เครื่องตรวจสอบและคัดแยกคุณภาพของผิวไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด โดยการวิเคราะห์จากภาพ

QUALITY DETECTION OF PARTICLE BOARDS BY VISUAL ANALYSIS

ปิยวิศว์ ศรีสิม
ปริเมธ ทองภาษี
รัฐพล ไกรตะโม่
ศิริวิมล รัตนะชัยมงคล

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมระบบควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

เครื่องตรวจสอบและคัดแยกคุณภาพของผิวไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด โดยการวิเคราะห์จากภาพ

QUALITY DETECTION OF PARTICLE BOARDS BY VISUAL ANALYSIS

ปิยวิศว์ ศรีสิม

ปริเมธ ทองภาษี

รัฐพล ไกรตะโม่

ศิริวิมล รัตนะชัยมงคล

b00264508

TB00025

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมระบบควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

QUALITY DETECTION OF PARTICLE BOARDS

BY VISUAL ANALYSIS

PIYAWIT SRISIM

PARIMET THONGPASE

RATTAPHON KRITAMO

SIRIWIMOL RATTANACHAIMONGKOL

THIS THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN CONTROL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2017

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2560

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องตรวจสอบและคัดแยกคุณภาพของผิวไม้ปาร์ติเกิลบอร์ดโดยการวิเคราะห์จากภาพ
QUALITY DETECTION OF PARTICLE BOARDS BY VISUAL ANALYSIS

ผู้จัดทำ

นายปิยวิศว์	ศรีสิม	57010752
นายปริเมธ	ทองภาษี	57010781
นายรัฐพล	ไกรตะโม่	57011061
นางสาวศิริวิมล	รัตนะชัยมงคล	57011244

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร.พิชชา ประสิทธิ์มีบุญ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร.ถาวร เบญจนราสุทธิ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องตรวจสอบและคัดแยกคุณภาพของผิวไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด โดยการวิเคราะห์จากภาพ

โดย

นายปิยวิศว์	ศรีสิม	57010752
นายปริเมธ	ทองภาษี	57010781
นายรัฐพล	ไกรตะโม่	57011061
นางสาวศิริวิมล	รัตนะชัยมงคล	57011244

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร.พิชชา ประสิทธิ์มีบุญ

รองศาสตราจารย์ ดร.ถาวร เบญจนราสุทธิ์

ปีการศึกษา 2560

บทคัดย่อ

อุตสาหกรรมไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด จัดเป็นอุตสาหกรรมไม้แปรรูปเพื่อการส่งออกที่สำคัญอย่างหนึ่งของประเทศไทย ผู้ผลิตจำเป็นต้องมีกระบวนการควบคุมคุณภาพอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้มั่นใจว่าผลิตภัณฑ์มีคุณภาพตรงตามมาตรฐาน ปัจจุบันระบบการตรวจจับข้อบกพร่องบนผิวไม้ปาร์ติเกิลบอร์ดที่มีประสิทธิภาพนั้นมีราคาสูง ส่งผลให้ผู้ผลิตส่วนใหญ่ในประเทศไทยใช้แรงงานมนุษย์ในกระบวนการคัดกรองคุณภาพไม้แทน ซึ่งการคัดกรองด้วยสายตามีโอกาสเกิดความผิดพลาดจากความเหนื่อยล้าจากการทำงานต่อเนื่องเป็นระยะเวลานานได้ ปริญญานิพนธ์นี้ถูกจัดทำขึ้น โดยมีจุดประสงค์เพื่อการออกแบบและการสร้างต้นแบบเครื่องตรวจสอบและคัดแยกคุณภาพของไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด ซึ่งมีส่วนประกอบหลักสองส่วนคือ ระบบการประมวลผลภาพและสายพานลำเลียง เทคนิคการประมวลผลที่ใช้ในการตรวจสอบคือ วิธีการกรองและเทคนิคการทำเทรชโฮล ผลการทดลองพบว่าระบบการประมวลผลภาพสามารถตรวจจับไม้ปาร์ติเกิลที่ไม่มีคุณภาพได้ และผลประโยชน์จากการศึกษานี้สามารถนำไปสู่การพัฒนาและสร้างระบบคัดกรองคุณภาพไม้ที่มีประสิทธิภาพสามารถใช้งานได้จริง รวมทั้งยังมีราคาถูกกว่าเครื่องตรวจสอบที่มีอยู่ในปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

QUALITY DETECTION OF PARTICLE BOARDS BY VISUAL ANALYSIS

By

Mr. Piyawit	Srisim	57010752
Mr. Parimet	Thongpase	57010781
Mr. Rattaphon	Kritamo	57011061
Ms. Siriwimol	Rattanachaimongkol	57011244

Advisors

Dr. Pitcha Prasitmeeboon

Assoc.Prof.Dr. Tawon Benjanarasuth

Academic Year 2017

ABSTRACT

Particle boards are one of the products of Thailand's export industries. Manufacturers need to have effective quality control processes to ensure that the products meet high quality standards. Nowadays the automatic visual inspection systems are still expensive for most particle boards' manufacturers in Thailand. They instead use human inspection. This project develops the prototype of an automatic visual inspection system for defect detection of the particle boards by using visual analysis. The system consists of visual analysis and conveyor. The image processing techniques employed in this work are filtering and thresholding. The results from the experiments show that the system can detect the boards with varied types of defects effectively. This study will provide manufacturers practical resources for developing automatic visual inspection systems for defect detection of particle boards at affordable price.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การที่ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีนั้น ทางคณะผู้จัดทำขอกราบขอบคุณ ดร.พิชชา ประสิทธิ์มีบุญ และรองศาสตราจารย์ดร.ถาวร เบญจนราสุทธิ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา รวมถึงอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุมทุก ๆ ท่านที่ถ่ายทอดความรู้ทั้งในภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติ การให้แนวความคิดในการทำงาน พร้อมทั้งข้อแนะนำในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ตลอดจนการให้คำแนะนำในการแก้ไขปัญหา และการช่วยเหลือในด้านอื่น ๆ อันเป็นประโยชน์ในการจัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ขึ้นมา

ขอขอบพระคุณกลุ่มบริษัท เมโทร พลายกรุ๊ป จำกัด และเจ้าหน้าที่ของบริษัทที่ให้กลุ่มตัวอย่างไม้เพื่อใช้ในการศึกษา รวมไปถึงความรู้ทางด้านกระบวนการผลิตและคัดแยกคุณภาพไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด

อีกทั้งคณะผู้จัดทำ ขอขอบคุณเพื่อน ๆ ทุกคนและผู้ที่เกี่ยวข้องในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ไม่ว่าจะเป็นทั้งที่ปรึกษา และช่วยเหลือรวมถึงเป็นกำลังใจให้แก่กลุ่มของผู้จัดทำ จนทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ทางคณะผู้จัดทำ ขอกราบขอบพระคุณครอบครัวที่คอยให้การสนับสนุน และเป็นกำลังใจในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จได้ด้วยดี

ผู้จัดทำ
นายปิยวิศว์ ศรีสิม
นายปริเมธ ทองภาษี
นายรัฐพล ไกรตะโม่
นางสาวศิริวิมล รัตนะชัยมงคล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VII
สารบัญตาราง	IX
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
1.4.1 ศึกษาข้อมูล	2
1.4.2 การออกแบบ	2
1.4.3 การสร้างอุปกรณ์	2
1.4.4 การสร้างระบบการทำงาน	2
1.4.5 การทดลอง	2
1.4.6 การปรับปรุงแก้ไข	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.6 รายละเอียดปริญญานิพนธ์	3
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด	4
2.1.1 กระบวนการผลิตไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด	5
2.1.2 เกณฑ์การตรวจสอบคุณภาพของเนื้อไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด	6
2.2 เทคโนโลยีการประมวลผลภาพ	7
2.2.1 ความหมายของภาพและพิกเซล	8
2.2.2 ระบบสีของภาพดิจิทัล	8
2.2.3 ลักษณะการจัดเก็บข้อมูลภาพแบบดิจิทัล	9
2.2.4 การประมวลผลภาพเชิงตัวเลข	9
2.2.5 การแปลงค่าพิกัดเป็นเลขจำนวนเต็มและภาพข้อมูลแบบดิจิทัล	12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.3 การสร้างภาพไบนารีและเทคนิคการทำเทรชโฮล	14
2.3.1 การสร้างภาพไบนารี	14
2.3.2 เทคนิคการทำเทรชโฮล	15
2.4 การกรองข้อมูลภาพเชิงพื้นที่โดยวิธีคอนโวลูชัน	15
2.5 LabVIEW	17
2.5.1 ส่วนประกอบที่สำคัญของ LabVIEW	18
2.5.2 ประเภทข้อมูลของโปรแกรม LabVIEW	21
2.6 DAQ board	24
2.7 ระบบสายพานลำเลียง	25
2.8 มอเตอร์ไฟฟ้า	27
2.8.1 โครงสร้างมอเตอร์	27
2.8.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	28
บทที่ 3 วิธีดำเนินงาน	30
3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน	30
3.2 ภาพรวมของระบบ	30
3.2.1 ฮาร์ดแวร์	31
3.2.2 ซอฟต์แวร์	31
3.3 การออกแบบฮาร์ดแวร์	34
3.3.1 วัสดุและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง	34
3.3.2 กล่องคุมแสงและสายพานลำเลียง	38
3.4 การออกแบบซอฟต์แวร์	39
3.4.1 โปรแกรมในส่วนที่ใช้ในการเก็บข้อมูลภาพ	39
3.4.2 โปรแกรมที่ใช้ในการตรวจสอบตำหนิของไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด	40
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน	47
4.1 ผลการออกแบบ	47
4.2 ผลการทดสอบการทำงาน	48
4.2.1 ผลการทดสอบโปรแกรมการตรวจสอบคุณภาพไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

4.2.2 การวิเคราะห์ผลการทดสอบโปรแกรมตรวจสอบคุณภาพไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด 51

4.2.3 การสรุปผลการวิเคราะห์โปรแกรมตรวจสอบคุณภาพไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด 53

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ 55

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน 55

5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงาน 56

5.3 แนวทางในการแก้ไขปัญหา 56

5.4 แนวทางในการพัฒนา 56

เอกสารอ้างอิง 57

ภาคผนวก 59

ภาคผนวก ก Datasheet NI USB-6008 DAQ 60

ภาคผนวก ข การออกแบบโครงสร้างด้วยโปรแกรม AutoCAD 62

ภาคผนวก ค โปสเตอร์สำหรับงาน KMITL project day 2018 64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด	5
2.2 กระบวนการผลิตไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด	5
2.3 ไม้ดี	6
2.4 ไม้ค้างเครื่อง	6
2.5 ไม้มีรอยด่างเป็นจุดกาว	7
2.6 ไม้แตกหรือไม้สไลด์	7
2.7 ไม้เนื้อหยาบ	7
2.8 ตัวอย่างข้อมูลภาพ	10
2.9 ข้อมูลภาพในระดับเทา	11
2.10 ตำแหน่งในแถวลำดับภาพ	11
2.11 กราฟฮิสโตแกรม	12
2.12 การสุ่มสัญญาณและการจัดระดับสัญญาณ	13
2.13 ตัวอย่างผลลัพธ์ของการสุ่มสัญญาณและการจัดระดับสัญญาณ	13
2.14 ภาพดิจิทัลในรูปแบบของพิกเซล	14
2.15 การเคลื่อนที่ของหน้าต่างเคลื่อนที่	16
2.16 เทคนิคการกรองภาพ	17
2.17 หน้าจอแสดงผล	19
2.18 ตัวอย่างบล็อกไดอะแกรม	19
2.19 ฟังก์ชันของไอคอนและคอนเนคเตอร์	20
2.20 ข้อมูลประเภทตัวเลข Numeric	21
2.21 ข้อมูลประเภท Boolean	22
2.22 ข้อมูลประเภท String	22
2.23 ข้อมูลประเภท Enum	23
2.24 ข้อมูลประเภท Dynamic	23
2.25 ข้อมูลประเภท Time stamp	23
2.26 National instruments DAQ USB-6008	24
2.27 พอร์ตของ DAQ board	24
2.28 พอร์ตการเชื่อมต่อของแอนะล็อกแบบอินพุตและเอาต์พุต	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.29 พอร์ตการเชื่อมต่อของดิจิทัลแบบอินพุตและเอาต์พุต	25
2.30 ตัวอย่างการออกแบบสายพานลำเลียง	26
2.31 โครงสร้างมอเตอร์	28
2.32 กฎมือซ้ายของเฟลมมิ่ง	29
2.33 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	29
3.1 ภาพรวมของระบบคัดแยกคุณภาพไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด	31
3.2 แผนผังการออกแบบเงื่อนไขการทำงานของซอฟต์แวร์	33
3.3 กล้องเว็บแคม	34
3.4 มอเตอร์เกียร์ไฟฟ้ากระแสตรง	35
3.5 Data acquisition	35
3.6 อินฟราเรดพร็อกซิมิตี้เซนเซอร์	36
3.7 สวิทชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย	37
3.8 โมดูลเรกูเลตสำหรับแปลงไฟลง	37
3.9 โมดูลรีเลย์ 2 ช่อง	38
3.10 เบรกเกอร์	38
3.11 การออกแบบโครงสร้างกล่องคุมแสง	39
3.12 โปรแกรมในส่วนที่ใช้ในการเก็บข้อมูลภาพ	40
3.13 โปรแกรมที่ใช้ในการตรวจจับตำหนิของเนื้อไม้	41
3.14 โปรแกรมที่ใช้ในการตรวจจับตำหนิของเนื้อไม้รอยสีดำ	42
3.15 โปรแกรมที่ใช้ในการตรวจจับตำหนิของเนื้อไม้รอยสีขาว	43
3.16 ส่วนที่ใช้ประมวลผลภาพและตรวจจับรอยสีขาว	46
4.1 เครื่องตรวจสอบคุณภาพไม้ปาร์ติเกิลบอร์ดและสายพานลำเลียง	47
4.2 หน้าจอแสดงผลของโปรแกรมการตรวจสอบคุณภาพของไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด	48
4.3 ผลการทดสอบไม้ดี	49
4.4 ผลการทดสอบไม้มีรอยด่างเป็นจุดกาว	50
4.5 ผลการทดสอบไม้ค้างเครื่อง	50
4.6 ผลการทดสอบไม้แตก	51
4.7 ผลการทดสอบไม้เนื้อหยาบ	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 การเปรียบเทียบศัพท์ที่ใช้ใน LabVIEW 21

4.1 ผลการทดสอบการประมวลผลภาพประเภทไม้ดีด้วยความเร็วสูงสุด 52

4.2 ผลการทดสอบประมวลผลภาพประเภทไม้ดีด้วยความเร็วชะลอ 52

4.3 ผลการทดสอบประมวลผลภาพประเภทไม้เสียด้วยความเร็วสูงสุด 53

4.4 ผลการทดสอบประมวลผลภาพประเภทไม้เสียด้วยความเร็วชะลอ 53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์

ไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด (Particleboard) เป็นไม้แปรรูปชนิดหนึ่งที่นิยมนำไปใช้ทำเฟอร์นิเจอร์ ซึ่งเป็นอุตสาหกรรมไม้แปรรูปที่สำคัญของประเทศ โดยส่วนใหญ่จะส่งออกไปยังประเทศจีนและเวียดนาม ในปัจจุบันอุตสาหกรรมของไม้ปาร์ติเกิลบอร์ดมีมูลค่าการส่งออกที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เห็นได้จากตัวเลขการส่งออกในปี 2559 ที่มีมูลค่าสูงถึง 11,414.04 ล้านบาท (ที่มา : กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์) [1] ดังนั้นในกระบวนการผลิตจึงต้องมีการเตรียมพร้อม เพื่อรับมือกับอัตราการขยายตัวของอุตสาหกรรมให้เพียงพอต่อความต้องการของตลาดโลก

กระบวนการผลิตไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด เป็นกระบวนการผลิตแบบระบบอัตโนมัติ มีหลักการผลิตอย่างง่ายคือ การนำเศษชิ้นไม้เล็ก ๆ นำมาบดอัดด้วยกาวโดยใช้ความดัน จากนั้นนำไปขัดผิวและตัดขนาดตามที่ต้องการ เมื่อสิ้นสุดกระบวนการดังกล่าว จะเข้าสู่ขั้นตอนการคัดแยกคุณภาพของเนื้อไม้ ซึ่งในขั้นตอนนี้จะใช้มนุษย์ในการตรวจสอบคุณภาพของไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด โดยหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการคัดแยกไม้ที่มีความบกพร่องนั้น สามารถแบ่งได้เป็นกรณีต่าง ๆ อาทิเช่น ไม้บวม, ไม้มีตำหนิเป็นรอยด่าง เป็นจุดดำ เป็นต้น ซึ่งการใช้สายตาจากมนุษย์ในการคัดแยก จะต้องใช้บุคลากรที่มีความชำนาญและประสบการณ์เพื่อให้ได้ไม้ที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ปัญหาที่พบได้ในกระบวนการผลิตไม้ปาร์ติเกิลบอร์ดคือ ในกระบวนการผลิตนั้นต้องมีการผลิตอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา การคัดแยกอาจจะทำได้ค่อนข้างล่าช้าเมื่อเทียบกับปริมาณการผลิต อีกทั้งการทำงานต่อเนื่องเป็นเวลานานอาจจะทำให้บุคลากรมีความเหนื่อยล้า ส่งผลให้เกิดความผิดพลาดในระหว่างการคัดแยกได้ จึงได้นำปัญหาดังกล่าวมาเป็นแนวทางในการศึกษาเพื่อการแก้ปัญหา โดยพิจารณาเลือกใช้เทคโนโลยีการประมวลผลภาพ (Image processing) มาใช้ในการคัดแยกไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด กล่าวคือ เป็นกระบวนการนำภาพมาประมวลผลโดยใช้โปรแกรม LabVIEW รวมถึงการติดต่อสื่อสารกับเครื่องมือต่าง ๆ ผ่านทางบอร์ด (Data acquisition) เพื่อควบการทำงานของระบบให้บรรลุถึงวัตถุประสงค์ของการทำงาน ซึ่งจะทำให้สามารถลดปัญหาของการคัดแยกไม้ปาร์ติเกิลบอร์ดด้วยสายตามนุษย์ อันเป็นการประหยัดทั้งเวลาและจำนวนแรงงานที่ใช้ในการผลิต ทั้งนี้ก็เพื่อความสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น และเป็นการนำความรู้มาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ได้จริงในอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้คือ เพื่อการสร้างต้นแบบโปรแกรมตรวจสอบคุณภาพไม้ปาร์ติเกิลบอร์ดที่มีข้อผิดพลาด เช่น ไม้ค้างเครื่อง ไม้มีรอยด่างเป็นจุดกาว เป็นต้น โดยใช้การประมวลผลภาพและการจำลองระบบสายพานลำเลียงแผ่นไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1. สร้างชุดลำเลียงแผ่นไม้ปาร์ติเกิลบอร์ดที่มีความยาวของสายพานที่ใช้ลำเลียงยาว 1 เมตร
2. ออกแบบการให้แสงที่เหมาะกับการประมวลผลภาพ
3. ศึกษาเทคนิคการประมวลผลภาพโดยใช้โปรแกรม LabVIEW ในการตรวจสอบและคัดแยกคุณภาพไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.4.1 ศึกษาข้อมูล

1. ศึกษาการเขียนโปรแกรม LabVIEW และฟังก์ชันที่ใช้ในการทำงาน
2. ศึกษาหลักการเกี่ยวกับเทคโนโลยีการประมวลผลภาพ
3. ศึกษาหลักการออกแบบระบบสายพานลำเลียง

1.4.2 การออกแบบ

1. ออกแบบกล่องควบคุมแสง
2. ออกแบบระบบสายพานลำเลียงที่มีความเร็วที่เหมาะสม
3. ออกแบบระบบตรวจสอบคุณภาพไม้และฟังก์ชันต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในการคัดแยกคุณภาพของไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด

1.4.3 การสร้างอุปกรณ์

สร้างเครื่องคัดแยกคุณภาพของไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด ให้มีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์เพื่อใช้การศึกษาทดลองการทำงานของระบบ

1.4.4 การสร้างระบบการทำงาน

ใช้โปรแกรม LabVIEW โมดูล NI Vision 2010 สร้างฟังก์ชันการทำงานของระบบขึ้นมา เพื่อใช้รับส่งข้อมูลกับเครื่องคัดแยกคุณภาพของไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด

1.4.5 การทดลอง

ทดลองใช้เครื่องคัดแยกคุณภาพของไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด ถ่ายภาพไม้ปาร์ติเกิลบอร์ดและส่งข้อมูลให้กับโปรแกรม LabVIEW ประมวลผลเพื่อตรวจสอบคุณภาพของแผ่นไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.6 การปรับปรุงแก้ไข

แก้ไขฟังก์ชันการทำงานของโปรแกรม LabVIEW ให้สามารถรับและประมวลผลภาพของไม้ปาร์ติเกิลบอร์ดได้อย่างถูกต้อง รวมถึงปรับปรุงแก้ไขแสงสว่างภายในกล่องคุมแสงให้มีความเหมาะสม

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ต้นแบบระบบคัดแยกคุณภาพของแผ่นไม้ปาร์ติเกิลบอร์ดด้วยการประมวลผลภาพ ที่มีคุณภาพของไม้ปาร์ติเกิลบอร์ดที่ถูกต้องอยู่ในอัตราที่สามารถยอมรับได้
2. ความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับระบบการประมวลผลภาพในการคัดแยกคุณภาพของแผ่นไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด
3. ความรู้ ความเข้าใจ ทางด้านการเขียนโปรแกรม LabVIEW ในการควบคุมและจำลองการทำงานของระบบคัดแยกคุณภาพของแผ่นไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด

1.6 รายละเอียดปริญญานิพนธ์

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ แบ่งเนื้อหาออกเป็น 5 บทดังต่อไปนี้

บทที่ 1 บทนำ กล่าวถึงความเป็นมา วัตถุประสงค์ ขอบเขต ขั้นตอนในการดำเนินการ ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับและรายละเอียดภายในปริญญานิพนธ์

บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย เทคโนโลยีการประมวลผลภาพ, การจำแนกภาพ หลักการทำงานโปรแกรม LabVIEW อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการเชื่อมต่อการทำงาน การใช้งานโปรแกรม LabVIEW และหลักการทำงานของระบบสายพานลำเลียง

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน กล่าวถึงการออกแบบวงจรของเครื่องคัดแยกคุณภาพของไม้ปาร์ติเกิลบอร์ดและการออกแบบระบบสายพานลำเลียง

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน กล่าวถึงการทดลองของเครื่องคัดแยกคุณภาพของไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด และการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลอง

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ กล่าวถึงการสรุปผลการทำปริญญานิพนธ์ ปัญหาที่พบในระหว่างการดำเนินงาน การแก้ปัญหาและแนวทางในการพัฒนาต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะมีการอธิบายถึงแนวคิด ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการทำระบบตรวจสอบและคัดแยกคุณภาพของผิวไม้ปาร์ติเกิลบอร์ดโดยการวิเคราะห์จากภาพ ซึ่งบทนี้มีความสำคัญเป็นอย่างมากที่จะทำให้การพัฒนาระบบตรวจสอบและคัดแยกคุณภาพของผิวไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด โดยการวิเคราะห์จากภาพให้มีประสิทธิภาพ โดยแบ่งออกเป็น 8 หัวข้อดังต่อไปนี้

2.1 ไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด

2.2 เทคโนโลยีการประมวลผลภาพ

2.3 การสร้างภาพไบนารีและเทคนิคการทำเทรชโฮล

2.4 การกรองข้อมูลภาพเชิงพื้นที่โดยวิธีคอนโวลูชัน

2.5 LabVIEW

2.6 DAQ board

2.7 ระบบสายพานลำเลียง

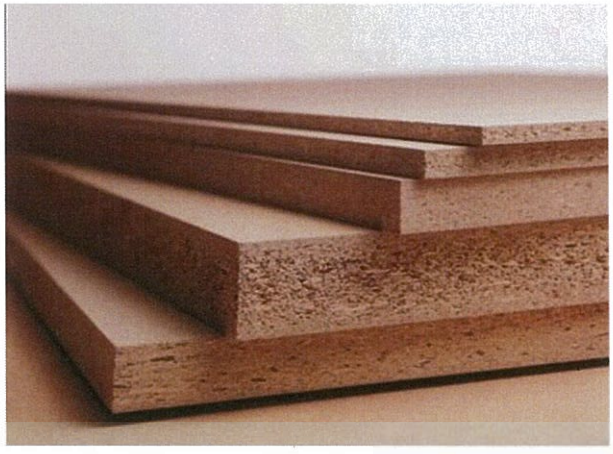
2.8 มอเตอร์ไฟฟ้า

2.1 ไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด

ไม้ปาร์ติเกิลบอร์ดหรือไม้ชิบบอร์ด เป็นไม้แปรรูปชนิดหนึ่งที่ผลิตมาจากเศษชิ้นไม้ หรือไม้สับซึ่งมีขนาดที่ไม่เท่ากันนำมาผ่านกระบวนการอัดบดให้เป็นแผ่นด้วยความดันสูง โดยใช้กาวเป็นตัวประสาน สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.1 ไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด จัดเป็นไม้ไฟเบอร์บอร์ด (Fiberboard) ชนิดหนึ่ง เช่นเดียวกับไม้เอ็มดีเอฟ (Medium density fiber board) และไม้ฮาร์ดบอร์ดหรือกระดาษอัด (Hardboard)

เมื่อเปรียบเทียบกับไม้จริงและไม้อัดนั้น ไม้ปาร์ติเกิลบอร์ดมีน้ำหนักที่เบา สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวกสบาย ราคาค่อนข้างถูก หาซื้อได้ง่าย เนื้อไม้มีลักษณะเดียวกันทั้งชิ้น และมีความหนาแน่นมากกว่า มักถูกนำไปใช้อุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ งานไม้สำหรับตกแต่งอาคารสำนักงาน เป็นต้น [2]

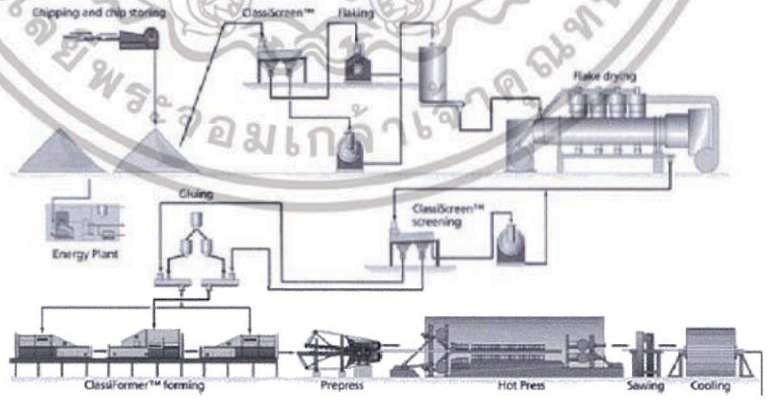
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 ไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด

2.1.1 กระบวนการผลิตไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด

กระบวนการผลิตของโรงงานผลิตไม้ปาร์ติเกิลบอร์ดมีหลักการทำงานอย่างง่ายคือ ไม้ปาร์ติเกิลบอร์ดนั้นทำมาจากชิ้นไม้เล็ก ๆ ผ่านกระบวนการบดให้เป็นฝอยไม้ และนำไปอบแห้งด้วยอุณหภูมิสูง แล้วจึงนำมาอัดร้อนอีกครั้งโดยใช้กาวเป็นตัวประสาน ซึ่งจะมีการแบ่งชั้นของไม้ปาร์ติเกิลบอร์ดด้วยการโรยเศษไม้ ที่มีความละเอียดสลับชั้นกับชั้นเศษไม้เนื้อหยาบในอัตราส่วนที่สมดุลกันจนได้เป็นแผ่นไม้อัด จากนั้นจึงส่งต่อไปยังขั้นตอนสุดท้ายก็คือ การนำไปขัดผิวและตัดให้ได้ขนาดตามที่ต้องการ สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.2 (ที่มาของภาพ : H. Thoemen, M. Irle and M. Sernek) เมื่อสิ้นสุดกระบวนการตัดขนาดแล้ว จะเข้าสู่ขั้นตอนการคัดแยกคุณภาพของเนื้อไม้ สำหรับในขั้นตอนนี้โรงงานผลิตไม้ปาร์ติเกิลบอร์ดส่วนมากจะใช้มนุษย์ในการคัดแยก [3]



รูปที่ 2.2 กระบวนการผลิตไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 เกณฑ์การตรวจสอบคุณภาพของเนื้อไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด

สำหรับเกณฑ์ในการตรวจสอบคุณภาพของเนื้อไม้ปาร์ติเกิลบอร์ดนั้น จะมีการพิจารณาไม้ดีที่มีลักษณะที่สอดคล้องกับมาตรฐานของการผลิต และในส่วนของไม้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบสามารถเกิดขึ้นได้ในหลาย ๆ กรณี อาทิเช่น ไม้ขัดไม่หมด ไม้มีผิวหยาบ ไม้มีจุดน้ำมันหรือจุดกาว ไม้บวมมีรอยแตก ไม้ผิวหลุดเห็นไส้ไม้ และไม้ที่มีรอยแตกบริเวณขอบ เป็นต้น ตัวอย่างเกณฑ์การตรวจสอบคุณภาพไม้ปาร์ติเกิลบอร์ดที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่

1. ไม้ดี หมายถึง ไม้ที่มีคุณภาพตรงตามเกณฑ์มาตรฐานที่ผู้ผลิตได้กำหนดไว้ซึ่งสามารแสดงได้ดังรูปที่ 2.3
2. ไม้ค้างเครื่อง (Sand through) หมายถึง ไม้ที่มีสีผิวไม่สม่ำเสมอ เกิดจากกระบวนการขัดผิวไม้ที่มากไปในบางช่วงทำให้บางส่วนมีสีเข้มหรืออ่อนเกินไป แสดงได้ดังรูปที่ 2.4
3. ไม้มีรอยด่างเป็นจุดกาว (Glue spot) หมายถึง ไม้ที่มีการพบรอยด่างเป็นจุดดำ กระจายโดยรอบบริเวณผิวไม้ ซึ่งเกิดจากกาวที่ใช้ในกระบวนการผลิต แสดงได้ดังรูปที่ 2.5
4. ไม้แตกหรือไม้สไลด์ หมายถึง ไม้ที่ไม่เต็มแผ่น มีการพบรอยแตกหักบริเวณขอบ ๆ ของเนื้อไม้ แสดงได้ดังรูปที่ 2.6
5. ไม้ไม้เนื้อหยาบ หมายถึง ไม้ที่เกิดจากการขัดผิวเนื้อไม้มากเกินไป จนเห็นไส้ไม้ ซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 2.7

รูปที่ 2.3 ไม้ดี

รูปที่ 2.4 ไม้ค้างเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.5 ไม้มีรอยด่างเป็นจุดกาว

รูปที่ 2.6 ไม้แตกหรือไม้สไลด์

รูปที่ 2.7 ไม้เนื้อหยาบ

2.2 เทคโนโลยีการประมวลผลภาพ

เทคโนโลยีการประมวลผลภาพ หมายถึง เทคนิคที่นำรูปภาพหรือภาพถ่าย ซึ่งเป็นสัญญาณแบบ 2 มิติ ไปผ่านการวิเคราะห์และการคำนวณโดยใช้คอมพิวเตอร์ เพื่อคัดกรองข้อมูลที่ต้องการ [4] สามารถแบ่งขั้นตอนการประมวลผลที่สำคัญ ๆ ได้แก่ การบีบอัดภาพ การทำภาพมัวให้ชัดเจน การปรับปรุงคุณภาพของภาพ การขจัดสัญญาณรบกวนออกจากภาพ เป็นต้น หลังจากการประมวลผลภาพแล้วจึงนำข้อมูลไปวิเคราะห์และสร้างระบบการประมวลผล เพื่อการนำไปใช้งานในด้านต่าง ๆ ซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทคโนโลยีการประมวลผลภาพ ถือเป็นกระบวนการที่ใช้ในการแปลงข้อมูลที่เป็นรูปภาพต่าง ๆ ให้อยู่ในลักษณะของสัญญาณไฟฟ้าเพื่อนำข้อมูลนั้นไปใช้ประโยชน์ทางอื่น เช่น ระบบตรวจจับการเคลื่อนไหวเพื่อการรักษาความปลอดภัย, การประมวลผลภาพในอุตสาหกรรมการผลิตขนมปัง เป็นต้น ซึ่งในระบบอุตสาหกรรมนั้นมีการทำงานอย่างต่อเนื่อง และปริมาณการผลิตที่มีจำนวนมาก กล่าวได้ว่าเทคโนโลยีการประมวลผลภาพนี้มีบทบาทสำคัญต่อกระบวนการผลิต สำหรับการวิเคราะห์ และตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ใช้คอมพิวเตอร์ในการประมวลผลแทนมนุษย์

2.2.1 ความหมายของภาพและพิกเซล

ข้อมูลภาพมาจากการที่แสงตกกระทบกับวัตถุ แล้วเกิดการสะท้อนผ่านเลนส์เข้าสู่ตัวบันทึกภาพ อาจจะเป็นเซนเซอร์ (Sensor) หรือฟิล์ม (Film) ซึ่งแสดงข้อมูลเป็น 3 มิติที่มีทั้งความสูง ความกว้างและความลึก แต่เมื่อมีการแปลงข้อมูลภาพหนึ่ง ๆ ให้เป็นภาพแบบดิจิทัล โดยการทำให้ข้อมูลของภาพนั้น ๆ กลายเป็นข้อมูลภาพแบบ 2 มิติที่มีเพียงแค่ความกว้างและความสูงเท่านั้น ซึ่งสามารถแบ่งรูปภาพที่ปรากฏและใช้งานบนเครื่องคอมพิวเตอร์ได้เป็น 2 ประเภทคือ ภาพแบบบิตแมป แสดงในรูปของส่วนย่อยเล็ก ๆ หรือพิกเซล และภาพแบบเวกเตอร์ แสดงในรูปของเส้นที่สร้างจากการคำนวณทางคณิตศาสตร์ของลักษณะทางเรขาคณิต [5]

คำว่า พิกเซล (Pixel) หมายถึง พื้นที่จุดเล็ก ๆ จุดหนึ่งในภาพ โดยในแต่ละจุดนั้นจะมีค่าตัวเลขกำกับ ค่าของแม่สี 3 สีคือ สีแดง (R), สีเขียว (G) และสีน้ำเงิน (B) ซึ่งใช้บอกระดับความเข้มของแต่ละเฉดสี หากมีพิกเซลหลาย ๆ จุดมาต่อกันจะกลายเป็นภาพที่มีทั้งขนาดจำนวนพิกเซลด้านกว้างและขนาดจำนวนพิกเซลด้านยาว ยกตัวอย่างเช่น รูปภาพขนาด 900 x 1200 พิกเซล หมายความว่า รูปภาพนี้มีความกว้าง 900 พิกเซลและมีความยาว 1200 พิกเซล

รูปภาพแบบบิตแมป (Bitmap image) หรือภาพแบบราสเตอร์ (Raster image) จะถูกพิจารณาเป็นพิกเซลหรือหน่วยพื้นฐานที่เล็กที่สุดของภาพดิจิทัล ซึ่งเทียบได้กับจุดสีของภาพ 1 จุด และเมื่อนำพิกเซลหลาย ๆ จุดรวมกันทำให้เกิดเป็นภาพ โดยใน 1 พิกเซลนั้นจะมีสีเพียงสีเดียวเท่านั้น สามารถแบ่งประเภทของภาพบิตแมปตามคุณสมบัติของสีได้ 4 ประเภทคือ ภาพขาวดำ (Binary image) ภาพระดับสีเทา (Gray image) ภาพสี (Color image) และภาพแบบดัชนี (Index image) ซึ่งในปริญญานิพนธ์เล่มนี้จะกล่าวถึง ภาพขาวดำ และภาพระดับสีเทา เป็นส่วนหลักในการศึกษาซึ่งจะกล่าวถึงในหัวข้อถัดไป

2.2.2 ระบบสีของภาพดิจิทัล

ภาพดิจิทัลจะถูกแทนด้วยเมทริกซ์ โดยแต่ละหน่วยในเมตริกซ์จะเรียกว่า พิกเซล และในแต่ละพิกเซลจะมีค่าเฉพาะตัวแสดงถึงสีต่าง ๆ

1. ระบบสีแบบอาร์จีบี

ระบบสีแบบ RGB (Red/Green/Blue) ในแต่ละพิกเซลจะบอกค่าสีในลักษณะ (R/G/B) โดยแต่ละค่าสีจะมีค่าตั้งแต่ 0–255 เช่น พิกัด (255,255,255) เป็นสีขาว พิกัด (0,0,0) เป็นสีดำ พิกัด (255,0,0) เป็นสีแดง เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ระบบสีแบบเกรย์สเกล

ระบบสีแบบเกรย์สเกล (Grayscale) เป็นช่วงของเฉดสีเทา ซึ่งแสดงถึงความเข้มของสี (Intensity) ในระดับต่าง ๆ โดยสีดำเป็นส่วนที่มีความสว่างของสีน้อย และสีขาวจะมีความสว่างของสีมาก ซึ่งจำนวนระดับของสีจะขึ้นอยู่กับขนาดของบิตที่ใช้เก็บค่าสี โดยทั่วไปแล้วจะเก็บข้อมูลสีประเภทนี้ด้วยข้อมูลขนาด 8 บิต หรือ 1 ไบต์ ซึ่งจะให้ความละเอียดของสีที่ 256 เฉดสี

2.2.3 ลักษณะการจัดเก็บข้อมูลภาพแบบดิจิทัล

โดยทั่วไปแล้ว ข้อมูลภาพจะมีความเข้มของจุดภาพตั้งแต่ 2 ระดับขึ้นไป ส่วนใหญ่จะนิยมใช้ค่าระดับความเข้มของจุดภาพเท่ากับ 256 ระดับ ซึ่งจะทำให้ค่าของจุดภาพอยู่ในช่วง (0–255) สำหรับข้อมูล 1 จุดภาพ (2^8 = 256) จะใช้เนื้อที่เก็บข้อมูลภาพขนาด 1 ไบต์หรือ 8 บิต หากต้องการภาพที่มีความละเอียดของระดับความเข้มที่สูงขึ้น อาจจะต้องใช้จำนวนบิตสำหรับเก็บข้อมูลมากกว่า 8 บิต เป็น 16 หรือ 24 บิต การเก็บข้อมูลภาพสามารถแบ่งได้ดังนี้

1. **ภาพ 2 ระดับ** คือ มีเพียงจุดขาวกับจุดดำเท่านั้น โดยแต่ละจุดภาพเป็นข้อมูลขนาด 1บิต
2. **ภาพ 16 ระดับ** คือ ในแต่ละจุดภาพจะมีขนาดของข้อมูล 4 บิต ทำให้สามารถแสดงได้ 16 ระดับสี หรือ 16 เกรย์สเกล ซึ่งจะขึ้นอยู่กับข้อมูลของภาพนั้น ๆ ว่าเป็นภาพสีหรือภาพขาวดำ
3. **ภาพ 256 ระดับ** คือ ในแต่ละจุดภาพจะมีขนาดของข้อมูล 8 บิต ทำให้สามารถแสดงได้ 256 ระดับสี หรือ 256 เกรย์สเกล ซึ่งจะขึ้นอยู่กับข้อมูลของภาพนั้น ๆ ว่าเป็นภาพสีหรือภาพขาวดำ
4. **ภาพทรูคัลเลอร์ (True color)** คือ ในแต่ละจุดภาพจะมีขนาดของข้อมูล 24 บิต สามารถแสดงผลภาพได้เหมือนจริงที่สุด ซึ่งเป็นสีที่มีความใกล้เคียงกับสีในธรรมชาติมาก เพราะสามารถแสดงสีได้ถึง 16,777,216 ระดับสี โดยจะแสดงได้แต่ภาพสีเท่านั้น ไม่สามารถแสดงภาพขาวดำได้

2.2.4 การประมวลผลภาพเชิงตัวเลข

การประมวลผลภาพเชิงตัวเลข (Digital image processing) หมายถึง การนำรูปภาพมาประมวลผลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยภาพที่นำมาประมวลผลนี้จะอยู่ในรูปของเมทริกซ์ โดยส่วนมากภาพที่ได้มักจะเป็นภาพที่มาจากตัวรับสัญญาณ [6] ซึ่งอยู่ในรูปของฟังก์ชัน $f(x,y)$ ที่ต่อเนื่องในระนาบ 2 มิติ เป็นสัดส่วนกับความสว่างหรือความเข้มของภาพที่ตำแหน่ง (x,y) ซึ่งเรียกว่า ระดับสีเทา

ระดับเทา (Gray level) คือ ค่าที่ระบุความสว่างหรือความเข้ม ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0–255 เมื่อ 0 คือ ระดับเข้ม และ 255 คือ ระดับสว่าง รวมทั้งพิกัดแนวนอนและแนวตั้ง ซึ่งใช้ระบุตำแหน่งในแถวลำดับภาพ (Image array) โดยที่สามารถหาค่าระดับสีเทาได้ดังสมการที่ (2.1)

$$\text{Gray Level} = \frac{R+G+B}{3} \tag{2.1}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

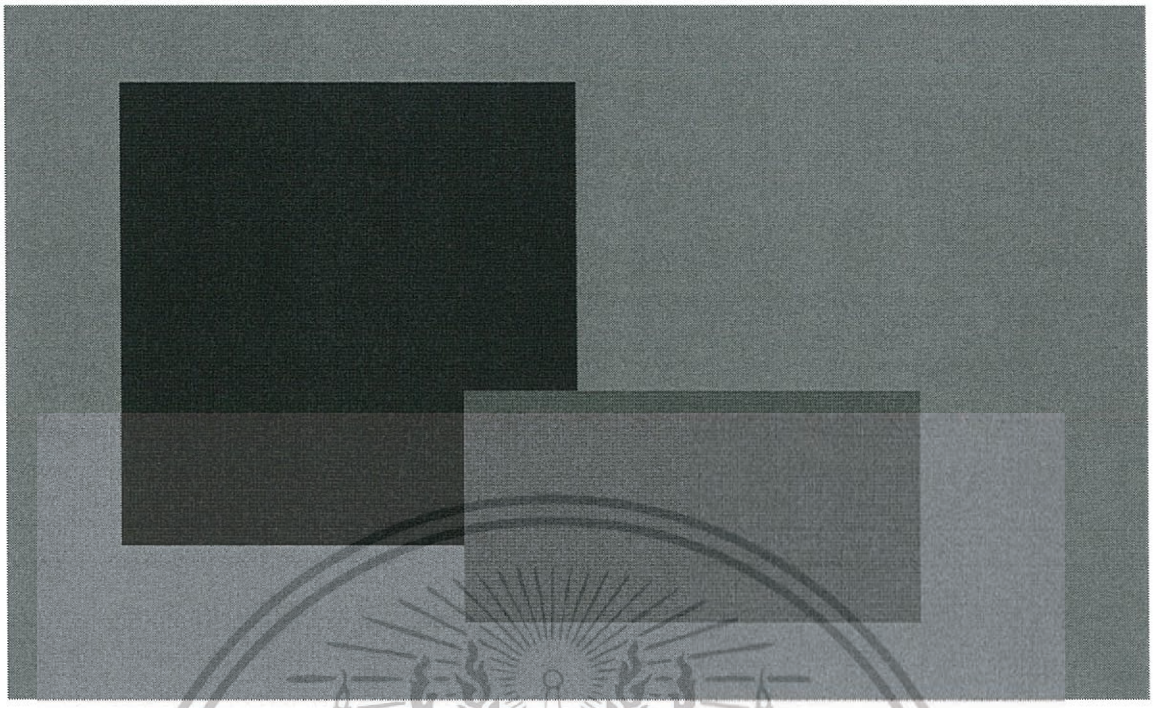
โดยที่

Gray Level	คือ ภาพระดับเทา
R	คือ ค่าของสีแดง
G	คือ ค่าของสีเขียว
B	คือ ค่าของสีน้ำเงิน

ฮิสโตแกรม (Histrogram) หมายถึง รูปกราฟที่แสดงความสัมพันธ์ของจำนวนเกรย์สเกล โดยที่กราฟจะแสดงในแนวแกนนอน ที่มีการไล่ระดับความสว่างจากซ้ายมือที่มีค่าความสว่างน้อย (สีดำ) ไปยังขวามือที่มีค่าความสว่างมาก (สีขาว) ส่วนแกนตั้งจะแสดงถึงจำนวนของพิกเซลในแต่ละระดับความสว่าง สามารถแสดงตัวอย่างการหาฮิสโตแกรมได้นี้ เมื่อกำหนดให้รูปที่ 2.8 แสดงตัวอย่างการคำนวณค่าระดับเทา ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบระดับเทาของภาพ โดยที่รูปที่ 2.9 แสดงถึงข้อมูลภาพในระดับเทา ซึ่งรูปที่ 2.10 แสดงถึงตำแหน่งในแถวลำดับภาพ และรูปที่ 2.11 แสดงถึงฮิสโตแกรมของรูปที่ 2.8

รูปที่ 2.8 ตัวอย่างข้อมูลภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

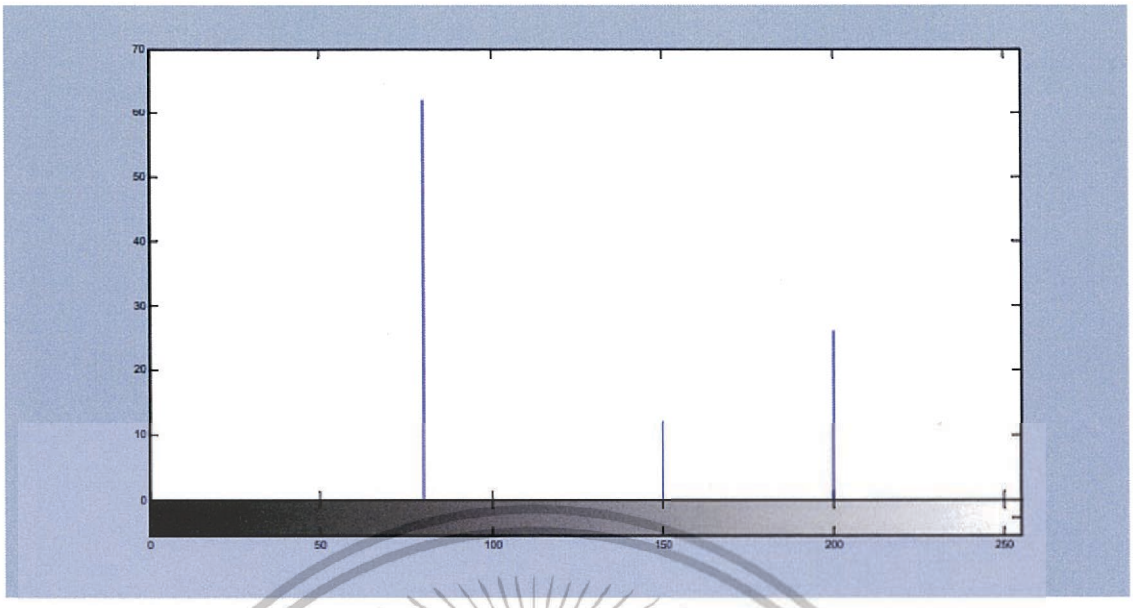


รูปที่ 2.9 ข้อมูลภาพตัวอย่างในระดับเทา

80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
80	200	200	200	200	80	80	80	80	80
80	200	200	200	200	80	80	80	80	80
80	200	200	200	200	80	80	80	80	80
80	200	200	200	200	80	80	80	80	80
80	200	200	200	150	150	150	150	80	80
80	200	200	200	150	150	150	150	80	80
80	80	80	80	150	150	150	150	80	80
80	80	80	80	80	80	80	80	80	80

รูปที่ 2.10 ตำแหน่งในแถวลำดับภาพตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

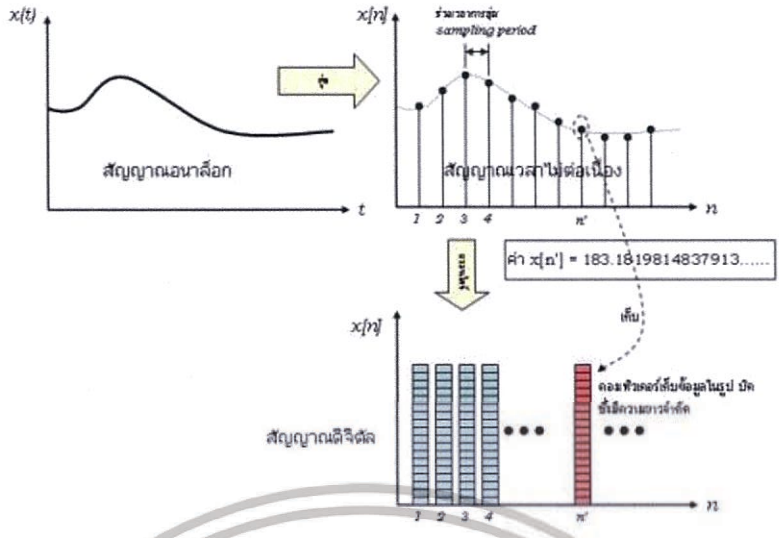


รูปที่ 2.11 กราฟฮิสโตแกรม

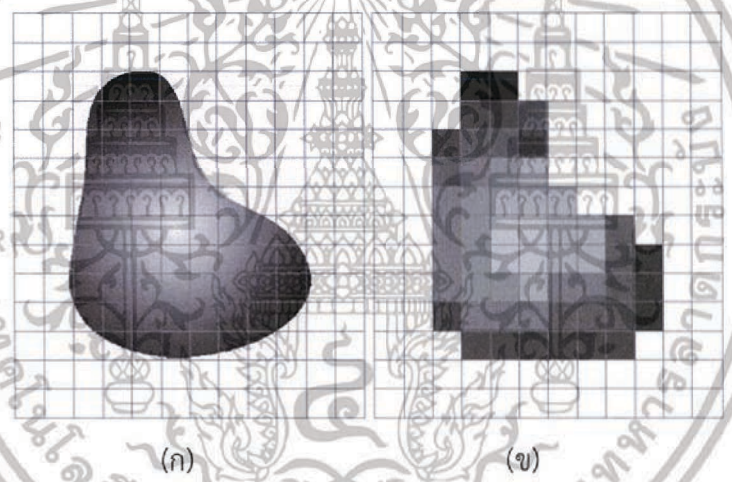
2.2.5 การแปลงค่าพิกัดให้เป็นเลขจำนวนเต็มและภาพข้อมูลแบบดิจิทัล

การแปลงค่าพิกัดให้เป็นเลขจำนวนเต็ม (Image sampling and quantization) นั้น เป็นการที่ระบบนำรูปภาพที่รับเข้ามาไปคำนวณโดยกระบวนการสุ่มสัญญาณ (Sampling) ซึ่งเป็นตัวแปลงข้อมูลที่ต่อเนื่อง (Continuous interval) ให้อยู่ในช่วงที่ไม่ต่อเนื่องที่กำหนด (Discrete interval) ที่มีความสัมพันธ์กับจำนวนพิกเซลของข้อมูลภาพนั้น ๆ เมื่อทำการวัดค่าของสัญญาณที่ถูกสุ่มขึ้นมานั้น จะได้ค่าเป็นจำนวนจริงซึ่งจะต้องมีการแปลงค่าให้เป็นจำนวนเต็ม เพื่อให้สามารถเก็บข้อมูลเป็นเลขฐานสอง เนื่องจากคอมพิวเตอร์มีการเก็บค่าเป็นเลขฐานสอง ซึ่งจำนวนเต็มที่ใช้คือ ค่าลำดับชั้นของควอไทซ์ (Quantize) ซึ่งลำดับชั้นที่ใช้ในการเก็บระดับสัญญาณจะเป็น $n = 2^b$ ช่วง ที่มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง $2^b - 1$ เมื่อ b เป็นจำนวนบิตในการทำควอไทซ์ เรียกวิธีการดังกล่าวว่า การจัดระดับสัญญาณ (Quantization) หากลำดับชั้นของควอไทซ์มีจำนวนมาก ๆ จะทำให้สามารถแทนระดับของสัญญาณได้ถูกต้องมากขึ้น แสดงดังรูปที่ 2.12 จากนั้นคอมพิวเตอร์จะเก็บข้อมูลภาพลงในหน่วยความจำ โดยการจองหน่วยความจำภายในเครื่องในรูปแบบของอาร์เรย์ โดยค่าในแต่ละช่องของอาร์เรย์แสดงถึงคุณสมบัติต่าง ๆ ของรูปภาพที่จุดภาพนั้น ๆ และตำแหน่งของช่องอาร์เรย์ก็จะเป็นตัวกำหนดตำแหน่งของจุดภาพในภาพด้วย สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.13 โดยที่รูป 2.13(ก) แสดงถึงภาพต้นฉบับก่อนทำการสุ่มสัญญาณและจัดระดับสัญญาณ จนได้ผลลัพธ์แสดงดังรูป 2.13(ข) (ที่มาของภาพ : Rafael C. Gonzalez and Richard E.Wood, Digital Image Processing, 3rd Edition)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 การสุ่มสัญญาณและการจัดระดับสัญญาณ



รูปที่ 2.13 ตัวอย่างผลลัพธ์ของการสุ่มสัญญาณและการจัดระดับสัญญาณ

ภาพข้อมูลแบบดิจิทัล (Digital image) สามารถนิยามเป็นฟังก์ชันสองมิติ $f(x,y)$ โดยที่ x และ y เป็นพิกัดของภาพ และแอมพลิจูดของ f ที่จุดพิกัด (x,y) ใดๆ ภายในภาพก็คือ ค่าความเข้มแสงของภาพที่ตำแหน่งนั้น ๆ กล่าวได้ว่าภาพข้อมูลแบบดิจิทัล เป็นภาพที่ถูกดัดแปลงมาจากแอนะ-ล็อกในรูปของตัวเลขเป็นพิกเซล ซึ่งแต่ละพิกเซลจะถูกระบุตำแหน่งในรูปของคู่อันดับ x,y และค่าระดับสีเทา เพื่อให้สามารถแปลงสัญญาณเป็นข้อมูลภาพแบบดิจิทัลได้ [6]

สมมติว่าสัญญาณภาพต่อเนื่อง $f(x,y)$ ถูกดิจิไตซ์ในระนาบ x และ y เป็นช่วงเท่า ๆ กัน ซึ่งสามารถจัด $f(x,y)$ ให้อยู่ในรูปเมทริกซ์ที่มีขนาด $M \times N$ และพิกัดของจุดกำเนิด (Origin) ของภาพคือ ที่ตำแหน่ง $(x,y) = (0,0)$ สามารถเขียนสมการให้อยู่ในรูปเมทริกซ์ได้ดังสมการที่ (2.2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$f(x,y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & f(0,2) & \cdots & f(0,N-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & f(1,2) & \cdots & f(1,N-1) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f(M-1,0) & f(M-1,1) & f(M-1,2) & \cdots & f(M-1,N-1) \end{bmatrix} \quad (2.2)$$

