การคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยการประมวลผลภาพ

Quality Sorting of Mangosteen with Image Processing

นางสาวเนตรชนก ทองดอนเหมือน

Netchanok Thongdonmuan

นายภูรินทร์ สุนิพันธ์

Phurin Sunipun

นายอิทธิกร หนูอุ่น

Ittikorn Nhu-un

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

หลักสูตรวิศวกรรมเครื่องกล

ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ประจำปีการศึกษา 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยการประมวลผลภาพ

Quality Sorting of Mangosteen with Image Processing

นางสาวเนตรชนก ทองดอนเหมือน

Netchanok Thongdonmuan

นายภูรินทร์ สุนิพันธ์

Phurin Sunipun

นายอิทธิกร หนูอุ่น

Ittikorn Nhu-un

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

หลักสูตรวิศวกรรมเครื่องกล

ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ประจำปีการศึกษา 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Quality Sorting of Mangosteen with Image Processing

Netchanok Thongdonmuan

Phurin Sunipun

Ittikorn Nhu-un

A PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF REQUIREMENT

FOR THE DEGREE OF BACHEL OR OF ENGINEERING IN MECHANICAL ENGINEERING

DEPARTMENT OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKABANG

PRINCE OF CHUMPHON CAMPUS 2021

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2022

DEPARTMENT OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PRINCE OF CHUMPHONE CAMPUS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การคัดแยกผลมังคุดด้วยการประมวลผลภาพ

Project Tittle Quality Sorting of Mangosteen with Image Processing

ชื่อนักศึกษา นางสาวเนตรชนก ทองดอนเหมือน รหัสนักศึกษา 61512050

นายภูรินทร์ สุนิพันธ์ รหัสนักศึกษา 61512064

นายอิทธิกร หนูอุ่น รหัสนักศึกษา 61512083

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.ปราโมทย์ กุศล

ปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์			**ลายมือชื่อ**
ผศ.ดร.ปัญญา	แดงวิลัยลักษ์	กรรมการสอบ	
ดร.วิสิทธิ์	เอกวานิช	กรรมการสอบ	
ผศ.ดร.นารถระพี	นาคะวัจนะ	กรรมการสอบ	
ผศ.ดร.ปราโมทย์	กุศล	อาจารย์ที่ปรึกษา	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 23 พฤษภาคม 2565 เวลา 13.00-16.00 น.

สถานที่สอบ สอบออนไลน์

ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ รับรองแล้ว

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราโมทย์ กุศล)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์

วันที่ 23 พฤษภาคม พ.ศ.2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การคัดแยกผลมังคุดด้วยการประมวลผลภาพ
ชื่อนักศึกษา นางสาวเนตรชนก ทองดอนเหมือน รหัสนักศึกษา 61512050
นายภูรินทร์ สุนิพันธ์ รหัสนักศึกษา 61512064
นายอิทธิกร หนูอุ่น รหัสนักศึกษา 61512083
ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล
อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.ปราโมทย์ กุศล

บทคัดย่อ

ปัจจุบันการคัดขนาดของผลมังคุดนั้นจะใช้แรงงานคนในการคัด โดยอาศัยความชำนาญของตัวบุคคลซึ่งส่งผลให้เกิดความล่าช้า และความไม่แม่นยำ การคัดคุณภาพผลมังคุดจะต้องเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานสินค้าเกษตร เพื่อลดปัญหาดังกล่าวจึงได้คิดค้นเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลภาพจากผิวของผลมังคุด มาตรฐานสินค้าเกษตรถูกแบ่งคุณลักษณะของผลมังคุดออกเป็น 3 ลักษณะ ได้แก่ 1) ผลมังคุดที่มีผิวสีเขียวอ่อนไปจนถึงสีแดงอมม่วง 2) ผลมังคุดที่มีผิวสีม่วงเข้มไปจนถึงสีดำ 3) ผลมังคุดที่มีผิวสีดำและลักษณะของผิวไม่เรียบหรือผิวกละ เครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลภาพประกอบด้วยอุปกรณ์ดังต่อไปนี้ 1) กล้องเว็บแคม 2) โครงสร้างเครื่องคัดแยก 3) บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ 4) หลอดไฟ LED 5) สายพานลำเลียง และ 6) คอมพิวเตอร์โน๊ตบุ๊ค วิธีการทดลองเป็นการให้ผู้ชำนาญทำการคัดแยกผลมังคุดทั้ง 3 ลักษณะ จำนวน 60 ผล จากนั้นทำเครื่องหมายและทำการคละรวมกันทั้งหมด การทดลองเริ่มต้นโดยการสุ่มหยิบผลมังคุดที่ทำการคละป้อนเข้าสู่เครื่องคัดแยกหลังจากนั้น จับเวลาตั้งแต่ผลแรกจนถึงผลสุดท้าย และทำการบันทึกผล การทดลองเป็นการทำซ้ำทั้งหมด 9 ครั้ง/1 ความเร็วของการป้อนผลมังคุด โดยใช้ความเร็วในการป้อน 3.33 2.39 และ 1.43 ผล/วินาที ผลของการประเมินประสิทธิภาพของเครื่องคัดแยก พบว่าความแม่นยำในการคัดแยกสูงสุด คือ 3.33 ผล/วินาที โดยมีประสิทธิภาพของเครื่องคัดแยกสูงสุด 94.63 เปอร์เซ็นต์ และมีสมรรถณะสูงสุดที่ 2,514 ผล/ชั่วโมง เมื่อเพิ่มความเร็วในการป้อน 2.29 ผล/วินาที ส่งผลให้ค่าประสิทธิภาพในการคัดแยกลดลงเป็น 87.40 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ : เครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุด, การประมวลผลด้วยภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project Tittle	Quality Sorting of Mangosteen with Image Processing	
Stusent	Miss. Netchanok Thongdonmuan	Student ID 61512050
	Mr. Phurin Sunipun	Student ID 61512064
	Mr. Ittikorn Nhu-un	Student ID 61512083
Degree	Bachelor of Engineering	
Program	Mechanical Engineering	
Project Advisor	Asst.Prof. Dr. Promote Kuson	

ABSTRACT

At present, mangosteen fruit sizing is performed by manual labor for the selection by the skill of a person, which results in delays and inaccuracies. The quality classification of mangosteen fruit must be related to Thai agricultural standard. To reduce such problems, a mangosteen fruit quality sorting machine was developed the quality sorting of fruit by the image processing method. Thai agricultural standard is dividing the mangosteen fruit into 3 characteristics as 1) light green to reddish-purple skin 2) dark purple to black skin 3) black skin and the appearance of the unsmooth or rough skin. The mangosteen fruit quality sorting machine by image processing method consist of the following equipment 1) Webcam camera 2) Sorting machine structure 3) Microcontroller board 4) LED Light 5) Conveyor and 6) Notebook computer. The experiment used the expert sorting mangosteen by divideing the mangosteen fruit into 3 characteristics for 60 fruits, then mark and mix them all together. The experiment was started with the pick random of mangosteen fruits from the assortment and feeding into the sorting machine. After that, count time from the first fruit to the last fruit and collecting data. The experiments were repeated 9 times/1 mangosteen feeding speed of 3.33 2.39 and 1.43 fruits/ second. The result of efficiency evaluation of the sorting machine was found that the highest sorting accuracy was 3 . 3 3 fruits/second with a maximum sorting efficiency of 94.63 percent and a maximum performant of 2,514 fruits/hour. When increasing of the feeding speed of 2.29 fruits/second was affected to the efficiency decreases to 87.40 %.

