข้อมูล โปรแกรมฐานข้อมูล จะช่วยให้ผู้ใช้สามารถค้นหาข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งโปรแกรมฐานข้อมูลที่นิยมใช้ มีอยู่ด้วยกันหลายตัว เช่น Access, FoxPro, Clipper, dBase, FoxBASE, Oracle, SQL เป็นต้น โดยแต่ละโปรแกรมจะมีความสามารถต่างกัน บางโปรแกรมใช้ง่ายแต่จะจำกัดขอบเขตการใช้งาน

<u>โปรแกรม Access</u> นับเป็นโปรแกรมที่นิยมใช้กันมากในขณะนี้ โดยเฉพาะในระบบฐานข้อมูลขนาดใหญ่ สามารถสร้างแบบฟอร์มที่ต้องการจะเรียกดูข้อมูลในฐานข้อมูล หลังจากบันทึกข้อมูลในฐานข้อมูลเรียบร้อยแล้ว จะสามารถค้นหาหรือเรียกดูข้อมูลจากเขตข้อมูลใดก็ได้ นอกจากนี้ Access ยังมีระบบรักษาความปลอดภัยของข้อมูล โดยการกำหนดรหัสผ่านเพื่อป้องกันความปลอดภัยของข้อมูลในระบบได้ด้วย

<u>โปรแกรม FoxPro</u> เป็นโปรแกรมฐานข้อมูลที่มีผู้ใช้งานมากที่สุด เนื่องจากใช้ง่ายทั้งวิธีการเรียกจากเมนูของ FoxPro และประยุกต์โปรแกรมขึ้นใช้งาน โปรแกรมที่เขียนด้วย FoxPro จะสามารถใช้กลับ dBase คำสั่งและฟังก์ชันต่าง ๆ ใน dBase จะสามารถใช้งานบน FoxPro ได้ นอกจากนี้ใน FoxPro ยังมีเครื่องมือช่วยในการเขียนโปรแกรม เช่น การสร้างรายงาน

<u>โปรแกรม dBase</u> เป็นโปรแกรมฐานข้อมูลชนิดหนึ่ง การใช้งานจะคล้ายกับโปรแกรม FoxPro ข้อมูลรายงานที่อยู่ในไฟล์บน dBase จะสามารถส่งไปประมวลผลในโปรแกรม Word Processor ได้ และแม้แต่ Excel ก็สามารถอ่านไฟล์ .DBF ที่สร้างขึ้นโดยโปรแกรม dBase ได้ด้วย

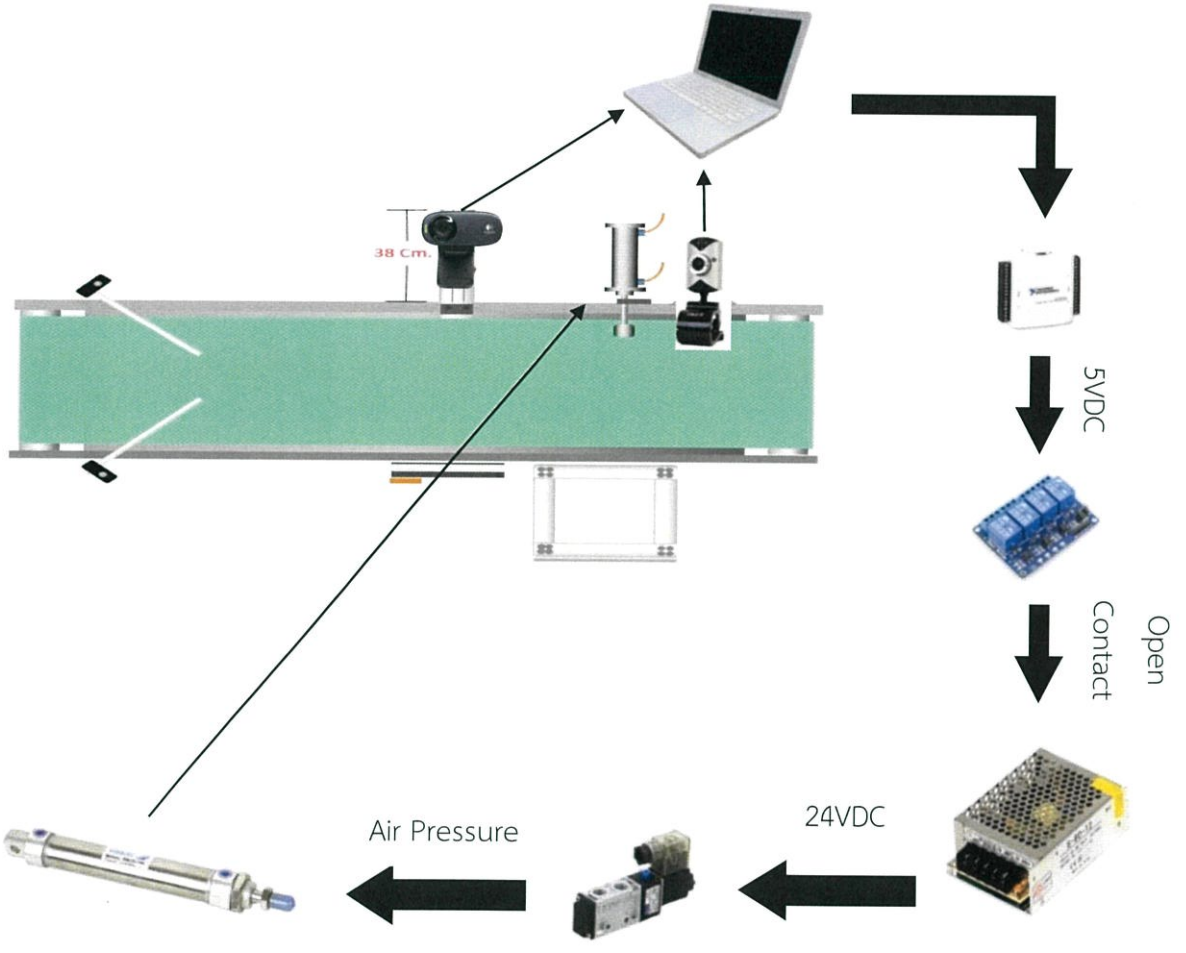
โปรแกรม SQL เป็นโปรแกรมฐานข้อมูลที่มีโครงสร้างของภาษาที่เข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน มีประสิทธิภาพการทำงานสูง สามารถทำงานที่ซับซ้อนได้โดยใช้คำสั่งเพียงไม่กี่คำสั่ง โปรแกรม SQL จึงเหมาะที่จะใช้กับระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ และเป็นภาษาหนึ่งที่มีผู้นิยมใช้กันมาก โดยทั่วไปโปรแกรมฐานข้อมูลของบริษัทต่าง ๆ ที่มีใช้อยู่ในปัจจุบัน เช่น Oracle, DB2 ก็มักจะมีคำสั่ง SQL ที่ต่างจากมาตรฐานไปบ้างเพื่อให้เป็นจุดเด่นของแต่ละโปรแกรมไป

บทที่ 3
การตรวจสอบระดับของเหลวในขวดที่นำเสนอ

3.1 กล่าวนำ

ปริญญานิพนธ์นี้นำเสนอเทคนิคการประมวลผลภาพมาประยุกต์ใช้ในส่วนของงานซอฟแวร์จะเป็นการตรวจสอบตำแหน่งของวัตถุที่มีการเคลื่อนที่บนสายพานและตรวจสอบระดับของเหลวภายในขวด โดยใช้โปรแกรม LabVIEW ซึ่งเป็นส่วนหลักในการทำงานของปริญญานิพนธ์ทั้งหมด

3.2 ระบบตรวจสอบระดับของเหลวในขวด



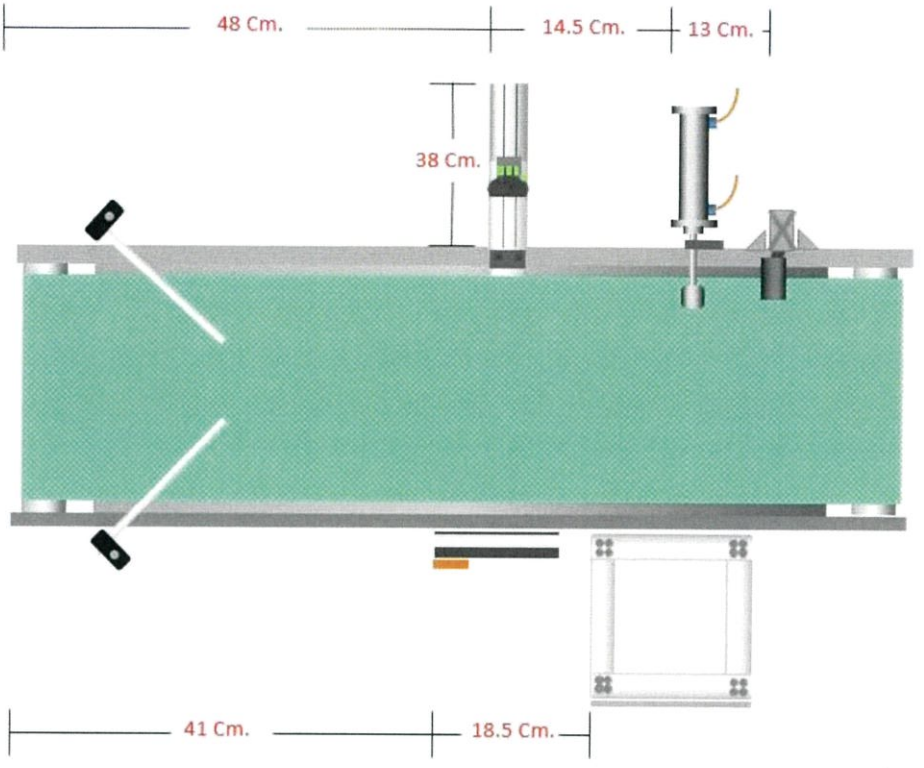
รูปที่ 3.1 โครงสร้างฮาร์ดแวร์ของระบบตรวจสอบระดับของเหลวในขวด

ตารางที่ 3.1 อุปกรณ์ที่ติดตั้งใช้งานในระบบ

อุปกรณ์	หน้าที่การทำงาน
สายพานลำเลียง	ลำเลียงขวดให้เคลื่อนที่บนสายพาน
มอเตอร์	ใช้ขับเคลื่อนสายพานลำเลียง
อินเวอร์เตอร์ (Inverter)	ควบคุมความเร็วของสายพานลำเลียง
ขาตั้งกล้อง	ใช้ในการติดตั้งกล้องให้มีความสูงมากพอในการมองเห็นครอบคลุมสายพานลำเลียง
การ์ดอินเตอร์เฟส (Interface card)	แปลงสัญญาณจากคอมพิวเตอร์ส่งผ่านไปตามสายสัญญาณ เป็นตัวรับและตัวส่งสัญญาณแลกเปลี่ยนจากภายนอก
กล้องเว็บแคม	อุปกรณ์จับภาพเพื่อนำไปประมวลผลภาพด้วยโปรแกรม LabVIEW
รีเลย์ โมดูล (Relay Module)	ใช้ในการดึงดูดหน้าสัมผัสของคอนแทค (Contact) ให้เปลี่ยนสภาวะเปิด-ปิด
Power Supply 24VDC	เป็นแหล่งจ่ายไฟให้กับโซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve)
โซลินอยด์วาล์ว	รับเอาต์พุตจาก DAQ Board มาขับเคลื่อนและเปิดให้ลมทำงาน
กระบอกสูบ	ดันขวดออกจากสายพานลำเลียง

3.2.1 สายพานลำเลียง

ระบบสายพานลำเลียงทำหน้าที่ในการเคลื่อนย้ายวัตถุ จากต้นสายพานไปปลายสายพาน โดยควบคุมความเร็วผ่านอินเวอร์เตอร์และมอเตอร์ ลักษณะของสายพานเป็นดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 โครงสร้างของสายพานลำเลียง

3.2.2 มอเตอร์ (Motor)

มอเตอร์อินดักชัน (Induction Motor) SESAME MOTOR รุ่น 5IK40GN-S/U ที่ถูกติดตั้งอยู่ภายในสายพานลำเลียง ใช้ในการขับเคลื่อนสายพานลำเลียง

Indication of Motor

4 IK 25 GN – A M

Dimension	Type	Output	Shaft	Voltage & Pole	Accessory
2 : 60mm 3 : 70mm 4 : 80mm 5 : 90mm	IK: Induction TK: Torque RK: Reversible * Reversible * Time for terminating is shorter. * 30 mins rated time limited	6 : 6W 15 : 15W 25 : 25W 40 : 40W 60 : 60W 90 : 90W 120 : 120W 150 : 150W (3Ø) 180 : 180W(2P)	A : Round Shaft A(K): Round Shaft with keyway AK: Worm gear GN: Pinion Cut Shaft GU: Enhanced Pinion Cut Shaft (60-150W) GA: Alloy Worm GS: Spur Clutch Brake (Thick) (40-120W) Note: Add"R"means speed variable motor.	A : 1Ø110V4P B : 1Ø110V2P C : 1Ø220V4P CE : 1Ø240V4P(50Hz) D : 1Ø220V2P S : 3Ø220V4P T : 3Ø220V2P U : 3Ø380V4P X : 3Ø400/460V4P Y : 3Ø220/380V4P Y1 : 3Ø230/460V4P Y2 : 3Ø240/480V4P Y3 : 3Ø208/415V4P Y4 : 3Ø220/440V4P (2P: High Speed) (4P: Low Speed)	F: Fan M: Power off Brakes MB: Power on Brakes P : Thermal Switch T : Terminal Box (55*55) FF: Forced Fan

รูปที่ 3.3 ข้อมูลของมอเตอร์

รูปที่ 3.4 SESAME MOTOR รุ่น 5IK40GN-S/U

3.2.3 อินเวอร์เตอร์ (Inverter)

ใช้ในการควบคุมความเร็วของสายพานลำเลียงโดยมีช่วงของความถี่อยู่ที่ 0 – 60 Hz

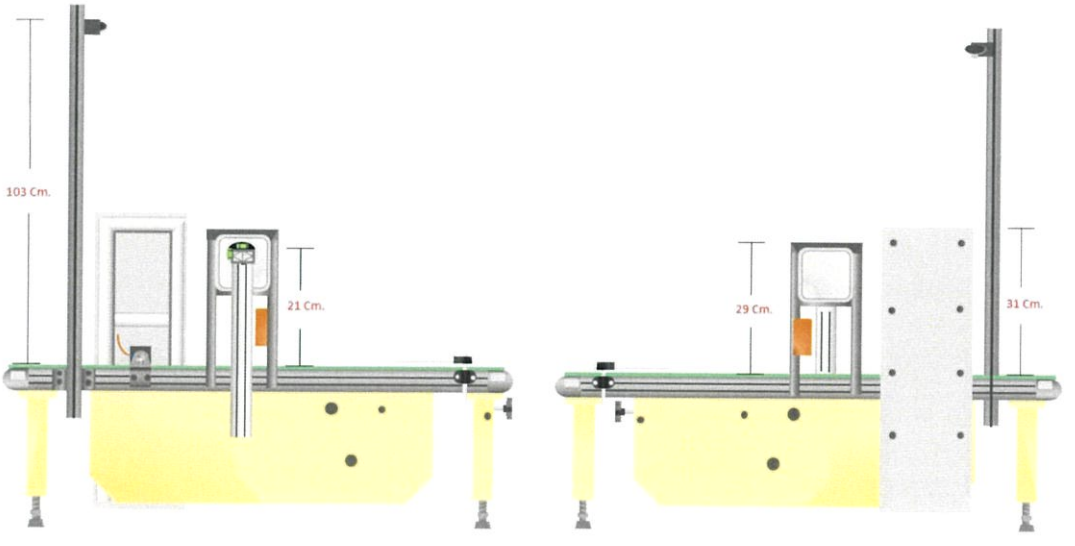
Specification

- 140mm Wide x 156mm deep x 140mm high in IP20 case.
- Overload - 150% x 60 Seconds and 200% for 0.5 seconds.
- Speed Control Range - 0.2/400Hz.
- Features - 2 x Analogue Inputs (1 x Voltage & 1 x Current), 7 Digital Inputs, 2 Analogue outputs, 1 Relay c/o Contact set and 3 digital outputs.
- Programmable from the on board keypad.
- EMC Filters - not included.
- Input load - 4.5kVA.
- Input Voltage 200-240V single phase -15%, +10% at 50/60Hz +/- 5%.
- Cubicle or enclosure mounting.
- Rated at 50C Ambient.
- Ventilation space above and below 50mm. and Ventilation space at sides 50mm.