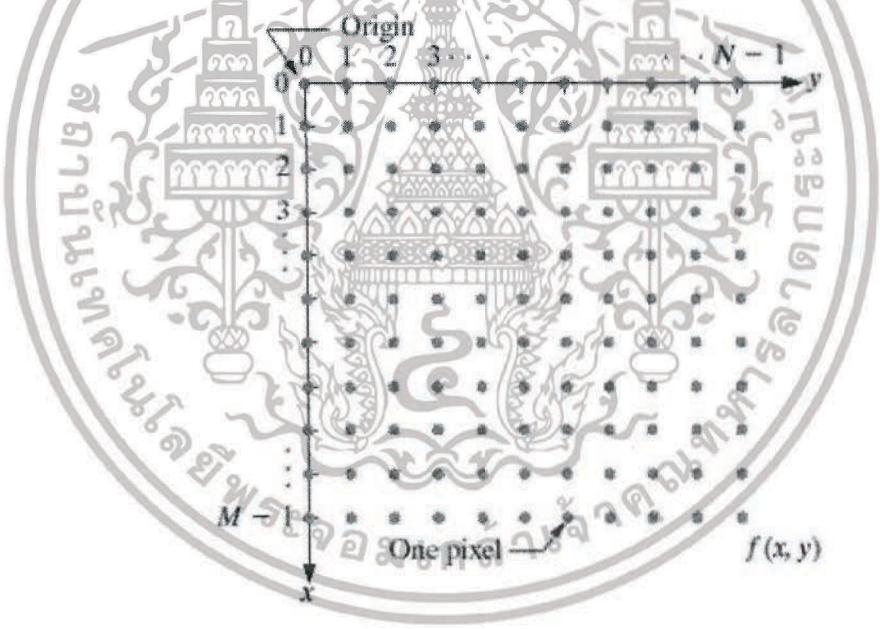
โดยที่

$f(x,y)$ แสดงถึง รูปภาพในรูปแบบของเมทริกซ์

M คือ จำนวนแถว

N คือ จำนวนคอลัมน์

เมื่อพิจารณาค่าแต่ละค่าที่อยู่ในเมทริกซ์จะเรียกว่า พิกเซล สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.14 โดยตำแหน่ง (0,0) จะอยู่ทางด้านซ้ายมือสุดด้านบนของภาพ การจัดลำดับตำแหน่งของจุดภาพจะเรียงจากซ้ายไปขวาในแต่ละเส้นจุดและจากบนลงล่าง การเก็บค่าของความเข้มแสงของภาพดิจิทัลลงหน่วยความจำในลักษณะเส้นจุดนี้จะเรียกว่า ภาพบิตแมปหรือภาพแรสเตอร์ แต่ภาพที่จัดเก็บในลักษณะนี้มักจะมีขนาดใหญ่จึงมีการบีบอัดภาพเพื่อให้ข้อมูลภาพมีขนาดเล็กลง



รูปที่ 2.14 ภาพดิจิทัลในรูปแบบของพิกเซล

2.3 การสร้างภาพไบนารีและเทคนิคการทำเทรชโฮล

2.3.1 การสร้างภาพไบนารี

การสร้างภาพไบนารี (Binary image) หมายถึง การแปลงข้อมูลที่มีความเข้มหลายระดับ ให้เป็นภาพที่มีระดับความเข้มเพียงสองระดับ โดยที่ในหนึ่งจุดภาพนั้นจะมีค่าได้แค่ 2 ค่าเท่านั้น [7] คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุดภาพสีขาวและจุดภาพสีดำ เพื่อเป็นการลดพื้นที่ในการจัดเก็บข้อมูลของภาพและให้ง่ายต่อการแยกวัตถุที่สนใจออกจากพื้นหลัง โดยการเปรียบเทียบกันระหว่างค่าพิกเซลกับค่าเทรชโฮล

2.3.2 เทคนิคการทำเทรชโฮล

เทคนิคการทำเทรชโฮล (Thresholding technique) เป็นการแยกแยะวัตถุจากฉากหลังโดยดูจากความเข้มข้นของพิกเซลเป็นหลัก ซึ่งจะพิจารณาว่าจุดภาพใดควรเป็นจุดขาวหรือจุดดำ โดยการเปรียบเทียบค่าจุดภาพเริ่มต้นกับค่าคงที่ค่าหนึ่ง ซึ่งเป็นค่าความเข้มแสงค่าหนึ่งที่ใช้แยกแยะประเภทของจุดภาพ ซึ่งค่าเทรชโฮลที่ได้จะอยู่ระหว่าง 0–255 เท่านั้น ค่าของเทรชโฮลจะถูกนำไปเพื่อเปรียบเทียบค่าของแต่ละพิกเซล หากค่า $f(x,y)$ ที่น้อยกว่าค่าของเทรชโฮล จุดพิกเซลนั้นจะถูกปรับให้เป็นสีดำหรือส่วนของวัตถุมีค่าเป็น 0 และหากค่า $f(x,y)$ มากกว่าหรือเท่ากับค่าของเทรชโฮล จุดพิกเซลนั้นจะถูกปรับให้เป็นสีขาวหรือส่วนของพื้นหลังมีค่าเป็น 1 [8] ดังสมการที่ (2.3) และสมการที่ (2.4)

$$g(x,y) = 0 \; ; f(x,y) < T \tag{2.3}$$

$$g(x,y) = 1 \; ; f(x,y) \geq T \tag{2.4}$$

โดยที่

$g(x,y)$ คือ ค่าระดับสีเทาในจุดพิกเซลนั้นที่ถูกเปลี่ยนแปลง (มีค่า 0 กับ 1)

$f(x,y)$ คือ ค่าระดับสีเทาในจุดพิกเซลนั้น

T คือ ค่าเทรชโฮลที่ใช้ในการเปรียบเทียบ

กล่าวได้ว่าการสร้างภาพไบนารีโดยใช้เทคนิคเทรชโฮล สิ่งที่สำคัญที่สุดคือ การตั้งค่าเทรชโฮลเนื่องจากการเลือกค่าเทรชโฮลที่ไม่เหมาะสมจะส่งผลให้ภาพที่ได้มีข้อมูลบางส่วนขาดหายไป ดังนั้นปัญหาของการสร้างภาพด้วยวิธีเทรชโฮลก็คือ ควรทำอย่างไรจึงสามารถคำนวณหาค่าเทรชโฮลที่เหมาะสม

2.4 การกรองข้อมูลภาพเชิงพื้นที่โดยวิธีคอนโวลูชัน

การกรองข้อมูลภาพ (Spatial filtering) นั้น ถือเป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงข้อมูล เพื่อการคัดกรองภาพให้มีภาพเอาต์พุตที่แตกต่างจากภาพเดิม ทั้งนี้ก็เพื่อการเน้นรายละเอียดของภาพให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น หรือน้อยลงให้เหมาะสมต่อการใช้งานในการประมวลผลขั้นต่อไป [10]

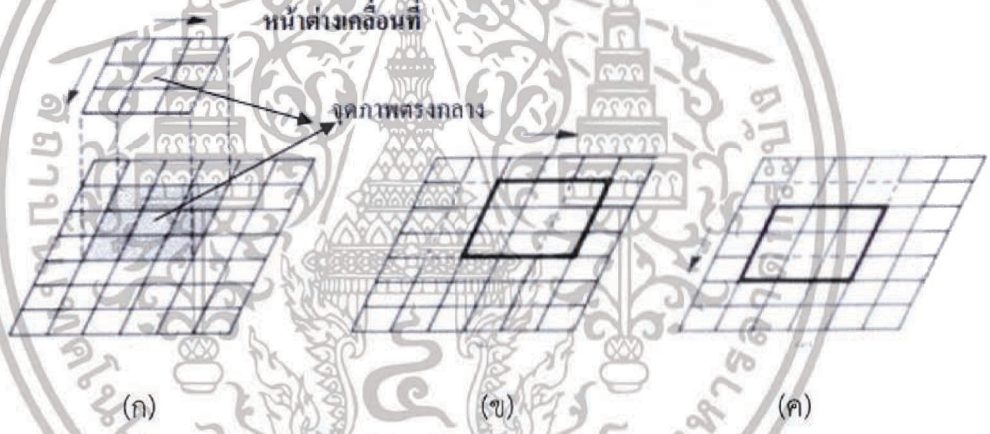
การกรองโดยวิธีคอนโวลูชัน เป็นเทคนิคชนิดหนึ่งที่ใช้ในการกรองสัญญาณรบกวน โดยการเฉลี่ยค่าของจุดภาพในเซตเล็กหนึ่ง ๆ หรือการเคลื่อนที่ของหน้าต่างไปตามพิกเซลต่าง ๆ ภายในภาพเพื่อคำนวณหาผลคูณของค่าถ่วงน้ำหนัก และค่าความเข้มแสงในตำแหน่งของภาพที่สัมพันธ์กับค่าถ่วงน้ำหนักในพื้นที่ที่หน้าต่างครอบคลุมอยู่ [11] ขั้นตอนการกรองโดยวิธีคอนโวลูชัน สามารถแสดงได้ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. หน้าต่างเคลื่อนที่ (Moving window) หรือเคอร์เนล มีลักษณะคล้ายตะแกรงที่มีขนาดช่องต่างกัน จะทำหน้าที่คล้ายแม่พิมพ์ หน้าต่างเคลื่อนที่จะเป็นตารางสี่เหลี่ยมในรูปของเมทริกซ์ที่ได้มาจากค่าสัมประสิทธิ์ (Coefficients) หรือปัจจัยน้ำหนัก (Weighting factors) ที่ใช้เป็นตัวถ่วงน้ำหนัก จำนวนจุดภาพในแนวตั้งและแนวนอนจะเป็นจำนวนคี่เสมอ อาทิเช่น 3 x 3 หรือ 5 x 5 หรือ 7 x 7 เป็นต้น เพื่อใช้ในการคำนวณค่าเฉลี่ยของจุดภาพ ณ ตำแหน่งกึ่งกลางของเมทริกซ์

2. หน้าต่างเคลื่อนที่จะเคลื่อนที่ไปตามพิกเซลต่าง ๆ ภายในภาพ เพื่อใช้คำนวณผลลัพธ์ของจุดกึ่งกลางของภาพ แสดงได้ดังรูปที่ 2.15 โดยเริ่มจากการนำค่าสัมประสิทธิ์คูณกับค่าความเข้มแสงของข้อมูลภาพในตำแหน่งที่ตรงกัน จากนั้นจะนำผลคูณในแต่ละพิกเซกมาบวกเข้าด้วยกัน และนำผลบวกที่ได้มาหารด้วยผลรวมของสัมประสิทธิ์ จะทำให้ได้ผลลัพธ์ที่จุดกึ่งกลางของภาพ

3. หลังจากการคำนวณเสร็จในหนึ่งจุดภาพ หน้าต่างเคลื่อนที่จะเลื่อนไปทีละคอลัมน์ และคำนวณจุดภาพที่อยู่กึ่งกลางหน้าต่างเคลื่อนที่ตำแหน่งใหม่ แสดงได้ดังรูปที่ 2.15(ก) เมื่อจบคอลัมน์ก็จะเลื่อนลงมาเริ่มต้นที่แถวใหม่ ทำเช่นนี้จนหมดตลอดทั้งภาพ แสดงได้ดังรูปที่ 2.15(ข)



รูปที่ 2.15 การเคลื่อนที่ของหน้าต่างเคลื่อนที่

โดยทั่วไปวิธีการประมวลผลเชิงเลขที่ทำให้คอมพิวเตอร์ สามารถรู้จักวัตถุภายในภาพได้นั้น สามารถแบ่งได้ 2 ระดับด้วยกันคือ การประมวลผลภาพในระดับต่ำ (Low-level image processing) และการประมวลผลภาพในระดับสูง (High-level image processing) โดยการประมวลผลภาพในระดับต่ำ จะเป็นการประมวลผลเชิงตัวเลขเกือบทั้งหมด เพื่อหาตัวแปรต่าง ๆ มาอธิบายข้อมูลภาพ โดยมีจุดประสงค์เพื่อนำตัวแปรเหล่านั้นไปใช้ในการประมวลผลในระดับสูงต่อไป และสำหรับการประมวลผลระดับในสูง เป็นการนำผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลในระดับต่ำมาตีความ เพื่อให้คอมคอมพิวเตอร์สามารถวิเคราะห์และประมวลผลภาพได้

สำหรับความแตกต่างของการประมวลผลภาพในระดับต่ำและในระดับสูงก็คือ ข้อมูลที่นำมาใช้ในการประมวลผล โดยการประมวลผลภาพในระดับต่ำจะใช้ค่าความสว่างของจุดโดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนการประมวลผลภาพในระดับสูงนั้น ข้อมูลภาพที่นำมาประมวลผลจะถูกแสดงในรูปของสัญลักษณ์ ซึ่งจะแสดงถึงสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่ในภาพ เช่น ขนาดหรือรูปร่างของวัตถุในภาพ เป็นต้น

การกรองภาพในโปรแกรมสามารถแสดงได้ดังต่อไปนี้

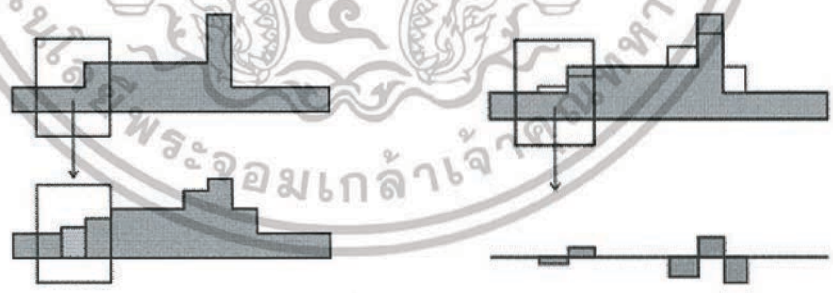
1. การกรองผ่านความถี่ต่ำ

การกรองผ่านความถี่ต่ำ (Low-pass filter) เป็นเทคนิคที่จะให้บริเวณที่มีความถี่เชิงพื้นที่ต่ำสามารถผ่านไปได้ ส่วนบริเวณที่มีความถี่สูงกว่าที่กำหนดจะถูกกรองความถี่ให้ลดลงมา ซึ่งเทคนิคการกรองผ่านความถี่ต่ำนี้จะเป็นการลดความคมชัดของภาพ ส่วนมากจะกระทำโดยการลบหรือลดสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นภายในขณะที่มีการตรวจจับภาพ ตัวอย่างของการกรองผ่านความถี่ต่ำ ได้แก่ การเฉลี่ยค่าจุดภาพในหน้าต่างเคลื่อนที่ 3 x 3 หรือ 5 x 5 แล้วจะทำการแทนที่จุดภาพตรงกลางของหน้าต่างเคลื่อนที่ สามารถแสดงลักษณะการกรองผ่านความถี่ต่ำ ได้ดังรูปที่ 2.16(ก)

ขนาดของหน้าต่างเคลื่อนที่ถือเป็นส่วนสำคัญต่อการกรองผ่านความถี่ต่ำ ถ้าหน้าต่างการเคลื่อนที่มีขนาดใหญ่ ภาพที่ได้จะยิ่งเบลอมากขึ้น เพราะจุดตรงกลางจะเฉลี่ยมาจากจุดภาพจำนวนมาก ซึ่งจะแปรผันตรงตามขนาดของหน้าต่างเคลื่อนที่

2. การกรองผ่านความถี่สูง

การกรองผ่านความถี่สูง (High-pass filter) เป็นเทคนิคที่มีการสกัดองค์ประกอบที่มีความแปรปรวนเชิงพื้นที่สูงให้สามารถผ่านไปได้ ซึ่งองค์ประกอบดังกล่าวมักแสดงค่าความแปรปรวนของค่ากลุ่มจุดภาพที่อยู่ข้างเคียงกันอย่างฉับพลัน ถือเป็นสัญญาณที่มีการเปลี่ยนแปลงค่าไปมาอย่างรวดเร็ว ต่างกับสัญญาณความถี่ต่ำ ซึ่งมีการเปลี่ยนค่าอย่างช้า ๆ หรือไม่เปลี่ยนแปลงเลย ซึ่งเป็นการกรองสัญญาณที่เพิ่มความคมชัดของภาพ สามารถแสดงลักษณะการกรองผ่านความถี่สูง ได้ดังรูปที่ 2.16(ข)



(ก) (ข)

รูปที่ 2.16 เทคนิคการกรองภาพ

2.5 LabVIEW

LabVIEW ย่อมาจาก Laboratory virtual instrument engineering workbench เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ถูกสร้างขึ้น เพื่อนำมาใช้ในด้านการวัดและเครื่องมือวัดในงานทางด้านวิศวกรรม ถือเป็นโปรแกรมที่สร้างเครื่องมือวัดเสมือนจริงในห้องปฏิบัติการทางด้านวิศวกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Engineering laboratory) ซึ่งมีวัตถุประสงค์หลัก เพื่อการจัดการในด้านการวัดและเครื่องมือวัดที่มีประสิทธิภาพ [13]

โปรแกรม LabVIEW เป็นโปรแกรมประเภท GUI (Graphic user interface) คือ ระบบการติดต่อสื่อสารระหว่างผู้ใช้งานกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อให้คอมพิวเตอร์ทำงานตามที่ต้องการ โดยผ่านทางภาพหรือแผนภูมิที่เข้าใจได้ง่ายแทนการพิมพ์คำสั่งโดยตรง และภาษาที่ใช้ในการสั่งการทำงานของโปรแกรมนี้จะใช้เป็นภาษารูปภาพ หรือภาษา G (Graphical language) ทั้งหมดโดยสมบรูณ์ ดังนั้นโปรแกรม LabVIEW นี้จึงเป็นโปรแกรมที่มีความสะดวกและใช้งานได้ค่อนข้างง่าย อีกทั้งยังสามารถลดระยะเวลาในการเขียนโปรแกรมลงไปได้มาก ซึ่งในโปรแกรม LabVIEW มีการบรรจุโปรแกรมจำนวนมาก หรือไลบรารี สำหรับการจัดวางตำแหน่งในหน่วยความจำเพื่อที่จะสามารถรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณและการเก็บข้อมูล รวมไปถึงการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ที่จะใช้เชื่อมต่อ ไม่ว่าจะเป็น DAQ (Data acquisition), GPIB (General purpose interface bus) หรือ Serial port เพื่อใช้ติดต่อกับอุปกรณ์ที่ส่งผ่านข้อมูลแบบอนุกรม (Serial instrument) และการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการต่าง ๆ [14]

2.5.1 ส่วนประกอบที่สำคัญของ LabVIEW

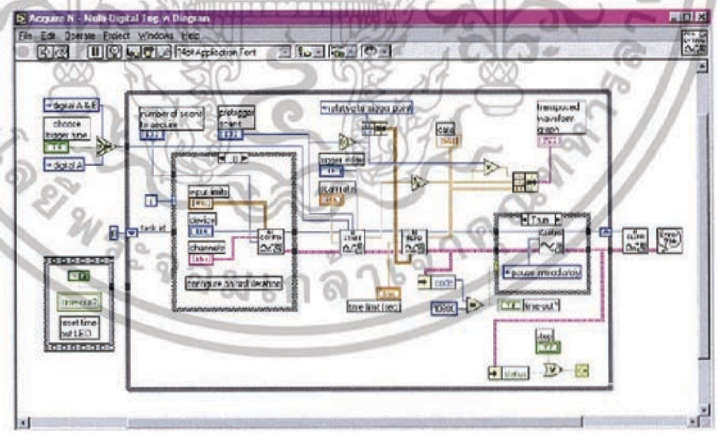
โปรแกรม LabVIEW จะถูกเรียกว่า Virtual instrument เนื่องจากลักษณะที่ปรากฏทางหน้าจอ เมื่อผู้ใช้งานจะเหมือนกับเครื่องมือหรืออุปกรณ์ทางวิศวกรรม ซึ่งมีองค์ประกอบสำคัญ 3 ส่วนคือ หน้าจอแสดงผล (Front panel), บล็อกไดอะแกรม (Block diagram) และ ไอคอนและคอนเนคเตอร์ (Icon and connector) [14] โดยที่ทั้งสามส่วนนี้จะประกอบกันขึ้นเป็นอุปกรณ์เสมือนจริง สามารถแสดงได้ดังต่อไปนี้

1. **หน้าจอแสดงผล** เป็นส่วนที่ใช้ติดต่อสื่อสารกันระหว่างผู้ใช้งาน (User interface) ซึ่งเป็นส่วนที่มีการตั้งค่าการวัดและอ่านค่าตัวเลขหรือกราฟที่ออกมาจากบล็อกไดอะแกรม มีลักษณะเครื่องมือวัดหรืออุปกรณ์ที่ใช้งานในด้านการวัดทั่ว ๆ ไป ซึ่งจะเหมือนกับแผงควบคุมของเครื่องมือวัดต่าง ๆ ใช้สำหรับใส่ค่าอินพุตของตัวโปรแกรมที่สร้างขึ้นมา โดยที่ตัวควบคุมและตัวอินดิเคเตอร์ (Indicator) ที่ถูกนำมาใช้ในหน้าจอแสดงผลจะมีจุดเชื่อมต่อปรากฏอยู่ที่บล็อกไดอะแกรม เมื่อโปรแกรมเริ่มการทำงานตัวควบคุมที่หน้าจอแสดงผล จะทำการส่งข้อมูลผ่านไปยังบล็อกไดอะแกรมและตัวเอาต์พุต ก็จะส่งค่าจากบล็อกไดอะแกรมกลับมาแสดงผลที่หน้าจอแสดงผลผ่านตัวอินดิเคเตอร์ที่กำหนดไว้ เปรียบเสมือนเป็น GUI ของโปรแกรมหลักหรือ VI นั่นเอง แสดงได้ดังรูปที่ 2.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.17 หน้าจอแสดงผล

2. บล็อกไดอะแกรม ทำหน้าที่เสมือนเป็น Source code โดยใช้โปรแกรมภาษา G ซึ่งเป็น Executable program ที่สามารถทำงานได้ทันที อีกทั้งผู้ใช้ยังตรวจสอบและแก้ไขความผิดพลาดของโปรแกรมได้ตลอดเวลาทำให้ง่ายต่อการเขียนโปรแกรม ส่วนประกอบภายในบล็อกไดอะแกรมสามารถแสดงตัวอย่างของบล็อกไดอะแกรมได้ดังรูปที่ 2.18 ซึ่งประกอบไปด้วย ฟังก์ชัน ค่าคงที่ โปรแกรมควบคุมการทำงานหรือโครงสร้าง มีการเชื่อมต่อบล็อกการทำงานเข้าด้วยกันด้วยการต่อสายที่มีการเชื่อมต่อกันแบบโหนด (รูปแบบการเชื่อมต่อจุดต่อจุด) เช่น For loop, Case structure เป็นต้น



รูปที่ 2.18 ตัวอย่างบล็อกไดอะแกรม

ผู้เขียนโปรแกรมสามารถดูรายละเอียดของความผิดพลาดให้เห็นได้ตลอดเวลา ทำให้การเขียนโปรแกรมนั้นง่ายขึ้น ซึ่งประกอบไปด้วย โหนดบล็อกไดอะแกรม (Block diagram node) คือ รูปไอคอนที่อยู่บนบล็อกไดอะแกรม ซึ่งมีอินพุตหรือเอาต์พุต และจะทำงานตามหน้าที่เมื่อมีการรันโปรแกรม โดยแบ่งได้ 3 ชนิด ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. **ฟังก์ชัน (Function)** เป็นโหนดพื้นฐานของโปรแกรม LabVIEW ซึ่งไม่สามารถที่จะเปิดดูรายละเอียดภายในฟังก์ชันได้อีก เช่น การบวก การคูณ

2. **SubVIs** หรืออาจเรียกได้ว่า Subroutine หรือ Subprogram คือ โปรแกรมย่อยที่มีการเขียนขึ้นมาเพื่อถูกนำมาเรียกใช้ในอีกโปรแกรมหนึ่ง ซึ่งสามารถเปิดเข้าไปดูหน้าจอแสดงผลและบล็อกไดอะแกรม เมื่อดับเบิ้ลคลิก (Double click) ที่ไอคอน SubVIs

3. **Express VIs** เป็น SubVIs ประเภทพิเศษ เมื่อมีการเลือก Express VI มาวางบนบล็อกไดอะแกรมจะปรากฏหน้าต่างองค์ประกอบ (Configuration) ขึ้นมา เพื่อให้ป้อนค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ดังนั้นเมื่อป้อนค่าเรียบร้อยแล้ว โปรแกรมจะสร้างโค้ดไว้ภายในอย่างอัตโนมัติตามที่ได้ตั้งค่าไว้ ซึ่งความสามารถของ Express VI ทำให้ไม่จำเป็นจะต้องมีการต่อสายอินพุต เนื่องจากค่าพารามิเตอร์ทั้งหมดนั้นได้ถูกสร้างขึ้นมาแล้วถูกจัดเก็บไว้เรียบร้อยแล้ว จึงทำให้การเขียน LabVIEW ง่ายและรวดเร็วขึ้น โดยที่ Express VI จะมีไอคอนขนาดใหญ่ที่มีพื้นหลังเป็นสีฟ้า

3. **ไอคอนและคอนเนคเตอร์** เปรียบเสมือนโปรแกรมย่อย (Subroutine) หรือ Sub VI โดยที่ไอคอนจะหมายถึง บล็อกไดอะแกรมตัวหนึ่งที่มีการส่งข้อมูลเข้าและออกผ่านทางคอนเนคเตอร์ซึ่งผู้ใช้สามารถสร้าง VI ขึ้นมาให้ทำงานได้อย่างอิสระ และสามารถเขียนเป็นโมดูลได้อีกด้วย โดยการเขียนโปรแกรมอื่นขึ้นมาเพื่อเรียกใช้งาน VI ที่เคยสร้างไว้ก่อนหน้าและจะเรียก VI ที่ถูกเขียนไปก่อนหน้านั้นว่าเป็น Sub VI นั่นเอง โดยที่ลักษณะโดยทั่วไปของไอคอนและคอนเนคเตอร์ สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.19 และแสดงการเปรียบเทียบศัพท์ที่ใช้ใน LabVIEW ดังตารางที่ 2.1

รูปที่ 2.19 ฟังก์ชันของไอคอนและคอนเนคเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

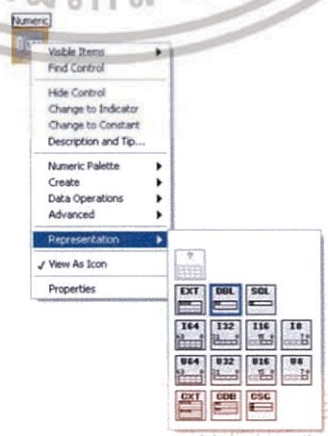
ตารางที่ 2.1 การเปรียบเทียบศัพท์ที่ใช้ใน LabVIEW

LabVIEW	โปรแกรมพื้นฐาน	หน้าที่
VI	Program	ตัวโปรแกรมหลัก
Function	Function	ฟังก์ชันสำเร็จรูปที่สร้างขึ้นมากับโปรแกรมนั้น เช่น sin, log เป็นต้น
SubVI	Subroutine	โปรแกรมย่อยที่ถูกเรียกใช้โดยโปรแกรมหลัก
Front panel	User interface	ส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้
Block diagram	Program code	การเขียนตามขั้นตอนของโปรแกรมแต่ละโปรแกรมที่กำหนดขึ้น

2.5.2 ประเภทข้อมูลของโปรแกรม LabVIEW

การเขียนโปรแกรมโดยทั่วไปนั้นจะต้องมีการประกาศตัวแปรก่อนที่จะใช้ตัวแปรนั้น แต่สำหรับโปรแกรม LabVIEW จะใช้วิธีการวางตัวควบคุมหรือตัวอินดิเคเตอร์แล้วนำมาพิจารณาปรับค่าอีกที ประเภทของข้อมูลในโปรแกรม LabVIEW สามารถแสดงได้ดังต่อไปนี้