Keyword: Quality sorting of Mangosteen machine, Image processing

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษางานวิจัยครั้งนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยความกรุณาจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปราโมทย์ กุศล อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ หลักสูตรวิศวกรรมเครื่องกล แขนงวิศวกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ ที่ให้เกียรติเป็นนอาจารย์ที่ปรึกษาในการศึกษางานวิจัยในครั้งนี้ ที่ให้คำแนะนำ แนวคิด ตลอดจนแนวทางการแก้ไขปัญหาต่างๆ จนทำให้การศึกษางานวิจัยครั้งนี้สำเร็จสมบูรณ์

สุดท้ายนี้ผู้ศึกษาขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่คอยให้คำปรึกษาในการดำรงชีวิตและการแก้ไขปัญหาตลอดจนถึงการอุปการะเลี้ยงดูและส่งเสริมการศึกษา และขอขอบคุณเจ้าของเอกสารและคลิปวีดิโอทุกท่านที่ผู้ศึกษาได้ศึกษาค้นคว้าเพื่อนำมาอ้างอิงในการศึกษางานวิจัยในครั้งนี้ จนทำให้การศึกษางานวิจัยในครั้งนี้สามารถสำเร็จไปได้อย่างสมบูรณ์

เนตรชนก ทองดอนเหมือน
ภูรินทร์ สุนิพันธ์
อิทธิกร หนูอุ่น
พฤษภาคม 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญรูป	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการงานวิจัย	1
1.3 สมมุติฐานของการศึกษา	3
1.4 ขอบเขตของโครงการงานวิจัย	3
1.5 ขั้นตอน และวิธีการดำเนินโครงงาน	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 มังคุด	5
2.2 เครื่องคัด	7
2.3 สายพานลำเลียง	8
2.4 ระบบประมวลผลด้วยภาพ	16
2.5 อุปกรณ์รับภาพ และอุปกรณ์ให้แสงสว่าง	21
2.6 ระบบที่ใช้ในการทดลอง	23
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	31
บทที่ 3 อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง	34
3.1 การหาคุณสมบัติทางกายภาพของผลมังคุด	34
3.2 ออกแบบเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยการประมวลผลภาพ	34
3.3 การทดลองหาค่าความแม่นยำและประสิทธิภาพของเครื่องคัดแยก	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
3.4 การวิเคราห์เชิงเศรษฐศาสตร์	45
บทที่ 4 ผล และวิจารณ์ผล	
4.1 ผลการหาคุณสมบัติทางกายภาพของผลมังคุด	46
4.2 ผลการทดลองหาค่าความแม่นยำและประสิทธิภาพของเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยการประมวลผลด้วยภาพ	47
4.3 ผลการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์	52
บทที่ 5 สรุป และข้อเสนอแนะ	54
5.1 ปัญหาที่พบในการทดลองเครื่องการคัดแยกผลมังคุดโดยประมวลด้วยภาพ	54
5.2 ข้อเสนอแนะ	54
เอกสารอ้างอิง	
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก	
ภาคผนวก ข	
ภาคผนวก ค	
ประวัติผู้เขียน	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 จำนวนผลผลิตผลมังคุดของประเทศไทยในปี 2563	2
1.2 ปริมาณการส่งออกมังคุดของประเทศไทยปี 2558-2563	3
2.1 ขนาดของผลมังคุด	7
4.1 คุณสมบัติทางกายภาพของผลมังคุด	46
4.2 การวิเคราะห์ค่าความประสิทธิภาพด้วยวิธี ANOVA	47
4.3 เวลาเฉลี่ยในการทดลองของเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยการประมวลผลภาพ	49
4.4 การวิเคราห์สมรรถนะของเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยการประมวลผลภาพด้วยวิธี ANOVA	49
4.5 เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยวิธี ANOVA	51
4.6 ค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยการประมวลผลภาพ	52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 สายพาน	8
2.2 ลูกกลิ้ง	9
2.3 ลูกกลิ้งด้านลำเลียงวัสดุ	9
2.4 ลูกกลิ้งด้สนสายพานกลับ	9
2.5 ล้อสายพาน	10
2.6 ชุดขับ	10
2.7 โครงสร้างสายพาน	10
2.8 สายพานลำเลียงที่มีทางโค้งเป็นจุดเชื่อมต่อ	11
2.9 สายพานที่เป็นแบบมุมลาดเอียง	12
2.10 สายพานลำเลียงพีวีซี	13
2.11 สายพานลำเลียงพียู	13
2.12 สายพานลำเลียงโวลต้า	14
2.13 สายพานลำเลียงยางดำแบบเรียบ	15
2.14 สายพานลำเลียงไวเมท	15
2.15 สายพานลำเลียงโมดูล่า	16
2.16 ภาพแสดงสีต่างๆของลูกบาศก์สี RGB	19
2.17 เปรียบเทียบระบบสีแบบ RGB และ RYB	19
2.18 เปรียบเทียบระบบสีแบบ RGB และ CMYK	20
2.19 รูปแบบสี HSV	21
2.20 การเขียนโค้ดที่ใช้สำหรับถ่ายภาพ Dataset	24
2.21 แสดง Output หลังจากการ Run โค้ด (รูปที่ 2.20)	25
2.22 การเปิดโปรแกรม Labellmg	25
2.23 การตีกรอบผลมังคุดเพื่อบ่งบอกถึงประเภทของผลมังคุดต่างๆ ตามลักษณะ	26
2.24 ตีกรอบผลมังคุด Maturity	26
2.25 ไฟล์โมเดลที่ได้จากการ Save และ Verify Image ในแต่ละรูป	27
2.26 คำสั่งที่ใช้ในการ Train โมเดล	27
2.27 ขั้นตอนการ Train	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.28 โค้ดที่ใช้สำหรับการตรวจจับผลมังคุด	28
2.29 โค้ดที่ใช้สำหรับการตรวจจับผลมังคุด (ต่อ)	29
2.30 การตรวจจับผลมังคุด Defect	29
2.31 การตรวจจับผลมังคุด Overmaturity	30
2.32 การตรวจจับผลมังคุด Maturity	30
3.1 แบบเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยการประมวลผลภาพ	34
3.2 แบบเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยการประมวลผลภาพ	35
3.3 โครงสร้างกล่องเหล็ก	36
3.4 โครงสร้างของสายพาน	36
3.5 ขาตั้งสายพาน	37
3.6 ลูกกลิ้งสายพาน	37
3.7 ลูกปืนลูกกลิ้ง	38
3.8 แกนลูกกลิ้ง	38
3.9 สายพาน	39
3.10 มอเตอร์ไฟฟ้า	39
3.11 แผ่นอะคริลิค	40
3.12 แผ่นอะคริลิคหน้าหลัง	40
3.13 ขายึดกล้อง	41
3.14 กล้อง	41
3.15 มังคุด	42
3.16 เครื่องหมายกำกับผลมังคุด	43
4.1 กราฟประสิทธิภาพของเครื่องคัดแยกผลมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลภาพ	48
4.2 กราฟสมรรถณะของเครื่องคัดแยกผลมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลภาพ	50
4.3 กราฟค่าความผิดพลาดของเครื่องคัดแยกผลมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลภาพ	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