รูปที่ 3.5 Mitsubishi FR-E500

3.2.4 ขาตั้งกล้อง

ขาตั้งกล้องมีความสูงจากพื้นดินเท่ากับ 166 เซนติเมตร และความสูงจากสายพาน 138 เซนติเมตร เพื่อให้มุมมองของกล้องมีความกว้างมากพอที่จะสามารถครอบคลุมสายพานลำเลียงได้ทั้งหมดได้ดังรูปที่ 3.6

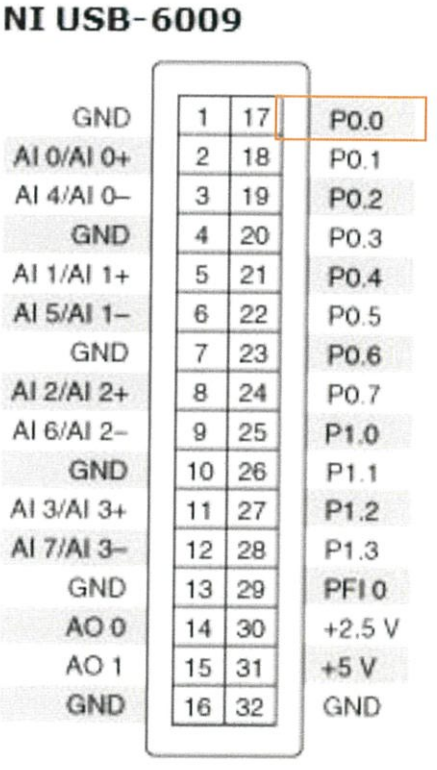


รูปที่ 3.6 ภาพเสาตั้งกล้องและสายพานลำเลียง

3.2.5 การ์ดอินเตอร์เฟส (Interface Card)

NI USB-6009 ทำหน้าที่เป็นตัวกลางการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์และสัญญาณจากภายนอกมีการเชื่อมต่อผ่าน Port USB 2.0 พอร์ตที่มีการใช้งานคือ P0.0 ทำหน้าที่เป็นเอาต์พุตที่ใช้สั่งการชุดรีเลย์ในการสั่งเปิดโซลีนอยด์วาล์วให้ลูกสูบทำงาน

รูปที่ 3.7 การ์ดอินเตอร์เฟส



รูปที่ 3.8 พอร์ตการเชื่อมต่อที่ใช้งาน

3.2.6 กล้องเว็บแคม (Webcam)

เว็บแคมหรือ ชื่อเรียกเต็มๆว่า Web Camera แต่ในบางครั้งก็มีคนเรียกว่า Video Camera หรือ Video Conference ก็แล้วแต่ความเข้าใจของแต่ละคน เว็บแคมเป็นอุปกรณ์อินพุตที่สามารถจับภาพเคลื่อนไหว ไปปรากฏบนหน้าจอมอนิเตอร์ และสามารถส่งภาพเคลื่อนไหวนี้ผ่านระบบเครือข่ายเพื่อให้ผู้รับ สามารถเห็นการเคลื่อนไหวได้เหมือนอยู่ต่อหน้า ถือว่าเป็นอุปกรณ์ที่มีประโยชน์อีกตัวหนึ่ง และเริ่มมีความจำเป็นมากขึ้นเรื่อย ๆ

1. กล้อง Logitech รุ่น C270 การจับภาพวิดีโอระดับ HD 1280 X 720 Pixels โดยมีเทคโนโลยี Logitech Fluid Crystal ™ มีไมค์ภายในตัว รับรองการใช้งาน Hi-Speed USB 2.0

รูปที่ 3.9 กล้องเว็บแคม Logitech รุ่น C270

ตารางที่ 3.2 คุณสมบัติของกล้องเว็บแคม Logitech รุ่น C270

Resolution	HD (1280 X 720 Pixels)
Frame Rate	30 fps
Interface	Hi-Speed USB 2.0
Info Noise Rate	48 dB
Connections	USB
Focus Range	Fixed
OS	Window 7/8/10 หรือสูงกว่า /Mac OS X

2. กล้อง OKER รุ่น 088 สามารถแสดงผลได้รวดเร็ว มีอินฟราเรดช่วยการมองเห็นในที่มืด สามารถหมุนปรับความชัดและโฟกัสหน้าเลนส์ได้ นอกจากนี้ยังสามารถหมุนตัวกล้องไปมาได้ ซึ่งลักษณะของกล้องเว็บแคมแสดงดังรูปที่ 3.10

รูปที่ 3.10 กล้องเว็บแคม OKER รุ่น 088

ตารางที่ 3.3 คุณสมบัติของกล้องเว็บแคม OKER รุ่น 088

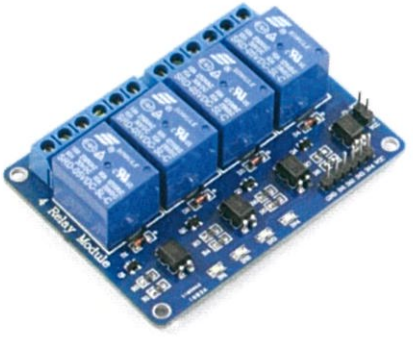
Resolution	CMOS 2.0 M up to 12 Mega Pixels
Frame Rate	30 fps
Interface	USB 2.0
Info Noise Rate	48 dB
Connections	USB
Focus Range	30 mm-infinitive
OS	Window NT/2000/XP/Vista/7/8 หรือสูงกว่า /Mac OS X

3.2.7 4-Channel Relay Module

เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแม่เหล็ก เพื่อใช้ในการดึงดูดหน้าสัมผัสของคอนแทคให้เปลี่ยนสภาวะ โดยการป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวด เพื่อทำการปิดหรือเปิดหน้าสัมผัสคล้ายกับสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเราสามารถนำรีเลย์ไปประยุกต์ใช้ ในการควบคุมวงจรต่าง ๆ

Specification

- รีเลย์เอาต์พุตแบบ SPDT จำนวน 4 ช่อง
- ควบคุมไฟ DC ได้สูงสุด 34VDC/7A
- ควบคุมไฟ AC ได้สูงสุด 220VAC/7A และ 110VAC/10A
- ระดับสัญญาณอินพุตควบคุมแบบ TTL ทำงานด้วยสัญญาณแบบ Active High
- มี OPTO-ISOLATED เพื่อแยกกราวด์ส่วนของสัญญาณควบคุมกับไฟที่ขับรีเลย์ออกจากกัน
- มีจัมพ์เปอร์สำหรับเลือกว่าจะใช้กราวด์ร่วมหรือแยก
- มี LED แสดงสถานะ การทำงานของรีเลย์และแสดงสถานะของบอร์ด
- ขนาดรูยึดบอร์ด 3 mm
- ขนาด (L x W x H): 77 x 55 x 20 mm



รูปที่ 3.11 4-Channel Relay Module รุ่น SRD-05VDC-SL-C

3.2.8 Power supply

เป็นอุปกรณ์ที่จ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ โดยจะทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (DC)

Specification

- ระบบตัดไฟอัตโนมัติเมื่อมีเหตุการณ์ลัดวงจร
- 1x Switching power supply AC 100-240V to DC 12V 2A 60W module
- แหล่งจ่ายไฟแบบสวิตชิ่ง
- แรงดันอินพุต: 100-240VAC
- แรงดันเอาต์พุต: 12Vdc

- กระแสเอาต์พุต: 2A
- กำลังเอาต์พุต: 60W
- ขนาด: 85*58*33mm

รูปที่ 3.12 Power Supply 12 VDC

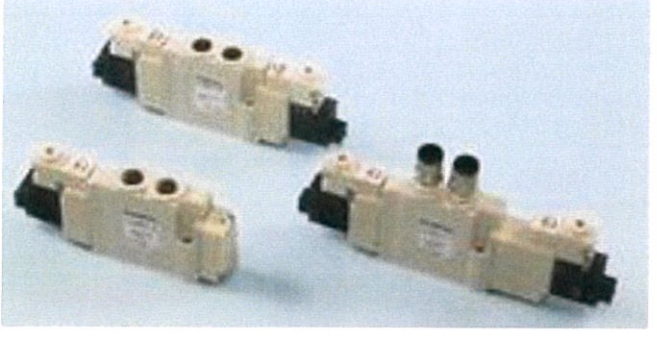
3.2.9 โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve)

เป็นอุปกรณ์สวิตช์ที่อาศัยหลักการทำงานของแม่เหล็กไฟฟ้าทำงานร่วมกับกลไกโดยใช้การป้อนไฟเป็นตัวกำหนด การทำงานควบคุมให้ลิ้นกลไกปิดหรือเปิดได้

โครงสร้างของโซลินอยด์วาล์วเป็นการรวมกันของ 2 รูปแบบการทำงาน คือ

SOLENOID - (Electro-magnetic) coil จะเป็นตัวทำหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็กและเหนี่ยวนำให้ plunger เคลื่อนที่ขึ้นลง

VALVE – ตัววาล์วจะมีรู Orifice ที่มี Disc คอยปิดและเปิดให้ของไหลไหลผ่านวาล์ว

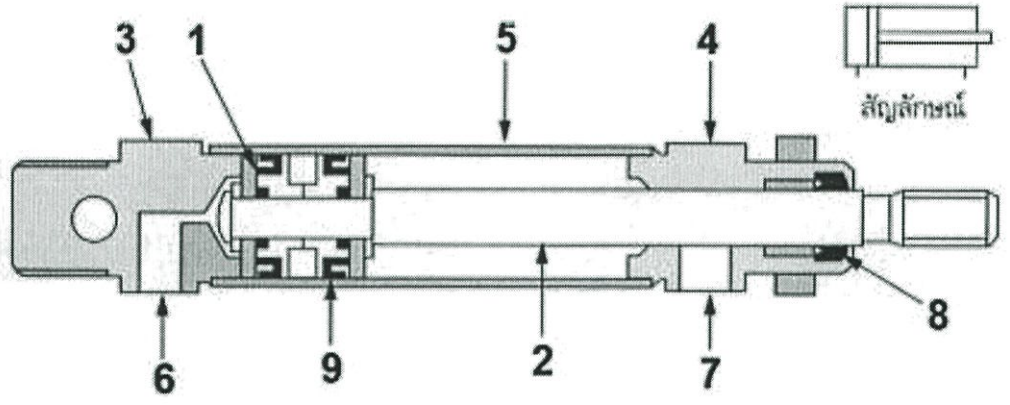


รูปที่ 3.13 โซลินอยด์วาล์ว

3.2.10 กระบอกสูบสองทาง (Double-acting cylinder)

กระบอกสูบชนิดนี้จะมีลักษณะการทำงานและรูปลักษณ์ภายนอกเช่นเดียวกับกระบอกสูบทางเดียว แตกต่างเฉพาะภายในดังรูปที่ 3.14 และสามารถสั่งงานได้ทั้งสองทิศทาง ด้วยการจ่ายลมอัดเข้าที่หัวของกระบอก (หมายเลข 7) หรือท้ายกระบอกสูบ (หมายเลข 6) จะทำให้ก้านสูบเคลื่อนที่เข้าหรือออกกระบอกสูบสูบสองทางไม่ว่าจะเป็นการเคลื่อนที่เข้าหรือเคลื่อนที่ออกจะใช้ความดันลมใน

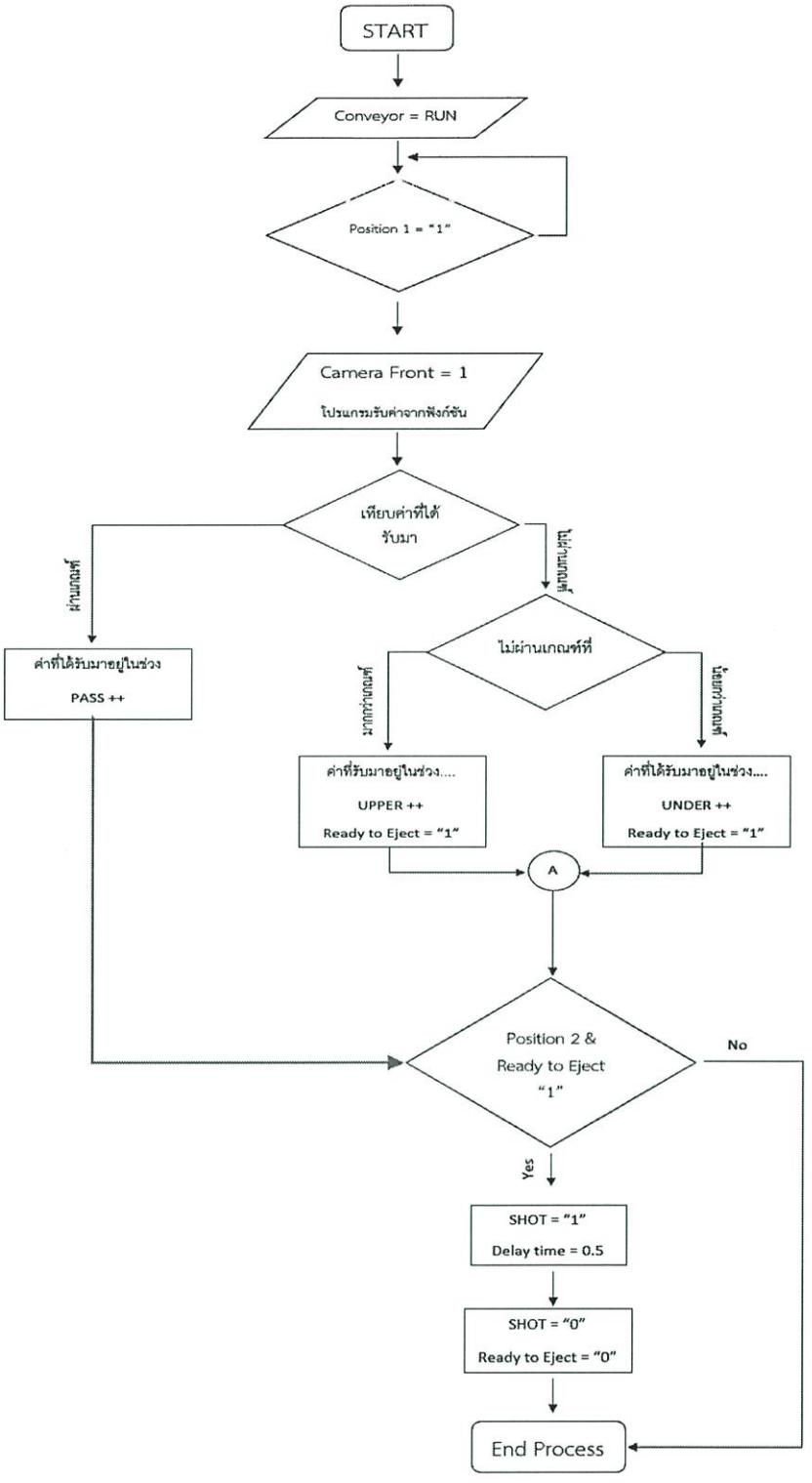
การทำงานทั้งสองด้านโดยมีหลักการทำงานคือ เมื่อป้อนลมเข้าที่หมายเลข 6 ลมจะระบายทิ้งที่หมายเลข 7 ก้านสูบเคลื่อนที่ออก และป้อนลมเข้าที่หมายเลข 7 ลมจะระบายทิ้งที่หมายเลข 6 ก้านสูบเคลื่อนที่เข้า



รูปที่ 3.14 แสดงรายละเอียด โครงสร้างของกระบอกสูบชนิดสองทาง

3.4 การเขียนโปรแกรมการควบคุมระยะการตรวจสอบที่นำเสนอ

สำหรับการทำงานของระบบเริ่มจากขวดเคลื่อนที่ไปบนสายไปถึงตำแหน่งที่ระบุไว้จะมีการจับภาพผ่านกล้องเว็บแคม เมื่อถึงตำแหน่งที่ระบุภาพจะถูกส่งไปประมวลผลภาพด้วยโปรแกรม LabVIEW โดยเมื่อประมวลผลแล้ว จะขึ้นกรอบสีแดงล้อมรอบวัตถุบนหน้าจอแสดงผล และมีค่าสัญญาณไฟฟ้าออกไปสั่งชุดรีเลย์ผ่านการ์ดอินเตอร์เฟสเพื่อขับเคลื่อนให้ลูกสูบผลักขวดออกจากสายพานลำเลียง ซึ่งขั้นตอนการทำงานสามารถแสดงได้ในแผนผังดังรูปที่ 3.15



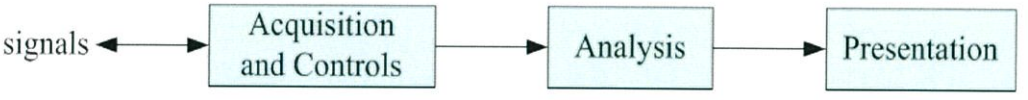
รูปที่ 3.15 แผนผังการทำงานระบบ

3.4.1 โปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมและประมวลผล

LabVIEW เป็นชื่อย่อมาจาก Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นโดยใช้ LABVIEW จะเรียกว่า Virtual Instrument หรือเรียกย่อๆ ว่า VI ซึ่งหมายถึงเครื่องมือวัดเสมือนที่ถูกสร้างบนหน้าจอคอมพิวเตอร์

รูปที่ 3.16 โปรแกรม LabVIEW

LabVIEW สามารถทำงานในลักษณะทางเครื่องมือวัดและควบคุมทำให้ผู้ใช้สามารถออกแบบตามที่ต้องการ หลักการแบ่งออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ๆคือ



รูปที่ 3.17 Block Diagram เครื่องมือวัดที่ใช้สร้าง

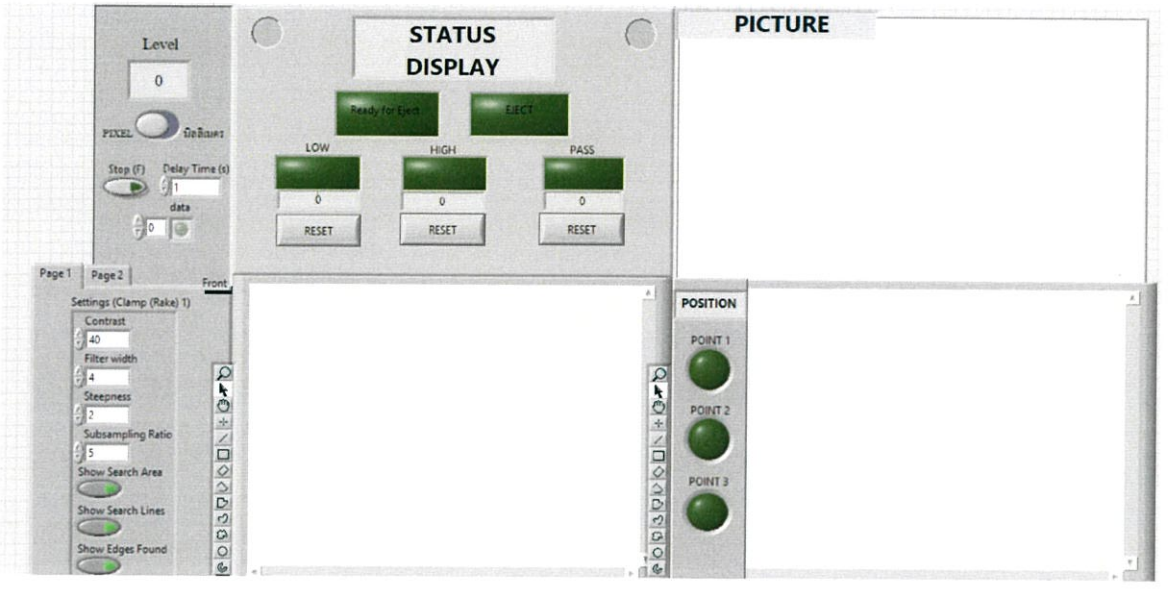
1. Acquisition ซึ่งเป็นส่วนรับข้อมูล (Input) จากภายนอกเข้าสู่ระบบที่นี้คือคอมพิวเตอร์ โดยข้อมูลที่เข้ามาสู่ระบบอาจจะมาจาก DAQ (สำหรับสัญญาณทางไฟฟ้า)

2. Analysis หลังจากได้รับข้อมูลแล้วจะผ่านฟังก์ชัน (Function) ในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งแสดงผลในรูปที่จะสื่อความหายในสิ่งที่ผู้ใช้งานสามารถนำไปแสดงแทนสื่อที่วัดและใช้งานได้จริง

3. Presentation คือ การแสดงผลในรูปแบบที่เป็นประโยชน์ต่อผู้ใช้งาน จะแสดงบนจอคอมพิวเตอร์ เช่น DMM (Digital Multimeter) จะแสดงสัญญาณในรูปความถี่หรือการพิมพ์ออกมาเป็นรายงานหรือเก็บข้อมูลได้

ในปริญญานิพนธ์นี้ใช้โปรแกรม LabVIEW ในการควบคุมและแสดงผลภาพซึ่งจะแบ่งแสดงรายละเอียดแยกเป็น 2 ส่วนคือภาพ Block Diagram และ Front Panel ดังรูปที่ 3.18 และ 3.19

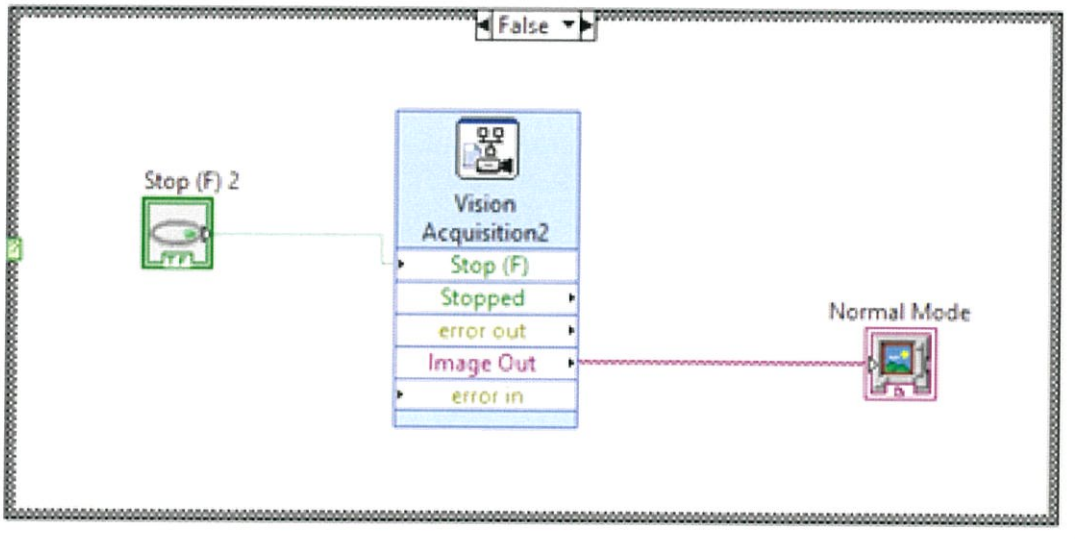
รูปที่ 3.18 Block Diagram ของระบบทั้งหมด