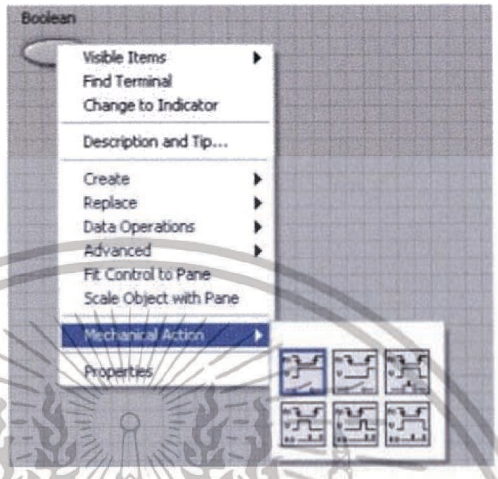
1. **Numeric** คือ ข้อมูลประเภทตัวเลข สำหรับวิธีการเรียกใช้งานคำสั่งนี้ คือ การสร้างตัว Numeri control/indicator/constant ข้อมูลแบบตัวเลขมีทั้งประเภทจำนวนเต็ม ซึ่งไอคอนและสายในบล็อกไดอะแกรมจะแสดงเป็นสีน้ำเงิน และประเภทจำนวนที่มีทศนิยมจะแสดงเป็นสีส้ม สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.20



รูปที่ 2.20 ข้อมูลประเภทตัวเลข Numeric

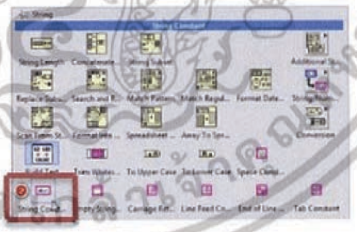
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Boolean คือ การแสดงเงื่อนไข ซึ่งจะมี 2 ค่าคือ ค่าจริง (True) และค่าเท็จ (False) เมื่อค่าเริ่มต้น (Default) สำหรับบล็อกไดอะแกรม จะแสดงสีไอคอนและสายของข้อมูลจะแสดงเป็นสีเขียว และสำหรับหน้าจอแสดงผล ตัวบูลีน จะมีคุณสมบัติเป็นสวิตช์ควบคุมหรือสวิตช์ทางกล (Mechanical action) สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.21



รูปที่ 2.21 ข้อมูลประเภท Boolean

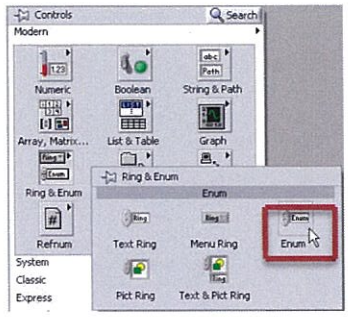
3. String คือ ข้อมูลที่เป็นตัวอักษร ไอคอนและสายของข้อมูลที่เป็นตัวอักษร จะแสดงเป็นสีชมพู สำหรับการแสดงผลของตัวอักษรบนหน้าจอแสดงผล จะมีอยู่ 4 รูปแบบคือ Normal display, Codes display, Password display และ Hex display สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.22



รูปที่ 2.22 ข้อมูลประเภท String

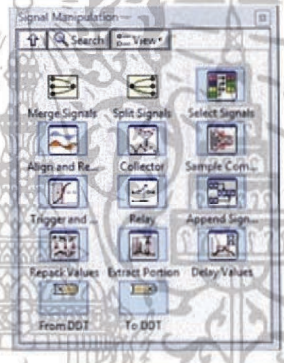
4. Enum คือ ข้อมูลประเภทที่แสดงให้ผู้ใช้งานเห็นเป็นตัวหนังสือ แต่ค่าจริงนั้นคือ ค่าของตัวเลขจำนวนเต็มบวก ดังนั้นบนบล็อกไดอะแกรมจึงมองเห็นข้อมูลประเภทนี้เป็นสีน้ำเงิน สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



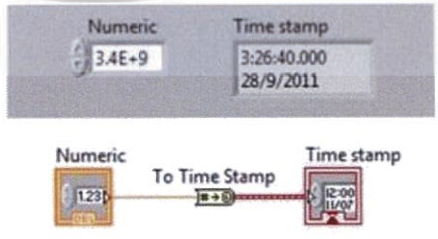
รูปที่ 2.23 ข้อมูลประเภท Enum

5. Dynamic (DDT) เป็นข้อมูลรูปแบบหนึ่งที่อยู่ในรูปของเวฟฟอร์ม (Waveform) บนบล็อกไดอะแกรม ซึ่งจะถูกแสดงด้วยสีน้ำเงินเข้ม ภายในประกอบด้วยอาร์เรย์ของเวฟฟอร์ม Time stamp สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.24



รูปที่ 2.24 ข้อมูลประเภท Dynamic (DDT)

6. Time stamp เป็นข้อมูลที่ประกอบด้วยวันที่และเวลาที่มีความละเอียดในรูปแบบของหน่วยมิลลิวินาทีสำหรับ Time stamp บนบล็อกไดอะแกรมจะถูกแสดงด้วยสีน้ำตาล สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.25



รูปที่ 2.25 ข้อมูลประเภท Time stamp

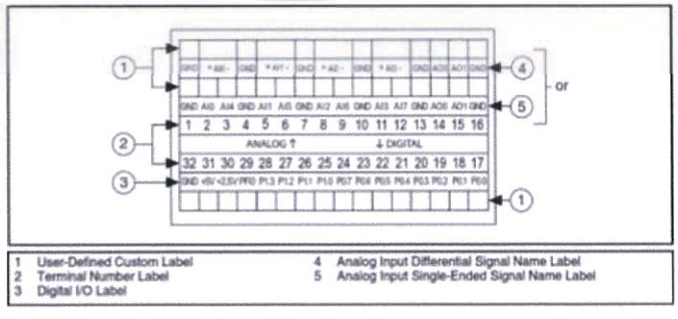
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 DAQ Board

DAQ Board ทำหน้าที่ เป็นอุปกรณ์เชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอกผ่านทาง USB Port ดังแสดงในรูปที่ 2.26 และรูปที่ 2.27 ถึงรูปที่ 2.29 แสดงถึงพอร์ตการทำงาน ซึ่งสามารถรับส่งข้อมูลได้ทั้งแบบแอนะล็อกและแบบดิจิทัล ภายใน DAQ Board จะมีตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำหน้าที่ เป็นตัวควบคุมหรืออุปกรณ์ควบคุม สามารถจ่ายไฟตรงได้มากสุด +5V ให้กับอุปกรณ์ภายนอกซึ่งสามารถใช้แรงดันนี้เป็นไฟเลี้ยงได้ และการที่จะทำให้ DAQ ทำงานได้นั้นจะต้องมีโปรแกรมควบคุมการทำงาน และ Driver เพื่อให้ระบบปฏิบัติการ (Operating System : OS) ติดต่อกับ USB DAQ ได้ และโปรแกรมที่ใช้จะเขียนเพื่อควบคุมการทำงาน ได้แก่ LabVIEW, C, C++, Visual basic เป็นต้น ซึ่งข้อดีของการใช้ DAQ board สามารถนำไปใช้งานได้โดยไม่ต้องเสียเวลาในการพัฒนาซอฟต์แวร์ [14]

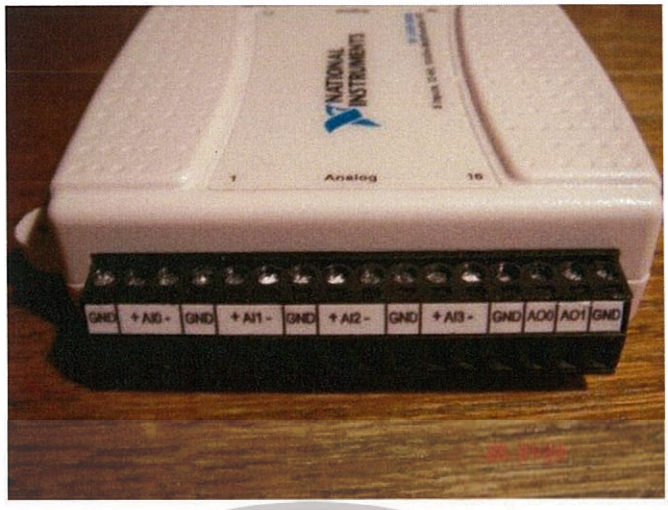
การเลือกใช้งาน DAQ ของปริญญานิพนธ์นี้ ได้เลือกใช้รุ่น NI USB-6008 DAQ เนื่องจากเป็นอุปกรณ์มัลติฟังก์ชัน สามารถใช้งานได้หลากหลาย หาซื้อได้ง่าย มีขนาดเล็กและเชื่อมต่อกับ USB ได้ง่าย อีกทั้งยังเหมาะสำหรับการศึกษา โดยที่ NI USB-6008 DAQ นั้นจะประกอบไปด้วย อินพุตแบบแอนะล็อก 8 ช่อง เอาต์พุตแบบแอนะล็อก 2 ช่อง และดิจิทัลแบบอินพุตเอาต์พุตอีก 12 ช่อง ซึ่งช่องดิจิทัลจะถูกแบ่งเป็น 2 พอร์ต สามารถแสดงรูปแบบของช่องการเชื่อมต่อได้

รูปที่ 2.26 National instruments DAQ USB-6008



รูปที่ 2.27 พอร์ตของ DAQ board

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.28 พอร์ตการเชื่อมต่อของแอนะล็อกแบบอินพุตและเอาต์พุต

รูปที่ 2.29 พอร์ตการเชื่อมต่อของดิจิทัลแบบอินพุตและเอาต์พุต

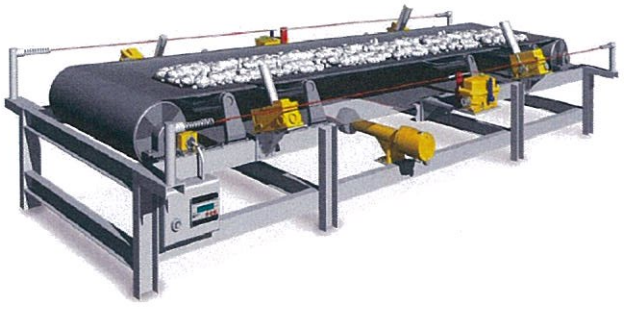
2.7 ระบบสายพานลำเลียง

ระบบสายพานลำเลียง คือ ระบบลำเลียงที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายวัสดุ ชิ้นงาน หรือผลิตภัณฑ์ โดยการใช้แรงขับจากมอเตอร์ไฟฟ้า เพื่อให้สายพานเคลื่อนตัวไปอย่างต่อเนื่อง ซึ่งวัสดุที่ใช้ในการลำเลียงจะวางอยู่บนสายพานหรือบนลูกกลิ้งที่กำลังหมุน เพื่อใช้ในการเคลื่อนย้ายวัสดุจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง โดยที่การเคลื่อนที่สามารถเลือกปรับระดับความเร็วได้ซึ่งขึ้นอยู่กับการควบคุมในการขนย้ายวัสดุนั้น ๆ

ดังนั้นระบบสายพานลำเลียงนี้ จึงเหมาะสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมทุกประเภท ที่ใช้ระบบสายพานลำเลียงในกระบวนการผลิต เช่น อุตสาหกรรมอาหารและยา อุตสาหกรรมผลิตอาหารกระป๋อง อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ และอุตสาหกรรมรถยนต์ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[15] สามารถแสดงรูปแบบตัวอย่างการออกแบบสายพานลำเลียงในการเคลื่อนย้ายวัสดุหรือชิ้นงาน ดังรูปที่ 2.30



รูปที่ 2.30 ตัวอย่างการออกแบบสายพานลำเลียง

ระบบสายพานลำเลียงนั้น มีส่วนประกอบหลัก 5 ส่วน ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. สายพาน : เป็นส่วนรองรับวัตถุและทำให้วัตถุนั้นเคลื่อนที่ไปตามสายพาน
2. ลูกกลิ้ง (Idlers) : เป็นตัวรองรับสายพาน
3. ล้อสายพาน (Pulleys) : เป็นตัวรองรับและขับสายพานควบคุมแรงดึงในสายพาน
4. ระบบขับเคลื่อน (Drive unit) : เป็นตัวส่งกำลังขับให้กับล้อสายพานเพื่อขับสายพานกับวัตถุขนถ่ายให้เคลื่อนที่
5. โครงสร้าง (Structure conveyor) : เป็นตัวรองรับและรักษาแนวของลูกกลิ้งและล้อสายพานและรองรับเครื่องขับสายพาน

ประเภทระบบสายพานลำเลียง สามารถแบ่งได้ 4 ประเภท ดังต่อไปนี้

1. ระบบสายพานลำเลียงแบบพลาสติก

ระบบสายพานลำเลียงแบบพลาสติก (Plastic conveyor system) มีลักษณะการทำงานของระบบสายพานลำเลียงแบบพลาสติก จะสามารถลำเลียงผ่านน้ำหรือลำเลียงชิ้นงานที่เปียกได้ โดยการลำเลียงจะมีลักษณะแนวลาดเอียง ลำเลียงจากที่ต่ำขึ้นสู่ที่สูง องศาลาดเอียงของระบบสายพานลำเลียงแบบพลาสติก จะเริ่มตั้งแต่ 10 องศา และไม่เกิน 45 องศา เหมาะสำหรับงานลำเลียงประเภทยาง, อาหาร, บรรจุภัณฑ์หีบห่อ หรือลำเลียงสิ่งของที่ต้องผ่านเครื่อง X-Ray เป็นต้น [17]

2. ระบบสายพานลำเลียงแบบผ้าใบ

ระบบสายพานลำเลียงแบบผ้าใบ (Canvas conveyor system) มีลักษณะการทำงานของระบบสายพานลำเลียงแบบผ้าใบ สามารถทนความร้อนได้และมีความยืดหยุ่นค่อนข้างน้อยเมื่อรับแรงดึง โดยสามารถขยับตัวระบบลำเลียงให้ตรงกับกระบวนการผลิตได้ เหมาะสำหรับงานลำเลียงประเภทยาง, อาหาร เป็นต้น [17]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ระบบสายพานลำเลียงแบบพีวีซี

ระบบสายพานลำเลียงแบบพีวีซี (PVC conveyor system) มีลักษณะการทำงานของระบบสายพานลำเลียงแบบ PVC เหมาะสำหรับลำเลียงชิ้นงานหรือวัสดุที่มีน้ำหนักเบา สามารถทนความร้อนได้และราคาถูก เหมาะสำหรับงานลำเลียงในอุตสาหกรรมอาหาร สินค้าที่บรรจุหีบห่อที่มีน้ำหนักเบาและต้องการความสะอาด [17]

4. ระบบสายพานลำเลียงแบบโลหะ

ระบบสายพานลำเลียงแบบโลหะ (Metal detector conveyor system) ถูกแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ แบบพลาสติกและแบบพีวีซีสำหรับลำเลียงชิ้นงานหรือวัสดุเข้าเครื่องตรวจหาโลหะ และเมื่อมาถึงเครื่องตรวจหาโลหะ ในรูปแบบบรรจุภัณฑ์หรือรูปแบบชิ้นงาน เช่น ซองพลาสติก กล่องกระดาษ ขวดแก้ว ยาง เครื่องตรวจหาโลหะใช้พลังงานแม่เหล็ก โดยทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก (Electromagnetic field) เมื่อมีโลหะ เช่น เหล็กปนอยู่ในแผ่นยาง เครื่องจะทำการแจ้งเตือนในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ร้องเตือน ผลักออก หรือหยุดเครื่อง [17]

2.8 มอเตอร์ไฟฟ้า

มอเตอร์ไฟฟ้า (Motor) คือ เครื่องกลไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกล ซึ่งสามารถแบ่งมอเตอร์ออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับและมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง [18]

2.8.1 โครงสร้างมอเตอร์

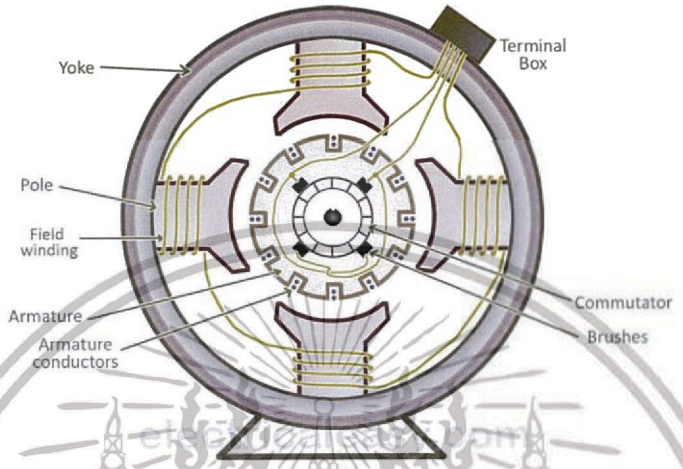
มอเตอร์ไฟฟ้ามีโครงสร้างเบื้องต้นที่สำคัญ 2 ส่วนคือ ส่วนแม่เหล็กถาวร และส่วนของขดลวดตัวนำ สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.31 ซึ่งมีโครงสร้างคล้ายกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า การทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าอาศัยสนามแม่เหล็ก 2 ชุดที่เกิดขึ้น ได้แก่ สนามแม่เหล็กถาวร และสนามแม่เหล็กไฟฟ้าของขดลวดตัวนำ โดยที่แม่เหล็กถาวรสองขั้วจะวางอยู่ระหว่างขดลวดตัวนำ เมื่อขดลวดตัวนำจะได้รับแรงดันไฟฟ้าเข้ามา จะทำให้เกิดอำนาจแม่เหล็กสองชุดที่มีขั้วแม่เหล็กเหมือนกันวางใกล้กัน ส่งผลให้มีการผลักกันระหว่างสนามแม่เหล็กทั้งสองชุดนั้น ทำให้เกิดการหมุนเคลื่อนที่ไปได้ สามารถแสดงส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้าได้ดังต่อไปนี้

1. โรเตอร์ในมอเตอร์ไฟฟ้า เป็นส่วนที่เคลื่อนที่ ซึ่งจะหมุนเพลาเพื่อจ่ายพลังงานกล และในโรเตอร์มักจะมีขดลวดตัวนำพันอยู่โดยรอบ ซึ่งเมื่อมีกระแสไหลผ่าน จะเกิดอำนาจแม่เหล็กที่จะไปทำปฏิกิริยากับ สนามแม่เหล็กถาวรของสเตเตอร์ ขับเพลาให้หมุนได้ อย่างไรก็ตามโรเตอร์บางตัวจะเป็นแม่เหล็กถาวรและสเตเตอร์จะมีขดลวดตัวนำสลับที่กัน
2. สเตเตอร์ จะเป็นส่วนที่อยู่กับที่ซึ่งจะประกอบด้วยโครงของมอเตอร์ แกนเหล็กสเตเตอร์และขดลวด
3. ช่องว่างอากาศระหว่างโรเตอร์และสเตเตอร์ (Air gap) เป็นช่องว่างอากาศ ซึ่งจะต้องมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดเล็กที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ช่องว่างขนาดใหญ่จะมีผลกระทบทางลบอย่างมากต่อประสิทธิภาพการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้า

4. ขดลวด จะพันโดยรอบเป็นคอยล์ ปกติจะพันรอบแกนแม่เหล็กอ่อนที่เคลือบฉนวน เพื่อให้เป็นขั้วแม่เหล็กเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน



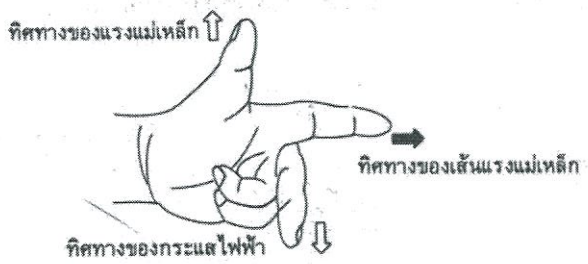
รูปที่ 2.31 โครงสร้างมอเตอร์

2.8.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง หมายถึง มอเตอร์ที่ใช้งานกับระบบไฟฟ้ากระแสตรง เมื่อมีกระแสไฟฟ้าผ่านเข้ามายังขดลวดภายในสนามแม่เหล็ก ก็จะทำให้เกิดแรงแม่เหล็ก โดยแรงที่เกิดขึ้นจะตั้งฉากกับกระแสและสนามแม่เหล็ก ถ้าหากกระแสของสนามแม่เหล็กมีการไหลย้อนกลับจะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของกระแสและสนามแม่เหล็ก ดังนั้นทิศทางของแรงจึงมีการเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย จากกคุณสมบัติดังกล่าวจึงทำให้มอเตอร์กระแสตรงสามารถกลับทิศทางของการหมุนได้ [18]

หลักการทำงานของมอเตอร์ฟ้ากระแสตรงคือ เมื่อมีลวดตัวนำหมุนตัดกับสนามแม่เหล็กจะทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นในขดลวดตัวนำนั้น และทิศทางการไหลของกระแสในลวดตัวนำจะไหลในทิศทางที่ต้านการหมุนของขดลวดตัวนำนั้น ซึ่งในกฎเรื่องการไหลของกระแสไฟฟ้านี้ เรียกว่า กฎของเลนซ์ การหมุนของมอเตอร์จะหมุนไปในทางใดทางหนึ่งจะต้องทราบทิศทางการไหลของกระแสในตัวนำ ซึ่งทิศทางการไหลของกระแสในตัวนำ จะทำให้ทราบทิศทางการหมุนของขดลวดตัวนำได้เป็นไปตามหลักการกฎมือซ้ายของเฟลมมิ่ง โดยการใช้มือซ้าย กางนิ้วหัวแม่มือ นิ้วชี้และนิ้วกลางชี้ในทิศทางของกระแสไฟฟ้าที่ไหลในตัวนำ [19] ดังแสดงในรูปที่ 2.32

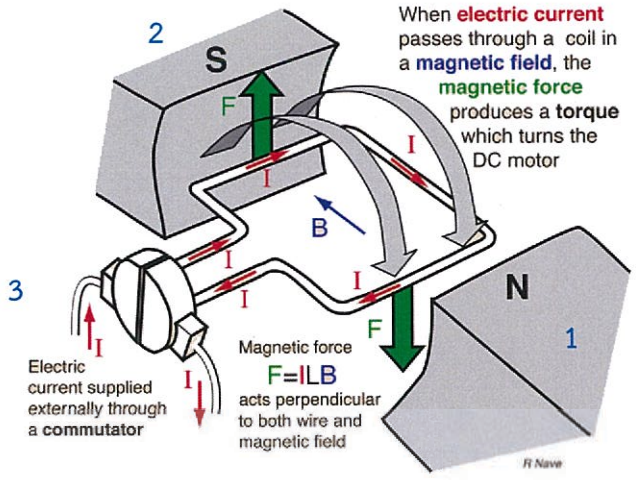
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.32 กฎมือซ้ายของเฟลมมิ่ง

เมื่อพิจารณาจากรูปที่ 2.32 ซึ่งประกอบด้วยขดลวดที่วางอยู่ระหว่างขั้วแม่เหล็ก โดยที่ปลายของขดลวดทั้งสองข้างจะถูกต่อเข้ากับคอมมิวเตเตอร์ ซึ่งจะมีแปรงถ่านต่อไว้ และแปรงถ่านทั้งสองจะต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงจากภายนอก ขดลวดตัวนำนั้นจะต้องหมุนอยู่ในสนามแม่เหล็ก เมื่อขดลวดอยู่ ณ ตำแหน่งที่ 1 กระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวด ทำให้ด้านบนของขดลวดเป็นขั้วเหนือ และด้านล่างของขดลวดเป็นขั้วใต้ตามกฎมือขวา โดยที่ขั้วแม่เหล็กของขดลวดจะถูกดูดหรือถูกผลักนั้นจะขึ้นอยู่กับว่าเป็นขั้วเหมือนกันหรือต่างกัน ทำให้ขดลวดหมุนไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกา ซึ่งจะทำให้ขั้วต่างกันเข้ามาหากัน และต่อมาเมื่อขดลวดหมุนมาอยู่ที่มุม 90 องศา คือ ตำแหน่งที่ 2 กระแสที่ไหลผ่านขดลวดจะเปลี่ยนทิศทาง (กลับทิศทาง) เป็นผลให้สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นที่ขดลวดนั้นกลับขั้ว ดังนั้นในขณะนี้ขดลวดที่มีขั้วเหมือนกันจะผลักกัน ลวดตัวนำนั้นก็ยังคงหมุนเลยต่อไปอีกแต่จะเป็นการหมุนได้เพราะขั้วเหมือนกันจะผลักกัน แต่ถ้าขดลวดหมุนไปครบ 180 องศา คือ ตำแหน่งที่ 3 ปฏิกิริยาเช่นเดียวกับเมื่ออยู่ที่ตำแหน่งที่ 2 จะเกิดขึ้นใหม่อีกครั้ง นั่นคือ กระแสที่ไหลในขดลวดตัวนำจะเปลี่ยนทิศทาง และขั้วแม่เหล็กที่ขดลวดจะกลายเป็นขั้วต่างกันผลักออกจากกันอีก ผลลัพธ์ที่ได้คือ มอเตอร์จะมีการหมุนได้ตลอดเวลา ดังนั้นคอมมิวเตเตอร์จึงมีบทบาทกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงทำให้กระแสที่ไหลเข้าขดลวดสามารถกลับทิศทางได้ทันที ที่ขั้วแม่เหล็กต่างกันกำลังหันหน้าเข้าหากัน เมื่อกลับทิศทางการไหลก็จะทำให้ขั้วแม่เหล็กที่ขดลวดอาร์เมเจอร์เปลี่ยนให้ผลักจากกัน ดังนั้นจึงเป็นเหตุผลที่มอเตอร์ยังคงสามารถหมุนได้ต่อเนื่องตลอดเวลา สามารถแสดงหลักการทำงานมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงอย่างง่ายได้ดังรูปที่ 2.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.33 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินงาน

วิธีการดำเนินงานในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาเทคนิคการคัดแยกคุณภาพไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด โดยการนำความรู้ทางด้านเทคโนโลยีการประมวลผลภาพมาประยุกต์ใช้งานจริง เพื่อช่วยในการคัดแยกคุณภาพของไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด สามารถแบ่งเป็นออกเป็น 4 หัวข้อหลักคือ ภาพรวมของระบบ ขั้นตอนการดำเนินงาน การออกแบบฮาร์ดแวร์ และการออกแบบซอฟต์แวร์ ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงานของการคัดแยกคุณภาพไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด ในปีการศึกษา 2560 วางแผนไว้ดังต่อไปนี้