มังคุด มีชื่อภาษาอังกฤษว่า “Mangosteen” ชื่อวิทยาศาสตร์ว่า “*Garcinia mangostana Linn*.” มังคุดยังถือเป็นพืชเศรษฐกิจของไทย และยังได้รับการขนานนามว่าเป็น “ราชินีผลไม้ไทย” (The Queen of fruits) ซึ่งมาจากลักษณะภายนอกของผลมังคุดมีรูปร่างกลม และมีกลีบคล้ายกับมงกุฎของราชินี มีถิ่นกำเนิดจากแถบคาบสมุทรมาเลย์[1] มังคุดเป็นไม้ผลยืนต้นที่ไม่มีการผลัดใบ ชอบสภาพอากาศร้อนชื้น ปกติแล้วอุณหภูมิสำหรับการเพาะปลูกจะอยู่ที่ประมาณ 25-30 องศาเซลเซียส และต้องเป็นพื้นที่ที่มีแหล่งน้ำเพียงพอสำหรับการเพาะปลูก จึงทำให้เกษตรกรในภาคตะวันออก และภาคใต้นิยมปลูกมังคุด จังหวัดที่นิยมปลูกมังคุด ได้แก่ จันทบุรี นครศรีธรรมราช ชุมพร ตราด ระยอง และนราธิวาส ตามลำดับ (ตารางที่ 1.1) น้ำหนักของผลมังคุดเฉลี่ย 75–100 กรัมต่อผล โดยมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 3.5–7.0 เซนติเมตร ในส่วนของเนื้อที่รับประทานมีสีขาว โดยเนื้อจะแบ่งเป็น 5–7 กลีบ เนื้อมีความนุ่ม ฉ่ำน้ำ รสชาติหวานอมเปรี้ยว และมีกลิ่นหอม โดยผู้บริโภคนิยมรับประทานมังคุดผลสด ซึ่งมังคุดที่มีรสชาติดีพร้อมทานต้องเป็นผลมังคุดที่สุกแก่เต็มที่ ผลของมังคุดต้องไม่มีเนื้อแก้ว และยางตกในผล นอกจากการรับประทานผลสดแล้ว ผู้บริโภคยังนิยมรับประทาน มังคุดกวน น้ำมังคุดพร้อมดื่ม ประโยชน์ของผลมังคุดมีอยู่ทุกส่วนไม่ว่าจะเป็นผลสุก ผลดิบ ต้น ใบ ราก และเปลือก สำหรับการรับประทานมังคุด ในส่วนของเนื้อมังคุดมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเพียงเล็กน้อย แต่รสชาติก็ยังคงหวานถูกปากของผู้บริโภคถึงแม้ว่าฤทธิ์น้อยกว่าเปลือกมังคุด เปลือกมังคุดซึ่งมีฤทธ์การต่อต้านอนุมูลอิสระต้านการอักเสบ เชื้อแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของการเกิดสิว และยังสามารถนำมาทำเป็นหนึ่งในส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ลดกลิ่นปาก นอกจากนี้ยังรวมไปถึงช่วยในเรื่องของการระบายความร้อนจากร่างกาย และช่วยส่งเสริมการทำงานของระบบย่อยอาหาร เป็นต้น และประเทศไทยยังถือว่าเป็นรายใหญ่ของโลกในด้านของการผลิตและส่งออกมังคุด ผลมังคุดที่ประเทศไทยส่งออกแบ่งเป็นมังคุดผลสดและมังคุดแช่แข็ง ตลาดหลักสำคัญที่ไทยส่งออกมังคุดผลสด คือ จีน เวียดนาม ฮ่องกง สำหรับมังคุดแช่แข็ง คือ เกาหลีใต้ ไต้หวัน ฮ่องกง โดยมีคู่แข่งที่สำคัญ ได้แก่ อินโดนีเซีย และเวียดนาม และปัจจุบันประเทศไทยนำเข้ามังคุดจากประเทศเวียดนามเพิ่มมากขึ้นโดยมีนายหน้าส่งออกไปยังประเทศที่ 3 ได้แก่ จีน โดยใช้สิทธิการค้าชายแดน ปริมาณการส่งออก (ตารางที่ 1.2) มังคุดผลสดในปี 2563 (ม.ค.-มี.ค.) ประมาณส่งออก 5,465 ตัน ลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากปี 2562 ปริมาณการส่งออก 52,350 ตันโดยลดลงร้อยละ 86.83 ในส่วนปริมาณมังคุดแช่แข็งในปี 2563 (ม.ค.-มี.ค.) มีปริมาณการส่งออกเพียง 0.007 ตัน ซึ่งลดลงจากในปี 2562 เป็นจำนวน 21 ตัน หรือคิดเป็นร้อยละ 99.91 แต่ในส่วนของมังคุดแช่แข็งสามารถส่งได้เพียง 1 ประเทศ คือ ไต้หวัน ถึงแม้ปริมาณการส่งออกในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา (ปี2558-2563) แต่มูลค่าการส่งออกสวนทางโดยมีแนวโน้มที่ดีมากขึ้นซึ่งเป็นผลมาจากการพัฒนาคุณภาพมังคุด ทั้งผลผลิตคุณภาพ และผลผลิตเกรดรอง ปริมาณการส่งออกลดลงเนื่องมาจากสถานการณ์ไม่ปกติของไวรัสโคโรน่า ทำให้ด่านการค้าของประเทศถูกปิดจึงทำให้หลายประเทศชะลอการสั่งซื้อ ทั้งนี้ความต้องการมังคุดของตลาดโลกยังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมาก และมีการขยายตัวอย่างต่อเนื่องแต่ต้องผ่านการรับรองมาตรฐานสินค้าเกษตร

ตารางที่ 1.1 จำนวนผลผลิตผลมังคุดของประเทศไทยในปี 2563 [2]

ภาค/จังหวัด	เนื้อที่ยืนต้น (ไร่)	เนื้อที่ให้ผลิตผลิต(ไร่)	ผลผลิต (ต้น)	ผลผลิตต่อไร่ (กก.)
รวมทั้งประเทศ	448,851	430,074	339,283	789
จันทบุรี	129,907	129,711	146,375	1,128
ตราด	39,547	37,618	41,880	1,113
ระยอง	27,895	27,311	24,090	882
พังงา	13,237	11,790	5,594	437
ชุมพร	50,575	50,198	38,119	759
ระนอง	15,254	14,573	8,904	611
สุราษฎร์ธานี	12,457	11,794	6,296	534
นครศรีธรรมราช	94,693	88,927	49,868	561
พัทลุง	12,586	11,354	3,375	297
นราธิวาส	26,126	20,808	5,134	247

เนื่องจากปริมาณความต้องการ และการส่งออกของผลมังคุดเพิ่มมากขึ้น เครื่องจำแนกผลมังคุดจึงมีบทบาท และความสำคัญเพิ่มมากขึ้น ปัจจุบันการจำแนกผลมังคุดส่วนใหญ่ของคนไทยเป็นการคัดแยกด้วยแรงงานคนโดยอาศัยความชำนาญของผู้จำแนกจึงส่งผลให้เกิดความล่าช้า และความไม่แม่นยำ จากปัญหาข้างต้นที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกิดขึ้นจึงมีแนวคิดในการออกแบบเครื่องจำแนกผลมังคุดด้วยภาพโดยการจำแนกขนาด และคุณภาพตามมาตรฐานสินค้าเกษตรเพื่อลดปัญหาที่เกิดขึ้นดังกล่าว

ตารางที่ 1.2 ปริมาณการส่งออกมังคุดของประเทศไทยปี 2558-2563 [2]

ปี	ปริมาณมังคุดสด (ตัน)	ปริมาณมังคุดแช่แข็ง (ตัน)
2558	178,384	305
2559	142,855	371
2560	205,487	74
2561	185,698	177
2562	409,011	244
2563 (ม.ค.-มี.ค.)	5,465	0.007

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการงานวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาการคัดแยกผลมังคุดโดยวิธีการประมวลผลด้วยภาพ