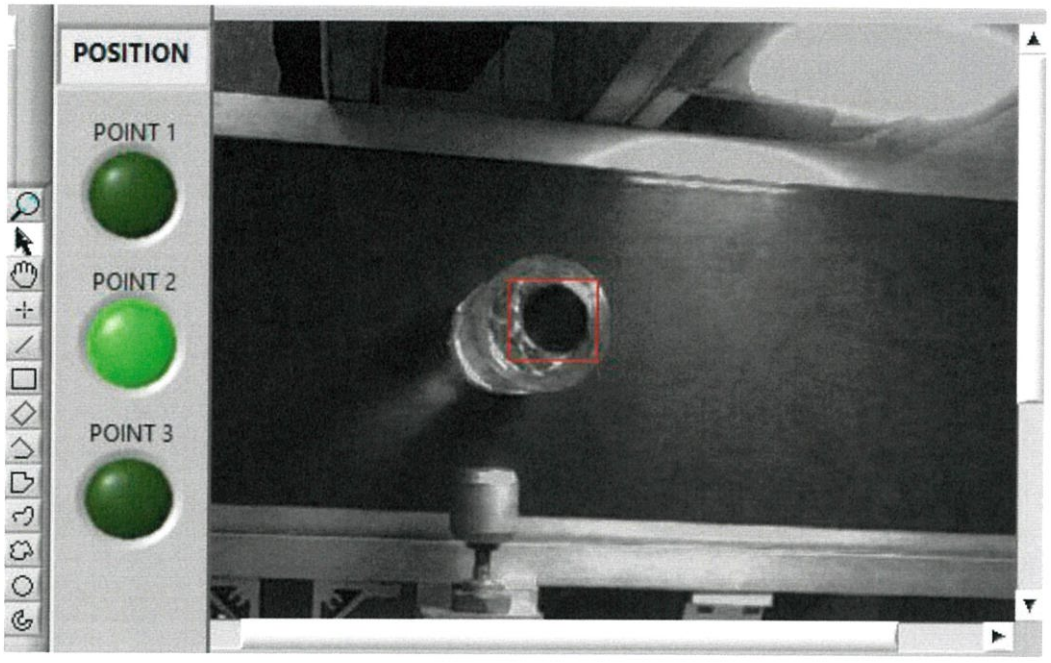
รูปที่ 3.19 ภาพแสดง Front Panel ของโปรแกรมที่ใช้ควบคุมระบบ

3.4.1.1 Image Tracking

เป็นการทำงานโดยแสดงผลภาพโดยเป็นการดึงค่าจากกล้อง Weccam OKER088 มาใช้งานผ่าน Function Vision Acquisition โดยตำแหน่งของตัวกล้องจะถูกตั้งไว้บริเวณส่วนด้านบนของสายพานเพื่อให้สามารถมองเห็นขวดน้ำขณะเคลื่อนที่มายังตำแหน่งที่ต้องการ

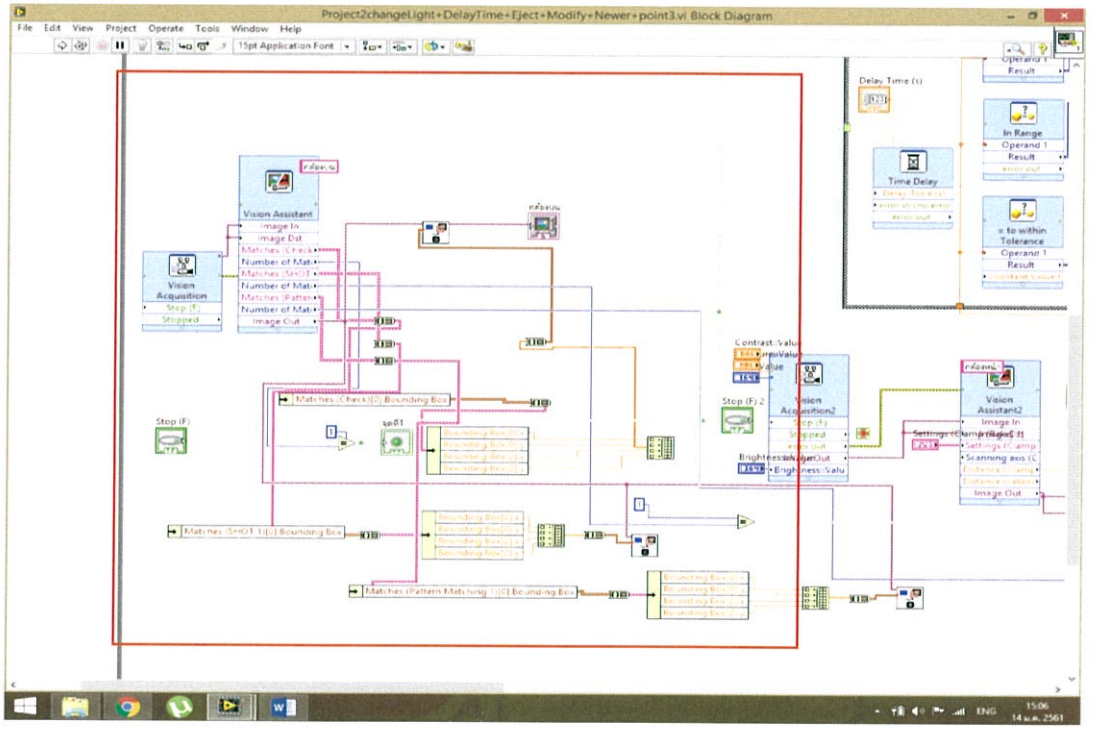


รูปที่ 3.20 โปรแกรมส่วนรับข้อมูลจากกล้องเว็บแคม



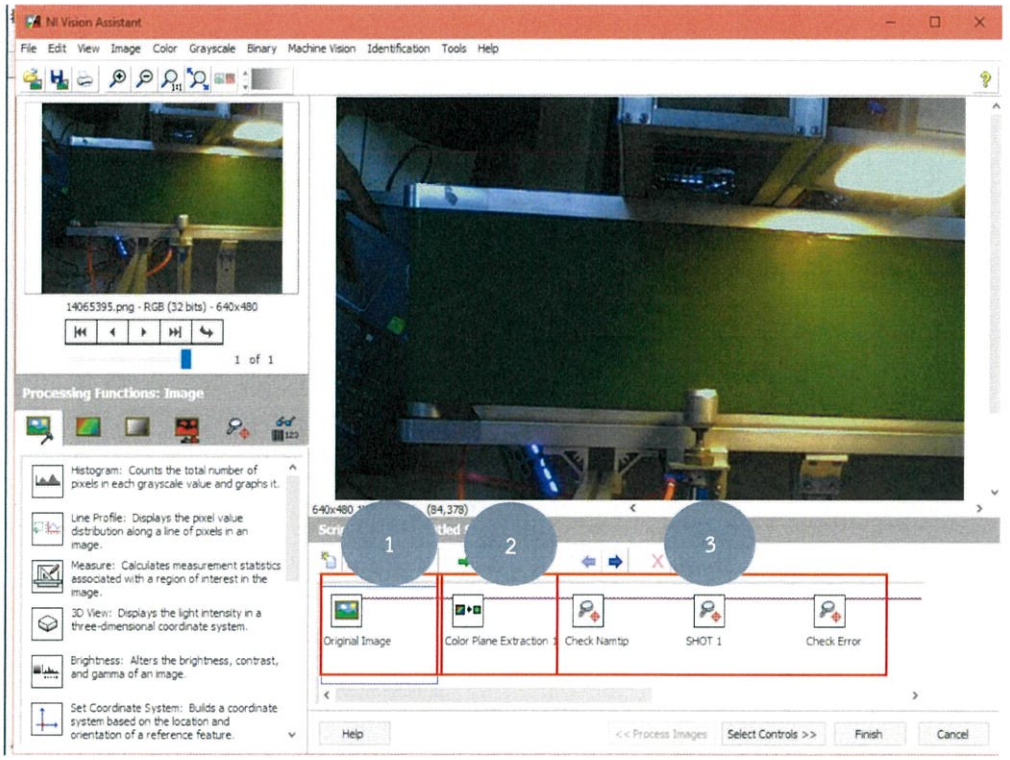
รูปที่ 3.21 หน้าจอแสดงผลของฟังก์ชัน Image Tracking

เป็นฟังก์ชันการทำงานโดยใช้กล้องเว็บแคมในการตรวจจับภาพจากสายพานและใช้การประมวลผลภาพในการตรวจจับ โดยการเขียนฟังก์ชันสามารถดูได้ในรูปที่ 3.22



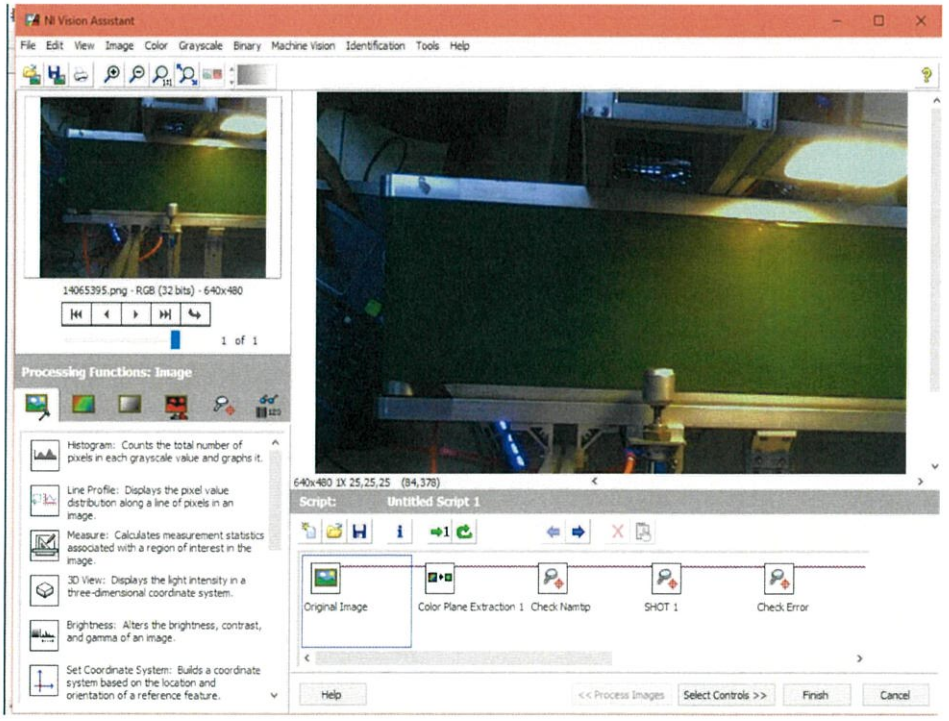
รูปที่ 3.22 โปรแกรมส่วนควบคุมของ Image Tracking Mode ในโปรแกรมทั้งหมด

ส่วนควบคุมของระบบประมวลผลภาพโดยแบ่งออกเป็น 3 จุดดังรูปที่ 3.23



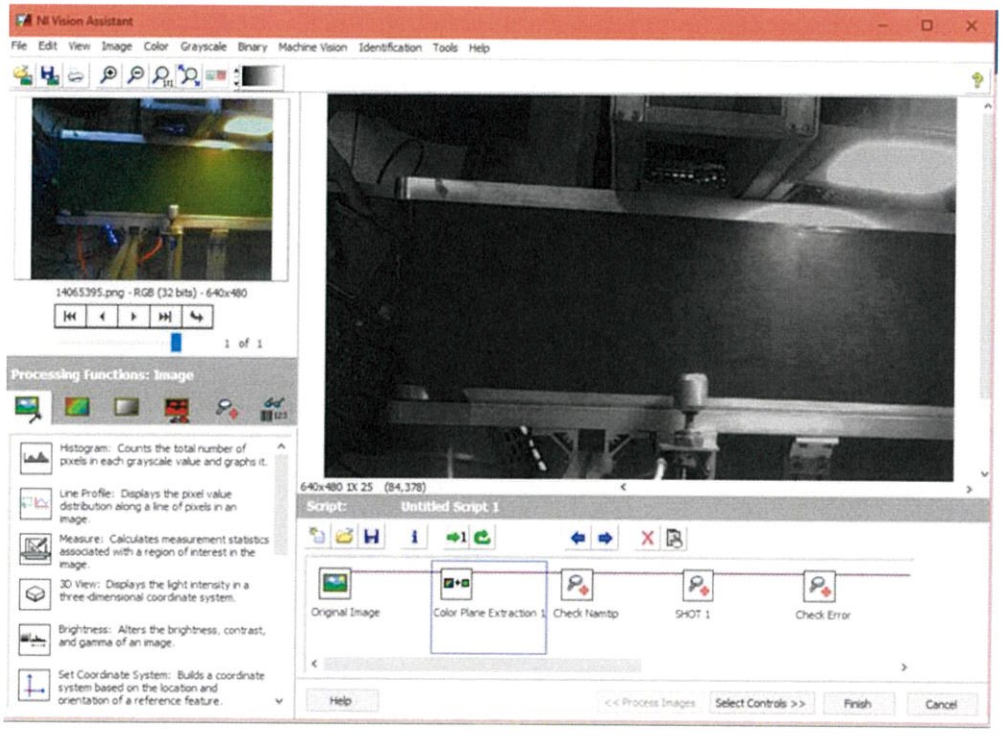
รูปที่ 3.23 แสดงส่วนของ NI Vision Assistant ส่วน Image Tracking

<u>จากจุดที่ 1</u> จะเป็นการรับค่าอินพุตจากกล้องเว็บแคมผ่านฟังก์ชัน Vision Acquistion ดังรูปที่ 3.24



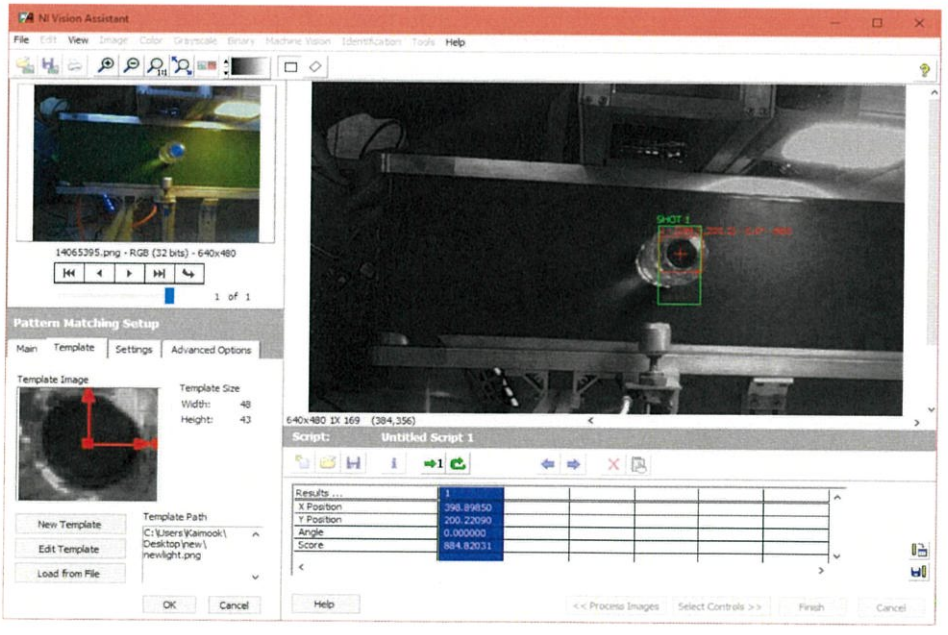
รูปที่ 3.24 อินพุตจากกล้องเว็บแคมผ่านฟังก์ชัน Vision Acquistion

จากจุดที่ 2 เป็นการนำภาพที่ได้จาก Original Image มาทำการปรับเปลี่ยนรูปแบบไฟล์ให้เข้ากับ Script การทำงานของ Pattern Matching ให้มีลักษณะสีให้สัมพันธ์กันดังรูปที่ 3.25



รูปที่ 3.25 Script Color Plane Extraction

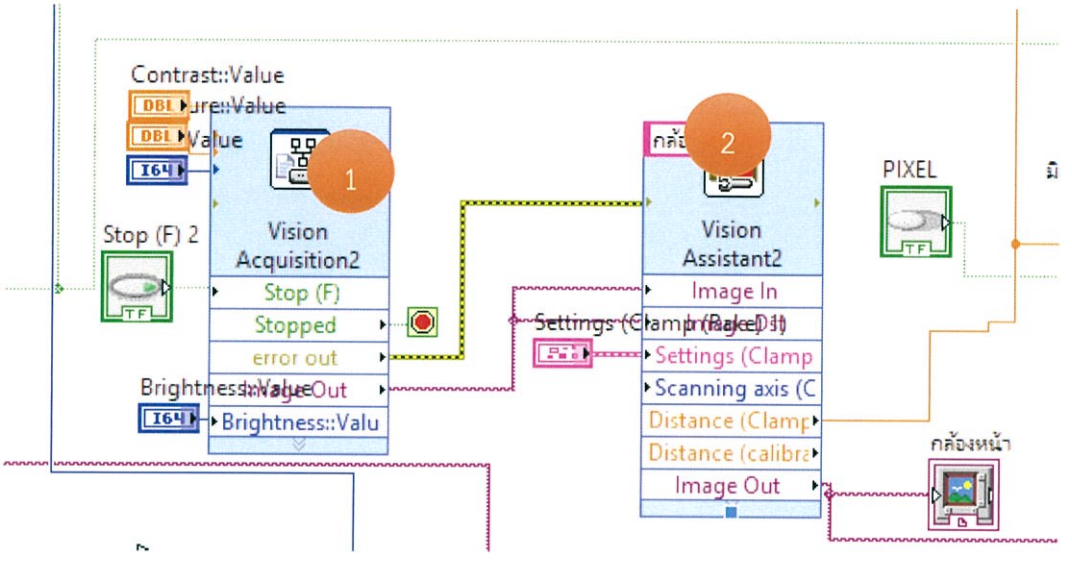
จากจุดที่ 3 เป็นส่วนการแสดงการ Tracking หากมีวัตถุที่มีรูปร่างตรงกับส่วนที่กำหนดจะทำให้สามารถตรวจจับวัตถุบนสายพานและเกิดกรอบสี่เหลี่ยมสีแดงล้อมรอบวัตถุบนสายพาน ดังรูปที่ 3.26



รูปที่ 3.26 Script Pattern Matching

3.4.1.1 Measure level

เป็นการทำงานโดยแสดงผลภาพโดยเป็นการดึงค่าจากกล้อง Weccam Logitech รุ่น C310 มาใช้งานผ่าน Function Vision Acquisition โดยกล้องจะถูกวางไว้ที่ตำแหน่งบริเวณตรงข้ามกับแสงไฟที่ใช้ในการตกกระทบให้เห็นภาพระดับน้ำในขวดได้อย่างชัดเจนดังรูป 3.27