1. ศึกษาค้นคว้าสิ่งที่สนใจเพื่อกำหนดเป็นหัวข้อปริญญานิพนธ์คือ เรื่อง กระบวนการผลิตและการคัดแยกคุณภาพไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด ว่ามีเนื้อหามากน้อยเพียงใด
2. จัดทำข้อเสนอหัวข้อปริญญานิพนธ์ต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาถึงความเหมาะสมในการจัดทำปริญญานิพนธ์
3. ศึกษาค้นคว้า เอกสารที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่สนใจเพิ่มเติม จากหนังสือ บทความ รวมไปถึงเว็บไซต์ต่าง ๆ และจัดเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อจัดทำเนื้อหาต่อไป
4. ออกแบบระบบควบคุมและออกแบบโครงสร้างการคัดแยกคุณภาพไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด
5. จัดซื้อวัสดุและอุปกรณ์สำหรับการจัดทำโครงสร้างชิ้นงาน
6. ศึกษาการทำงานของโปรแกรม และทดลองเขียนโปรแกรม เพื่อการควบคุมการทำงานตามเงื่อนไขที่ได้ออกแบบไว้
7. แก้ไขและปรับปรุงการออกแบบของโปรแกรมการทำงานและโครงสร้างชิ้นงาน เพื่อให้มีความสมบูรณ์
8. รายงานผลการดำเนินงานต่ออาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน นำเสนอรายงานความก้าวหน้าเป็นระยะ ๆ โดยแจ้งให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจความก้าวหน้าของปริญญานิพนธ์ ซึ่งอาจารย์ที่ปรึกษาจะให้ข้อเสนอแนะต่าง ๆ ทั้งนี้เมื่อได้รับคำแนะนำจะนำมาปรับปรุง แก้ไขให้มีความเหมาะสม

3.2 ภาพรวมของระบบ

ภาพรวมของระบบคัดแยกคุณภาพไม้ปาร์ติเกิลบอร์ดดังแสดงในรูปที่ 3.1 แสดงถึงการวิเคราะห์และออกแบบระบบคัดแยกคุณภาพไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด ในส่วนของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ เมื่อเปิดสวิตช์ของสายพานลำเลียงและนำไม้ปาร์ติเกิลบอร์ดวางบนสายพานลำเลียง และไม้ปาร์ติเกิลบอร์ดจะเคลื่อนที่เข้าสู่กล่องคุมแสงจนมาถึงเซนเซอร์ตัวที่ 1 ระบบจะสั่งการให้มอเตอร์ชะลอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

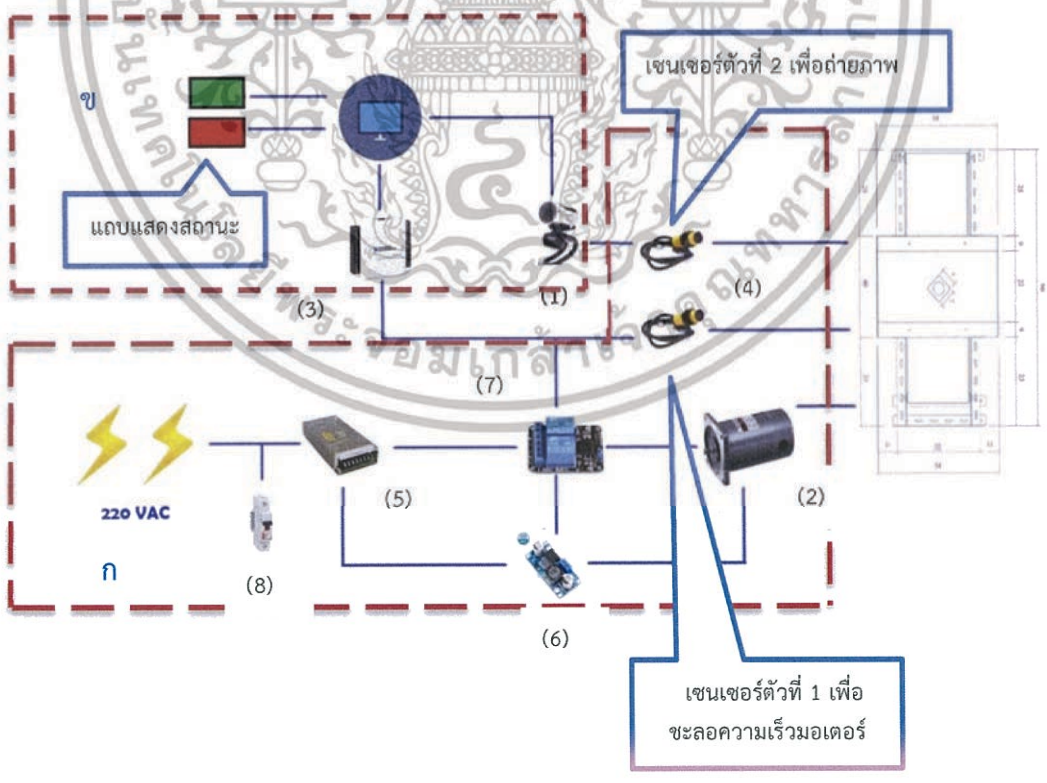
ความเร็วลง จากนั้นแผ่นไม้ปาร์ติเกิลบอร์ดเคลื่อนต่อไปยังเซนเซอร์ตัวที่ 2 ซึ่งระบบจะทำการถ่ายภาพ เพื่อหาข้อบกพร่องของไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด จากนั้นจึงนำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ แล้วจึงแสดงผลผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ในรูปแบบของแถบสถานะ รวมถึงการเพิ่มความเร็วของสายพานเพื่อลำเลียงไม้ชิ้นถัดไปเข้าไปยังกล่องคุมแสง สามารถแสดงรายละเอียดในส่วนต่าง ๆ ได้ดังต่อไปนี้

3.2.1 ฮาร์ดแวร์

ฮาร์ดแวร์ เป็นส่วนของการออกแบบส่วนต่าง ๆ ของระบบการคัดแยกคุณภาพของไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด ประกอบไปด้วยการออกแบบส่วนของชุดสายพานลำเลียง และชุดการติดตั้งกล้องเว็บแคม ซึ่งจะมีการทำงานร่วมกับส่วนซอฟต์แวร์เพื่อควบคุมระบบทั้งหมด ในส่วน ก ของรูปที่ 3.1

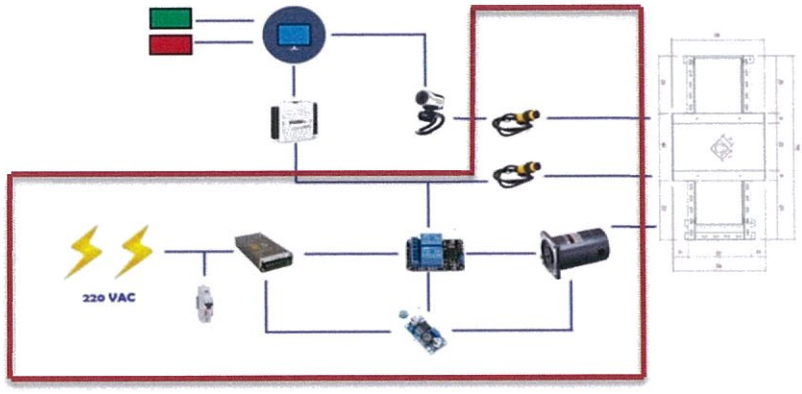
3.2.2 ซอฟต์แวร์

ซอฟต์แวร์ เป็นส่วนของการเขียนโปรแกรมเพื่อสั่งการให้ฮาร์ดแวร์ทำงาน และส่วนของการประมวลผลภาพเพื่อการวิเคราะห์คุณภาพของไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด โดยทำการเขียนด้วยโปรแกรม LabVIEW สามารถแบ่งส่วนการทำงานของการเขียนโปรแกรมออกเป็น 2 ส่วน นั่นคือ ส่วนของการถ่ายภาพและส่วนของการควบคุมการทำงานของระบบตรวจสอบคุณภาพของไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด เมื่อทำการเขียนโปรแกรมเสร็จสมบูรณ์แล้วจึงทำการส่งชุดคำสั่งที่เขียนไว้ผ่าน DAQ ควบคุมการทำงานของฮาร์ดแวร์และสามารถคัดแยกคุณภาพของไม้ปาร์ติเกิลบอร์ดได้ตามที่กำหนดไว้ในส่วน ข ของรูปที่ 3.1

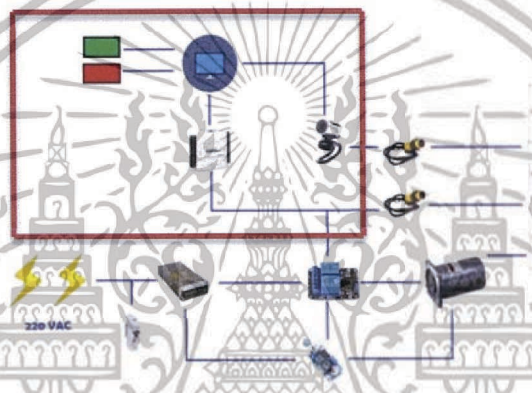


รูปที่ 3.1 ภาพรวมของระบบคัดแยกคุณภาพไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



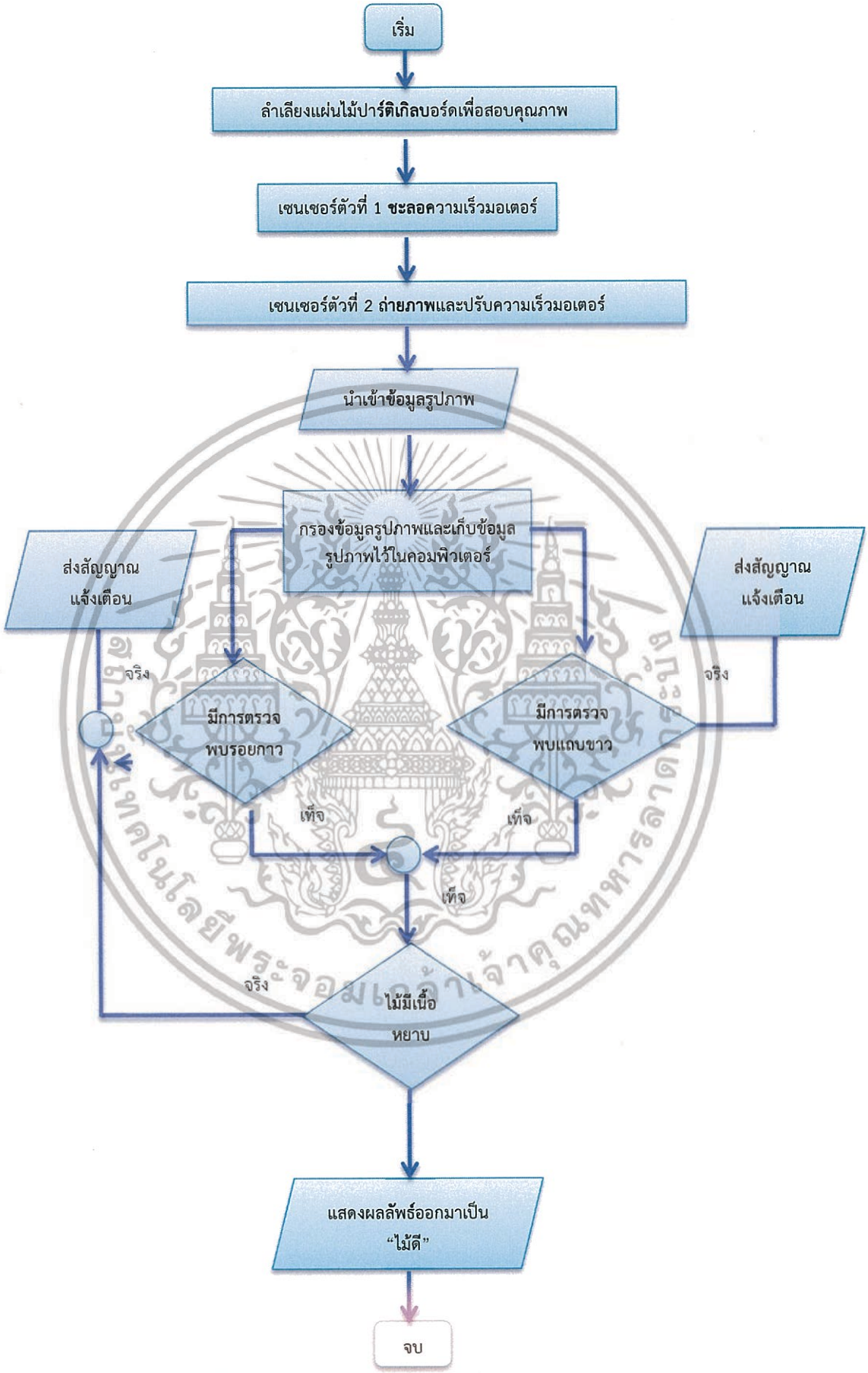
รูปที่ 3.1ก ภาพรวมของการทำงานในส่วนของฮาร์ดแวร์



รูปที่ 3.1ข ภาพรวมของการทำงานในส่วนของซอฟต์แวร์

สำหรับการออกแบบเงื่อนไขการทำงาน อธิบายได้ดังแผนผังการออกแบบเงื่อนไขการทำงานของซอฟต์แวร์ ดังรูปที่ 3.2 มีลำดับการทำงานดังต่อไปนี้ ซึ่งจะเริ่มจากการลำเลียงแผ่นไม้ปาร์ติเกิลบอร์ดเข้าสู่สายพานลำเลียง เมื่อแผ่นไม้เข้ามาภายในกล่องคุมแสงจะผ่านเซนเซอร์ตัวที่ 1 มีหน้าที่ในการชะลอความเร็วของมอเตอร์ โดยการสั่งการทำงานมาจาก DAQ เข้าสู่รีเลย์เพื่อลดระดับแรงดันไฟฟ้าจาก 24 โวลต์ ให้เหลือเพียง 17 โวลต์ เพื่อทำการลดระดับแรงดันไฟฟ้าของมอเตอร์กระแสตรง จากนั้นเมื่อมาถึงเซนเซอร์ตัวที่ 2 มีหน้าที่ในการถ่ายภาพล่าสุดของตัวอย่างไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด เพื่อส่งต่อไปยังโปรแกรม LabVIEW ทำการประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูล โดยอาศัยหลักการกรองภาพผ่านการกรองผ่านความถี่ต่ำเพื่อขจัดสัญญาณรบกวน และเมื่อทำการกรองภาพแล้วจึงนำมาวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กรณีคือ ไม้ดีหรือไม้ที่มีคุณสมบัติตรงตามเกณฑ์มาตรฐาน และไม้เสียหรือไม้ที่มีการตรวจพบจุดดำ รอยด่างหรือการแตกหักบริเวณขอบไม้ จากนั้นระบบจะทำการแสดงผลผ่านทางแถบแสดงสถานะ โดยที่แถบสถานะสีเขียว แสดงถึงไม้ดีที่ตรงตามเกณฑ์มาตรฐาน และแถบสถานะไฟสีแดง แสดงถึงไม้เสียหรือไม้ที่มีข้อบกพร่อง ถือเป็นการจบการทำงานของเครื่องตรวจสอบและคัดแยกคุณภาพของแผ่นไม้ปาร์ติเกิลบอร์ดในแต่ละครั้ง เมื่อมีการลำเลียงไม้ปาร์ติเกิลบอร์ดแผ่นใหม่เข้ามาระบบจะทำการตรวจสอบและคัดแยกแผ่นไม้อีกครั้งหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 แผนผังการออกแบบเงื่อนไขการทำงานของซอฟต์แวร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การออกแบบฮาร์ดแวร์

การออกแบบฮาร์ดแวร์ของเครื่องคัดแยกคุณภาพไม้ปาร์ติเกิลบอร์ดนั้น สามารถแบ่งรายละเอียดออกเป็น 2 ส่วนคือ วัสดุและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง และกล่องคุมแสงและสายพานลำเลียง สามารถแสดงได้ดังต่อไปนี้

3.3.1 วัสดุและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

วัสดุที่ใช้ในการศึกษานั้นคือ ตัวอย่างไม้ปาร์ติเกิลบอร์ดที่ได้มาจากบริษัท เมโทร-พลายกรุ๊ป จำกัด จังหวัดนนทบุรี เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาระบบตรวจสอบข้อบกพร่องของไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด

อุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบตรวจสอบข้อบกพร่องของไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด เมื่อพิจารณารูปที่ 3.1 เป็นการแสดงองค์ประกอบการจัดวางอุปกรณ์ ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดของอุปกรณ์ได้ดังต่อไปนี้

1. **กล้องเว็บแคม**

ข้อมูลของอุปกรณ์

ยี่ห้อ : OKER ดังรูปที่ 3.3

รุ่น : OE-177

ความละเอียด : 16 ล้านพิกเซล

ทางยาวโฟกัส : 30 มิลลิเมตร–อนันต์

เฟรมเรท : 60 ภาพต่อวินาที และมีระบบปรับความสมดุลของภาพเพื่อให้ได้สีเป็นธรรมชาติสมจริง

คุณสมบัติ : ตัวกล้องสามารถหมุนปรับโฟกัสที่หน้าเลนส์ได้และสามารถปรับขาให้ใช้ได้กับจอ หรือตั้งวางได้ รวมถึงมีการปรับแสงเองอัตโนมัติ ลดปัญหาเรื่องแสงไม่เพียงพอ และย้อนแสง

รูปที่ 3.3 กล้องเว็บแคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. มอเตอร์เกียร์ไฟฟ้ากระแสตรง

ข้อมูลของอุปกรณ์

ยี่ห้อ : OTHER ดังรูปที่ 3.4

รุ่น : ZGA60FM-G

ขนาด : 24 โวลต์ 20 รอบต่อนาที

รูปที่ 3.4 มอเตอร์เกียร์ไฟฟ้ากระแสตรง

3. Data acquisition

ข้อมูลของอุปกรณ์

ยี่ห้อ : National instruments ดังรูปที่ 3.5

รุ่น : NI USB-6008 DAQ

วัสดุ : กล่องพลาสติก

แรงดันไฟฟ้าที่ใช้ : ± 10 โวลต์

อิมพีแดนซ์อินพุต : 144 กิโลโอห์ม

ซอฟต์แวร์ประยุกต์ : รองรับการใช้งานโปรแกรม LabVIEW, C

คุณสมบัติ : เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเปลี่ยนสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล ประกอบไปด้วย อินพุตแบบแอนะล็อก (AI) 8 ช่อง เอาต์พุตแบบแอนะล็อก (AO) 2 ช่อง และดิจิทัลแบบอินพุต (DI) และดิจิทัลเอาต์พุตอีก อินพุต (DO) 12 ช่อง

รูปที่ 3.5 Data acquisition

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. อินฟราเรดพร็อกซิมิตี้เซนเซอร์

ข้อมูลของอุปกรณ์

ยี่ห้อ : OMDHON ดังรูปที่ 3.6

รุ่น : E18-D80NK

ระยะที่สามารถอ่านค่าได้ : 3-93 เซนติเมตร

ลักษณะของวัตถุ : ทึบแสง, ผิวมันวาว, สามารถสะท้อนแสงได้

แรงดันที่ใช้ : 5 โวลต์

โหลดกระแส : 100 มิลลิแอมป์

รูปแบบเอาต์พุต : ปกติเปิด (NO)

ขนาดของอุปกรณ์ : 18 มิลลิเมตร และมีความสูง 45 มิลลิเมตร

คุณสมบัติตัวเซนเซอร์ : พลาสติก

ทนอุณหภูมิ : -25-70 องศาฟราเรนไฮต์

การต่อใช้งาน : สายสีน้ำตาล สายไฟเลี้ยงขนาด 5 โวลต์
สายสีดำ สายสัญญาณเอาต์พุต
สายสีฟ้า สายกราวด์

รูปที่ 3.6 อินฟราเรดพร็อกซิมิตี้เซนเซอร์

5. สวิทชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย

ข้อมูลของอุปกรณ์

ยี่ห้อ : Damper ดังรูปที่ 3.7

คุณสมบัติ : สวิทชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย 24 โวลต์ 3 แอมป์

แรงดันไฟฟ้าอินพุตกระแสสลับ : 100–240 โวลต์ 50–60 เฮิรตซ์

แรงดันไฟฟ้าเอาต์พุตกระแสตรง : 24 โวลต์ 3 แอมป์

ขนาด : 100 * 160 * 42 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.7 สวิทชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย

6. **โมดูลเรกูเลตสำหรับแปลงไฟลง**

ข้อมูลของอุปกรณ์

ยี่ห้อ : Module max ดังรูปที่ 3.8

รุ่น : LM2596HVS

ขนาด : 4.3 * 3.0 * 1.2 เซนติเมตร

แรงดันไฟฟ้าอินพุต : 5–48 โวลต์

แรงดันไฟฟ้าเอาต์พุต : 1.25–26 โวลต์

กระแสไฟฟ้าเอาต์พุตสูงสุด : 3 แอมป์

กระแสไฟต่อเนื่อง : 1.2A (กำลังไฟต่ำกว่า 20 วัตต์)

รูปที่ 3.8 โมดูลเรกูเลตสำหรับแปลงไฟลง

7. **โมดูลรีเลย์ 2 ช่อง**

ข้อมูลของอุปกรณ์

ยี่ห้อ : Songle ดังรูปที่ 3.9

รุ่น : SRD-05VDC-SL-C

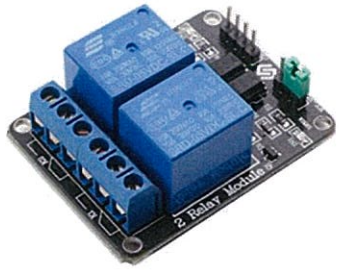
ไฟเลี้ยงโมดูลรีเลย์ : 5 โวลต์ดีซี

แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับสูงสุด : 250 โวลต์ กระแส 10 แอมป์

แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงสูงสุด : 30 โวลต์ กระแส 10 แอมป์

กระแสขับรีเลย์ : 15–20 มิลลิแอมป์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 โมดูลรีเลย์ 2 ช่อง

8. เบรกเกอร์

ข้อมูลของอุปกรณ์

ยี่ห้อ : Salzer ดังรูปที่ 3.10

รุ่น : MCB-L7-10/1/C

แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ : 230-400 โวลต์

ความถี่สูงสุด : 50–60 เฮิรตซ์

พิกัดการทนกระแสลัดวงจรสูงสุด : กระแสสลับ 6,000 แอมป์

รูปที่ 3.10 เบรกเกอร์

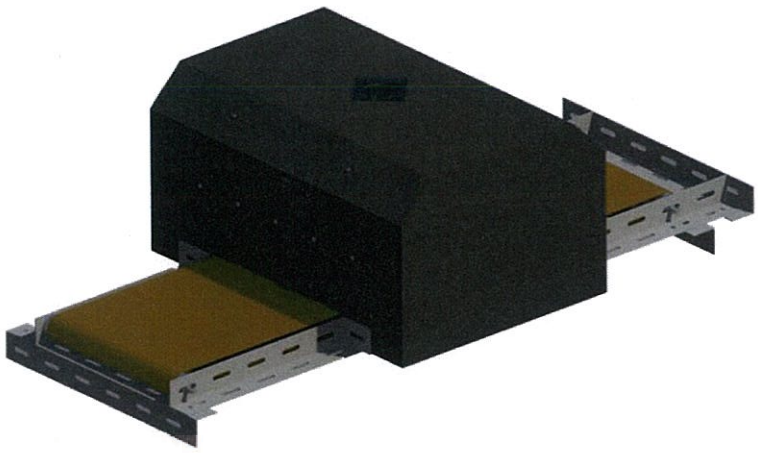
3.3.2 กล่องคุมแสงและสายพานลำเลียง

การออกแบบโครงสร้างของกล่องคุมแสงจะใช้โปรแกรม AutoCAD inventor professional 2017 ในการจำลองแบบโครงสร้าง 3 มิติ สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.11 โดยที่กล่องคุมแสงถูกสร้างขึ้นเพื่อคุมสภาพแสงและสภาวะแวดล้อม ที่ใช้ในการถ่ายภาพตัวอย่างไม้ปาร์ติเกิลบอร์ดให้มีความคงที่และเป็นการป้องกันแสงรบกวนจากภายนอก เพื่อให้การประมวลผลมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งมีส่วนประกอบดังต่อไปนี้

1. โครงสร้างของกล่องคุมแสงมีขนาดกว้าง 54 เซนติเมตร ยาว 40 เซนติเมตร และสูง 31 เซนติเมตร และจะใช้สายพานลำเลียงแบบผ้าใบ มีขนาดความยาว 1 เมตร

2. ระบบแสงสว่างจะใช้หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ขนาด 4 วัตต์แบบหลอดยาว (Tube) ซึ่งมีขนาดความยาว 28 เซนติเมตร ถูกติดตั้งอยู่โดยรอบภายในบริเวณด้านข้างของกล่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 การออกแบบโครงสร้างกล่องคุมแสง

3.4 การออกแบบซอฟต์แวร์

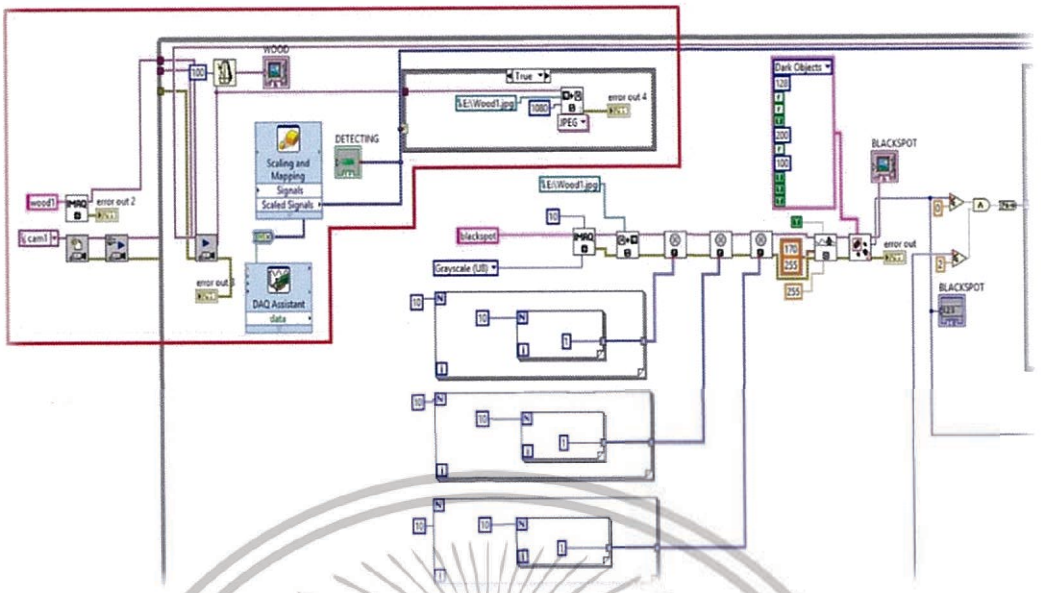
ในการออกแบบระบบตรวจสอบข้อบกพร่องของไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด โดยใช้โปรแกรม LabVIEW โมดูล NI vision เวอร์ชัน 2010 สามารถแบ่งออกเป็น 2 ชุดโปรแกรมหลัก ได้แก่ โปรแกรมที่ใช้ในการตรวจจับตำหนิของไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด และโปรแกรมในส่วนที่ใช้ในการเก็บข้อมูลภาพ โดยสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

3.4.1 โปรแกรมในส่วนที่ใช้ในการเก็บข้อมูลภาพ

การทำงานของโปรแกรมนั้นจะเริ่มจากการลำเลียงไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด เข้าไปในเครื่องตรวจสอบและคัดแยกคุณภาพของไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด โดยจะมีกล้องเว็บแคมซึ่งติดตั้งอยู่ด้านบนของกล่องคุมแสงจับภาพตลอดเวลา โดยที่ไม้จะถูกลำเลียงมาเรื่อย ๆ จนถึงเซนเซอร์ตัวที่ 1 จะทำให้มอเตอร์มีความเร็วลดลง จนเมื่อแผ่นไม้เลื่อนมาถึงเซนเซอร์ตัวที่ 2 กล้องจะทำการจับภาพสุดท้ายซึ่งเป็นภาพแผ่นไม้เต็มแผ่น จากนั้นจึงนำข้อมูลภาพที่ได้ไปทำการประมวลผล เพื่อตรวจสอบคุณภาพว่าผ่านหรือไม่ผ่านมาตรฐานที่มีการกำหนดไว้