1.2.2 เพื่อออกแบบ และสร้างเครื่องคัดแยกผลมังคุดโดยวิธีการประมวลผลด้วยภาพ

1.2.3 เพื่อคัดแยกผลมังคุดให้ได้ตามขนาด และคุณภาพตามมาตรฐานสินค้าเกษตร

1.2.4 เพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องคัดแยกผลมังคุด

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1.3.1 ใช้มังคุดจาก ตำบลตะโก อำเภอทุ่งตะโก จังหวัดชุมพร

1.3.2 ใช้กล้องจำนวน 1 ตัว ในการประมวลผลภาพ

1.4 สมมุติฐานของการศึกษา

1.4.1 การใช้กล้องคัดแยกผลมังคุดด้วยภาพโดยการคัดขนาด และคุณภาพตามมาตรฐาน สินค้าเกษตร

1.4.2 การใช้ Python จะสามารถช่วยในการคัดแยกขนาด และคุณภาพของผลมังคุดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ปี 2564					ปี 2565			
	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน
1. หาข้อมูลเกี่ยวกับมังคุด									
2. ออกแบบเครื่องจำแนกผลมังคุด									
3. สร้างเครื่องจำแนกผลมังคุด									
4. ปรับปรุงแก้ไข									
5. ทดลองและบันทึกผล									
6. สรุปผลการทดลอง									
7. ทำเล่มปริญญานิพนธ์									

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้สร้างเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยการประมวลผลภาพได้ตามมาตรฐานสินค้าเกษตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 มังคุด

2.1.1 ลักษณะทั่วไป

มังคุดเป็นไม้ยืนต้นขนาดใหญ่สูงประมาณ 6-25 เมตร ลำต้นมีลักษณะตรง เปลือกของลำต้นมีสีน้ำตาลเข้มถึงดำ ใบรูปร่างยาวรีมีลักษณะเป็นสีเขียวแก่ และค่อนข้างมัน ต้นแตกกิ่งเป็นพุ่มกลมใบหนาทึบ นอกจากนี้มังคุดเป็นผลไม้ที่เจริญเติบโตช้าโดยมีอายุ 7–10 ปี จึงจะตกผลแล้วแต่ถิ่นกำเนิด และความอุดมสมบูรณ์ของน้ำและดิน ลักษณะเด่นของมังคุด คือ มีน้ำยางสีเหลือง ใบหนามีลักษณะเป็นมัน การเรียงตัวของใบเป็นแบบแตกตรงข้ามสลับกัน มังคุดเป็นไม้ผลที่มีระบบรากหาอาหารค่อนข้างลึก ประมาณ 90–120 เซนติเมตรจากผิวดิน

2.1.2 ราก

มังคุดจะมีระบบรากเป็นรากแก้ว โดยเกิดจากการที่รากหยั่งลึกลงไปในดินเป็นแนวดิ่ง ซึ่งรากแก้วจะชอนไชไปในดิน โดยมีลักษณะเป็นแบบคดเคี้ยวนับว่าเป็นการพัฒนาระบบราก ที่เป็นการเจริญเติบโตในพื้นดินได้น้อยกว่าผลไม้อื่นๆ โดยมังคุดสามารถสร้างรากแขนงให้เจริญออกจากโคนต้น ชิดกับพื้นดินได้ รากแขนงที่เกิดใหม่จะมองเห็นได้อย่างชัดเจนด้วยสายตา เป็นรากที่ค่อนข้างอวบโดยมีสีขาวอมเหลือง โดยรากจะงอกออกจากโคน ต้นและค่อยๆ แทงลึกลงไปในดิน เพื่อช่วยยึดลำต้นให้แข็งแรง และช่วยอาหารเพื่อให้ต้นเจริญเติบโต

2.1.3 ลำต้น

มังคุดเป็นไม้ยืนต้น ต้นโตเต็มที่จะสูงประมาณ 10-25 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลางต้น 25-30 เซนติเมตร เปลือกลำต้นมีสีดำ มียางเหนียวข้นสีเหลืองอมเขียว ลำต้นเรียบ กิ่งก้านแตกเป็นระเบียบ ใบหนา

2.1.4 ใบ

มังคุดเป็นพืชใบเดี่ยว (Simple leaf) โดยใบจะอยู่กันแบบตรงกันข้าม ขอบใบเรียบ ใบหนา ด้านหลังใบสีเขียวเข้ม หรือมีสีเขียวอมเหลือง และมีลักษณะของใบจะมีผิวมัน เส้นกลางใบเห็นชัดเจน ก้านใบสั้น มองเห็นเป็นชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5 ดอก

มังคุดออกดอกเป็นดอกเดี่ยว กลีบเลี้ยงแข็ง ติดทนจนเป็นผล มี 4 กลีบ เรียงเป็น 2 วง วงนอก 2 กลีบ สีขาวอมเขียว วงใน 2 กลีบ สีแดงส้มตรงกลางกลีบสีอ่อน กลีบดอก 4 กลีบ ร่วงง่าย ขอบกลีบสีส้มแดงตรงกลางกลีบสีเหลืองอมส้ม เกสรเพศผู้ 16-20 อัน เรียงแนบชิดกับรังไข่เกสรเพศเมีย 1 อันขนาดใหญ่ ไม่มีก้านยอดเกสรเพศเมีย ยอดเกสรเพศเมียขนาดใหญ่ แบ่งเป็นแฉก 5-6 แฉก ไม่ร่วง ติดทนจนเป็นผล

2.1.6 ผล

มีลักษณะเป็นทรงกลมมน มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3.5-7 เซนติเมตร เมื่อผลสุกจะมีสีม่วงเข้มหรือม่วงอมน้ำตาล เปลือกหนาประมาณ 0.8-1 เซนติเมตร มีรสชาติฝาด โดยเนื้อสีเหลืองจัดเป็น Aril fruit ซึ่งเกิดจากผิว ภายในถูกหุ้มด้วยเนื้อสีขาวใส และมีลักษณะอ่อนนุ่มคล้ายวุ้น ผลของมังคุดมีสารประกอบอยู่มากมาย จึงทำให้มีกลิ่น และรสน่ารับประทาน การเรียงตัวของกลีบคล้ายกับการเรียงตัวของจะกลีบส้ม ในแต่ละผลจะมีเมล็ดที่เจริญสมบูรณ์ 1-3 เมล็ดเท่านั้น โดยผลของมังคุดจะมีน้ำหนัก 54.5-79.5 กรัม และมีเนื้อประมาณ 25-30 เปอร์เซ็นต์ โดยมังคุดจะออกผลมากกว่า 500-600 ผลต่อต้น ในประเทศไทย มังคุดสุกปีละ 2 ครั้ง ครั้งแรกเดือนมีนาคม-พฤษภาคม ครั้งหลังในเดือนกรกฎาคม-สิงหาคม

2.1.7 เมล็ด

จะมีรูปร่างลักษณะคล้ายหอย เปลือกเมล็ดหุ้มเมล็ดด้วยสีน้ำตาลบางใส ผิวเมล็ดจะขรุขระ มีร่องเริ่มจาก Hilum มาจนสุดเมล็ด แตกได้ง่าย มีอายุการเก็บสั้น และความแข็งแรงของเมล็ด เมล็ดที่อยู่ในผลจะมีอาจได้ 3-5 สัปดาห์ แต่ถ้าเมล็ดอยู่นอกผลโดยไม่เก็บไว้ในที่ชื้นจะอยู่ได้เพียง 2-3 วัน เท่านั้น ที่จริงแล้วเมล็ดมังคุดไม่ใช่เมล็ดที่แท้จริง เป็นเพียงส่วนที่เจริญมาจากเนื้อเยื่อเพศเมีย (Female tissue) เท่านั้น ดังนั้นจึงไม่มีทั้ง Embryo และ Cotyledous เชื่อกันว่ามังคุดมีพันธุ์เดียว ทั้งนี้เพราะเมล็ดที่ใช้ในการขยายพันธุ์นั้นเป็นส่วนที่เจริญ โดยไม่มีการผสมและเป็น Poly embryony ต้นกล้าที่ได้ ซึ่งไม่ได้มาจาก Zygote แต่เป็น Nucellar seedling ซึ่งตรงตามพันธุ์ของต้นแม่ ความแตกต่างของผลผลิตที่เกิดขึ้นจากสภาพแวดล้อมและการดูแลรักษาที่มีความแตกต่างกัน