รูปที่ 3.27 แสดงส่วนของ Measure level

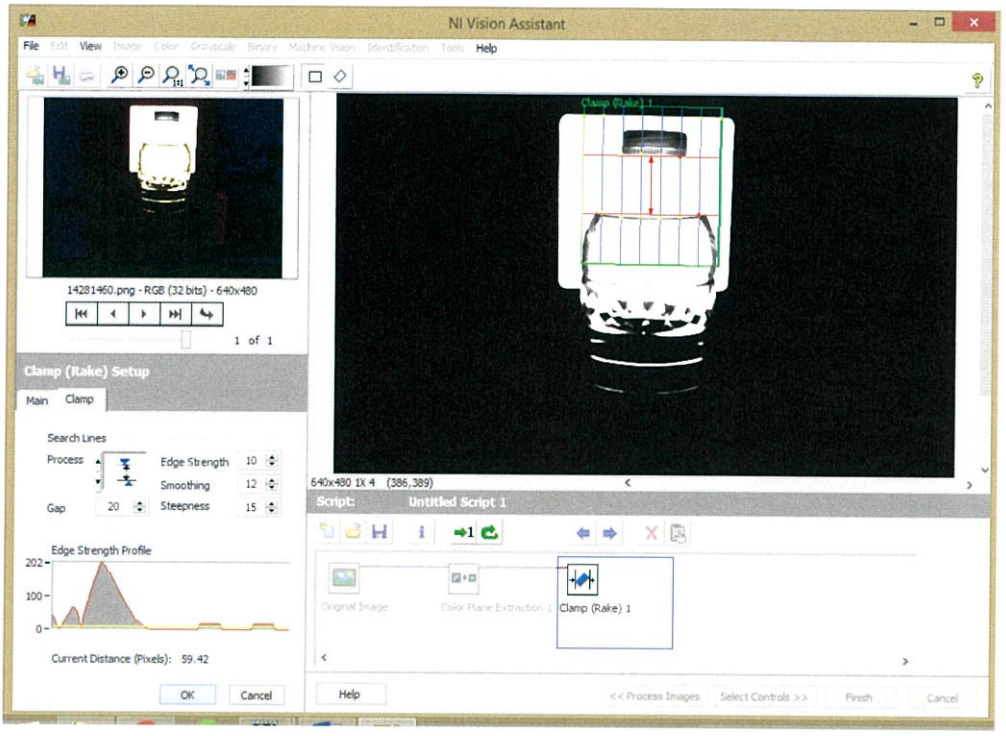
การทำงานในส่วนนี้จะเป็นการวัดระดับน้ำภายในขวดโดยใช้วิธีการ Clamping ในฟังก์ชัน Vision Assistant ซึ่งจะเป็นการวัดความแตกต่างระหว่างขอบสีทึบสองแทบซึ่งคือการเปรียบเทียบโดยการให้ส่วนของฝาขวดเป็นจุดอ้างอิงแล้วจึงทำการเทียบกับระดับของน้ำที่มีอยู่ภายในขวดโดยค่าระยะห่างที่ได้ออกมาจะได้เป็นหน่วย พิกเซลล์(Pixel)โดยการทำงานจะแบ่งเป็นสองส่วนใหญ่ๆดังรูปที่ 3.28 คือ

1) Vision Acquistion

เป็นการรับค่ารูปภาพจากกล้องเว็บแคม Logitech C270 นำมาปรับแต่งแล้วจึงส่งต่อไปยังส่วนของ Vision Assistant

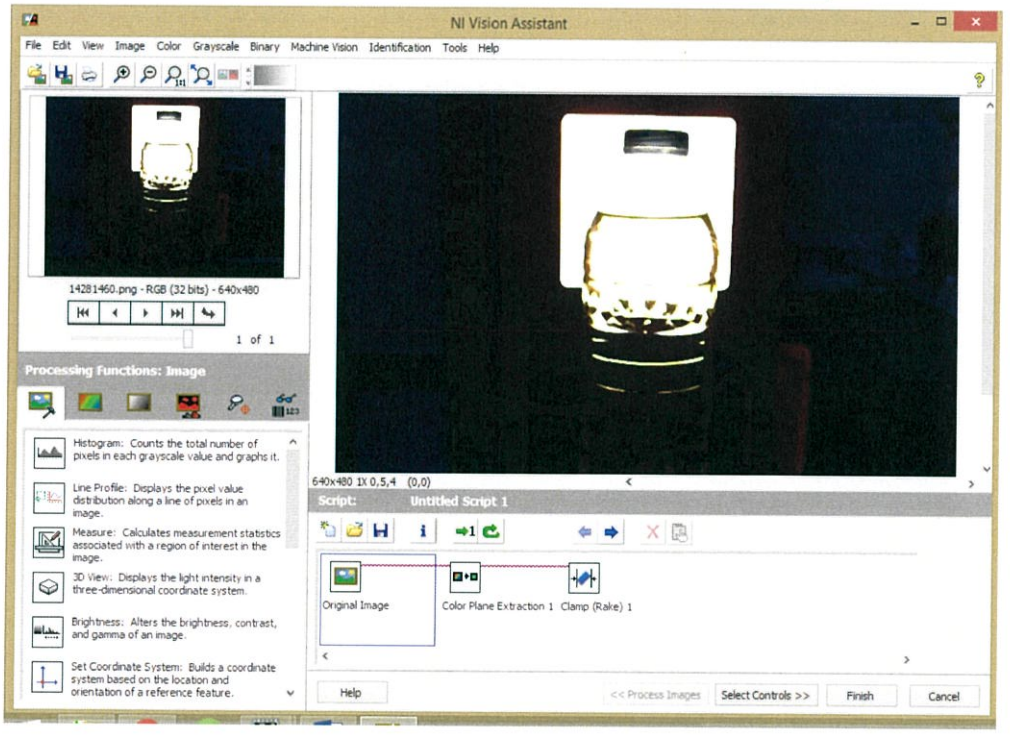
2) Vision Assistant

เป็นส่วนที่ใช้การปรับแต่งภาพเพื่อให้สามารถทำงานในฟังก์ชัน Clamping ได้โดยจากมีขั้นตอนดังรูปต่อไปนี้



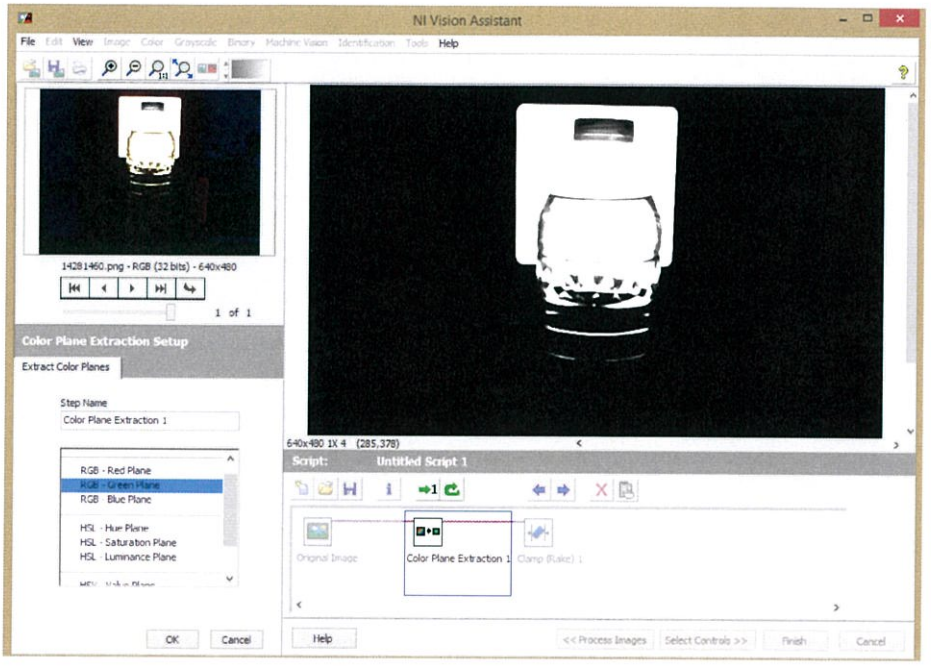
รูปที่ 3.28 รูปภาพแสดงภายในฟังก์ชัน Vision Assistant

<u>หมายเลข 1</u> คือไฟล์ภาพดั้งเดิมที่ได้รับมาจากฟังก์ชัน Vision Acquistion



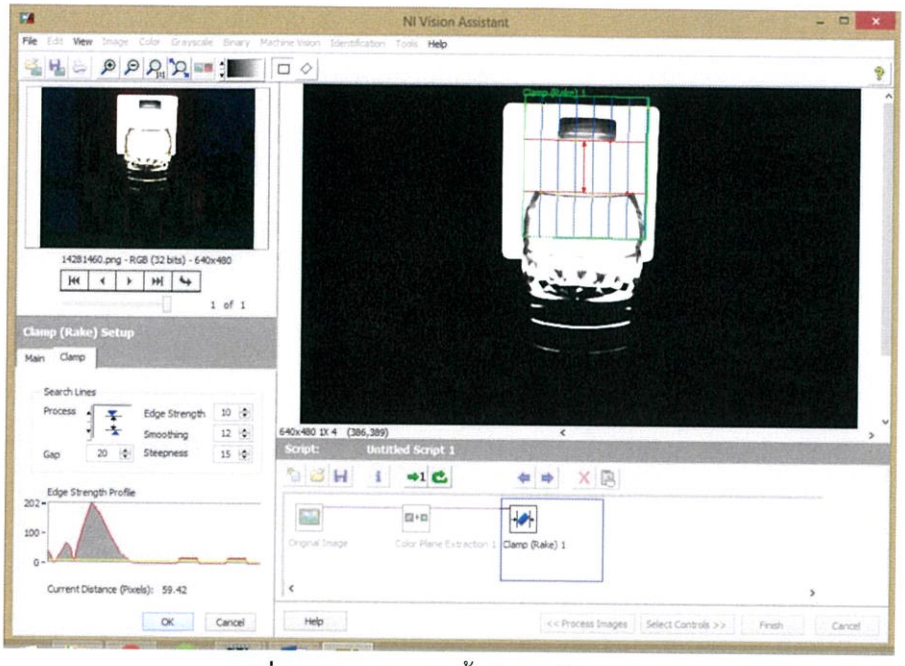
รูปที่ 3.29 แสดงการทำงานในส่วนของ Original Picture

หมายเลข 2 เป็นการปรับสีให้กับไฟล์ต้นฉบับให้สามารถทำงานเข้ากับ Clamping ได้โดยจะมีการทำงานดังรูปที่ 3.30



รูปที่ 3.30 แสดงการทำงานใน Color Plane Extraction

หมายเลข 3 เป็นส่วนฟังก์ชัน Clamping ที่ทำหน้าที่ในการวัดระดับน้ำในขวดโดยหลักการวัดคือ ใช้ฝาของขวดที่เป็นจุดทึบแสงเป็นจุดอ้างอิงแล้วทำการเทียบกับจุดทึบที่เป็นระดับน้ำของขวดทำให้เกิดระยะห่างระหว่างสองจุดขึ้นแล้วนำระยะห่างที่ได้มาทำการเทียบกับเกณฑ์ของการวัดที่ตั้งไว้



รูปที่ 3.31 แสดงการตั้งค่าภาพใน Script

Process คือ รูปแบบของเครื่องมือที่จะใช้งาน

Horizontal Max Caliper วัดระยะทางในทิศแนวนอนโดยวัดจากด้านของแนวตั้งของ ROI เข้าหาจุดศูนย์กลางของ ROI

Horizontal Min Caliper วัดระยะทางในทิศแนวนอนโดยวัดจากศูนย์กลางออกไปทางด้านแนวตั้ง

Vertical Max Caliper วัดระยะทางในทิศแนวตั้งจากด้านของแนวนอนโดยมี ROI เป็นศูนย์กลาง

Vertical Min Caliper วัดระยะทางในทิศแนวตั้งจากจุดศูนย์กลางออกตามทิศแนวนอน

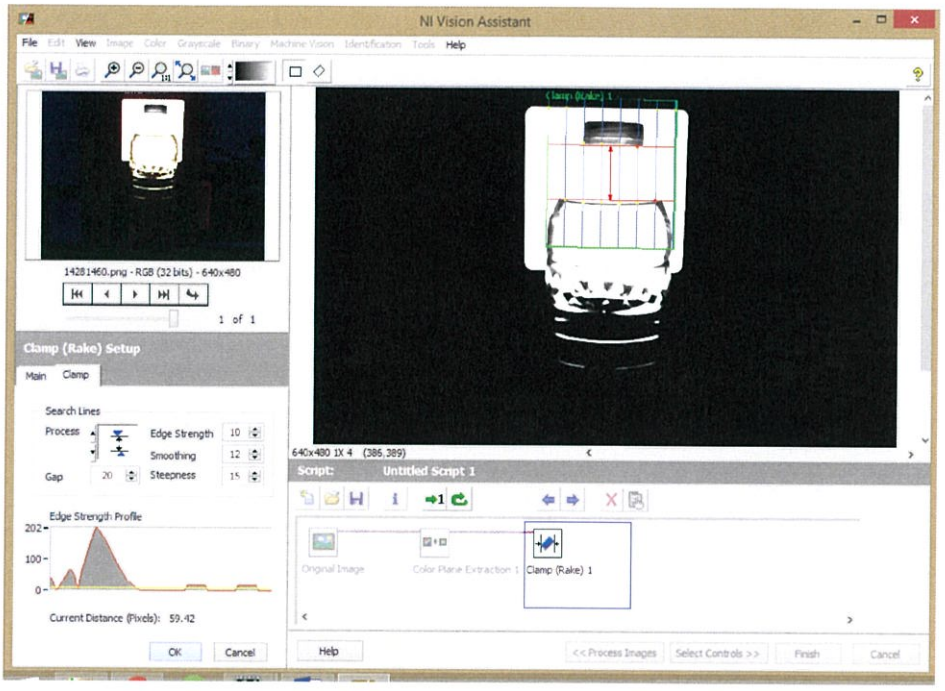
Edge Strength คือ ค่าความแตกต่างของความหนาแน่นที่น้อยที่สุดระหว่างขอบโดยรอบขอบที่มีความขัดเจนมากกว่านั้นจะถูกนำมาใช้ในกระบวนการตรวจจับ

Smoothing คือ จำนวนเฉลี่ยของพิกเซลที่ใช้หาความแตกต่างในแต่ละด้านของขอบ

Steepness คือ ระยะทางสูงสุดของขอบที่มีความชัดเจนที่เกิดขึ้น ลักษณะความชันของเส้นขอบที่มีความลาดชัน จะใช้งานความชันที่มีความยาวในการตรวจจับขอบของรูปภาพที่มีพิกเซลที่มีการเปลี่ยนแปลงของพื้นหลังไปยังขอบ

Gap คือ จำนวนของพิกเซลระหว่างการหาเส้นของวัตถุ (ROI)

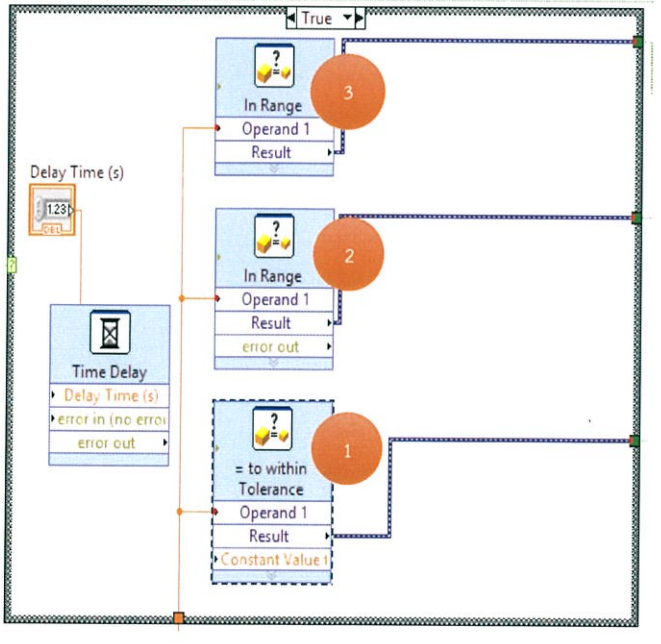
ในการวัดระดับน้ำในขวดนี้มีระดับน้ำในขวดนี้ช่วงของลูกศรสีแดงคือระดับที่ต่างกันระหว่างฝากับระดับน้ำซึ่งมีความกว้าง 59.42 Pixels



รูปที่ 3.32 รูปภาพแสดงวิธีการวัดระดับน้ำของ Clamping

3.4.1.2 Compare Value

เป็นการนำค่าที่ได้จากส่วน Measure level นี้มาทำการเปรียบเทียบกับค่าที่ทางผู้จัดทำได้ทำการแบ่งเอาไว้เป็นเกณฑ์การวัดต่างๆดังรูปมีการแบ่งออกเป็น 3 ส่วนดังรูปที่ 3.33