สำหรับขั้นตอนแรกของการเก็บข้อมูลภาพจะกำหนดอินพุตของกล้องเว็บแคมด้วยโมดูล NI-IMAQdx และโมดูล Vision utilities ซึ่งเป็นโมดูลที่ใช้ในการกำหนดค่าของโมดูลสำหรับการเก็บภาพ จากนั้นจะแบ่งการเชื่อมต่อเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนแรก โมดูล IMAQ create ซึ่งเป็นโมดูลในการเก็บข้อมูลชั่วคราวเพื่อใช้ในการแสดงภาพจากกล้อง และส่วนที่สองจะต่อเข้ากับโมดูล IMAQ readfield เพื่อนำข้อมูลภาพที่ได้ไปบันทึกไว้ในคอมพิวเตอร์ โดยจะต้องกำหนดความละเอียดและสกุลของข้อมูลภาพ ในตัวอย่างนี้จะตั้งชื่อไฟล์ว่า wood1.jpg จากนั้นสัญญาณที่ได้จากโมดูล IMAQ readfield จะถูกนำมาพิจารณาใน Case structure ให้หยุดการบันทึกภาพในขณะที่แผ่นไม้เคลื่อนที่ผ่านกล้องเว็บแคมจนสามารถมองเห็นไม้ตลอดทั้งแผ่น เพื่อนำไปใช้ในการตรวจสอบผลลัพธ์ในขั้นตอนต่อไป ซึ่งสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.12

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

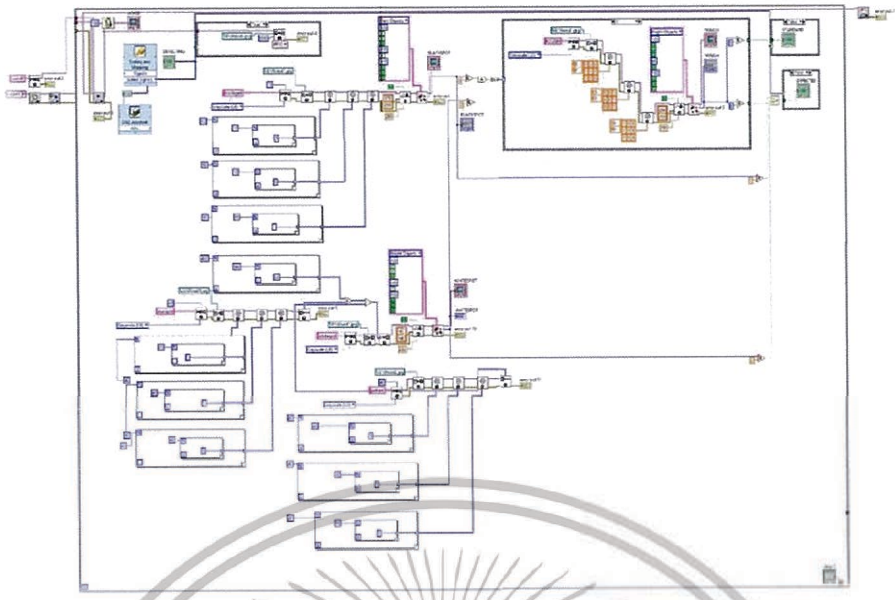


รูปที่ 3.12 โปรแกรมในส่วนที่ใช้ในการเก็บข้อมูลภาพ

3.4.2 โปรแกรมที่ใช้ในการตรวจจับตำหนิของไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด

ภาพที่ได้จากกระบวนการเก็บภาพในขั้นตอนที่ 3.4.1 จะถูกตรวจสอบคุณภาพในขั้นตอนนี้ ซึ่งจะเป็นการตรวจสอบรอยกาวและแถบขาว เมื่อทำการตรวจสอบคุณภาพในขั้นตอนแรกเสร็จเรียบร้อยแล้ว จากนั้นจึงนำไม้มาตรวจสอบอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งเป็นกระบวนการตรวจสอบความละเอียดของผิวเนื้อไม้ว่าได้มาตรฐานที่กำหนดไว้หรือไม่ ซึ่งหากเป็นแผ่นไม้ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานของการตรวจสอบนั้น แถบแสดงสถานะจะแสดงสีเขียว แสดงถึงแผ่นไม้ที่ได้รับการตรวจสอบนั้นเป็นไม้ที่สามารถนำไปใช้งานได้ แต่หากผลการตรวจสอบนั้นไม่ผ่านในขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่ง แถบแสดงสถานะจะแสดงสีแดง ซึ่งแสดงถึงแผ่นไม้ที่ได้รับการตรวจสอบนั้นไม่สามารถนำไปใช้งานได้ สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



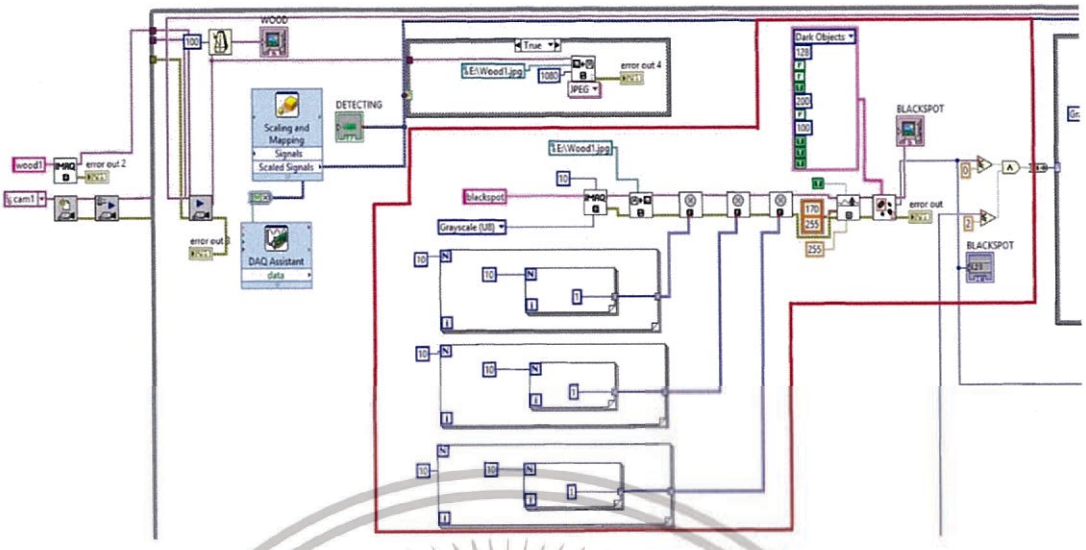
รูปที่ 3.13 โปรแกรมที่ใช้ในการตรวจจับตำหนิของเนื้อไม้

การออกแบบโปรแกรมที่ใช้ในการตรวจจับตำหนิของไม้ปาร์ติเกิลบอร์ดแบ่งเป็น 3 กรณี คือ โปรแกรมสำหรับใช้ในการตรวจสอบไม้รอยสีดำ, โปรแกรมสำหรับใช้ในการตรวจสอบไม้รอยสีขาว และโปรแกรมสำหรับใช้ในการตรวจสอบไม้ที่มีเนื้อผิวหยาบ สามารถแสดงรายละเอียดได้ ดังต่อไปนี้

1. โปรแกรมสำหรับใช้ในการตรวจสอบไม้รอยสีดำ

ขั้นตอนแรกจะทำการดึงข้อมูลที่ได้จากโปรแกรม ในส่วนที่ใช้ในการบันทึกข้อมูลภาพด้วยโมดูล IMAQ readfield ที่มีการกำหนดที่อยู่และชื่อของข้อมูลภาพส่งไปยังโมดูล IMAQ create เพื่อสร้างข้อมูลรูปภาพชั่วคราวสำหรับการแปลงข้อมูล จากนั้นจะผ่านโมดูล Filters ซึ่งเป็นโมดูลสำหรับการสร้างตัวกรองข้อมูลรูปภาพ ผ่านการกรองผ่านความถี่ต่ำ เพื่อเฉลี่ยค่าสีในแต่ละพิกเซล ให้มีสีผิวที่สม่ำเสมอง่ายต่อการตรวจสอบ เนื่องจากแผ่นไม้ปาร์ติเกิลบอร์ดนั้นมีสีผิวที่ไม่สม่ำเสมอส่งผลการตรวจสอบที่คลาดเคลื่อนได้ จากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้เข้าสู่โมดูล Processing เพื่อแปลงค่าสีในแต่ละพิกเซลให้เป็น 0 หรือ 255 เมื่อนำมาผ่านโมดูล Processing จึงต้องมีการกำหนดช่วงที่ต้องการให้เป็นค่าสีให้อยู่ในช่วง 170–255 โดยที่ค่าสีของรอยดำนั้นจะมีค่าสีที่ต่ำกว่าค่าสีของแผ่นไม้จึงจะทำให้แสดงค่าสีของรอยดำเป็น 0 แสดงดังรูปที่ 3.14 แล้วจึงเข้าสู่โมดูล Morphology เพื่อใช้ในการตรวจจับกลุ่มพิกเซลที่ต้องการให้จับกลุ่มของพิกเซลที่มีค่าสีเป็น 0 (ซึ่งมีจำนวนพิกเซลที่มีค่าเป็น 0 มากกว่าค่าที่กำหนด) จะทำให้สามารถตรวจจับรอยตำหนิสีดำได้ ซึ่งหากตรวจพบรอยตำหนิสีดำมากกว่า 1 จุด สามารถสรุปได้ว่าแผ่นไม้ที่นำมาตรวจสอบนั้น เป็นไม้ที่ไม่ได้มาตรฐาน แต่หากตรวจพบรอยตำหนิน้อยกว่า 1 จุด โปรแกรมจะทำการตรวจสอบในเงื่อนไขถัดไปนั่นคือ เงื่อนไขสำหรับการตรวจสอบไม้ที่มีเนื้อผิวหยาบซึ่งจะอธิบายในหัวข้อถัดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 โปรแกรมที่ใช้ในการตรวจจับตำหนิของเนื้อไม้รอยสีดำ

2. โปรแกรมสำหรับใช้ในการตรวจสอบไม้รอยสีขาว

ขั้นตอนของการตรวจสอบไม้รอยสีขาวนั้น จะแตกต่างกับส่วนของแผ่นไม้ที่มีรอยตำหนิสีดำ นั่นคือ ค่าสีของรอยสีขาวนั้นจะมีค่าสีที่สูงกว่าค่าสีของแผ่นไม้ จึงจะทำให้แสดงค่าสีของรอยสีขาวเป็น 1 ซึ่งเมื่อผ่านขั้นตอนการแปลงค่าสีด้วยโมดูล Processing จะได้ภาพออกมาเป็นสีเดียวกันทั้งหมดยากต่อการตรวจสอบ แสดงดังรูปที่ 3.15 เนื่องจากสีของรอยตำหนิและตัวแผ่นไม้นั้นมีค่าสีที่ค่อนข้างใกล้เคียงกัน แต่แตกต่างกันในกรณีการตรวจสอบไม้รอยสีดำที่มีค่าสีระหว่างแผ่นไม้กับรอยตำหนิแตกต่างอย่างชัดเจน ดังนั้นจึงต้องนำค่าสีของแผ่นไม้อ้างอิงมาลบกับไม้ที่ต้องการทำการตรวจสอบ ซึ่งเมื่อนำมาลบก็จะหลงเหลือเพียงค่าสีของรอยตำหนิ แล้วจึงนำโมดูล Morphology มาตรวจตำหนิในเงื่อนไขต่อไป สามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

(1) ส่วนสำหรับการตรวจสอบไม้สีขาวสำหรับแผ่นไม้ทดสอบ

สำหรับในส่วนนี้จะมีลักษณะคล้ายกับโปรแกรมสำหรับใช้ในการตรวจสอบไม้รอยสีดำ แต่จะมีความแตกต่างกันในกรณีที่จะมีการกรองข้อมูลภาพด้วยโมดูล Filters จำนวน 3 ครั้ง จากนั้นจึงแปลงค่าของรูปเป็นค่าอาร์เรย์ 2 มิติ ด้วยโมดูล Image manage จากนั้นสร้างอาร์เรย์ 2 มิติขึ้นเพื่อลบกับอาร์เรย์ 2 มิติของรูปอ้างอิง เนื่องจากแผ่นไม้บางแผ่นอาจมีค่าสีที่ต่ำกว่าค่าสีของแผ่นไม้อ้างอิง เมื่อนำมาลบกันจะทำให้ไม่เห็นรอยตำหนิที่ไม่สามารถตรวจสอบได้ และจะมีการนำค่าที่ได้มาบวกกันเพื่อใช้ในการพิจารณาในส่วนถัดไป สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.15ก

(2) ส่วนสำหรับการตรวจสอบไม้สีขาวสำหรับแผ่นไม้อ้างอิง

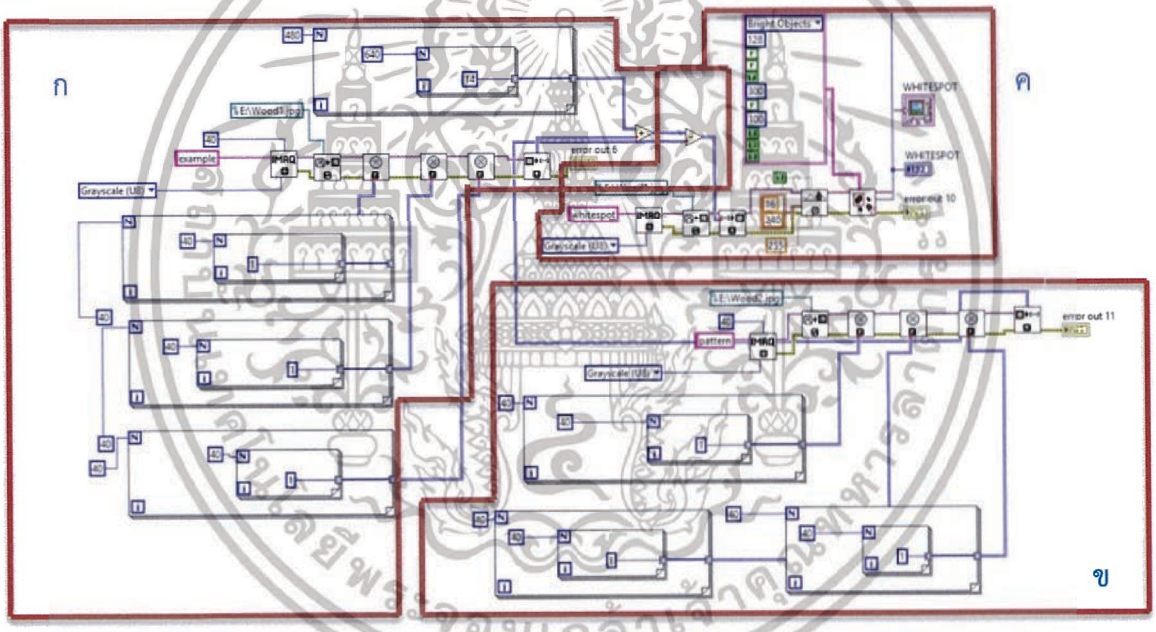
สำหรับในส่วนนี้เมื่อผ่านส่วนสำหรับการตรวจสอบไม้สีขาวสำหรับแผ่นไม้ทดสอบแล้วนั้น จะมีการพิจารณาเพิ่มเติมในส่วนของการเตรียมค่าสีของไม้อ้างอิง มีลักษณะขั้นตอนคล้ายกับกระบวนการในส่วนการตรวจสอบไม้สีขาวสำหรับแผ่นไม้ทดสอบ แต่จะไม่ทำการบวกค่าใด ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพิ่มเติม ซึ่งจะนำรูปมาจากแผ่นไม้ที่มีค่าสีมาก ๆ หรืออาจนำมาจากพื้นหลังสีขาวก็ได้ตามความเหมาะสมมาใช้ในการกำหนดภาพอ้างอิง เมื่อได้ค่าสีแล้วจะทำการลบกับค่าสีที่ได้ จากขั้นตอนส่วนสำหรับการตรวจสอบไม้สีขาวสำหรับแผ่นไม้ทดสอบ เพื่อใช้ประมวลผลภาพและตรวจจับรอยขาวต่อไป ดังรูปที่ 3.15ข

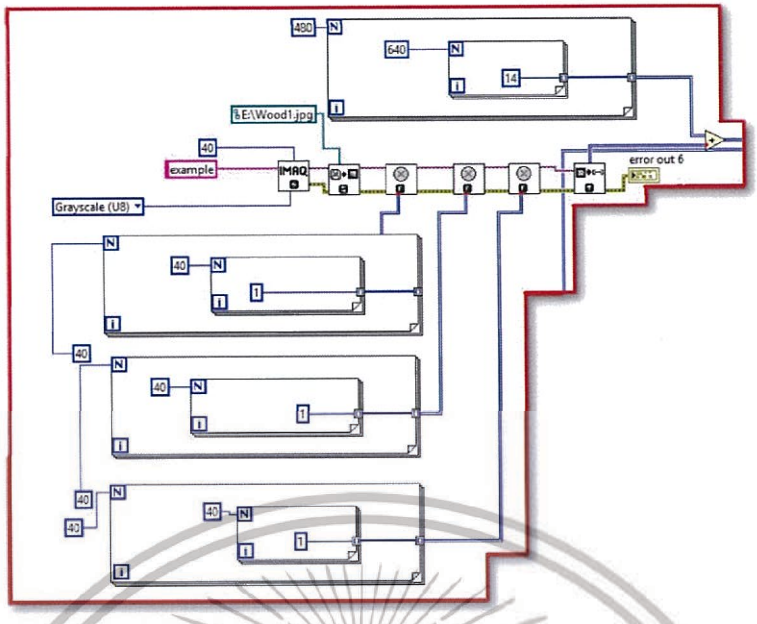
(3) ส่วนที่ใช้ประมวลผลภาพและตรวจจับรอยขาว

สำหรับขั้นตอนนี้จะเป็นการสร้างพื้นที่ชั่วคราว สำหรับภาพที่มาจากกระบวนการตรวจสอบไม้สีขาวสำหรับแผ่นไม้ทดสอบ และการตรวจสอบไม้สีขาวสำหรับแผ่นไม้อ้างอิง โดยการแปลงข้อมูลอาร์เรย์ 2 มิติ ด้วยโมดูล Image manage ให้เป็นข้อมูลภาพ หลังจากนั้นภาพที่มีรอยขาวหรือตำหนิที่ปรากฏจะถูกนำมาตรวจจับด้วยโมดูล Morphology จากนั้นโปรแกรมจะทำการตรวจสอบในเงื่อนไขถัดไปนั่นคือ เงื่อนไขสำหรับการตรวจสอบไม้ที่มีเนื้อผิวหยาบซึ่งจะอธิบายในหัวข้อถัดไป ดังรูปที่ 3.15ค

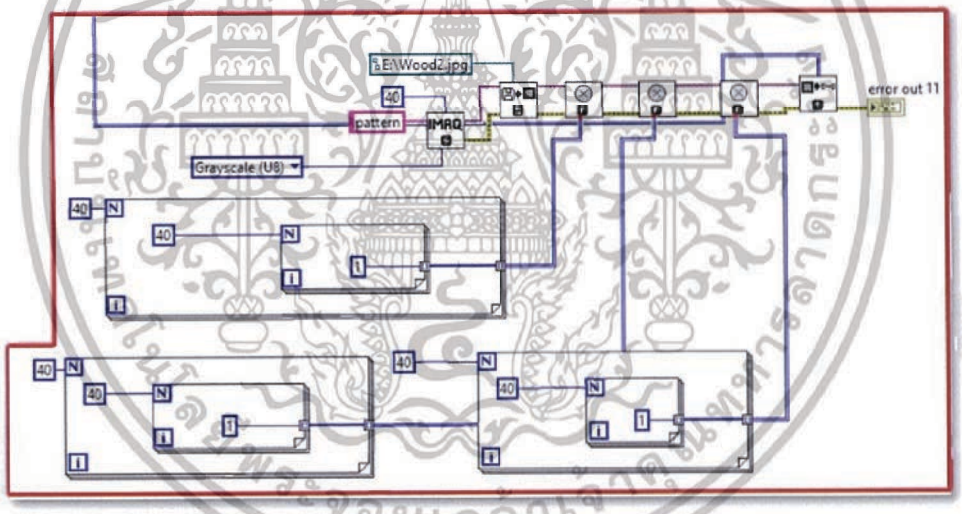


รูปที่ 3.15 โปรแกรมที่ใช้ในการตรวจจับตำหนิของเนื้อไม้รอยสีขาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

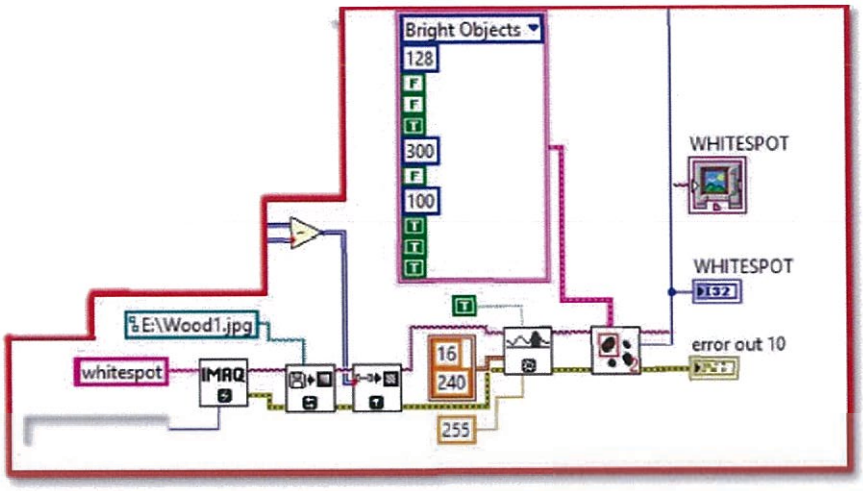


รูปที่ 3.15ก ส่วนสำหรับการตรวจสอบไม้สีขาวสำหรับแผ่นไม้ทดสอบ



รูปที่ 3.15ข ส่วนสำหรับการตรวจสอบไม้สีขาวสำหรับแผ่นไม้อ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

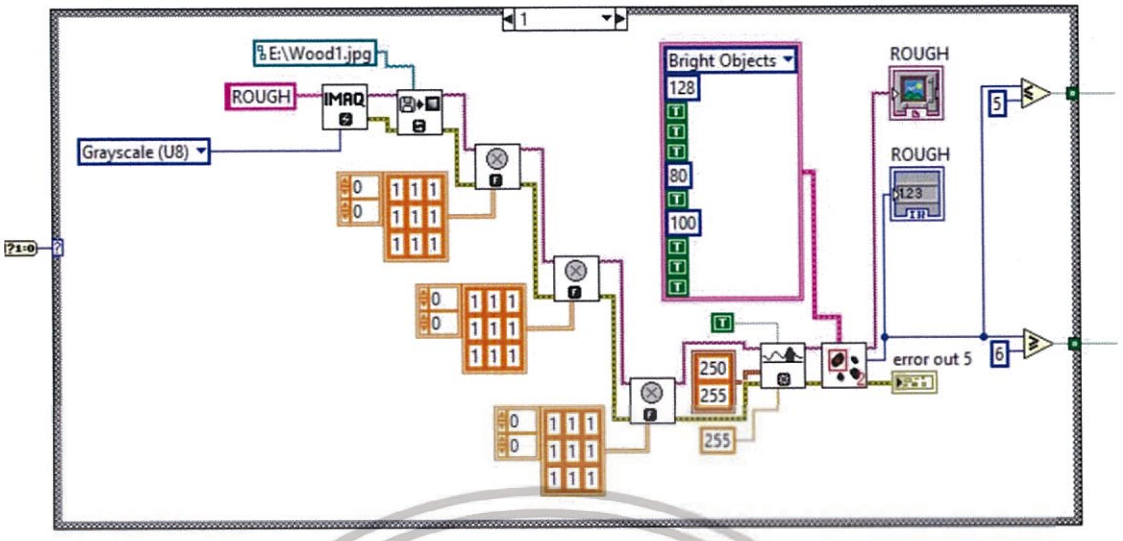


รูปที่ 3.15ค ส่วนที่ใช้ประมวลผลภาพและตรวจจับรอยขาว

3. โปรแกรมที่ใช้สำหรับการตรวจสอบไม้ที่มีเนื้อผิวหยาบ

เมื่อผ่านการตรวจสอบในกรณีการตรวจสอบไม้รอยสีดำและรอยสีขาวแล้ว ไม่พบว่าเป็นแผ่นไม้ที่ไม่ได้มาตรฐาน แผ่นไม้จะถูกนำมาพิจารณาต่อในขั้นตอนสุดท้าย นั่นคือ การตรวจสอบความสมบูรณ์ของผิวไม้ โดยใช้ตัวกรองที่มีขนาดเล็กกว่าเงื่อนไขที่ผ่านมา เนื่องจากต้องการวัดความเรียบของผิวไม้ว่ามีค่าของสีเท่ากันหรือไม่ หากมีการตรวจพบค่าที่แตกต่างกัน แถบแสดงสถานะจะแสดงว่าไม่ผ่าน แต่ถ้าตรวจแล้วพบว่าค่าของสีใกล้เคียงกันแสดงว่าเป็นไม้ที่สมบูรณ์สามารถนำไปใช้ได้นั่นเอง สำหรับการทำงานจะเริ่มจากการเรียกข้อมูลภาพที่นำมาตรวจสอบด้วยโมดูล IMAQ create และโมดูล Image manage ดังรูปที่ 3.16 จากนั้นจะนำมาผ่านโมดูล Filters เช่นเดียวกับการพิจารณาในหัวข้อที่ผ่านมา แต่จะต่างกันตรงที่ขนาดอาร์เรย์ 2 มิตินั้นจะเป็นขนาด 3 x 3 เท่านั้น หลังจากนั้นจึงทำการแปลงให้ค่าสีเป็น 0 และ 255 ด้วย โมดูล Processing ขึ้นอยู่กับช่วงที่ได้มีกำหนดไว้ หลังจากนั้นจึงไปเข้าสู่กระบวนการการตรวจสอบด้วยโมดูล Morphology เช่นเดียวกับหัวข้อที่ผ่านมานั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.16 ส่วนที่ใช้ประมวลผลภาพและตรวจจับรอยสีขาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

ผลการดำเนินงานของเครื่องตรวจสอบและคัดแยกคุณภาพของผิวไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด ได้มีการรวบรวมผลจากการทดสอบในกรณีต่าง ๆ แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ผลการออกแบบ และผลการทดสอบการทำงาน ซึ่งผลลัพธ์ของการดำเนินงานสามารถแสดงได้ดังต่อไปนี้