2.1.8 พันธุ์

มังคุดมีเพียงสายพันธุ์เดียวเท่านั้น การเจริญของผลมังคุดเกิดจากเนื้อเยื่อไม่ได้เกิดจากการผสมเกสร ซึ่งดอกมังคุดเป็นดอกสมบูรณ์เพศ โดยเกสรตัวผู้กับตัวเมียอยู่ในดอกเดียวกันแต่เกสรทั้งสองรวมอยู่ภายในดอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เดียวกัน และเกสรตัวผู้ไม่สามรถผสมเกสรได้ จึงไม่มีโอกาสกลายพันธุ์ และเกิดพันธุ์ใหม่ การที่คุณภาพของผลผลิตที่แตกต่างกันเนื่องมาจากสาเหตุของการดูแลรักษา และสภาพแวดล้อมนั้นๆ

2.1.9 ขนาด

ขนาดของผลมังคุดพิจารณาจากน้ำหนักต่อผล (ตารางที่ 2.1) การแบ่งชั้นคุณภาพ และขนาดในมาตรฐานที่ใช้ในการพิจารณาทางการค้า เพื่อกำหนดเป็นชั้นทางการค้าขึ้นอยู่กับความต้องการของคู่ค้าหรือตามข้อจำกัดที่มีเนื่องมาจากฤดูกาล

ตารางที่ 2.1 ขนาดของผลมังคุด

รหัสขนาด	น้ำหนักต่อผล (กรัม)
1	>100
2	>85 - 100
3	>70 - 85
4	>55 – 70
5	30 - 55

2.2 เครื่องคัด

2.2.1 เครื่องคัดแยก (Sorter) หมายถึง เครื่องจักรหรืออุปกรณ์สำหรับคัดแยกหรือคัดเลือก วัสดุที่มีลัษณะเฉพาะเหมือนกันออกจากวัสดุที่มีคุณลักษณะแตกต่างกันตามสมบัติทางกายภาพ หรือสมบัติเชิงวิศวกรรม ดังนี้ 1. ขนาด (Size) 2. รูปร่างหรือลักษณะทางเรขาคณิตของผลผลิต (Shape or geometry of product) 3. ความหนาแน่น (Density) 4. ลักษณะของผิวสัมผัส (Surface texture) 5. คุณสมบัติทางกลของวัสดุ (Mechanical properties) 6. คุณลักษณะทางไฟฟ้าของวัสดุ (Electrical properties) 7. น้ำหนัก (Weight) 8. สี (Color) 9. สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน (Coefficient of friction)

2.2.2 เครื่องคัดขนาด (Sizer) การคัดขนาดด้วยการใช้ตะแกรง เป็นการคัดขนาด โดยการใช้ตะแกรงที่มีช่องเปิด หรือแผ่นที่เจาะรูเป็นวงกลมให้ มีเส้นรอบวงเท่ากับขนาดของวัตถุดิบ ตามเกณฑ์ที่ต้องการถ้าวัตถุดิบที่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดใหญ่กว่าจะไม่สามารถผ่านรูตะแกรงได้แต่ถ้าวัตถุดิบที่มีขนาดเล็กกว่าจะร่วงลงบนตะแกรงได้ ลักษณะของตะแกรง เป็นแผ่นแบน ที่เรียงเป็นชุดต่อเนื่องกัน หรือเรียงซ้อนกันเป็นชั้น มีรูเปิดจากขนาดเล็กไปถึงขนาดใหญ่ไล่ขนาดกันมา เพื่อทำให้สามารถคัดวัตถุดิบได้หลายขนาด การคัดแยกด้วยตะแกรง มีการใช้ แรงกล เขย่าโยกหรือหมุน ให้วัตถุดิบเคลื่อนที่ เหมาะกับวัตถุดิบที่มีรูปทรงกลม หรือใกล้เคียงทรงกลม ที่กลิ้งได้ เช่น ส้ม ส้มโอ มะนาว ตามขนาดที่ต้องการตามรูปร่างของวัสดุ ข้อจำกัดของการคัดขนาดด้วยการใช้ตะแกรง คือวิธีนี้ไม่เหมาะกับอาหารที่บอบช้ำง่าย แตกหักง่าย เพราะวัตถุดิบจะต้องมีการชนกัน กระแทกกัน ระหว่างการคัดขนาด

2.3 สายพานลำเลียง

เป็นระบบสายพานที่ทำหน้าที่ลำเลียง ขนย้ายสิ่งของ จากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่งโดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นตัวขับเคลื่อน ซึ่งสายพานลำเลียงนั้นเป็นที่นิยมกันอย่างมากในกลุ่มอุตสาหกรรม โดยการเลือกใช้สายพานลำเลียงนั้นจะขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของสิ่งของ และชนิดของสายพานลำเลียงจึงต้องนึกถึงความเหมาะสมกับงาน ซึ่งสายพานลำเลียงนั้นจะมีทั้งข้อดี-ข้อเสีย แตกต่างกันไปโดยส่วนประกอบหลักๆ ของสายพานลำเลียงจะประกอบด้วย 5 ส่วนหลักๆ ได้แก่

2.3.1 สายพาน (รูปที่ 2.1) ทำหน้าที่ เป็นส่วนที่ไว้รองรับวัสดุและใช้ขนถ่ายวัสดุจากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่ง

รูปที่ 2.1 สายพาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 ลูกกลิ้ง (รูปที่ 2.2) ทำหน้าที่ เป็นตัวรองรับสายพาน โดยมีทั้งหมด 2 ชนิด คือ

รูปที่ 2.2 ลูกกลิ้ง

2.3.2.1 ลูกกลิ้งด้านลำเลียงวัสดุ (Carrying Idlers)

รูปที่ 2.3 ลูกกลิ้งด้านลำเลียงวัสดุ

2.3.2.2 ลูกกลิ้งด้านสายพานกลับ (Return Idlers)

รูปที่ 2.4 ลูกกลิ้งด้านสายพานกลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

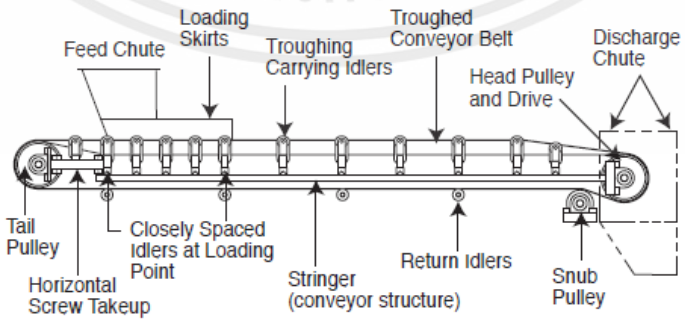
2.3.3 ล้อสายพาน (Pulleys) ทำหน้าที่ ขับสายพาน และควบคุมแรงดึงของสายพาน

รูปที่ 2.5 ล้อสายพาน

2.3.4 ชุดขับ (Drive) ทำหน้าที่ เป็นตัวส่งกำลังขับให้กับล้อของสายพาน เพื่อทำให้สายพานเคลื่อนที่