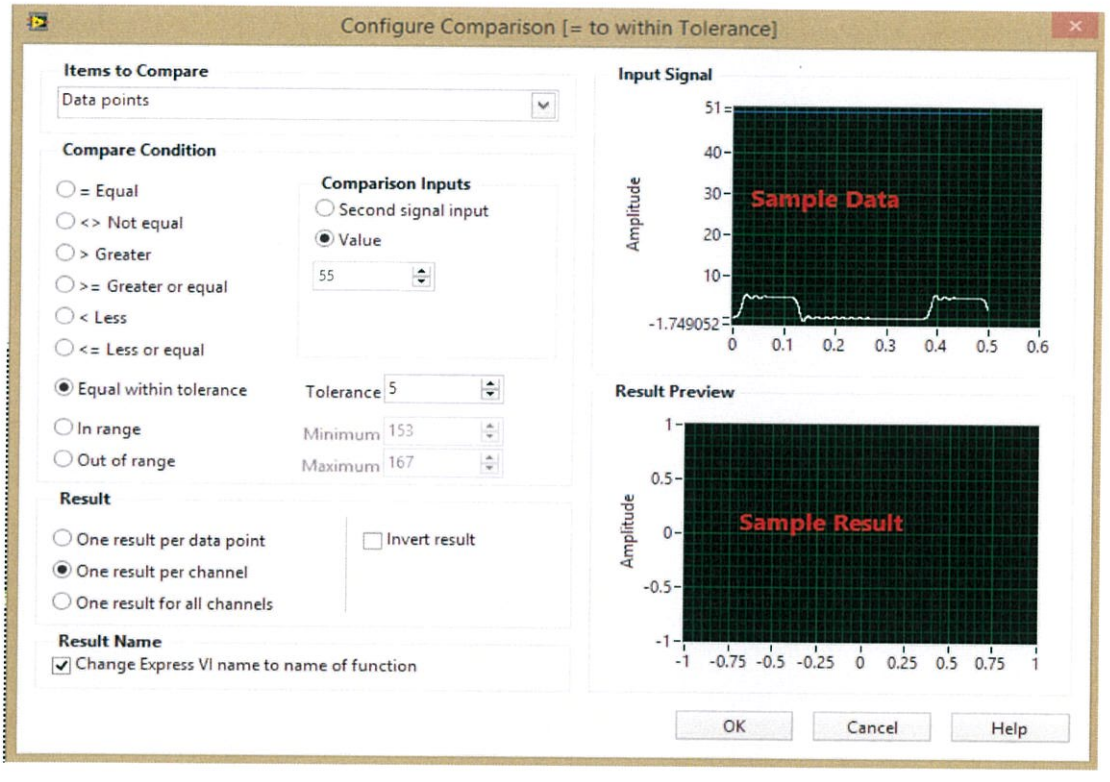


รูปที่ 3.33 แสดงการใช้ฟังก์ชัน Compare ในการเปรียบเทียบ

เกณฑ์ในการตรวจสอบแบ่งออกเป็น 3 แบบคือ

1. ผ่านเกณฑ์

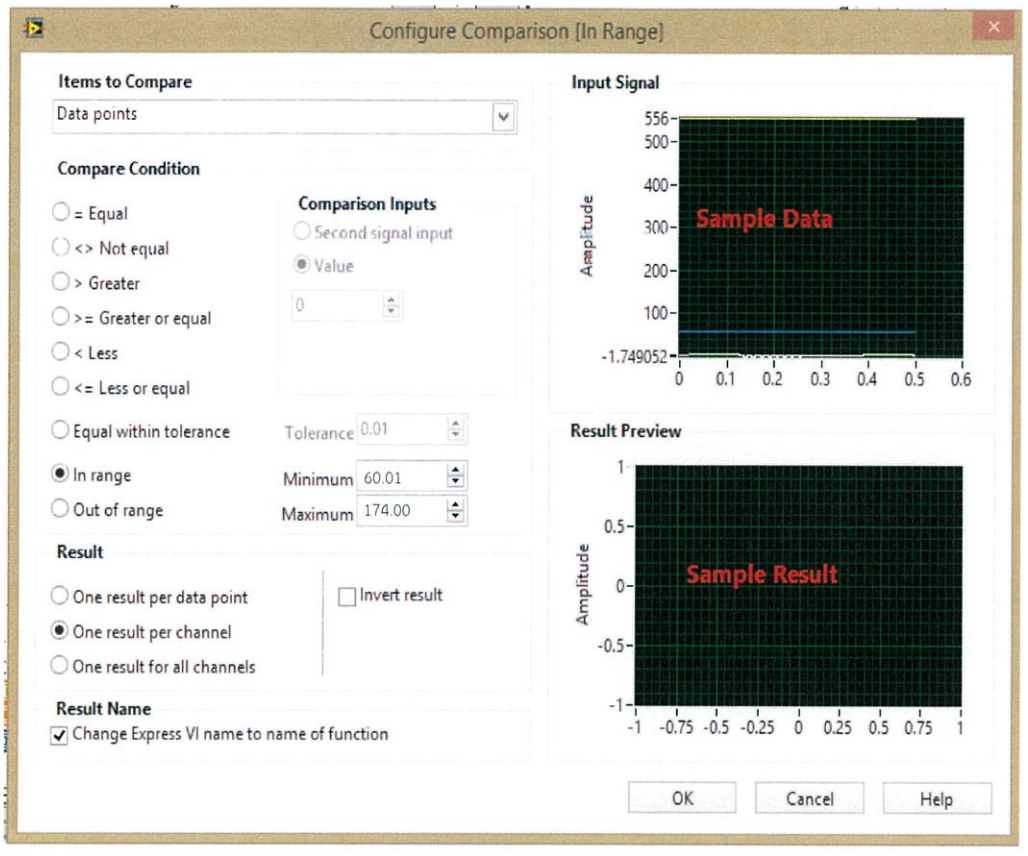
เป็นการตั้งค่าเป็นค่าอ้างอิงขึ้นมาหนึ่งค่าแล้วใช้ส่วนการเปรียบเทียบแบบ Compare Condition แบบ Equal within tolerance คือมีอินพุตเข้ามาตามค่าที่กำหนดโดยที่ไม่เกินกว่าค่าความคลาดเคลื่อนจึงจะทำให้เอาต์พุตมีค่าเท่ากับจุดที่หนึ่งจากรูปที่ 3.34 ค่าอ้างอิงคือ 55 Pixels โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ ±5% หรือประมาณ 5 Pixels



รูปที่ 3.34 แสดงการเปรียบเทียบกรณีระดับน้ำที่ผ่านเกณฑ์

2. ไม่ผ่านเกณฑ์กรณีน้อยกว่าที่กำหนดไว้

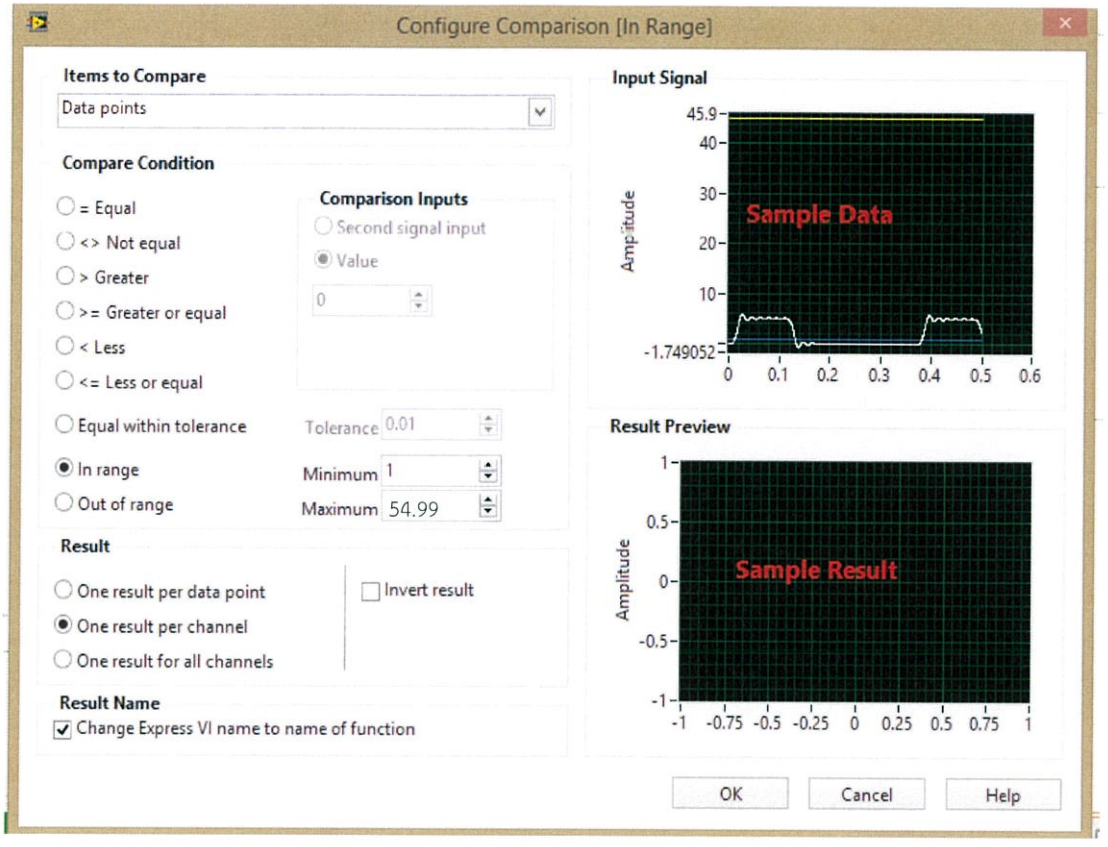
เกณฑ์ที่กำหนดขึ้นเป็นช่วงของกรณีไม่ผ่านเกณฑ์จะเป็นช่วงระหว่างที่มีค่าสูงที่สุดของระดับน้ำในขวดเทียบกับฝาขวดและค่ามากสุดกรณีที่ผ่านเกณฑ์ จะเกิดขึ้นได้ในกรณีที่ปริมาณน้ำในขวดนั้นไม่สามารถอยู่ในช่วงของข้อที่หนึ่งได้และมีค่าระยะห่างระหว่างปริมาณน้ำในขวดเทียบกับฝามากกว่าที่กำหนดไว้(น้ำยิ่งน้อยจะทำให้ค่าระยะห่างยิ่งมาก) โดยค่าที่เป็น ดังนี้รูปที่ 3.35 ค่าอ้างอิงจะอยู่ในช่วง 60.01-174.0 Pixels



รูปที่ 3.35 แสดงค่าอ้างอิงของเกณฑ์ที่ไม่ผ่านการคัดเลือก (น้อยกว่าที่กำหนด)

3. ไม่ผ่านเกณฑ์กรณีมากกว่าที่กำหนด

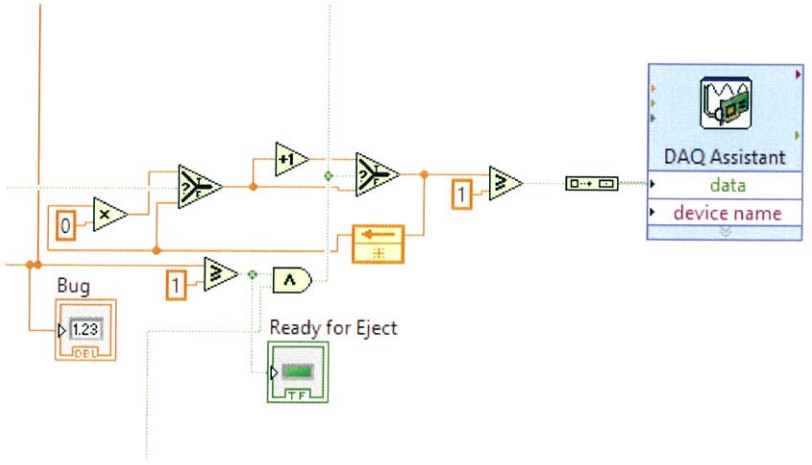
เกณฑ์ที่กำหนดขึ้นเป็นช่วงของกรณีไม่ผ่านเกณฑ์จะเป็นช่วงระหว่างที่มีน้อยที่สุดของระดับน้ำในขวดเทียบกับฝาขวดและค่าน้อยสุดของกรณีผ่านเกณฑ์ จะเกิดขึ้นได้ในกรณีที่ปริมาณน้ำในขวดนั้นไม่สามารถอยู่ในช่วงของข้อที่หนึ่งได้และมีค่าระยะห่างระหว่างปริมาณน้ำในขวดเทียบกับฝามากกว่าที่กำหนดไว้(น้ำยิ่งน้อยจะทำให้ค่าระยะห่างยิ่งมาก) โดยค่าที่เป็นดังรูปที่ 3.36 ค่าอ้างอิงจะอยู่ในช่วง 1.0-54.99 Pixels



รูปที่ 3.36 แสดงค่าอ้างอิงของเกณฑ์ที่ไม่ผ่านการคัดเลือก (มากกว่าที่กำหนด)

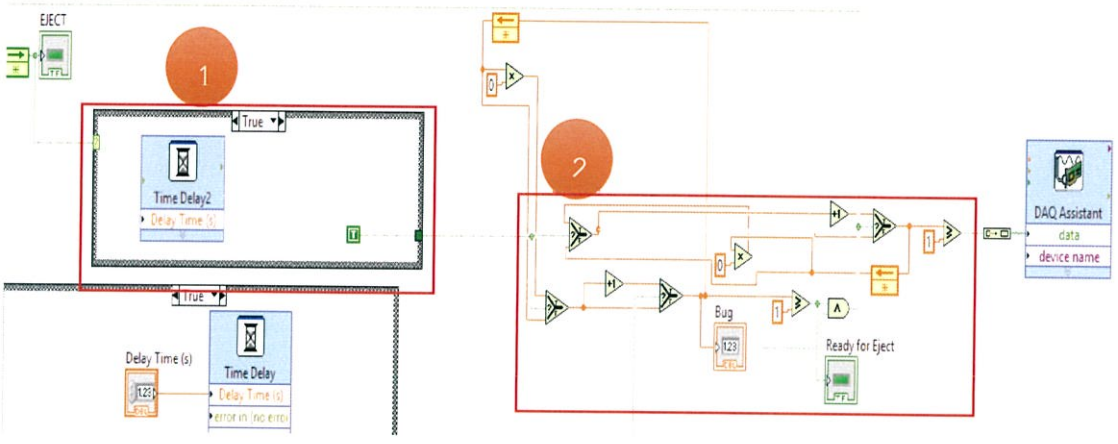
3.4.1.3 Eject function

เป็นส่วนของฟังก์ชันที่ใช้ในการผลักขวดที่ไม่ผ่านเกณฑ์ออกจากสายพานโดยหลักการทำงานจะเริ่มต้นจาก ฟังก์ชันคัดเลือกตรวจเจอขวดที่ไม่ผ่านการคัดเลือกจะส่งผลให้ตัวแปร Ready to Eject มีค่าเป็นหนึ่งและเมื่อขวดที่ไม่ผ่านการคัดเลือกเคลื่อนที่มาจนถึงตำแหน่ง Eject และค่า Ready to Eject มีค่าเป็นหนึ่งระบบจะสั่งการ DAQ เพื่อขับเอาต์พุตให้ลูกสูบทำงานและผลักขวดที่ไม่ผ่านการคัดเลือกออกจากสายพานดังรูปที่ 3.37



รูปที่ 3.37 รูปภาพแสดงฟังก์ชันส่วนของ Eject function

เมื่อขวดถูกผลักเข้าไปยังกล่องที่จัดเตรียมไว้ เอาต์พุตที่ Eject จะทำงานและทำให้ฟังก์ชัน Time Delay2 จะทำการนับถอยหลังเป็นเวลา 0.5 วินาทีเมื่อครบเวลาที่กำหนดภายใน Case Structure จะทำการส่งค่า “1” (มีค่าเท่ากับหนึ่ง) ไปยังจุดที่ 2 จึงทำให้ค่าของ Ready to Eject มีค่าเป็น “0” ดังรูปที่ 3.38



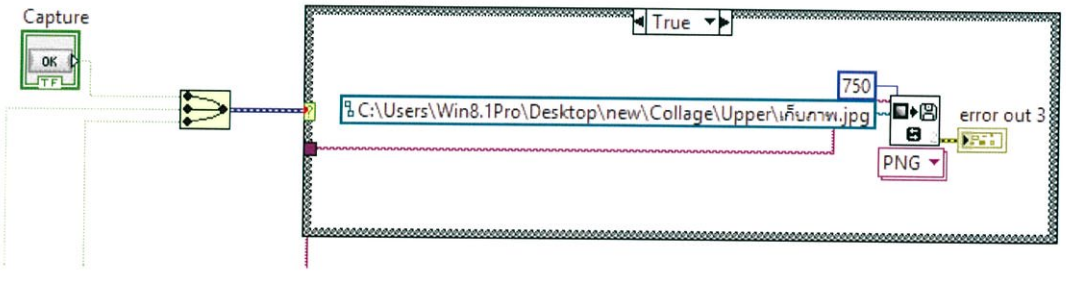
รูปที่ 3.38 รูปภาพแสดงการรีเซตลูกสูบ

3.4.1.4 Optional function

เป็นฟังก์ชันเสริมที่มีอยู่ภายในส่วนของซอฟแวร์ทั้งหมดโดยจะมีอยู่ดังหัวข้อต่อไปนี้

1) Capture Image

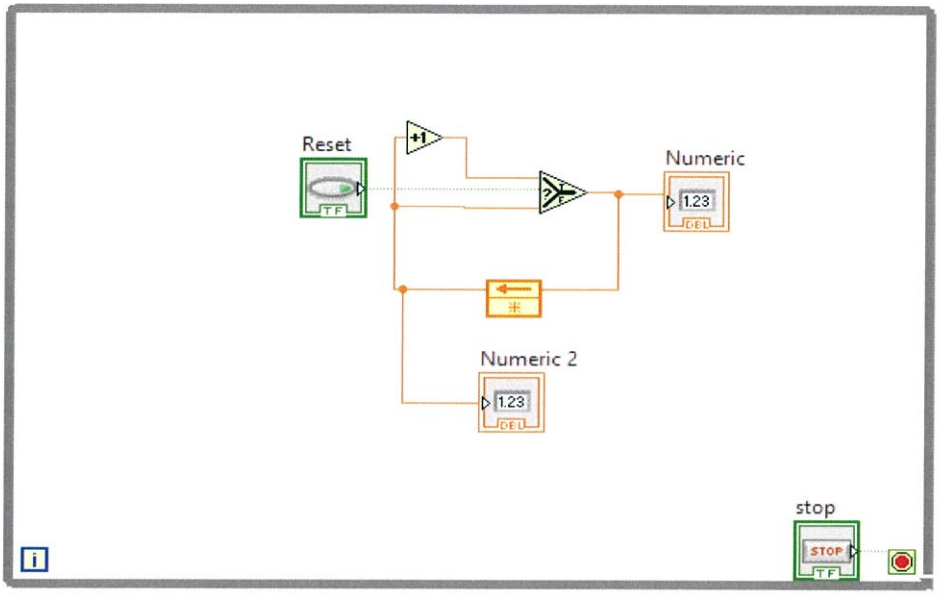
เป็นส่วนของฟังก์ชันที่ใช้ในการเก็บรูปภาพเพื่อใช้ในการแสดงรูปภาพล่าสุดที่กล้อง Logitech ได้ทำการจัดเก็บเพื่อนำมาทำการตรวจสอบโดยจะมีการแสดงดังรูปที่ 3.39



รูปที่ 3.39 รูปภาพแสดงฟังก์ชันของการจัดเก็บรูป

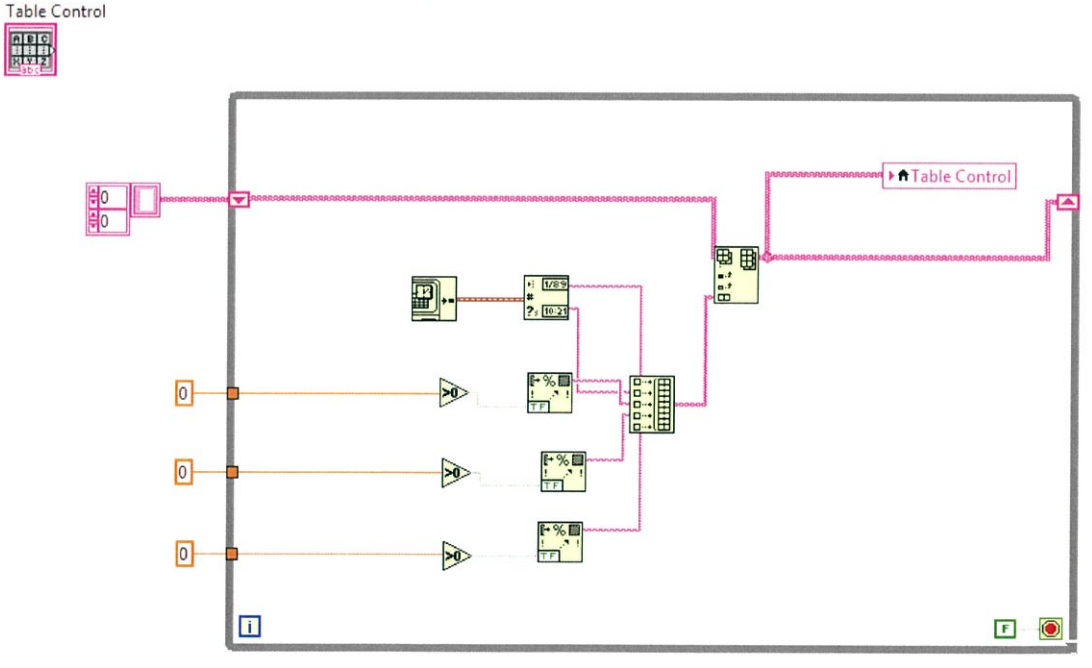
2) Counting function

เป็นส่วนของฟังก์ชันที่ทำหน้าที่ในการนับจำนวนของอินพุตที่เข้ามาโดยจะเป็นการนับเพิ่มขึ้นทีละหนึ่งจำนวนและสามารถรีเซตได้โดยการกดที่ปุ่มรีเซตดังรูปที่ 3.40