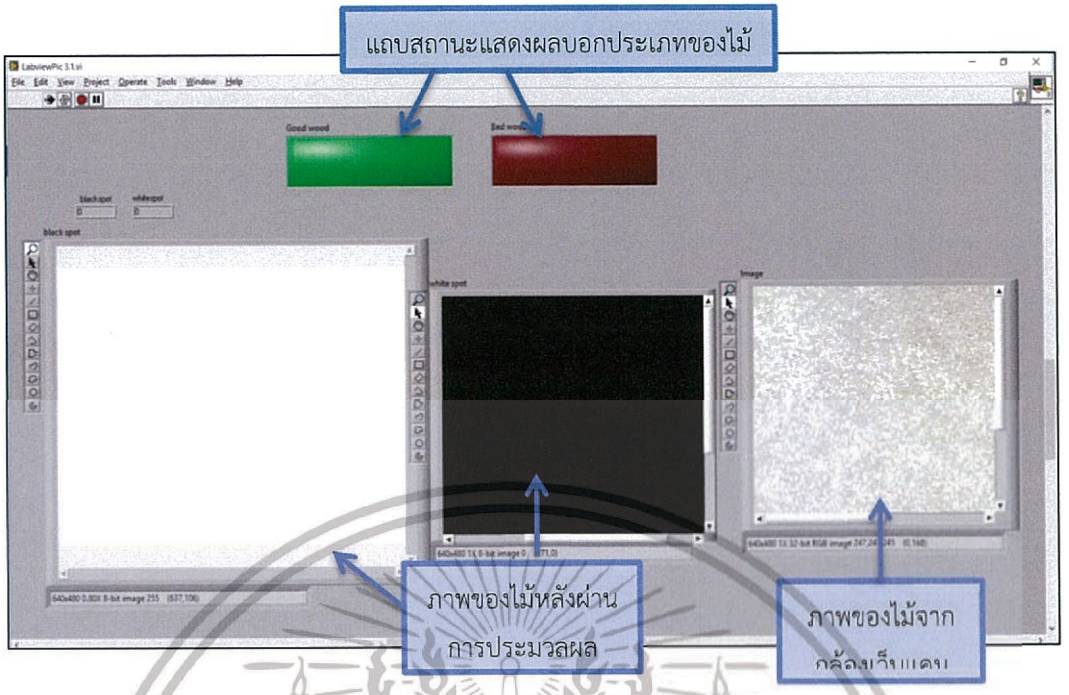
4.1 ผลการออกแบบ

การออกแบบโครงสร้างชิ้นงานประกอบไปด้วย กล่องควบคุมแสงและสายพานลำเลียง ซึ่งสามารถแสดงดังรูปที่ 4.1

การออกแบบหน้าจอแสดงผลของเครื่องตรวจสอบและคัดแยกคุณภาพของผิวไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด โดยใช้โปรแกรม LabVIEW หน้าจอแสดงผลจะแสดงผลแบ่งออกเป็น 3 ส่วน เพื่อแสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพของผิวไม้ปาร์ติเกิลบอร์ดอย่างชัดเจน มีการชี้แจงรายละเอียดของแถบสถานะที่แสดงผลลัพธ์ของไม้ปาร์ติเกิลบอร์ดในแต่ละประเภท ภาพของไม้ปาร์ติเกิลบอร์ดจากกล้องเว็บแคม และภาพของไม้ปาร์ติเกิลบอร์ดหลังผ่านกระบวนการประมวลผล ซึ่งแสดงตำแหน่งของตำหนิของไม้ เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งานและสะดวกในการตรวจสอบคุณภาพของไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด รายละเอียดของหน้าจอแสดงผลดังรูปที่ 4.2

รูปที่ 4.1 เครื่องตรวจสอบคุณภาพไม้ปาร์ติเกิลบอร์ดและสายพานลำเลียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 หน้าจอแสดงผลของโปรแกรมการตรวจสอบคุณภาพของไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด

4.2 ผลการทดสอบการทำงาน

ผลการทดสอบการทำงาน แบ่งเป็น 3 หัวข้อ สามารแสดงรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

4.2.1 การแสดงผลการทดสอบโปรแกรมการตรวจสอบคุณภาพไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด

เมื่อทำการออกแบบระบบคัดแยกคุณภาพของผิวไม้ปาร์ติเกิลบอร์ดเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะได้ระบบที่สามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ ซึ่งในขั้นตอนนี้จะทดสอบการใช้งานของระบบ เพื่อให้ทราบถึงการทำงานในส่วนต่าง ๆ ว่าสามารถทำงานได้หรือไม่ ดังนั้นจึงมีการกำหนดกรอบแนวคิดของการทดสอบ โดยการนำแผ่นไม้ปาร์ติเกิลบอร์ดมาทดสอบ และกำหนดให้แผ่นไม้ปาร์ติเกิลบอร์ดที่ใช้ในการทดสอบมีขนาด 21 x 24 เซนติเมตร เนื่องจากเป็นระยะที่พอดีกับขนาดความกว้างของสายพาน

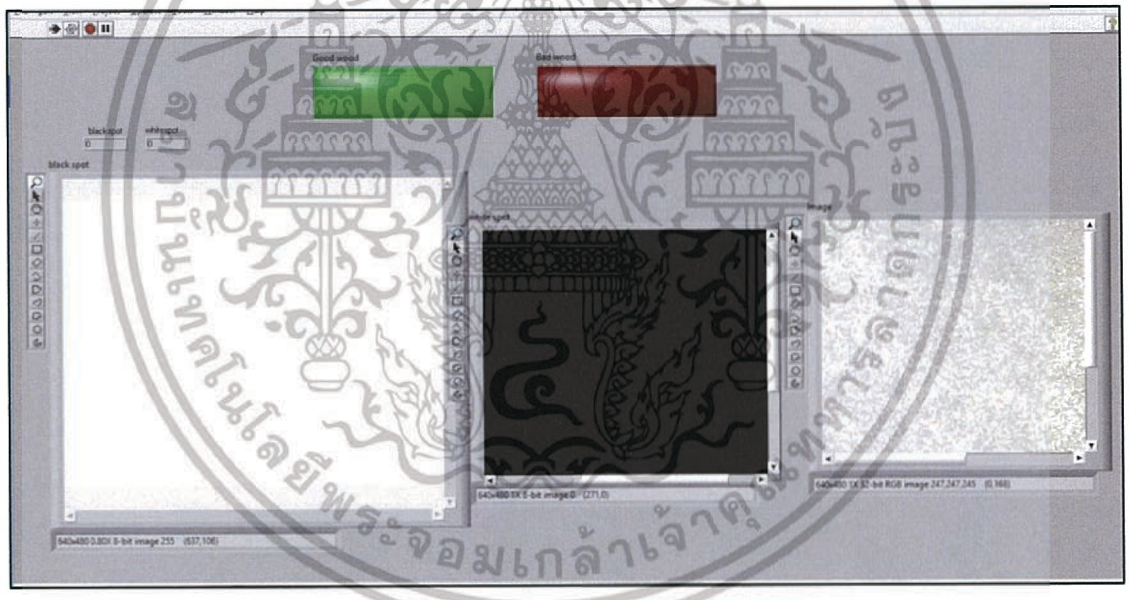
การทำงานในส่วนของการตรวจสอบคัดแยกคุณภาพของผิวไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด มีการคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง โดยการนำไม้ปาร์ติเกิลบอร์ดมาทำการทดสอบความถูกต้องทั้งหมด 4 กรณี ในแต่ละกรณีจะใช้ไม้ปาร์ติเกิลบอร์ดทั้งหมด 4 แผ่น และจะทำการทดสอบการตรวจสอบคัดแยกคุณภาพของผิวไม้ปาร์ติเกิลบอร์ดจำนวน 10 ครั้งต่อไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด 1 แผ่น รวมการทดสอบทั้งหมด 160 ครั้ง โดยสามารถแสดงผลการทดสอบความถูกต้อง จากสมการที่ (4.1)

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง} = \frac{\text{จำนวนไม้ปาร์ติเกิลบอร์ดที่ตรวจสอบตรงตามความเป็นจริง}}{\text{จำนวนครั้งทั้งหมดที่ใช้ในการตรวจสอบไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด}} \times 100 \qquad (4.1)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

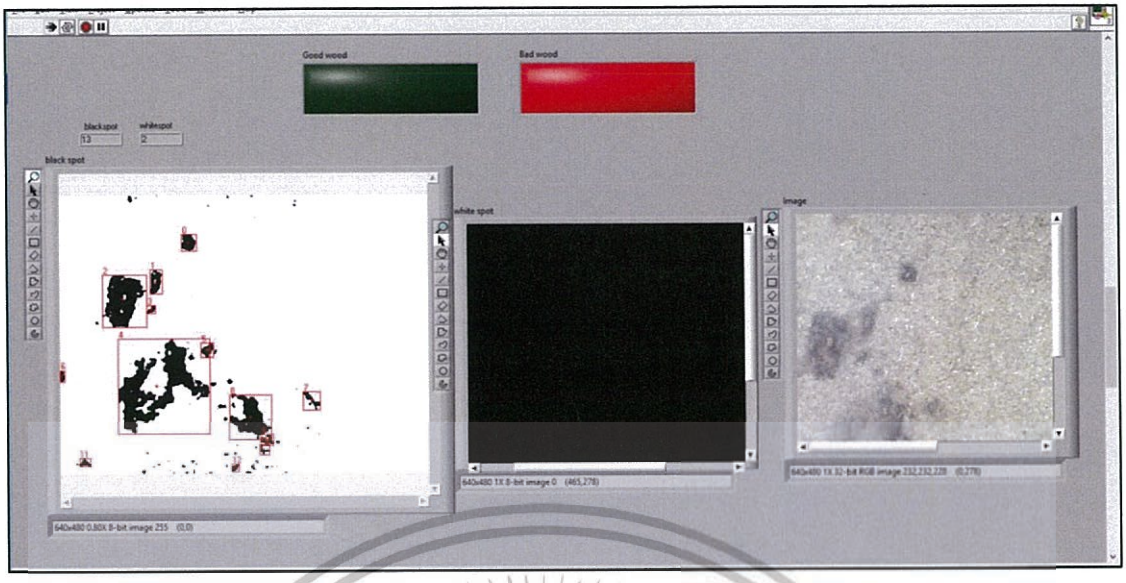
ในการทดสอบความถูกต้องของระบบคัดแยกคุณภาพของผิวไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด จะทำแบ่งการทดสอบไม้ประเภทต่าง ๆ ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ประเภท ได้แก่ ไม้ดี ไม้มีรอยด่างเป็นจุดกาว ไม้ค้างเครื่อง ไม้แตก และไม้เนื้อหยาบ การกำหนดเกณฑ์ในการทดสอบนี้ ก็เพื่อเป็นการเปรียบเทียบระบบการตรวจสอบคุณภาพของผิวไม้ปาร์ติเกิลบอร์ดที่ระดับความเร็วต่างกัน ซึ่งจะกล่าวถึงในหัวข้อถัดไป การออกแบบระบบคัดแยกคุณภาพของผิวไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพในการแปลงข้อมูลภาพให้อยู่ในรูปของภาพระดับสีเทา และใช้วิธีการกรองข้อมูลภาพเพื่อนำข้อมูลเหล่านั้นไปวิเคราะห์ผล ดังนั้นจึงต้องมีการกำหนดไม้ปาร์ติเกิลบอร์ดที่มีสภาพสมบูรณ์ตามมาตรฐาน ที่มีการกำหนดไว้เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบคุณภาพของไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด

เมื่อพิจารณาการทดลองเพื่อแสดงผลของการตรวจสอบประเภทของไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด ในแต่ละประเภทจะได้ว่าผลจากการทดสอบไม้ดี สามารถแสดงผลดังรูปที่ 4.3, ผลจากการทดสอบไม้มีรอยด่างเป็นจุดกาว สามารถแสดงผลดังรูปที่ 4.4, ผลจากการทดสอบไม้ค้างเครื่อง สามารถแสดงผลดังรูปที่ 4.5 และผลจากการทดสอบไม้เนื้อหยาบ สามารถแสดงผลดังรูปที่ 4.6

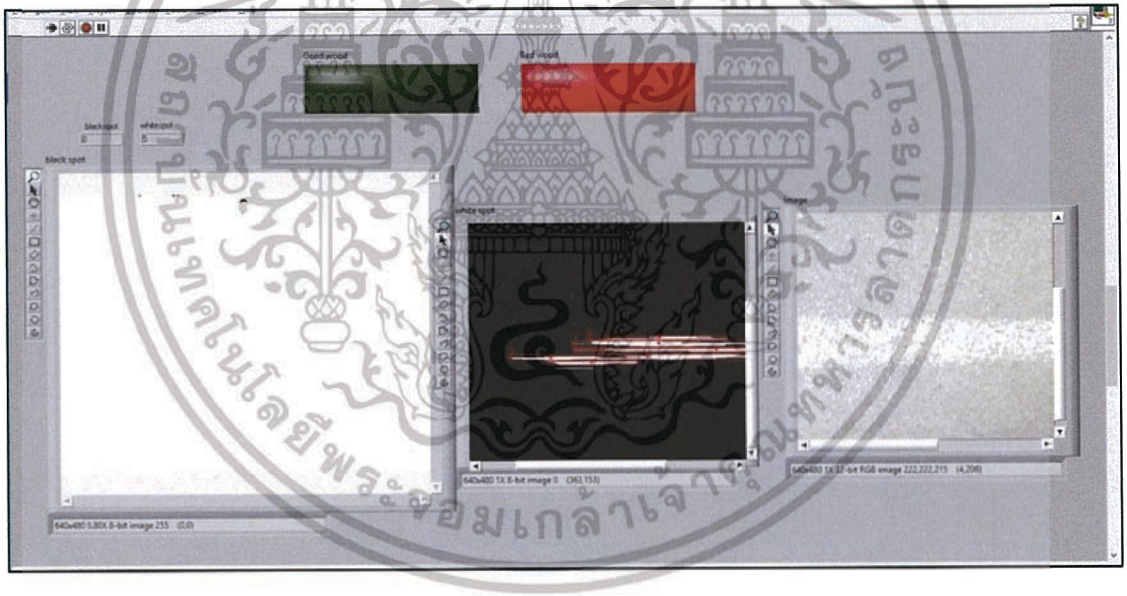


รูปที่ 4.3 ผลการทดสอบไม้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

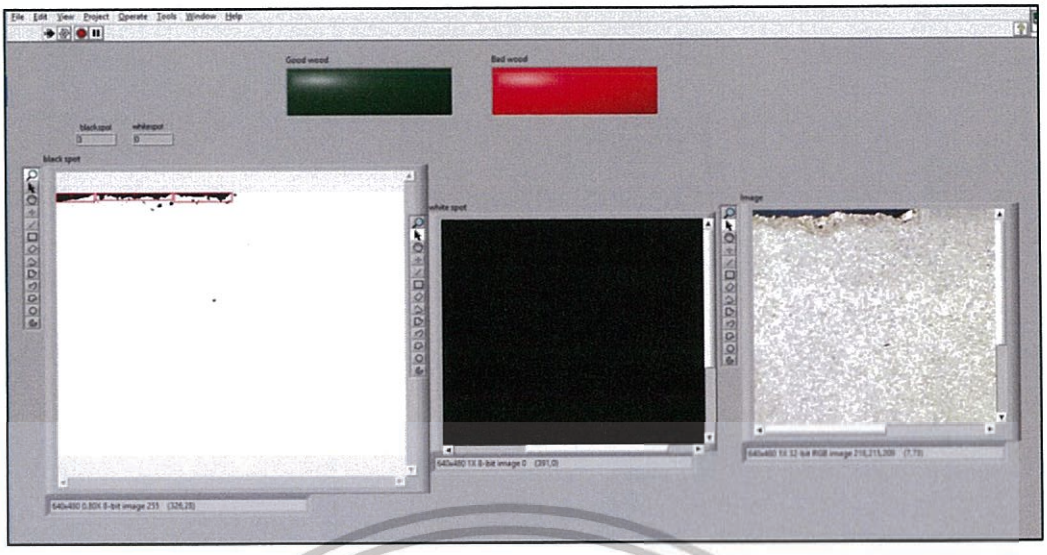


รูปที่ 4.4 ผลการทดสอบไม้มีรอยด่างเป็นจุดกาว

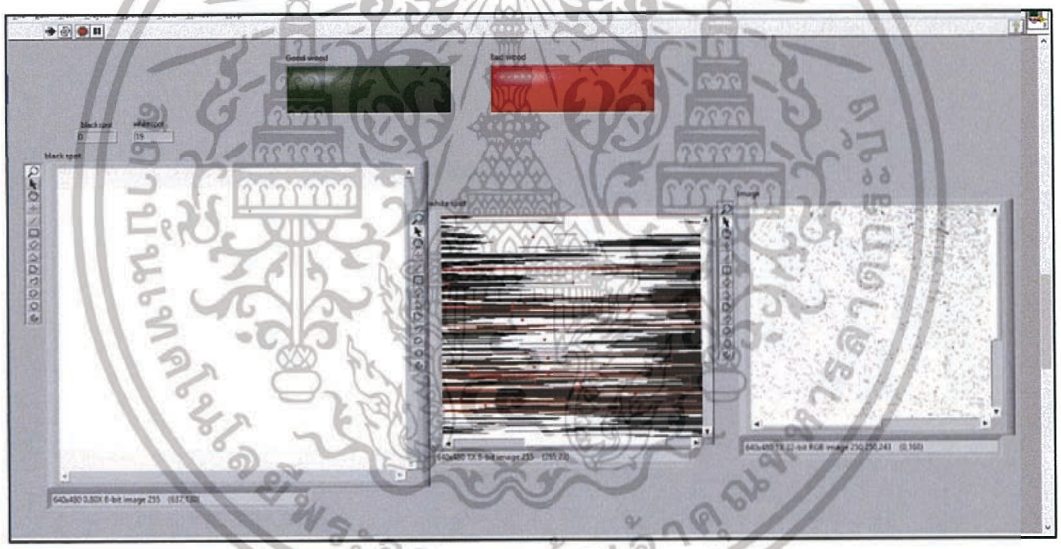


รูปที่ 4.5 ผลการทดสอบไม้ค้างเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 ผลการทดสอบไม้แตก



รูปที่ 4.7 ผลการทดสอบไม้เนื้อหยาบ

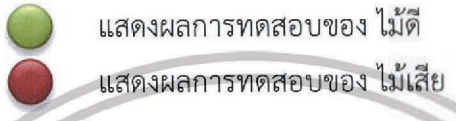
4.2.2 การวิเคราะห์ผลการทดสอบโปรแกรมตรวจสอบคุณภาพไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด

ในการวิเคราะห์ผลการทดสอบโปรแกรมตรวจสอบคุณภาพไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด สามารถแบ่งประเภทของไม้ปาร์ติเกิลบอร์ดที่ใช้ในการทดสอบทั้งหมด 5 ประเภทคือ ไม้ดี ไม้มีรอยด่างเป็นจุดกาว ไม้ค้างเครื่อง ไม้แตก และไม้เนื้อหยาบ เมื่อพิจารณาจากการทดสอบจะทำการเลือกใช้ไม้ตัวอย่างทั้งหมด 10 แผ่น แบ่งเป็นไม้ดี จำนวน 4 แผ่น และไม้เสียจำนวน 4 แผ่น ได้แก่ ไม้มีรอยด่าง เป็นจุดกาว 1 แผ่น, ไม้ค้างเครื่อง 1 แผ่น, ไม้แตก 1 แผ่นและไม้เนื้อหยาบ 1 แผ่น ซึ่งจะทำการทดสอบแบบวนซ้ำไม้ตัวอย่างในระหว่างการทดสอบโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจสอบคุณภาพไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด แบ่งการทดสอบออกเป็น 4 กรณีคือ การทดสอบประมวลผลภาพประเภทไม้ดีด้วยความเร็วสูงสุด แสดงผลจากการทดสอบโปรแกรมได้ดังตารางที่ 4.1, การทดสอบประมวลผลภาพประเภทไม้ดี ด้วยความเร็วชะลอแสดงผลจากการทดสอบโปรแกรมได้ดังตารางที่ 4.2, การทดสอบประมวลผลภาพประเภทไม้เสียด้วยความเร็วสูงสุดแสดงผลจากการทดสอบโปรแกรมได้ดังตารางที่ 4.3 และการทดสอบประมวลผลภาพประเภทไม้เสียด้วยความเร็วชะลอแสดงผลจากการทดสอบโปรแกรมได้ดังตารางที่ 4.4

เมื่อกำหนดให้ การใช้สัญลักษณ์วงกลม แสดงสถานะของการทดสอบโปรแกรม สามารถแบ่งได้ 2 กรณี ดังนี้



ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบการประมวลผลภาพ ประเภทไม้ดีด้วยความเร็วสูงสุด

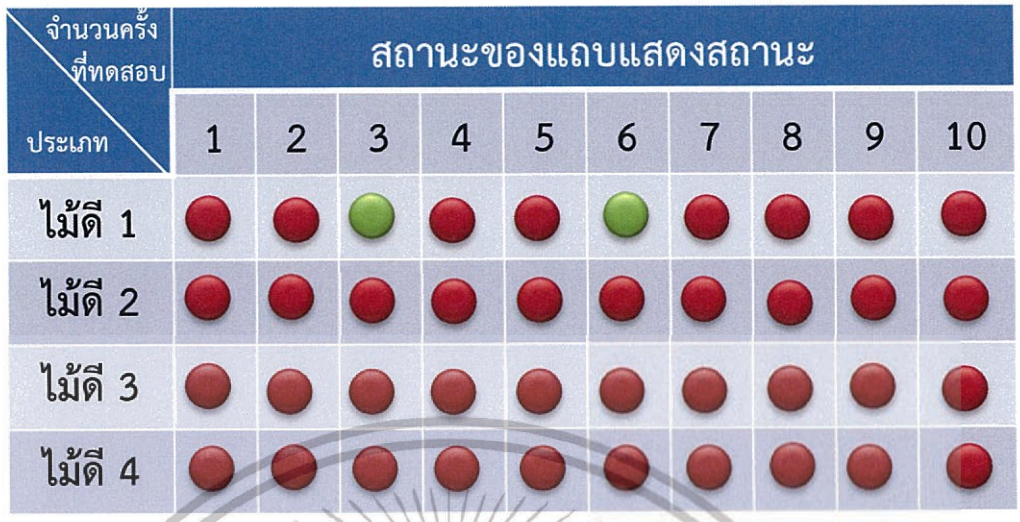
จำนวนครั้งที่ทดสอบ / ประเภท	สถานะของแถบแสดงสถานะ									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ไม้ดี 1	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
ไม้ดี 2	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
ไม้ดี 3	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
ไม้ดี 4	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบประมวลผลภาพ ประเภทไม้ดีด้วยความเร็วชะลอ

จำนวนครั้งที่ทดสอบ / ประเภท	สถานะของแถบแสดงสถานะ									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ไม้ดี 1	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
ไม้ดี 2	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
ไม้ดี 3	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
ไม้ดี 4	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบประมวลผลภาพ ประเภทไม้เสียด้วยความเร็วสูงสุด



ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบประมวลผลภาพ ประเภทไม้เสียด้วยความเร็วชะลอ

4.2.3 การสรุปผลการวิเคราะห์โปรแกรมตรวจสอบคุณภาพไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด

จากตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบการประมวลผลภาพ ประเภทไม้ดีด้วยความเร็วสูงสุด พบว่าผลจากทดสอบโปรแกรมมีเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดคิดเป็น 12.5% จากการแสดงผลผิดพลาด 5 ครั้ง จากการทดสอบไม้ดีทั้งหมด 40 ครั้ง

จากตารางที่ 4.2 การทดสอบประมวลผลภาพ ประเภทไม้ดีด้วยความเร็วชะลอ พบว่าผลจากทดสอบโปรแกรมมีเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดคิดเป็น 12.5% จากการแสดงผลผิดพลาด 5 ครั้ง จากการทดสอบไม้ดีทั้งหมด 40 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.3 การทดสอบประมวลผลภาพ ประเภทไม้เสียด้วยความเร็วสูงสุด พบว่าผลจากทดสอบโปรแกรมมีเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดคิดเป็น 5% จากการแสดงผลผิดพลาด 2 ครั้ง จากการทดสอบไม้เสียกรณีต่าง ๆ ทั้งหมด 40 ครั้ง

จากตารางที่ 4.4 การทดสอบประมวลผลภาพ ประเภทไม้เสียด้วยความเร็วชะลอ พบว่าผลจากทดสอบโปรแกรมมีเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดคิดเป็น 5% จากการแสดงผลผิดพลาด 2 ครั้ง จากการทดสอบไม้เสียกรณีต่าง ๆ ทั้งหมด 40 ครั้ง

เมื่อพิจารณาจากผลการทดสอบการตรวจสอบคุณภาพไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด ซึ่งได้ทำการเปรียบเทียบการตรวจสอบคุณภาพที่ระดับความเร็วมอเตอร์ต่างกัน พบว่าความเร็วของมอเตอร์นั้นไม่มีผลต่อการตรวจสอบคุณภาพไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด ทั้งจากในกรณีที่มอเตอร์ใช้ความเร็วสูงสุดและกรณีที่มอเตอร์มีความเร็วชะลอ ซึ่งสามารถสรุปผลการทดสอบได้ว่าทั้ง 2 กรณีมีค่าความคลาดเคลื่อนไม่ต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

ในส่วนของการสรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะนี้ เป็นการสรุปผลจากการทดลองระบบการคัดแยกคุณภาพของผิวไม้ปาร์ติเกิลบอร์ดและข้อเสนอแนะต่าง ๆ วัตถุประสงค์ของการศึกษาเพื่อสร้างต้นแบบเครื่องตรวจสอบและคัดแยกคุณภาพของผิวไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด โดยใช้หลักการประมวลผลภาพในการวิเคราะห์ ซึ่งมีขั้นตอนในการศึกษาค้นคว้าและสรุปผลดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

การสรุปผลการดำเนินงานในขั้นแรกนั้นเป็นการศึกษาและค้นคว้าข้อมูล มีการแบ่งส่วนการทำงานออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนฮาร์ดแวร์และส่วนซอฟต์แวร์ ซึ่งเป็นการศึกษาความรู้ในทางทฤษฎีมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบเครื่องตรวจสอบและคัดแยกคุณภาพของผิวไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด อีกทั้งได้ทำการกำหนดคุณสมบัติของอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างเครื่องตรวจสอบและคัดแยกคุณภาพของผิวไม้ปาร์ติเกิลบอร์ดผ่านทางเอกสารเทคนิค เพื่อนำมาใช้ในการจัดวางอุปกรณ์ให้มีความเหมาะสม

การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องตรวจสอบและคัดแยกคุณภาพของผิวไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด มีการออกแบบและแก้ไขหลายครั้ง เพื่อให้โปรแกรมสามารถทำงานได้ตรงตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ แต่เนื่องจากการศึกษาข้อมูลที่ไม่เพียงพอและการแก้ปัญหาบางอย่างที่ไม่ถูกต้อง เพื่อรับคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อให้สามารถออกแบบและแก้ไขปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม จึงเป็นผลให้การควบคุมการทำงานเป็นไปได้ด้วยดี

ผลการทดลองพบว่า เครื่องตรวจสอบและคัดแยกคุณภาพของผิวไม้ปาร์ติเกิลบอร์ดมีการแสดงผลลัพธ์จากการทดลอง สามารถแบ่งเป็น 3 กรณีคือ กรณีที่ 1 เป็นกรณีที่ผลลัพธ์แสดงผลของไม้ดีและไม้เสียได้อย่างถูกต้อง คิดเป็น 91.25% (แสดงผลได้ถูกต้อง 146 ครั้ง จากการทดสอบทั้งหมด 160 ครั้ง) โดยที่กรณีที่ 2 และ 3 เป็นกรณีที่การแสดงผลที่มีความผิดพลาดจากความเป็นจริง กล่าวคือ กรณีที่ 2 เป็นกรณีที่มีการแสดงผลของไม้ดีเป็นไม้เสีย แสดงผลความผิดพลาดคิดเป็น 6.25% (แสดงผลผิดพลาด 10 ครั้งจากการทดสอบทั้งหมด 160 ครั้ง) และกรณีที่ 3 เป็นกรณีที่มีการแสดงผลของไม้เสียเป็นไม้ดี แสดงผลความผิดพลาดคิดเป็น 2.5% (แสดงผลผิดพลาด 4 ครั้ง จากการทดสอบทั้งหมด 160 ครั้ง) และจากการสอบในกรณีที่มอเตอร์ใช้ความเร็วสูงสุดและกรณีที่มอเตอร์มีความเร็วชะลอ สามารถสรุปผลการทดสอบได้ว่าทั้ง 2 กรณีมีค่าความคลาดเคลื่อนไม่ต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงาน

1. การออกแบบระบบสายพานลำเลียงในตอนต้นนั้น เลือกใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับที่มีขนาดความเร็วรอบต่ำ ทำให้สายพานลำเลียงเคลื่อนที่ได้ค่อนข้างช้า

2. ความไม่ชำนาญในการออกแบบและควบคุมการทำงานของโปรแกรม LabVIEW จึงทำให้ใช้เวลาในการศึกษาโปรแกรมดังกล่าว

3. ในส่วนของฮาร์ดแวร์ พบว่ามีปัญหาในเรื่องของการจัดแสงภายในกล่องที่ยังคงมีความไม่สม่ำเสมอจึงเกิดเงามืดที่บริเวณพื้นผิวไม้ตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง

4. ตัวอย่างไม้ปาร์ติเกิลบอร์ดที่ใช้ในการศึกษามีจำนวนไม่เพียงพอ

5.3 แนวทางในการแก้ไขปัญหา

1. เลือกใช้มอเตอร์ไฟฟ้าที่มีพิกัดความเร็วที่มากขึ้น โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง แทนการใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ เพราะจะทำให้สามารถปรับพิกัดความเร็วรอบได้ง่ายกว่า

2. ศึกษาและฝึกฝนทักษะที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ต่าง ๆ รวมไปถึงการศึกษาการใช้งานอย่างละเอียด เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเพิ่มเติม เพื่อลดข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการทำงาน

3. ติดตั้งหลอดไฟเพิ่มเติมเพื่อลดเงามืดที่บริเวณพื้นผิวไม้ตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง

4. ขอตัวอย่างไม้ปาร์ติเกิลบอร์ดเพิ่มเติมจากบริษัท เมโทร พลายกรุ๊ป จำกัด

5.4 แนวทางในการพัฒนา

1. ตรวจสอบต้นเหตุของปัญหาของการตรวจสอบข้อผิดพลาด ที่เกิดขึ้นในกระบวนการของการคัดแยกคุณภาพไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด และศึกษาเทคนิคเพิ่มเติมในการกรองข้อมูลรูปภาพให้มีความละเอียดที่มากขึ้นขึ้น

2. ความเร็วในการใช้งาน ต้องพัฒนาให้เท่ากับความเร็วของโรงงานอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์ (2559). **"Thai furniture exports."** <https://tfa.or.th/wp-content/uploads/2017/07/THAI-FURNITURE-EXPORTJUN-2017.pdf> 1 เมษายน 2561.