รูปที่ 2.6 ชุดขับ

2.3.5 โครงสร้าง (Structure) ทำหน้าที่ รักษาแนวของลูกกลิ้งและล้อของสายพาน



รูปที่ 2.7 โครงสร้างสายพาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากส่วนประกอบทั้ง 5 ส่วนนี้แล้วยังมี ส่วนประกอบที่สำคัญอีกหลายอย่าง มีดังนี้

1. ที่ปรับความตึงของสายพาน (Belt take – ups)

2. อุปกรณ์ทำความสะอาด

3. อุปกรณ์ซ่อมแซมสายพานเมื่อสายพานเกิดชำรุด (Tramp – Iron Protection)

4. ตัวส่งวัสดุ (Trippers)

2.3.5.1 การจัดการร่างโครงร่าง

การออกแบบของสายพานลำเลียง (รูปที่ 2.8) นั้นมีปัจจัยที่ส่งผลต่อการทำงานของสายพานลำเลียง ได้แก่ การจัดการร่างโครงของสายพานลำลียง มุมชัน และปริมาณในการขนถ่าย ซึ่งปกติแล้วสายพานลำเลียงในแนวราบจะเป็นเส้นตรง แต่เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสายพานจากชุดหนึ่งไปยังอีกชุดหนึ่งจะมีการสร้างทางโค้งเป็นจุดเชื่อมต่อของสายพานทั้งสองชุด ซึ่งจำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ ทดลอง และการออกแบบระบบลำเลียงและคุณภาพของสายพานเพื่อที่จะทำให้สายพานสามารถทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ โดยรัศมีของส่วนโค้งนั้นจะอยู่ที่ประมาณ 600 เมตร หรือ 2,000 ฟุต

รูปที่ 2.8 สายพานลำเรียงที่มีทางโค้งเป็นจุดเชื่อมต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.5.2 มุมลาดเอียง

มุมลาดเอียงของสายพานลำเลียง (รูปที่ 2.9) นั้นจะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของวัสดุที่อยู่บนสายพาน เช่น ขนาด รูปร่าง ปริมาณความชื้น และการไหลตัวของวัสดุ เมื่อความชันของสายพานมากเกินไปอาจทำให้วัสดุเกิดการลื่นไหลและตกออก ซึ่งถ้าสายพานลำเลียงเปียกชุ่มมากเกินไปก็จะส่งผลต่อการขนถ่ายวัสดุอย่างมาก เพราะจะทำให้พื้นของสายพานนั้นมีความลื่น และจะทำให้วัสดุสามตกออกจากสาพานลำเลียงได้ง่าย และอีกปัจจัยหนึ่งก็คือขนาด และรูปร่างของวัสดุ

รูปที่ 2.9 สายพานที่เป็นแบบมุมลาดเอียง

2.3.5.3 ความกว้างและความเร็วของสายพานลำเลียง

โดยทั่วไปแล้วความกว้างของสายพานนั้นจะมีหน่วยเป็นนิ้วหรือมิลลิเมตร ส่วนของความเร็วของสายพานลำเลียงนั้นจะขึ้นอยู่กับความกว้างของสายพานลำเลียง เช่น เมื่อความกว้างของสายพานลำเลียงนั่นเพิ่มขึ้นจะทำให้สายพานลำเลียงมีความเร็วเพิ่มขึ้นเช่นกัน แต่ถ้าความกว้างของสายพานลำเลียงลดลงความเร็วของสายพานลำเลียงก็จะลดลงเช่นกัน ซึ่งความเร็วของสายพานลำเลียงนั้นจะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของวัสดุที่จะขนถ่าย ถ้าวัสดุที่ใช้ขนถ่ายเป็นแบบผงก็ควรจะใช้ความเร็วต่ำ และวัสดุที่เปราะก็จะต้องปรับความเร็วให้เหมาะสมเพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายต่อวัสดุ ถ้าวัสดุหนักและมีความคมควรใช้ความเร็วของสายพานในระดับปานกลางเพราะความคม และวัสดุหนักจะทำให้วัสดุสามารถทำให้พื้นผิวของสายสึกหรอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.6 ประเภทของสายพานลำเลียง

2.3.6.1 สายพานลำเลียงพียู (PU belt conveyor)

เป็นสายพานลำเลียง (รูปที่ 2.10) ที่มีลักษณะพื้นผิวสายพานเป็นผิวขรุขระ มีชื่อเรียกว่า PU หรือ โพลียูรีเทน (Polyurethane) เป็นสารพอลิเมอร์ชนิดหนึ่งมีหน่วยชีวะเคมียูรีเทนและพอลิเมอร์ของโพลียูรีเทน เชื่อมต่อกันอยู่ ผิวด้านบนของพื้นผิวมีความแข็งแรง ทนต่อการเกิดร่องรอย ทนต่อสารเคมี ทนต่อความร้อนได้ถึง 100 องศาเซลเซียส จะมีความทนกว่าสานพานลำเรียงพีวีซี (PVC belt conveyor) โดยจะเหมาะสำหรับการใช้งานในการลำเลียงทั่วไป ทนสภาพเปียกชื้นตลอดเวลาโดยจะใช้ลำเลียงเกี่ยวกับ อาหาร ผัก ผลไม้ หรือสินค้าบรรจุกระป๋อง

รูปที่ 2.10 สายพานลำเลียงแบบพีวีซี

2.3.6.2 สายพานลำเลียงพีวีซี (PVC belt conveyor)

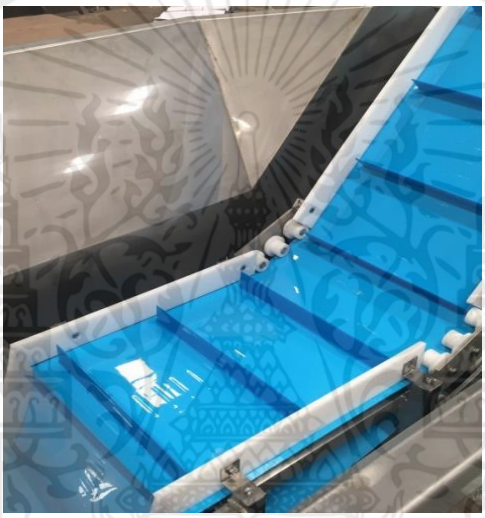
เป็นสายพานลำเลียง (รูปที่ 2.11) ที่มีลักษณะพื้นผิวสายพานเป็นผิวเรียบ หรือมีชื่อเรียกว่า PVC มีความหนา 2.0 - 4.0 มิลลิเมตร ซึ่งพื้นที่ด้านบนของสายพานมีความมัน โดยผลิตมาจาก Potyvinylchloride cadmiumfree มีลักษณะที่ป้องกันความร้อนได้ไม่เกิน 80 องศาเซลเซียส และทนต่อสารเคมีได้ค่อนข้างดี

รูปที่ 2.11 สายพานลำเลียงพียู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.6.3 สายพานลำเลียงโวลต้า (Volta belt conveyor)

เป็นสายพานลำเลียงที่มีลักษณะของพื้นผิวสายพานเป็นเทอร์โมพลาสติกอิลาสโทเมอร์ หรือยางเทอร์โมพลาสติก (รูปที่ 2.12) เทอร์โมพลาสติกหมายถึงพลาสติกที่จะสามารถเปลี่ยนลักษณะตามอุณหภูมิได้ เมื่อความร้อนได้เข้าสู่พื้นผิวของสายพานจะทำให้มีความนิ่มขึ้น และกลายเป็นของสารที่เปลี่ยนแปลงได้ตามสิ่งที่นำมาบรรจุ แต่เมื่ออุณหภูมิน้อยลงจะทำให้ความเซตตัวกลับมาเหมือนเดิม โดยผิวของสายพานจะมีความลื่น สามารถทำความสะอาดได้ง่าย และสามารถป้องกันแบคทีเรียได้อีกด้วย