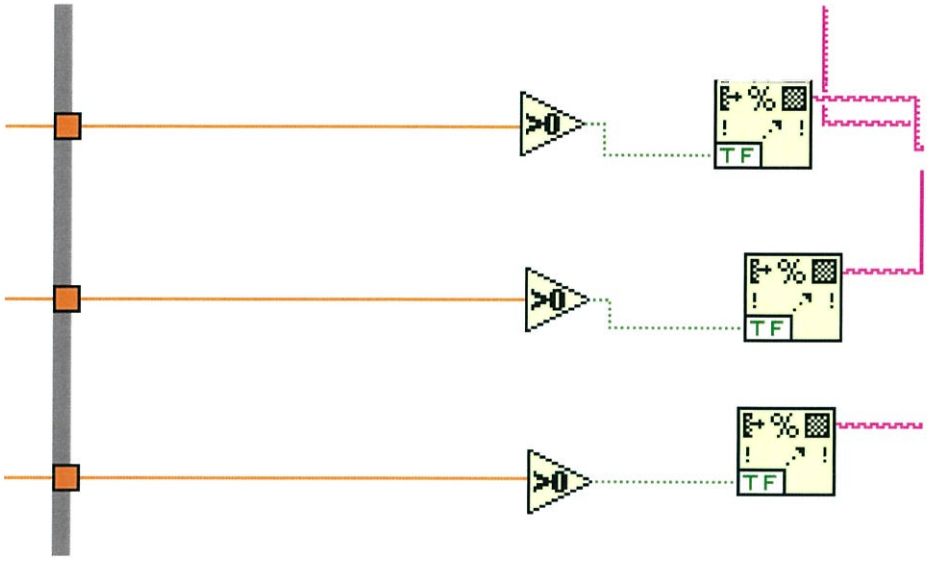
รูปที่ 3.40 รูปภาพแสดงฟังก์ชันการนับ

3.4.2 โปรแกรมที่ใช้ในการเก็บข้อมูล



รูปที่ 3.41 รูปภาพแสดงฟังก์ชันการเก็บข้อมูลทั้งหมด

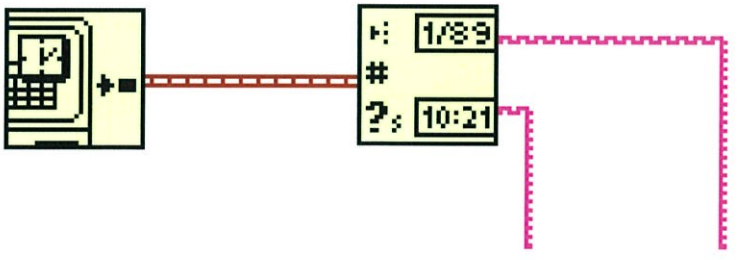
3.4.2.1 รับค่าและประมวลผล



รูปที่ 3.42 แสดงฟังก์ชันการรับค่าและประมวลผล

ส่วนนี้เป็นส่วนที่รับค่ามาจากการแปลงค่าในส่วน Compare Value มาเปรียบเทียบกับศูนย์ เพื่อส่งค่าไปยัง Format Into String Function ในการแปลงค่าจากตัวเลขเป็นตัวหนังสือเพื่อไปแสดงในตารางแสดงผลการเก็บข้อมูล

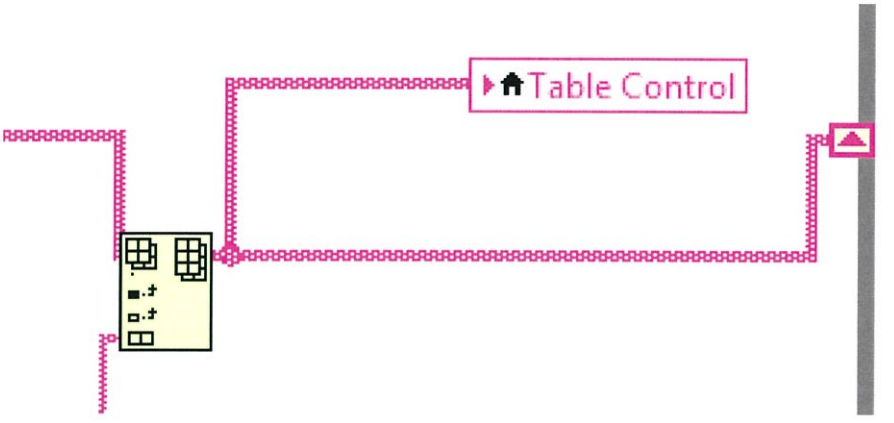
3.4.2.2 การแสดงวันที่และเวลา



รูปที่ 3.43 แสดงฟังก์ชันการแสดงวันที่และเวลา

ในส่วนนี้ใช้ Get Date/Time In Seconds Function ในการแสดงวันที่และเวลาโดยมี Get Date/Time String Function ในการแปลงค่าแล้วส่งผลไปยังการแสดงค่าในตารางการเก็บข้อมูล

3.4.2.3 การแสดงค่าในตารางข้อมูล



รูปที่ 3.44 แสดงฟังก์ชันแสดงค่าในตารางข้อมูล

การแสดงผลบนตารางใช้ Build Array Function ในการจัดเรียงข้อมูล เพื่อนแสดงผลตารางก่อนส่งไปให้ Insert Into Array Function ทำการแสดงค่าบนตารางที่วางไว้

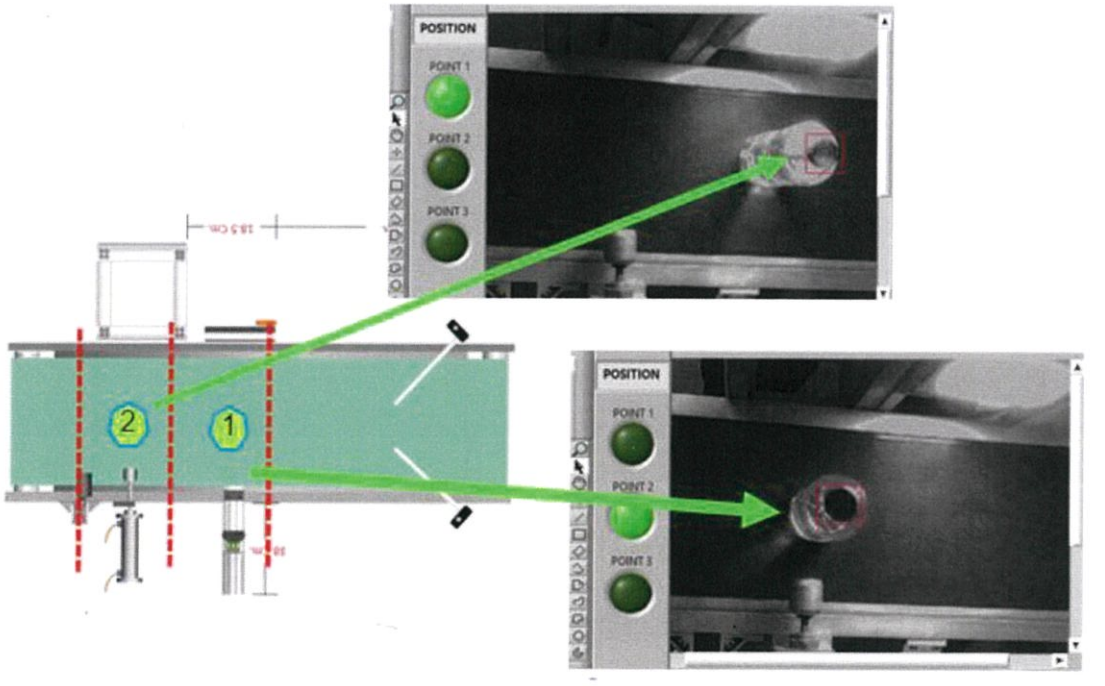
บทที่ 4
การทดลองและผลการทดลอง

4.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดลองการทำงานของแต่ละฟังก์ชันของระบบการตรวจสอบระดับของเหลวในขวดโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพในการทดลองการตรวจจับตำแหน่ง การทดลองวัดระดับน้ำ การทดลองการทำงานของลูกสูบ การทดลองหาความเร็วของสายพานในความถี่ของอินเวอร์เตอร์ที่ต่างกันและนำมาประยุกต์เป็นการทดลองการคัดแยกขวดน้ำโดยใช้ความเร็วของสายพานที่ต่างกัน

4.2 ทดลองการตรวจจับตำแหน่ง

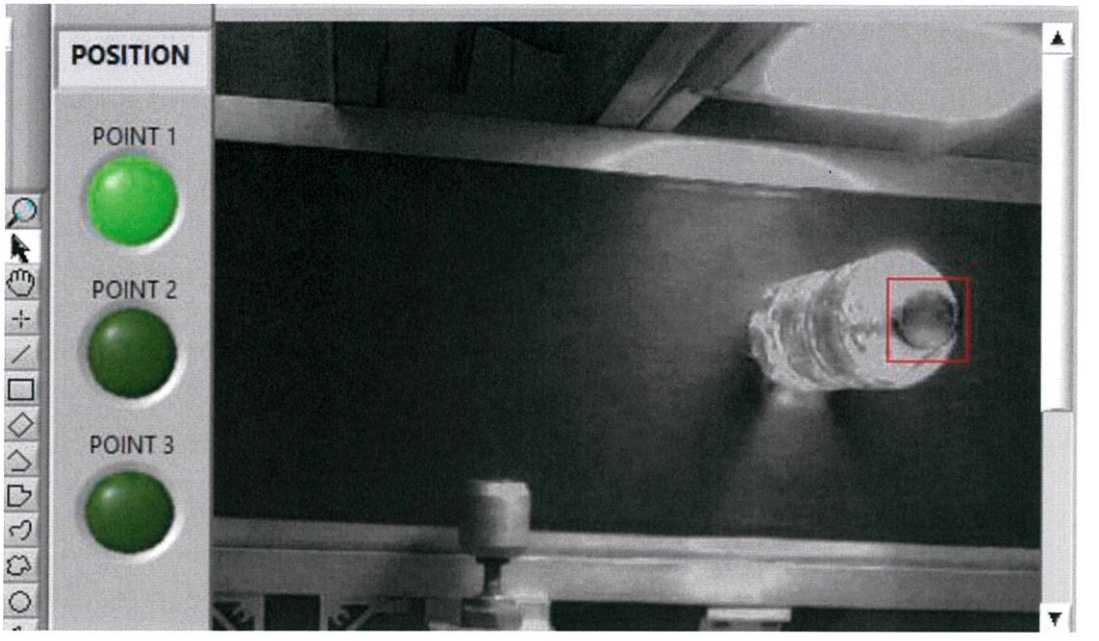
ในการตรวจจับตำแหน่งของขวดบนสายพานโดยใช้โปรแกรม LabVIEW ผ่านฟังก์ชัน Vision Assistant โดยการสร้างตำแหน่งขึ้นมาบนสายพาน 2 ตำแหน่งในการตรวจหาขวดที่เคลื่อนที่บนสายพานเพื่อเป็นการนำค่าที่ได้ไปประมวลผลในฟังก์ชันต่อไป มีการวางตำแหน่งดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 ภาพแสดงตำแหน่งที่ใช้ตรวจจับขวดบนสายพานลำเลียง

4.2.1 ตำแหน่งที่ 1

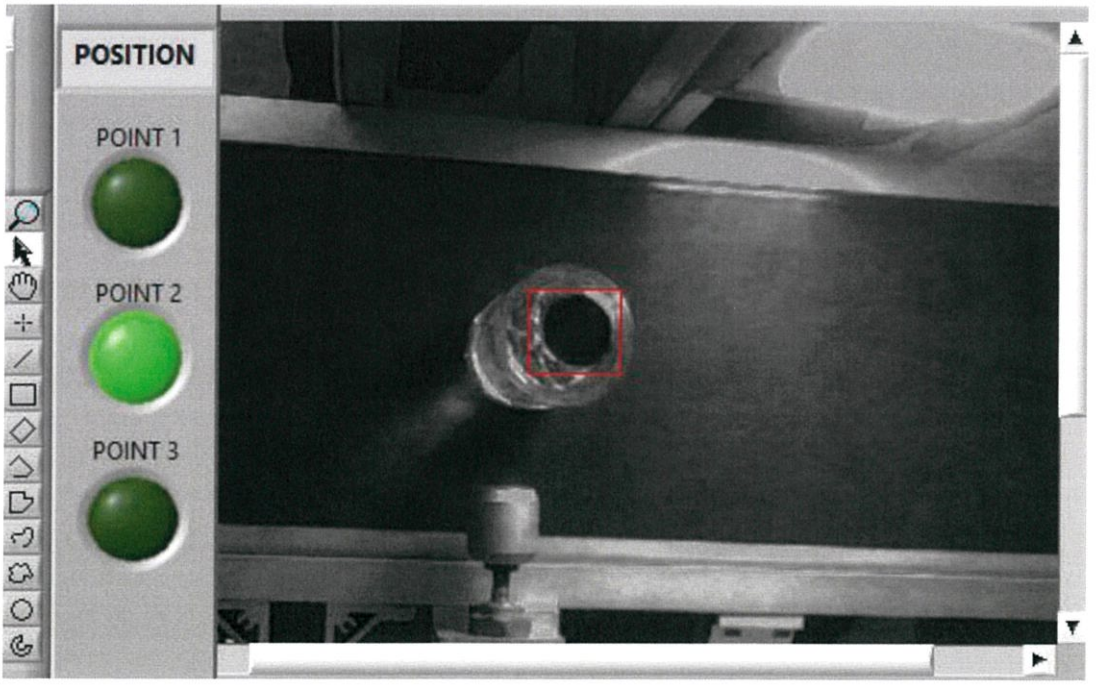
วิธีการทดลองคือ เมื่อขวดน้ำมาถึงตำแหน่งที่ 1 ซึ่งเป็นตำแหน่งที่เป็นการวัดระดับน้ำโดยใช้กล้องที่อยู่ด้านบนของสายพานจะเป็นตัวจับตำแหน่ง เมื่อขวดมาถึงตำแหน่งที่ได้กำหนดเอาไว้ จะมีกรอบสีแดงขึ้นบน Front panel ของโปรแกรม LabVIEW เป็นการบ่งบอกว่าโปรแกรมในส่วนของการวัดระดับน้ำนั้นพร้อมที่จะทำงานแล้วดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 กล้องด้านบนตรวจจับตำแหน่งที่ 1

4.2.2 ตำแหน่งที่ 2

วิธีการทดลองคือ เมื่อขวดน้ำมาถึงตำแหน่งที่ 2 ซึ่งเป็นตำแหน่งที่เป็นการทำงานของลูกสูบโดยกล้องตัวบนจะทำหน้าที่เป็นตัวตรวจจับตำแหน่ง เมื่อขวดมาถึงตำแหน่งที่ได้กำหนดเอาไว้จะมีกรอบสีแดงขึ้นบน Front panel ของ LabVIEW เป็นการบ่งบอกว่าโปรแกรมในส่วนของการคัดออกนั้นพร้อมที่จะทำงานแล้ว ดังรูปที่ 4.3

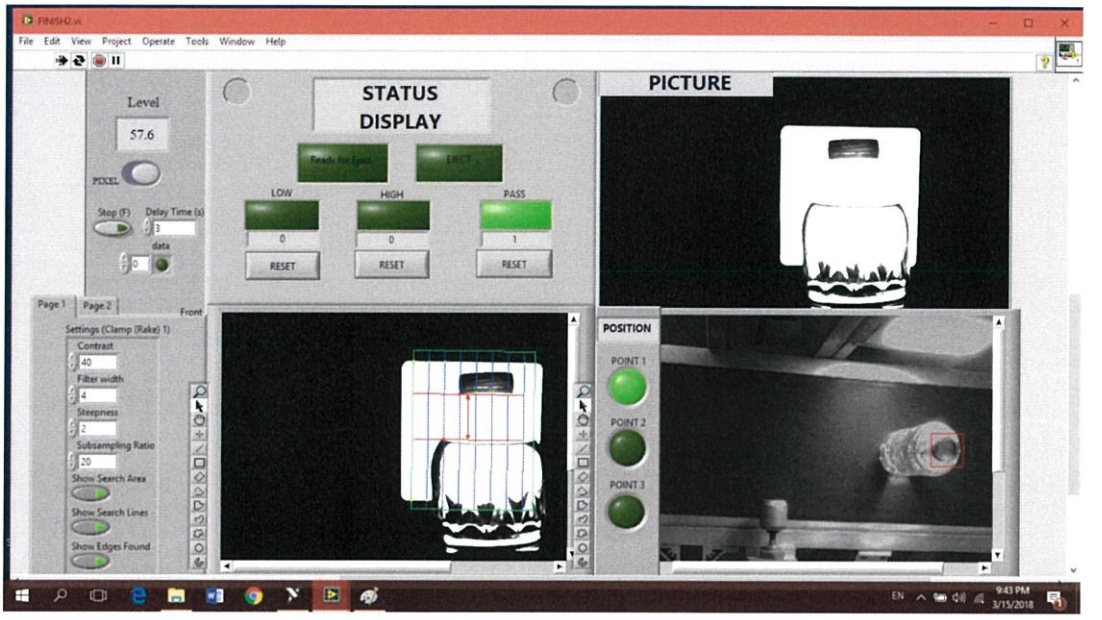


รูปที่ 4.3 กล้องด้านบนตรวจจับตำแหน่งที่ 2

4.3 ทดลองการวัดระดับน้ำ

4.3.1 ระดับน้ำที่ตามเกณฑ์ที่กำหนด

วิธีการทดลองคือ นำขวดน้ำที่มีการบรรจุน้ำที่มีระดับตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดมาถึงตรงตำแหน่งที่ 1 กล้องด้านหน้าขวดน้ำจะทำการตรวจจับระดับน้ำ โดยถ้าหากขวดดังกล่าวมีระดับน้ำที่อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดนั้น จะทำให้ ลอจิกของตัวแปร PASS มีค่าเป็น “1” ดังรูปที่ 4.4 และโปรแกรมจะทำการบันทึกค่าไว้ว่าขณะนี้มีการตรวจจับที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกแล้วจำนวนทั้งสิ้นกี่ขวด

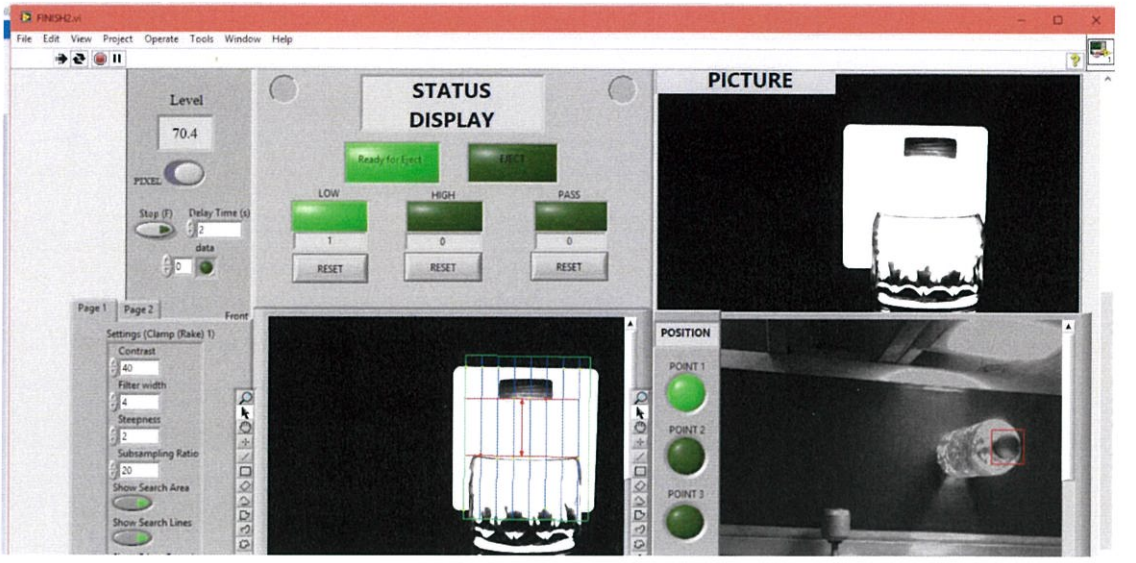


รูปที่ 4.4 แสดงการตรวจสอบที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือก

4.3.2 ระดับน้ำที่ไม่ผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนด

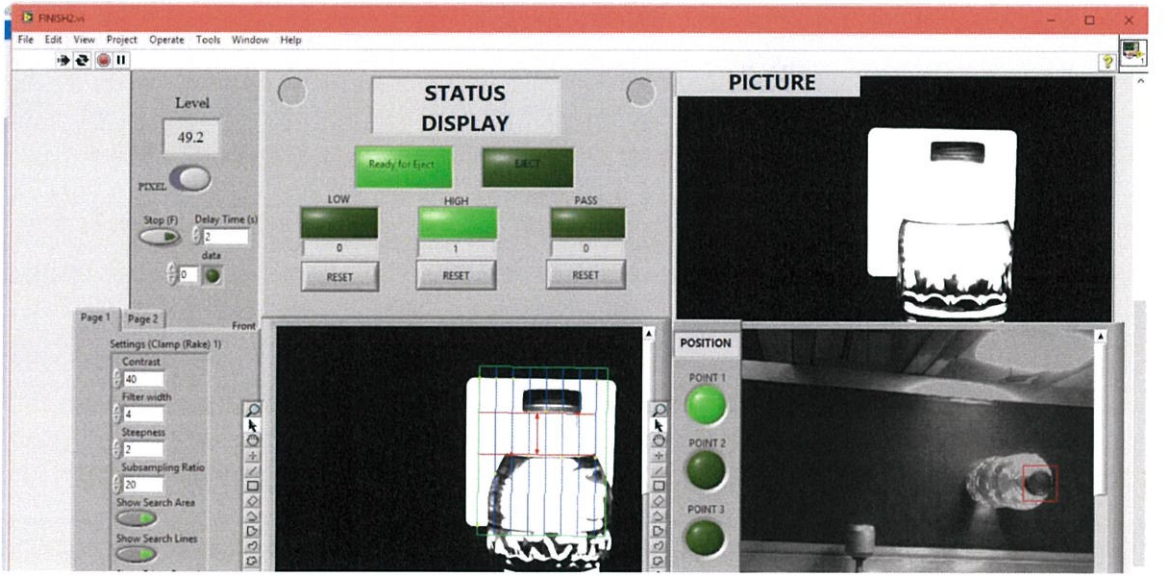
วิธีการทดลองคือทำเช่นเดียวกันกับการทดลองวัดระดับน้ำที่ตามเกณฑ์ที่กำหนด แต่จะเปลี่ยนเป็นขวดที่มีระดับน้ำที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยระดับน้ำที่ไม่ตามเกณฑ์ที่กำหนดจะทำให้ตัวแปร Ready for Eject มีค่าลอจิก มีค่าเป็น “1” มีอยู่ 2 ประเภทดังนี้

1. ระดับน้ำที่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด หากเป็นระดับน้ำที่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดจะทำให้ลอจิกของตัวแปร LOW มีค่าเป็น “1” และมีการนับจำนวนขวด โดยจะมีช่วงของ Pixels ที่ 64.01 – 174.0 Pixels และทำการบันทึกค่า ดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 แสดงการตรวจสอบที่ไม่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือก (ปริมาณน้ำต่ำกว่าเกณฑ์)

2. ระดับน้ำที่สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด หากเป็นระดับน้ำที่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดจะทำให้ลอจิกของตัวแปร HIGH มีค่าเป็น “1”และมีการนับจำนวนขวด โดยจะมีช่วงของ Pixels ที่ 0.00 – 54.99 Pixels ดังรูปที่ 4.6



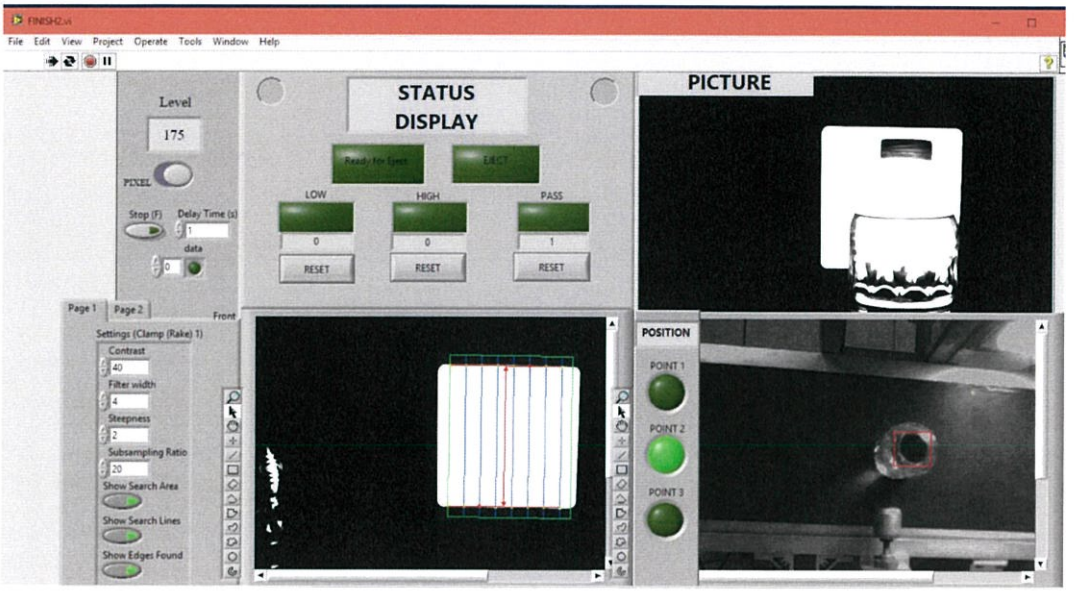
รูปที่ 4.6 แสดงการตรวจสอบที่ไม่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือก (ปริมาณน้ำสูงกว่าเกณฑ์)

4.4 ทดลองการทำงานของลูกสูบ

การทำงานของลูกสูบจะเกิดขึ้นได้โดยมีคำสั่งเอาต์พุต (Output) ที่ออกมาจากตัวโปรแกรมจากการเปรียบเทียบของสองตัวแปรคือ ตำแหน่งที่ 2 และ Ready for Eject โดยจะมี 2 กรณีดังนี้

1. กรณีที่ขวดผ่านข้อกำหนดที่ตั้งไว้

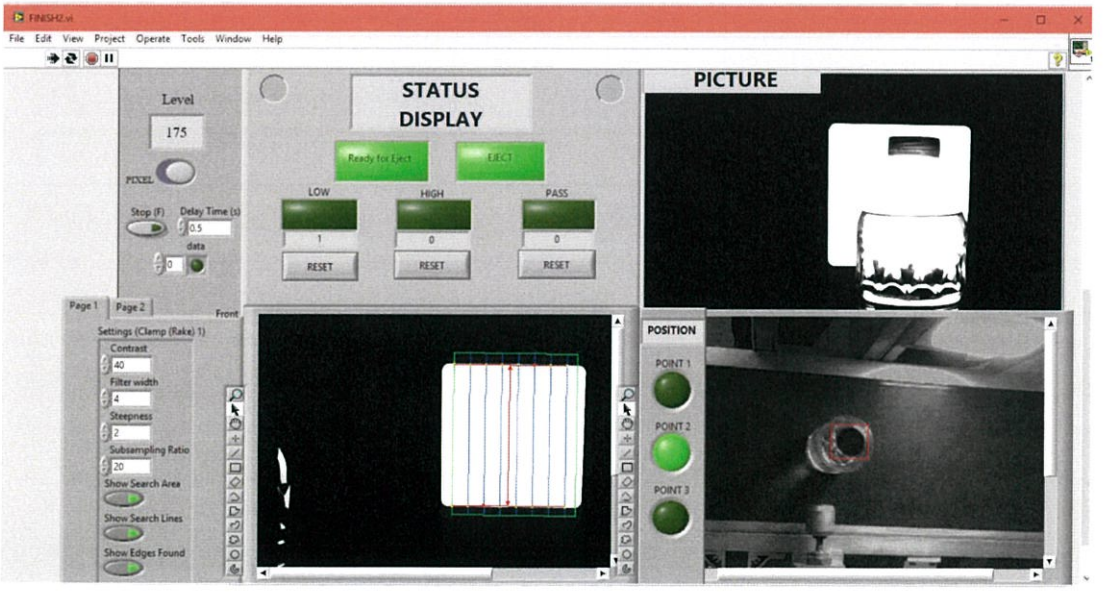
มีหลักการทำงานคือเมื่อขวดน้ำเคลื่อนที่มาถึงตำแหน่งที่ 2 ของสายพาน (ตำแหน่งคัดขวด) เมื่อระดับน้ำอยู่ในช่วงตามเกณฑ์ที่กำหนดดังรูปที่ 4.7



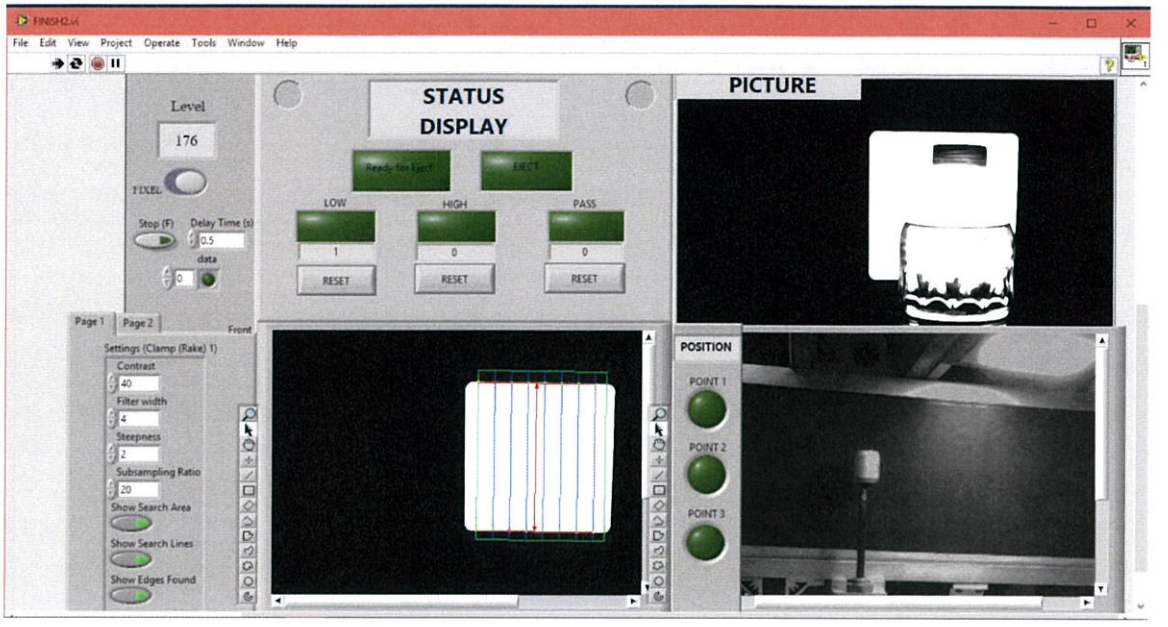
รูปที่ 4.7 แสดงการตรวจสอบที่ไม่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือก (ปริมาณน้ำสูงกว่าเกณฑ์)

2. ทำงานเมื่อต้องคัดขวดออกเมื่อระดับน้ำไม่ตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

วิธีการทดลองคือ เมื่อขวดได้เข้ามาถึงตำแหน่งที่ 2 เป็นตำแหน่งที่จะมีการคัดขวดออก หากขวดน้ำที่มาเข้าในตำแหน่งนั้นถูกตรวจจับได้ว่าเป็นขวดที่มีระดับน้ำที่ไม่ตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยการคัดขวดนั้นจะมีการรับค่ามาจากการวัดระดับน้ำในตำแหน่งที่ 1 โปรแกรมจะสั่งให้ลูกสูบทำงานเพื่อคัดขวดนั้นออกจากสายพานดังรูปที่ 4.8 และ 4.9



รูปที่ 4.8 แสดงการทำงานของลูกสูบในขั้นตอนการตรวจสอบเงื่อนไขของโปรแกรม



รูปที่ 4.9 แสดงการทำงานของลูกสูบขณะลูกสูบทำงาน

4.5 ทดลองหาความเร็วของสายพานในความถี่ของอินเวอร์เตอร์ที่ต่างกัน

วิธีการทดลองคือ ทำการตั้งค่าของตัวอินเวอร์เตอร์ (Inverter) ที่นำมาควบคุมความเร็วของมอเตอร์ขับเคลื่อนสายพานลำเลียง ซึ่งการทดลองนั้นจะมีการใช้ความเร็วของมอเตอร์โดยใช้ความถี่ในการปรับทั้งหมด 6 ความถี่ คือ 10 Hz, 20 Hz, 30 Hz, 40 Hz, 50 Hz และ 60 Hz โดยค่าเวลาที่ได้ต่อ 1 รอบ (100 เซนติเมตร) ตามลำดับตามตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงความสัมพันธ์ของความถี่ของอินเวอร์เตอร์ที่ใช้และเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของขวดในสายพานลำเลียง 1 รอบ (100 เซนติเมตร) และค่าความเร็วของสายพาน (เซนติเมตรต่อวินาที)

ความถี่ที่ใช้ (Hz)	เวลาที่ใช้ (Sec)	เซนติเมตรต่อวินาที
10	57.77	1.73
20	24.42	4.10
30	15.61	6.41
40	11.71	8.54
50	9.42	10.62
60	7.78	12.85

4.6 ทดลองการคัดแยกขวดน้ำที่ผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์

ในการทดลองวัดระดับน้ำใช้ขวดเป็นจำนวน 20 ขวดในการทดสอบ

4.6.1 ทดลองวัดระดับน้ำโดยขวดที่ทดลองคือขวดที่มีระดับน้ำเกินกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (High)

ตารางที่ 4.2 ทดสอบวัดระดับน้ำที่เกินกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (High)

ลำดับขวด	ค่าที่อ่านได้จากโปรแกรม (Pixels)
1	6.59
2	6.00
3	54.6
4	52.2
5	8.15
6	7.92
7	6.50
8	5.90
9	5.69
10	6.69
11	8.33
12	5.80
13	51.6
14	7.11
15	54.60
16	6.92
17	51.60
18	53.10
19	5.90
20	8.21

ช่วงของค่าที่กำหนดไว้ไว้ของระดับน้ำที่เกินกว่าเกณฑ์คือ 0.00-54.99 Pixels

4.6.2 ทดลองวัดระดับน้ำโดยขวดที่ทดลองคือขวดที่มีระดับน้ำตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด (Pass)

ตารางที่ 4.3 ทดสอบวัดระดับน้ำที่ตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด (Pass)

ลำดับขวด	ค่าที่อ่านได้จากโปรแกรม (Pixels)
1	56.40
2	57.60
3	58.00
4	59.10
5	56.80
6	56.40
7	59.70
8	55.90
9	52.10
10	55.5
11	52.90
12	58.70
13	56.60
14	58.30
15	57.80
16	55.20
17	57.80
18	57.80
19	56.90
20	56.50

ค่าที่กำหนดไว้ที่ตั้งไว้คือ 55 ค่า%ความผิดพลาดคือ ±5%

4.6.3 ทดลองวัดระดับน้ำโดยขวดที่ทดลองคือขวดที่มีระดับน้ำที่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (Low)

ตารางที่ 4.4 ทดสอบวัดระดับน้ำที่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (Low)

ลำดับขวด	ค่าที่อ่านได้จากโปรแกรม (Pixels)
1	61.60
2	63.30
3	70.20
4	71.20
5	73.42
6	71.58
7	73.11
8	75.82
9	65.36
10	64.40
11	67.19
12	63.66
13	62.81
14	74.47
15	65.87
16	73.21
17	90.85
18	69.91
19	60.30
20	68.82

ช่วงของค่าที่กำหนดไว้ของระดับน้ำที่เกินกว่าเกณฑ์คือ 65.01-174.00 Pixels

ตารางที่ 4.5 การทดลองเมื่อสายพานเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 1.73 เซนติเมตรต่อวินาที (10 Hz)

ตารางการทดลอง เมื่อสายพานทำการเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 1.73 เซ็นติเมตรต่อวินาที (10Hz)

ครั้งที่	ชวดแบบ	กล้องหน้า(จุดตรวจจับระดับน้ำ)				กล้องบน(จุดตรวจจับตำแหน่ง)		ลูกสูบ(จุดคัดแยกสินค้าที่เสียออก)	
		ผ่านเกณฑ์	ต่ำกว่าเกณฑ์	สูงกว่าเกณฑ์	ไม่ทำงาน	ตำแหน่งที่1	ตำแหน่งที่2	ทำงานถูกตำแหน่ง	ทำงานผิดตำแหน่ง
1	Pass	✓				✓	✓		
2	Pass	✓				✓	✓		
3	Pass	✓				✓	✓		
4	High			✓		✓	✓	✓	
5	Low		✓			✓	✓	✓	
6	Pass	✓				✓	✓		
7	Pass	✓				✓	✓		
8	Low		✓			✓	✓	✓	
9	Pass	✓				✓	✓		
10	Pass	✓				✓	✓		
11	Pass	✓				✓	✓		
12	High			✓		✓	✓	✓	
13	Pass	✓				✓	✓		
14	Pass	✓				✓	✓		
15	Pass	✓				✓	✓		
16	High			✓		✓	✓	✓	
17	Pass	✓				✓	✓		
18	Pass	✓				✓	✓		
19	Low		✓			✓	✓	✓	
20	Pass	✓				✓	✓		

อัตราการปฏิเสธผิดพลาด (False Reject Rate หรือ FRR) สามารถหาได้จากสูตร

$$\text{อัตราการปฏิเสธผิดพลาด} = \frac{\text{จำนวนขวดปฏิเสธที่ผิดพลาด}}{\text{จำนวนขวดทั้งหมด}} \text{x } 100\%$$

$$\text{อัตราการปฏิเสธผิดพลาด} = \frac{0}{20} \text{x } 100\%$$

$$\text{อัตราการปฏิเสธผิดพลาด} = 0\ \%$$

อัตราการยินยอมผิดพลาด (False Accept Rate หรือ FAR) สามารถหาได้จากสูตร

$$\text{อัตราการยินยอมผิดพลาด} = \frac{\text{จำนวนขวดยินยอมที่ผิดพลาด}}{\text{จำนวนขวดทั้งหมด}} \text{x } 100\%$$

$$\text{อัตราการยินยอมผิดพลาด} = \frac{0}{20} \text{x } 100\%$$

$$\text{อัตราการยินยอมผิดพลาด} = 0\ \%$$

ดังนั้น อัตราการปฏิเสธผิดพลาดและอัตราการยินยอมผิดพลาดของสายพานที่ทำการเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 1.73 เซนติเมตรต่อวินาที คือ 0 เปอร์เซ็นต์ และ 0 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