[2] บริษัทพังงา ทิมเบอร์ อินดัสทรีส์ จำกัด (2552). **"รอบรู้เรื่องไม้."** <http://www.pwood.co.th/know.php> 1 เมษายน 2561.

[3] H. Thoemen, M. Irle and M. Sernek (2558). **"Wood-Based Panels: An Introduction for Specialists."** London : Brunel University Press.

[4] อรฉัตร จิตต์โสภักตร์ (2553). **"Digital image processing: ทฤษฎีการประมวลผลภาพดิจิตอล."** สงวนกิจ พริ้นท์ แอนด์ มีเดีย.

[5] โสภณ ผู้มีจรรยา (2556). **"การประมวลผลภาพดิจิตอล (Digital image processing)."** < https://sites.google.com/site/dip7123512/> 7 เมษายน 2561.

[6] มนิศร ศิริวงศ์วัฒนา และ ยุทธศักดิ์ เภาสมบัติ. (2542) **"เครื่องคัดขนาดวัตถุด้วย Image Processing."** ปริญญานิพนธ์ วศ.บ.(วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์) : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[7] ลัญฉกร วุฒิสิทธิกุลกิจ. (2546) **"หลักการระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่: การกล้ำรหัสของพัลส์."** กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[8] อรรถวิทย์ สุดแสง (2547). **"การเรียนรู้จากภาพ."** < https://www.cp.eng.chula.ac.th/~attawith/class/vision.pdf> 10 เมษายน 2561.

[9] Christopher G. Relf. (2004). **"Image acquisition and processing with LabVIEW".** Florida:CRC Press.

[10] มนตรี กาญจนะเดชะ. (2558). **"บทที่ 5 การกรองข้อมูลภาพ."** <http://fivedots.coe.psu.ac.th/montri/Teaching/image/chap5.doc.> 10 เมษายน 2561.

[11] ERDAS, Inc (2003). **"ERDAS field guide."** the United States of America. <http://natres.psu.ac.th/Department/EarthScience/remote1/chapter8.pdf> 19 พฤษภาคม 2561.

[12] TANIA STATHAKI. (2558). **"Digital image processing."** Imperial College London <www.commsp.ee.ic.ac.uk/~tania/teaching/DIP%202014/DHT.ppt> 19 พฤษภาคม 2561.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง(ต่อ)

[13] ศากร กวีมงคลรัตน์, พลนน อ่อนไสว และวุฒินันท์ สารทสุทธิ. (2551).**"การจำแนกพันธุ์ข้าวในประเทศไทยเฉพาะพันธุ์ที่มีการปลอมปนโดยวิธี Image Processing."** ปริญญานิพนธ์ วศ.บ.(วิศวกรรมเกษตร) : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[14] กนต์ธร ชำนิประศาสน์ (2551)."**การใช้งานโปรแกรม LABVIEW.**" < http://cz.podzone.com> 23 พฤษภาคม 2561.

[15] MOROTHAI. (2016)."**ระบบสายพานลำเลียง Belt Conveyor System.**" < http://heiphar.blogspot.com/2014/08/belt-conveyor.html> 29 พฤษภาคม 2561.

[16] ชญาภา นิ่มสุวรรณ (2556)."**สายพานลำเลียง (conveyor belt).**" < http://mahidolrubber.org/files/technicalsheet/conveyor.pdf> 29 พฤษภาคม 2561.

[17] บริษัท ซันโตซี ซัพพลาย (ประเทศไทย) จำกัด. (2558)."**คอนเวเยอร์.**" < http://www.xn--42c6b1aes8ad3mb7j.net/ > 29 พฤษภาคม 2561.

[18] ไตรวิเชียร จันทพิมพ์, ยุทธนา ชาลีกุล และศักดิ์ศิพงษ์ คำดี. (2554)."**ระบบสายพานลำเลียงอัตโนมัติ.**"ปริญญานิพนธ์ (วศ.บ. (วิศวกรรมระบบควบคุม)) : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[19] EJ Moyer (2010). "**Basics on electric motors.**" Chicago University < http://geosci.uchicago.edu/~moyer/GEOS24705/Readings/ElecReadingII_Motors.pdf > 1 มิถุนายน 2561

[20] บริษัท แฟ็คโตมาร์ท จำกัด. (2560)."**การควบคุมมอเตอร์สำหรับระบบสายพานลำเลียง Conveyor Belt.**"< https://mall.factomart.com/guide-to-motor-control/conveyor-belt-system/ > 1 มิถุนายน 2561.

[21] พูนพัฒน์ พูนน้อย และ กิตติกร หาญตระกูล. (2556). "**รายงานการวิจัย การพัฒนาเครื่องคัดขนาดกุ้งผ่าหลังแบบผีเสื้ออัตโนมัติระบบคอมพิวเตอร์วิสัยทัศน์ของนิสิต ในมหาวิทยาลัยแม่โจ้**"เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

[22] J. Guzaitis, A. Verikas. (2006)."**Image Analysis and Information Fusion Based Defect Detection in Particleboards.**" Kaunas: Kaunas University of Technology.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

Datasheet NI USB-6008 DAQ

Datasheet ของอุปกรณ์ NI USB-6008 DAQ ดังรูปที่ ก.1 และคุณสมบัติของ NI USB-6008 DAQ แสดงได้ดังรูปที่ ก.2

Low-Cost, Bus-Powered Multifunction DAQ for USB – 12- or 14-Bit, up to 48 kS/s, 8 Analog Inputs

NI USB-6008, NI USB-6009

- 8 analog inputs at 12 or 14 bits, up to 48 kS/s
- 2 analog outputs at 12 bits, software-timed
- 12 TTL/CMOS digital I/O lines
- 32-bit, 5 MHz counter
- Digital triggering
- Bus-powered
- 1-year warranty

Operating Systems
- Windows Vista (32- and 64-bit)/XP/2000
- Mac OS X[1]
- Linux®[1]
- Windows Mobile[1]
- Windows CE[1]

Recommended Software
- LabVIEW
- LabVIEW SignalExpress
- LabWindows™/CVI
- Measurement Studio

Other Compatible Software
- C#, Visual Basic .NET
- ANSI C/C++

Measurement Services Software (included)
- NI-DAQmx driver software
- Measurement & Automation Explorer configuration utility
- LabVIEW SignalExpress LE

[1]You need to download NI-DAQmx Base for these operating systems.

Product	Bus	Analog Inputs[1]	Input Resolution (bits)	Max Sampling Rate (kS/s)	Input Ranges (V)	Analog Outputs	Output Resolution (bits)	Output Rate (kS/s)	Output Ranges (V)	Digital I/O Lines	32-Bit Counter	Trigger
USB-6008	USB	8 SE/4 DI	14	48	±1 to ±20	2	12	150	0 to 5	12	1	Digital
USB-6009	USB	8 SE/4 DI	12	10	±1 to ±20	2	12	150	0 to 5	12	1	Digital

[1]SE = single-ended, DI = differential, †Software-timed

Overview and Applications

With recent bandwidth improvements and new innovations from National Instruments, USB has evolved into a core bus of choice for measurement applications. The NI USB-6008 and USB-6009 are low-cost entry points to NI flagship data acquisition (DAQ) devices. With plug-and-play USB connectivity, these modules are simple enough for quick measurements but versatile enough for more complex measurement applications.

The USB-6008 and USB-6009 are ideal for a number of applications where low cost, small form factor, and simplicity are essential. Examples include:
- Data logging – quick and easy environmental or voltage data logging
- Academic lab use – student ownership of DAQ hardware for completely interactive lab-based courses (Academic pricing available. Visit ni.com/academic for details.)
- OEM applications as I/O for embedded systems

Recommended Software

National Instruments measurement services software, built around NI-DAQmx driver software, includes intuitive application programming interfaces, configuration tools, I/O assistants, and other tools designed to reduce system setup, configuration, and development time. National Instruments recommends using the latest version of NI-DAQmx driver software for application development in NI LabVIEW, LabVIEW SignalExpress, LabWindows/CVI, and Measurement Studio software. To obtain the latest version of NI-DAQmx, visit ni.com/support/daq/versions.

NI measurement services software speeds up your development with features including:
- A guide to create fast and accurate measurements with no programming using the DAQ Assistant.
- Automatic code generation to create your application in LabVIEW.
- LabWindows/CVI, LabVIEW SignalExpress, and C#, Visual Studio .NET, ANSI C/C++, or Visual Basic using Measurement Studio.
- Multithreaded streaming technology for 1,000 times performance improvements.
- Automatic timing, triggering, and synchronization routing to make advanced applications easy.
- More than 3,000 free software downloads available at ni.com/zone to jump-start your project.
- Software configuration of all digital I/O features without hardware switches/jumpers.
- Single programming interface for analog input, analog output, digital I/O, and counters on hundreds of multifunction DAQ hardware devices. M Series devices are compatible with the following versions (or later) of NI application software – LabVIEW, LabWindows/CVI, or Measurement Studio versions 7.x; and LabVIEW SignalExpress 2.x.

NATIONAL INSTRUMENTS

รูปที่ ก.1 Datasheet NI USB-6008 DAQ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Low-Cost, Bus-Powered Multifunction DAQ for USB – 12- or 14-Bit, up to 48 kS/s, 8 Analog Inputs

Specifications

Typical at 25 °C unless otherwise noted.

Analog Input

Absolute accuracy, single-ended

Range	Typical at 25 °C (mV)	Maximum (0 to 55 °C) (mV)
±10	14.7	138

Absolute accuracy at full scale, differential[1]

Range	Typical at 25 °C (mV)	Maximum (0 to 55 °C) (mV)
±20	14.7	138
±10	7.73	84.8
±5	4.28	58.4
±4	3.59	53.1
±2.5	2.56	45.1
±2	2.21	42.5
±1.25	1.70	38.5
±1	1.53	37.5

Number of channels ..... 8 single-ended/4 differential
Type of ADC ..... Successive approximation

ADC resolution (bits)

Module	Differential	Single-Ended
USB-6008	12	11
USB-6009	14	13

Maximum sampling rate (system dependent)

Module	Maximum Sampling Rate (kS/s)
USB-6008	10
USB-6009	48

Input range, single-ended ..... ±10 V
Input range, differential ..... ±20, ±10, ±5, ±4, ±2.5, ±2, ±1.25, ±1 V
Maximum working voltage ..... ±10 V
Overvoltage protection ..... ±35 V
FIFO buffer size ..... 512 B
Timing resolution ..... 41.67 ns (24 MHz timebase)
Timing accuracy ..... 100 ppm of actual sample rate
Input impedance ..... 144 kΩ
Trigger source ..... Software or external digital trigger
System noise ..... 5 m V_{rms} (±10 V range)

Analog Output

Absolute accuracy (no load) ..... 7 mV typical, 36.4 mV maximum at full scale
Number of channels 2
Type of DAC ..... Successive approximation
DAC resolution ..... 12 bits
Maximum update rate ..... 150 Hz, software-timed
Output range ..... 0 to +5 V
Output impedance ..... 50 Ω
Output current drive ..... 5 mA
Power-on state ..... 0 V
Slew rate ..... 1 V/µs
Short-circuit current ..... 50 mA

Digital I/O

Number of channels ..... 12 total
8 (P0.<0..7>)
4 (P1.<0..3>)
Direction control ..... Each channel individually programmable as input or output
Output driver type
USB-6008 ..... Open-drain
USB-6009 ..... Each channel individually programmable as push-pull or open-drain
Compatibility ..... CMOS, TTL, LVTTL
Internal pull-up resistor ..... 4.7 kΩ to +5 V
Power-on state ..... Input (high impedance)
Absolute maximum voltage range ..... -0.5 to +5.8 V

Digital logic levels

Level	Min	Max	Units
Input low voltage	-0.3	0.8	V
Input high voltage	2.0	5.8	V
Input leakage current	–	50	µA
Output low voltage (I = 8.5 mA)	–	0.8	V
Output high voltage (push-pull, I = -8.5 mA)	2.0	3.5	V
Output high voltage (open-drain, I = -0.6 mA, nominal)	2.0	5.0	V
Output high voltage (open-drain, I = -8.5 mA, with external pull-up resistor)	2.0	–	V

Counter

Number of counters 1
Resolution ..... 32 bits
Counter measurements ..... Edge counting (falling edge)
Pull-up resistor ..... 4.7 kΩ to 5 V
Maximum input frequency ..... 5 MHz
Minimum high pulse width ..... 100 ns
Minimum low pulse width ..... 100 ns
Input high voltage ..... 2.0 V
Input low voltage ..... 0.8 V

Power available at I/O connector

+5 V output (200 mA maximum) ..... +5 V typical
+4.85 V minimum
+2.5 V output (1 mA maximum) ..... +2.5 V typical
+2.5 V output accuracy ..... 0.25% max
Voltage reference temperature drift ..... 50 ppm/°C max

[1]Input voltages may not exceed the working voltage range.

BUY ONLINE at ni.com or CALL 800 813 3693 (U.S.)

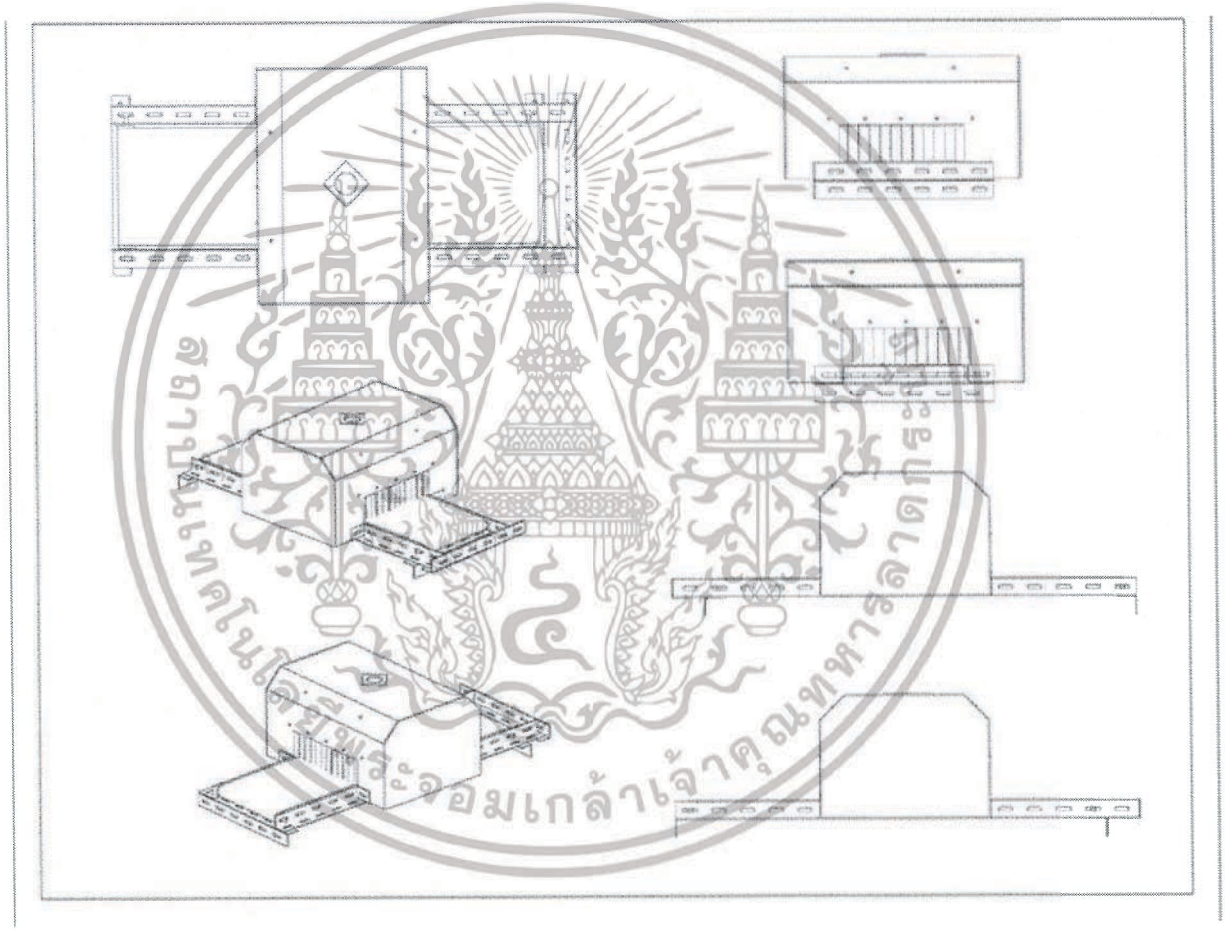
รูปที่ ก.2 คุณสมบัติของ NI USB-6008 DAQ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

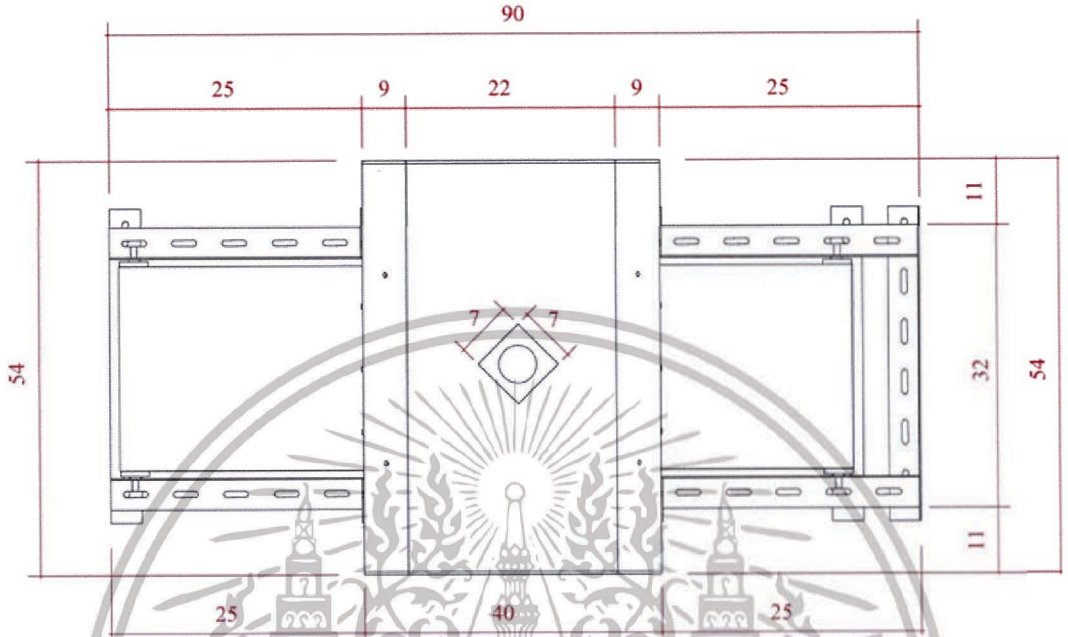
การออกแบบโครงสร้างด้วยโปรแกรม AutoCAD

การออกแบบโครงสร้างด้วยโปรแกรม AutoCAD เป็นการแสดงถึงการออกแบบโครงสร้างของเครื่องตรวจสอบและคัดแยกคุณภาพของผิวไม้ปาร์ติเกิลบอร์ดแสดงได้รูปที่ ข.1 ซึ่งประกอบไปด้วย กล่องคุมแสงและสายพานลำเลียง ซึ่งมีการชี้แจงรายละเอียดทั้งขนาดความยาว ความกว้างและความสูงของชิ้นงาน และรูปที่ข.2 แสดงถึงแบบร่างของโครงสร้างชิ้นงานมุมมองด้านบน(Top view) รูปที่ข.3 แสดงถึงแบบร่างของโครงสร้างชิ้นงานมุมมองด้านข้าง(Side view)

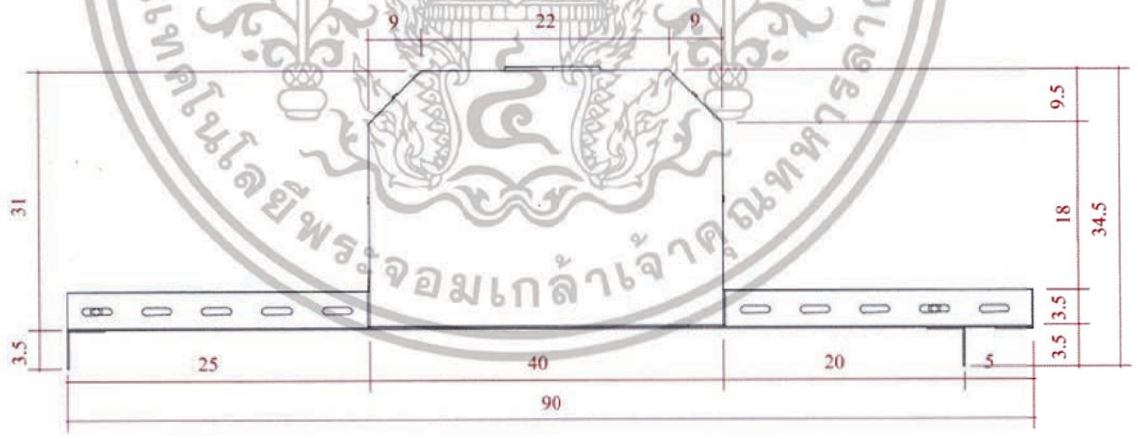


รูปที่ ข.1 แบบของโครงสร้างชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.2 แบบร่างของโครงสร้างชิ้นงานมุมมองด้านบน

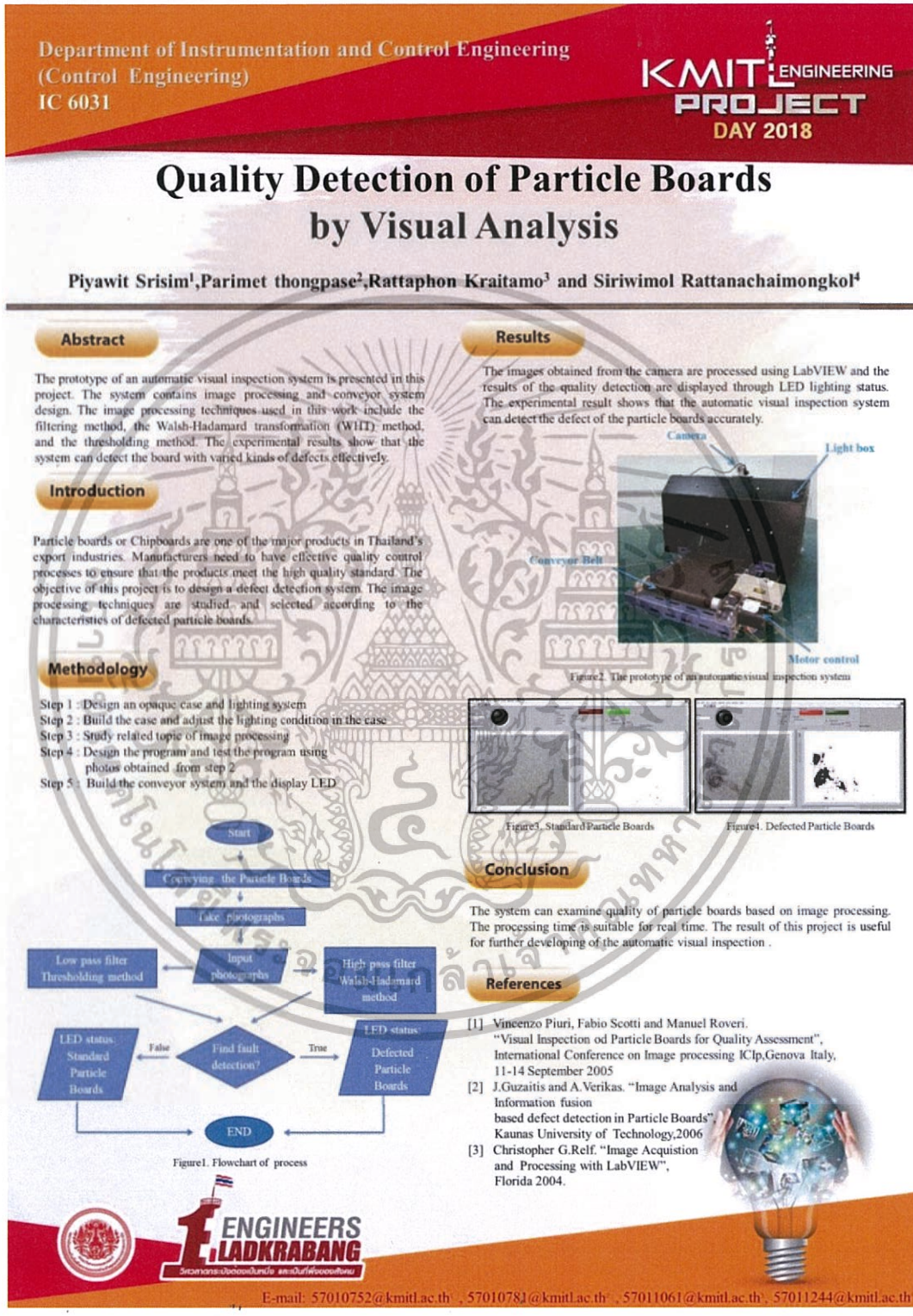


รูปที่ ข.3 แบบร่างของโครงสร้างชิ้นงานมุมมองด้านข้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

โปสเตอร์สำหรับงาน KMITL project day 2018



รูปที่ ค.1 โปสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้