รูปที่ 2.12 สายพานลำเลียงโวลต้า

2.3.6.4 สายพานลำเลียงยางดำ (Rubble belt conveyor)

เป็นสายพานลำเลียงที่มีลักษณะพื้นผิวของสายพานเป็นยาง (รูปที่ 2.13) ซึ่งจะมีลักษณะเป็นสีดำเป็นผิวแบบเรียบ สายพานสามารถทนต่อแรงดึงได้สูง ทนต่อการสึกหรอ เหมาะสำหรับงานที่ต้องรับแรงกระแทกที่สูง สามารถลำเลียงวัสดุที่อยู่ในแนวราบ และแนวลาดชัน จะลำเรียงวัสดุที่มีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมาก เช่น กระสอบ หรือวัสดุที่ผิวขรุขระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.13 สายพานลำเลียงยางดำแบบเรียบ และสายพานลำเลียงยางดำแบบบั้ง

2.3.6.5 สายพานลำเลียงไวเมท (Wire mesh belt conveyor)

เป็นสายพานที่มีลักษณะผิวของสายพานเป็น ตะแกรงโละ (Wire mesh) โดยจะมีทั้งแบบที่ทำมาจากเหล็ก และทำมาจากสแตนเลส และมีลวดทั้งขนาดเล็ก และขนาดใหญ่ ด้านตะแกรงนั้นก็จะมีทั้งแบบตะแกรงตาถี่ และตะแกรงแบบตาห่าง เหมาะสำหรับการลำเรียงวัสดุที่มีอุณหภูมิสูง (รูปที่ 2.14)

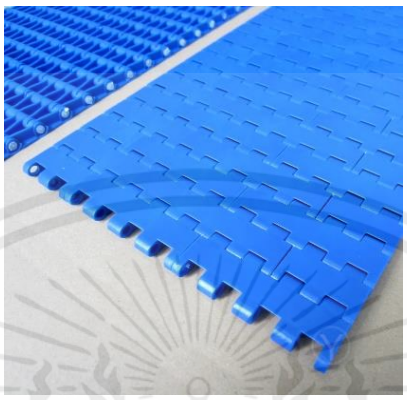
รูปที่ 2.14 สายพานลำเลียงไวเมท

2.3.6.6 สายพานลำเลียงโมดูล่า (Modular belt conveyor)

เป็นสายพานที่มีลักษณะสายพานเป็นพลาสติกชนิดพิเศษ โดยการนำพลาสติกมาฉีดขึ้นรูปเป็นชิ้นๆแล้วนำมาต่อกัน จะมีความแข็งแรงสูงมาก และทดการเสียดสีหรือการกัดกร่อน โดยจุดเด่นของสายพานลำเลียงโมดูล่าคือการทนต่ออุณหิภูมิที่สูงจึงเหมาะกับการลำเลียงวัสดุที่มีอุณหภูมิสูงมากๆ โดยสายพานลำเรียงโมดู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ล่านั้นสามารถวิ่งในแนวโค้งโดยการใช้สายพานแค่เส้นเดียว และมีอายุการใช้งานมากที่สุดในประเภทของสายพานลำเรียง (รูปที่ 2.15)



รูปที่ 2.15 สายพานลำเลียงโมดูล่า

2.4 ระบบประมวลผลด้วยภาพ

ขั้นตอนการประมวลผลด้วยภาพประกอบไปด้วย

1. ขั้นตอนการนำข้อมูลเข้าสู่คอมพิวเตอร์

2. ขั้นตอนการนำคอมพิวเตอร์มาพัฒนาอัลกอลิทึมเพื่อประมวลผลภาพ

3. ขั้นตอนการแสดงผลภาพ

โดยทั่วไปซอฟแวร์จะเป็นต้นแบบที่มีขั้นตอนการประมวลผลภาพหลายๆ ขั้นตอน และอุปกรณ์พื้นฐานการประมวลผลภาพจะประกอบไปด้วย เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่มีอุปกรณ์ตรวจจับภาพ ซึ่งต่ออยู่กับกล้องจับภาพ ขั้นตอนการนำภาพเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นการแปลงสัญญาณภาพทั่วไปเป็นสัญญาณอนาล็อก ให้เป็นสัญญาณดิจิตอล เพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถประมวลผลภาพ (Image Processing) ได้ทั้งนี้ยังสามารถทำได้โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจสอบคุณภาพของการผลิต โดยปราศจากการสัมผัสกับชิ้นงานตรวจสอบโดยการใช้การมองเห็นของคอมพิวเตอร์ในการประมวลผลภาพจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอลหรือกล้องถ่ายภาพดิจิตอลฉลาดที่ส่องไปยังชิ้นงาน และทำการปรับปรุงคุณภาพของภาพ เพื่อให้สามารถมองเห็นผ่านทางโปรแกรม (Software) เช่น การทำภาพสีให้เป็นภาพสีเทา และการทำภาพสีให้เป็นขอบขาวดำ เพื่อให้คอมพิวเตอร์หาความเหมือน ทำการจดจำ และการแยกแยะวัตถุ เพื่อให้ตัดสินใจทำงานได้ถูกต้องตามคำสั่งที่ต้องการ

2.4.1 การประมวลผลด้วยภาพ

การนำภาพมาประมวลผลหรือนำมาวิเคราะห์คำนวณด้วยระบบคอมพิวเตอร์ เพื่อทำให้เราได้รับข้อมูลที่ต้องการทั้งในเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ มีขั้นตอนการทำงานที่สำคัญ คือ การทำให้ภาพมีความคมชัดมากขึ้น การจำกัดสัญญาณรบกวนออกจากภาพ การแบ่งส่วนของวัตถุที่เราสนใจออกมาจากภาพ เพื่อที่จะนำภาพวัตถุที่ได้นำไปวิเคราะห์หาข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น ขนาด รูปทรง รูปร่าง ทิศทางการเคลื่อนที่ของภาพ เป็นต้น เมื่อได้ข้อมูลที่ผ่านการวิเคราะห์มาแล้วจะสามารถนำข้อมูลเชิงปริมาณที่ได้เหล่านี้ไปวิเคราะห์ และสร้างเป็นระบบ เพื่อสร้างประโยชน์ในการทำงานด้านต่างๆ

2.4.2 การหาคุณลักษณะพิเศษ

คุณลักษณะพิเศษของภาพในระดับต่างๆ ของลักษณะเชิงซ้อนจะถูกดึงออกจากข้อมูลภาพตัวอย่างของคุณลักษณะพิเศษ เช่น เส้น ขอบ และสันนูนของภาพ ตำแหน่งของจุดภาพที่สนใจ เช่น เส้น ขอบ และสันนูนของภาพ ตำแหน่งของจุดภาพที่สนใจ เช่น รอยเปื้อน หรือจุดภาพ ซึ่งคุณลักษณะพิเศษเชิงซ้อนอาจจะสัมพันธ์กับพื้นหลัง รูปร่างหรือการเคลื่อนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 การตรวจจับและการแยกข้อมูลออกเป็นส่วนๆ

การตัดสินใจเลือกจุดภาพในการประมวลผล หรือขอบเขตของภาพจะสัมพันธ์กับการประมวลผลหาคุณลักษณะพิเศษ เช่น การเลือกปรับจุดภาพที่สนใจ การแยกข้อมูลของขอบเขตภาพหนึ่งจุดภาพหรือหลายจุดภาพ ซึ่งจะจำกัดภาพเฉพาะของวัตถุที่สนใจ