ตารางที่ 4.6 การทดลองเมื่อสายพานเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 4.10 เซนติเมตรต่อวินาที (20 Hz)

ตารางการทดลอง เมื่อสายพานทำการเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 4.10 เซ็นติเมตรต่อวินาที (20Hz)

ครั้งที่	ชวดแบบ	กล้องหน้า(จุดตรวจจับระดับน้ำ)				กล้องบน(จุดตรวจจับตำแหน่ง)		ลูกลูบ(จุดคัดแยกสินค้าที่เสียออก)	
		ผ่านเกณฑ์	ต่ำกว่าเกณฑ์	สูงกว่าเกณฑ์	ไม่ทำงาน	ตำแหน่งที่1	ตำแหน่งที่2	ทำงานถูกตำแหน่ง	ทำงานผิดตำแหน่ง
1	Pass	✓				✓	✓		
2	Pass	✓				✓	✓		
3	Low		✓			✓	✓	✓	
4	Pass	✓				✓	✓		
5	Pass	✓				✓	✓		
6	High			✓		✓	✓	✓	
7	Pass	✓				✓	✓		
8	Pass	✓				✓	✓		
9	Low		✓			✓	✓	✓	
10	Pass	✓				✓	✓		
11	Pass	✓				✓	✓		
12	High			✓		✓	✓	✓	
13	Pass	✓				✓	✓		
14	Pass	✓				✓	✓		
15	High			✓		✓	✓	✓	
16	Pass	✓				×	✓		
17	Pass	✓				✓	✓		
18	Low		✓			✓	✓	✓	
19	Pass	✓				✓	✓		
20	Pass	✓				✓	✓		

อัตราการปฏิเสธผิดพลาด (False Reject Rate หรือ FRR) สามารถหาได้จากสูตร

$$\text{อัตราการปฏิเสธผิดพลาด} = \frac{\text{จำนวนขวดปฏิเสธที่ผิดพลาด}}{\text{จำนวนขวดทั้งหมด}} \text{x } 100\%$$

$$\text{อัตราการปฏิเสธผิดพลาด} = \frac{0}{20} \text{x } 100\%$$

$$\text{อัตราการปฏิเสธผิดพลาด} = 0\ \%$$

อัตราการยินยอมผิดพลาด (False Accept Rate หรือ FAR) สามารถหาได้จากสูตร

$$\text{อัตราการยินยอมผิดพลาด} = \frac{\text{จำนวนขวดยินยอมที่ผิดพลาด}}{\text{จำนวนขวดทั้งหมด}} \text{x } 100\%$$

$$\text{อัตราการยินยอมผิดพลาด} = \frac{0}{20} \text{x } 100\%$$

$$\text{อัตราการยินยอมผิดพลาด} = 0\ \%$$

ดังนั้น อัตราการปฏิเสธผิดพลาดและอัตราการยินยอมผิดพลาดของสายพานที่ทำการเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 4.10 เซนติเมตรต่อวินาที คือ 0 เปอร์เซ็นต์ และ 0 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

ตารางที่ 4.7 การทดลองเมื่อสายพานเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 6.41 เซนติเมตรต่อวินาที (30 Hz)

ตารางการทดลอง เมื่อสายพานทำการเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 6.41 เซ็นติเมตรต่อวินาที (30Hz)

ครั้งที่	ขวดแบบ	กล้องหน้า(จุดตรวจจับระดับน้ำ)				กล้องบน(จุดตรวจจับตำแหน่ง)		ลูกสูบ(จุดคัดแยกสินค้าที่เสียออก)	
		ผ่านเกณฑ์	ต่ำกว่าเกณฑ์	สูงกว่าเกณฑ์	ไม่ทำงาน	ตำแหน่งที่1	ตำแหน่งที่2	ทำงานถูกตำแหน่ง	ทำงานผิดตำแหน่ง
1	Pass	✓				✓	✓		
2	Pass	✓				✓	✓		
3	Pass	✓				✓	✓		
4	Pass	✓				✓	✓		
5	High			✓		✓	✓	✓	
6	Low		✓			✓	✓	✓	
7	Pass	✓				✓	✓		
8	Pass	✓				✓	✓		
9	Pass	✓				✓	✓		
10	Pass	✓				✓	✓		
11	Low		✓			✓	✓	✓	
12	High			✓		✓	✓	✓	
13	Pass	✓				✓	✓		
14	Pass	✓				✓	✓		
15	Pass	✓				✓	✓		
16	Pass	✓				✓	✓		
17	Pass		×			✓	✓	×	
18	High			✓		✓	✓	✓	
19	Low		✓			✓	✓	✓	
20	Pass	✓				✓	✓		

อัตราการปฏิเสธผิดพลาด (False Reject Rate หรือ FRR) สามารถหาได้จากสูตร

$$\text{อัตราการปฏิเสธผิดพลาด} = \frac{\text{จำนวนขวดปฏิเสธที่ผิดพลาด}}{\text{จำนวนขวดทั้งหมด}} \text{x } 100\%$$

$$\text{อัตราการปฏิเสธผิดพลาด} = \frac{1}{20} \text{x } 100\%$$

$$\text{อัตราการปฏิเสธผิดพลาด} = 5\ \%$$

อัตราการยินยอมผิดพลาด (False Accept Rate หรือ FAR) สามารถหาได้จากสูตร

$$\text{อัตราการยินยอมผิดพลาด} = \frac{\text{จำนวนขวดยินยอมที่ผิดพลาด}}{\text{จำนวนขวดทั้งหมด}} \text{x } 100\%$$

$$\text{อัตราการยินยอมผิดพลาด} = \frac{0}{20} \text{x } 100\%$$

$$\text{อัตราการยินยอมผิดพลาด} = 0\ \%$$

ดังนั้น อัตราการปฏิเสธผิดพลาดและอัตราการยินยอมผิดพลาดของสายพานที่ทำการเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 6.41 เซนติเมตรต่อวินาที คือ 5 เปอร์เซ็นต์ และ 0 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

ตารางที่ 4.8 การทดลองเมื่อสายพานเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 8.54 เซนติเมตรต่อวินาที (40 Hz)

ตารางการทดลอง เมื่อสายพานทำการเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 8.54 เซ็นติเมตรต่อวินาที (40Hz)

ครั้งที่	ขวดแบบ	กล้องหน้า(จุดตรวจจับระดับน้ำ)				กล้องบน(จุดตรวจจับตำแหน่ง)		ลูกสูบ(จุดคัดแยกสินค้าที่เสียออก)	
		ผ่านเกณฑ์	ต่ำกว่าเกณฑ์	สูงกว่าเกณฑ์	ไม่ทำงาน	ตำแหน่งที่1	ตำแหน่งที่2	ทำงานถูกตำแหน่ง	ทำงานผิดตำแหน่ง
1	Pass	✓				✓	✓		
2	Pass	✓				✓	✓		
3	Pass	✓				✓	✓		
4	Pass	✓				✓	✓		
5	High			✓		✓	✓	✓	
6	Low		✓			✓	✓	✓	
7	Pass	✓				✓	✓		
8	Pass	✓				✓	✓		
9	Low		✓			✓	✓	✓	
10	Pass	✓				✓	✓		
11	Pass	✓				✓	✓		
12	Pass	✓				✓	✓		
13	High	✓				✓	✓	✓	
14	Pass	✓				✓	✓		
15	Pass	✓				✓	✓		
16	High			✓		✓	✓	✓	
17	Pass		×			✓	✓	×	
18	Pass	✓				✓	✓		
19	Low		✓			✓	✓	✓	
20	Pass	✓				✓	✓		

อัตราการปฏิเสธผิดพลาด (False Reject Rate หรือ FRR) สามารถหาได้จากสูตร

$$\text{อัตราการปฏิเสธผิดพลาด} = \frac{\text{จำนวนขวดปฏิเสธที่ผิดพลาด}}{\text{จำนวนขวดทั้งหมด}} \text{x } 100\%$$

$$\text{อัตราการปฏิเสธผิดพลาด} = \frac{1}{20} \text{x } 100\%$$

$$\text{อัตราการปฏิเสธผิดพลาด} = 5\ \%$$

อัตราการยินยอมผิดพลาด (False Accept Rate หรือ FAR) สามารถหาได้จากสูตร

$$\text{อัตราการยินยอมผิดพลาด} = \frac{\text{จำนวนขวดยินยอมที่ผิดพลาด}}{\text{จำนวนขวดทั้งหมด}} \text{x } 100\%$$

$$\text{อัตราการยินยอมผิดพลาด} = \frac{0}{20} \text{x } 100\%$$

$$\text{อัตราการยินยอมผิดพลาด} = 0\ \%$$

ดังนั้น อัตราการปฏิเสธผิดพลาดและอัตราการยินยอมผิดพลาดของสายพานที่ทำการเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 8.54 เซนติเมตรต่อวินาที คือ 5 เปอร์เซ็นต์ และ 0 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

ตารางที่ 4.9 การทดลองเมื่อสายพานเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 10.62 เซนติเมตรต่อวินาที (50 Hz)

ตารางการทดลอง เมื่อสายพานทำการเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 10.62 เซ็นติเมตรต่อวินาที (50Hz)

ครั้งที่	ชวดแบบ	กล้องหน้า(จุดตรวจจับระดับน้ำ)				กล้องบน(จุดตรวจจับตำแหน่ง)		ลูกสูบ(จุดคัดแยกสินค้าที่เสียออก)	
		ผ่านเกณฑ์	ต่ำกว่าเกณฑ์	สูงกว่าเกณฑ์	ไม่ทำงาน	ตำแหน่งที่1	ตำแหน่งที่2	ทำงานถูกตำแหน่ง	ทำงานผิดตำแหน่ง
1	Pass	✓				✓	✓		
2	Pass	✓				✓	✓		
3	Pass	✓				✓	✓		
4	Low		✓			✓	✓	✓	
5	Pass	✓				✓	✓		
6	Pass	✓				✓	✓		
7	Pass	✓				✓	✓		
8	High			✓		✓	✓	✓	
9	Pass	✓				✓	✓		
10	Pass	✓				✓	✓		
11	High			✓		✓	✓	✓	
12	Pass	✓				✓	✓		
13	Pass	✓				✓	✓		
14	Pass		x			✓	✓	x	
15	Pass	✓				✓	✓		
16	Low		✓			✓	✓	✓	
17	High			✓		✓	✓	✓	
18	Pass	✓				✓	✓		
19	Low		✓			✓	✓	✓	
20	Pass	✓				✓	✓		

อัตราการปฏิเสธผิดพลาด (False Reject Rate หรือ FRR) สามารถหาได้จากสูตร

$$\text{อัตราการปฏิเสธผิดพลาด} = \frac{\text{จำนวนขวดปฏิเสธที่ผิดพลาด}}{\text{จำนวนขวดทั้งหมด}} \text{x } 100\%$$

$$\text{อัตราการปฏิเสธผิดพลาด} = \frac{1}{20} \text{x } 100\%$$

$$\text{อัตราการปฏิเสธผิดพลาด} = 5\ \%$$

อัตราการยินยอมผิดพลาด (False Accept Rate หรือ FAR) สามารถหาได้จากสูตร

$$\text{อัตราการยินยอมผิดพลาด} = \frac{\text{จำนวนขวดยินยอมที่ผิดพลาด}}{\text{จำนวนขวดทั้งหมด}} \text{x } 100\%$$

$$\text{อัตราการยินยอมผิดพลาด} = \frac{0}{20} \text{x } 100\%$$

$$\text{อัตราการยินยอมผิดพลาด} = 0\ \%$$

ดังนั้น อัตราการปฏิเสธผิดพลาดและอัตราการยินยอมผิดพลาดของสายพานที่ทำการเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 10.62 เซนติเมตรต่อวินาที คือ 5 เปอร์เซ็นต์ และ 0 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

ตารางที่ 4.10 การทดลองเมื่อสายพานเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 12.85 เซนติเมตรต่อวินาที (60 Hz)

ตารางการทดลอง เมื่อสายพานทำการเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 12.85 เซ็นติเมตรต่อวินาที (60Hz)

ครั้งที่	ชวดแบบ	กล้องหน้า(จุดตรวจจับระดับน้ำ)				กล้องบน(จุดตรวจจับตำแหน่ง)		ลูกสูบ(จุดคัดแยกสินค้าที่เสียออก)	
		ผ่านเกณฑ์	ต่ำกว่าเกณฑ์	สูงกว่าเกณฑ์	ไม่ทำงาน	ตำแหน่งที่1	ตำแหน่งที่2	ทำงานถูกตำแหน่ง	ทำงานผิดตำแหน่ง
1	Pass	✓				✓	✓		
2	High			✓		✓	✓	✓	
3	Pass	✓				✓	✓		
4	Pass	✓				✓	✓		
5	Low	×				✓	✓		
6	Pass	✓				✓	✓		
7	Low		✓			✓	✓	✓	
8	Pass	✓				✓	✓		
9	Pass	✓				✓	✓		
10	Low		✓			✓	✓	✓	
11	Pass	✓				✓	✓		
12	Pass	✓				✓	✓		
13	High	✓				✓	✓		
14	Pass	✓				✓	✓		
15	Pass	✓				✓	✓		
16	High			✓		✓	✓	✓	
17	Pass	✓				✓	✓		
18	Pass	✓				✓	✓		
19	Pass	✓				✓	✓		
20	Pass				×	×	✓		

อัตราการปฏิเสธผิดพลาด (False Reject Rate หรือ FRR) สามารถหาได้จากสูตร

$$\text{อัตราการปฏิเสธผิดพลาด} = \frac{\text{จำนวนขวดปฏิเสธที่ผิดพลาด}}{\text{จำนวนขวดทั้งหมด}} \text{x } 100\%$$

$$\text{อัตราการปฏิเสธผิดพลาด} = \frac{1}{20} \text{x } 100\%$$

$$\text{อัตราการปฏิเสธผิดพลาด} = 5\ \%$$

อัตราการยินยอมผิดพลาด (False Accept Rate หรือ FAR) สามารถหาได้จากสูตร

$$\text{อัตราการยินยอมผิดพลาด} = \frac{\text{จำนวนขวดยินยอมที่ผิดพลาด}}{\text{จำนวนขวดทั้งหมด}} \text{x } 100\%$$

$$\text{อัตราการยินยอมผิดพลาด} = \frac{1}{20} \text{x } 100\%$$

$$\text{อัตราการยินยอมผิดพลาด} = 5\ \%$$

ดังนั้น อัตราการปฏิเสธผิดพลาดและอัตราการยินยอมผิดพลาดของสายพานที่ทำการเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 12.85 เซนติเมตรต่อวินาที คือ 5 เปอร์เซ็นต์ และ 5 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุป

จากการดำเนินงานในเรื่องการตรวจสอบระดับของเหลวในขวดโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพโดยใช้โปรแกรม LabVIEW นั้นสามารถสรุปได้ว่าสายพานลำเลียงที่ผ่านการติดตั้งส่วนของลูกสูบและกล้องที่ทำหน้าที่เป็นอินพุตและเอาต์พุตสามารถทำงานสัมพันธ์กับโปรแกรมที่ทางผู้จัดทำออกแบบได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ โดยสามารถตรวจวัดระดับน้ำที่อยู่ภายในขวดและสามารถคัดแยกขวดที่มีระดับไม่ตรงตามที่กำหนดออกจากสายพานลำเลียงได้อย่างถูกต้องและสามารถแบ่งแยกออกเป็นระดับน้ำที่สูงกว่าเกณฑ์และต่ำกว่าเกณฑ์ได้ แต่ทางผู้จัดทำพบว่าแสงที่มาจากสภาพแวดล้อมภายนอกนั้นอาจจะส่งผลกระทบให้กล้องมีการทำงานที่ผิดเพี้ยนไปส่งผลให้ค่าที่วิเคราะห์ได้เกิดความคลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริง

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

5.2.1 เนื่องจากโปรแกรม LabVIEW ไม่สามารถทำงานร่วมกับคอมพิวเตอร์บางรุ่นได้ทำให้เกิดปัญหาในการใช้งานโปรแกรมที่ไม่มีเสถียรภาพและเกิดข้อผิดพลาดระหว่างการทำงาน

5.2.2 การกำจัดแสงที่มาจากสภาพแวดล้อมภายนอกทำให้การประมวลผลและการวิเคราะห์เกิดความผิดพลาดจากความเป็นจริงและการใช้งานของฟังก์ชันในการปรับแต่งแสงและสีของโปรแกรมมีความละเอียดอ่อนมากทำให้การตั้งค่ามีความผิดพลาดไปจากความจริง

5.2.3 เนื่องจากโมดูล Vision & Motion โปรแกรม LabVIEW ไม่มีการสอนอยู่ในหลักสูตรจึงจำเป็นต้องศึกษาหาข้อมูลทางอินเตอร์เน็ตและหนังสือคู่มือการใช้งานของโปรแกรมเป็นระยะเวลานาน

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ปรับปรุงกล้องเว็บแคมที่ใช้ให้มีการแสดงผลภาพที่เสถียรและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

5.3.2 มีอุปกรณ์เสริมที่ใช้ในการปล่อยขวดเข้าสู่สายพานลำเลียงที่มีเสถียรภาพมากกว่ามือมนุษย์

5.3.3 ควรมีการประยุกต์ใช้ปริญญานิพนธ์นี้ทางภาคอุตสาหกรรมให้เกิดประโยชน์สูงสุด

เอกสารอ้างอิง

[1] บริษัท อินเตอร์ พรีไซซ์ จำกัด.2556.**เครื่องชั่งแบบสายพานลำเลียง (Belt Scale Conveyor)** [Online].Available: http://www.weigh-industrial.com/index.php?route=product/product&product_id=83

[2] บริษัท Keyence.2561.**ตัวอย่างการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ** [Online].Available: https://www.keyence.co.th/products/sensor/

[3] ผศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์.2555.**Ultrasonic sensor.** [Online].Available: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/4348/ultrasonic-sensor

[4] นายธีรพงษ์ แสงสิทธิ์. 2553. **แสงและการมองเห็น.** [Online].Available: http://www.nakhamwit.ac.th/pingpong_web/Light.htm

[5] บริษัท พีเอสพี. เทค จำกัด. 2557.**มอเตอร์ไฟฟ้าคือ?.** [Online].Available: http://www.psptech.co.th/มอเตอร์motorคืออะไร-19171.page

[6] นายภาณุพงศ์ คงประเสริฐ. 2556. **การออกแบบและสร้างเครื่องมือวัดไฟฟ้าโดยใช้โปรแกรม LabVIEW.** Online].Available: http://www.research-system.siam.edu/co-operative/276-2013-12-20-05-58-60

[7] เทคโนโลยีสมัยใหม่.2557.**การประมวลผลภาพ (Image Processing).** [Online].Available: https://silllovely.wordpress.com/2013/06/11

[8] Christopher G. Relf.254 7 .**Image Acquisition and Processing with LabVIEW.** Online].Available: http://physweb.bgu.ac.il/~bogomole/Books/Labview/Image%20Acquisition%20and%20Processing%20with%20LabVIEW~tqw~_darksiderg/Image%20Acquisition%20and%20Processing%20with%20LabVIEW~tqw~_darksiderg.pdf