2.4.4 การประมวลผลระดับสูง

ในขั้นตอนนี้ อินพุตคือต้นแบบของกลุ่มข้อมูล เช่น กลุ่มของจุดภาพ หรือขอบเขตภาพ ซึ่งแสดงจุดจำกัดเฉพาะของวัตถุ เช่น ตำแหน่งหรือขนาดของวัตถุ การลงทะเบียนภาพเพื่อเปรียบเทียบ และรวมความแตกต่างของมุมมอง 2 มุมมองของภาพเดียวกัน

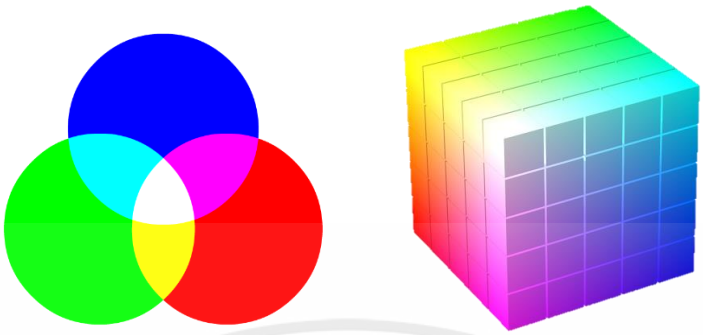
2.4.5 แม่สี และรูปแบบสี

แม่สี คือ กลุ่มของแม่สีพื้นฐานที่มนุษย์สามารถมองเห็น มี 3 สี ได้แก่ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน หรือที่เรียกกันว่า ทฤษฎีตัวกระตุ้นสีทั้งสาม และสามารถนำแม่สีมาผสมกันเพ่อทำให้เกิดสีต่างๆ สำหรับการใช้งาน

รูปแบบสี หรือพื้นที่สี หรือระบบสี (Color System) จะเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยปกติจะเป็นองค์ประกอบของสี 3 หรือ 4 ค่า ผลลัพธ์คือ กลุ่มของสีที่เรียกว่า พื้นที่สี

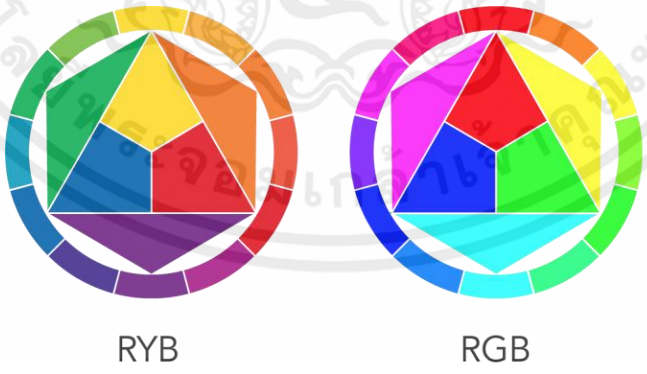
2.4.5.1 รูปแบบสี RGB (Red Green and Blue) รูปแบบนี้เป็นการรวมเข้าด้วยกันของแม่สีแบบบวก ได้แก่ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน ในรูปแบบต่างๆ เพื่อการผลิตสีที่หลากหลาย วัตถุประสงค์หลักของรูปแบบสี RGB (รูปที่ 2.16) เพื่อการตรวจวัด และการแสดงผลของภาพในระบบอิเล็กทรอนิกส์ เช่น โทรทัศน์ และคอมพิวเตอร์ และเป็นพื้นฐานในการรับรู้สีของมนุษย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.16 ภาพแสดงสีต่างๆ ของลูกบาศก์สี RGB

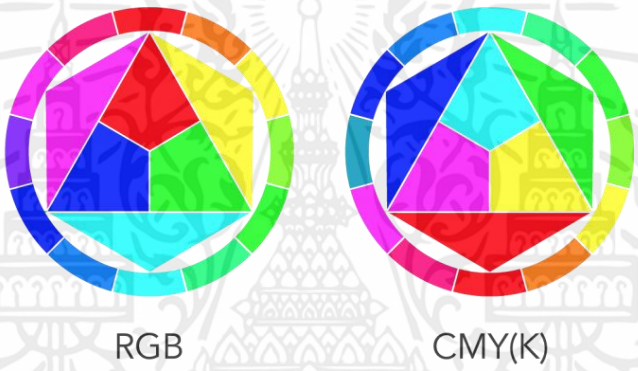
2.4.5.2 รูปแบบสี RYB (Red Yellow and Blue) ระบบสี RYB (สีแดง สีเหลือง และสีน้ำเงิน) คือรูปแบบสีมาตรฐานของชุดสีแบบลบที่ใช้สำหรับการผสมสีในงานศิลปะ โดยเฉพาะในงานวาดภาพ สีแดง สีเหลือง และสีน้ำเงิน เป็นสีของจานสีมาตรฐาน สีผสมหรือสีขั้นที่ 2 เกิดขึ้นจากการผสมแต่ละสีในปริมาณที่เท่ากัน เช่น สีแดงและสีน้ำเงิน ได้สีม่วง สีแดงและสีเหลือง ได้สีส้ม และสีน้ำเงินและสีเหลือง ได้สีเขียว (รูปที่ 2.17)



รูปที่ 2.17 เปรียบเทียบระบบสีแบบ RGB และ RYB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

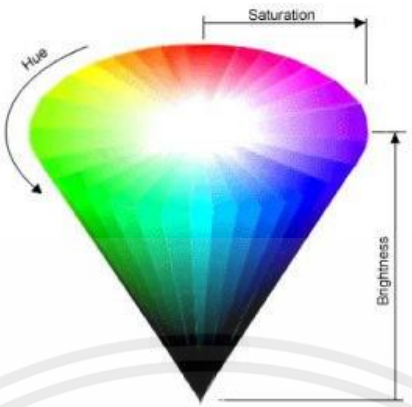
2.4.5.3 รูปแบบสี CMYK (รูปที่ 2.18) เป็นระบบสีแบบลบ ใช้ในงานพิมพ์สีเป็นส่วนใหญ่ แม่สีหมึกที่ใช้ ได้แก่ สีน้ำเงินอมเขียว (C) สีแดงอมม่วง (M) และสีเหลือง (Y) สีน้ำเงินอมเขียวจะเป็นส่วนประกอบของสีแดง ทำหน้าที่เสมือนตัวกรองที่ดูดซับสีแดง ปริมาณของสีน้ำเงินอมเขียวที่ใช้กับกระดาษจะควบคุมปริมาณสีแดง สีแดงอมม่วงจะเป็นส่วนประกอบของสีเขียว และสีเหลืองจะเป็นส่วนประกอบของสีน้ำเงิน การผสมทั้งสามสีนี้ในปริมาณที่แตกต่างกันจะสามารถผลิตสีต่างๆ ได้กว้างขวาง และหมึกสีดำ K ซึ่งเป็นอักษรย่อตัวสุดท้ายของคำว่า Black เพื่อไม่ได้ซ้ำกับคำว่า Blue ที่แปลว่า สีน้ำเงิน



รูปที่ 2.18 เปรียบเทียบระบบสีแบบ RGB และ CMYK

2.4.5.4 รูปแบบสี HSV (รูปที่ 2.19) และ HSL ระบบสีนี้เป็นการแปลงจากรูปทรงเรขาคณิตขาคณิตของสี RGB จะอยู่ในตำแหน่งที่ไม่ค่อยถูกต้องกับคุณภาพหรือคุณลักษณะของสีที่มนุษย์มองเห็น คอมพิวเตอร์กราฟิกถูกพัฒนาโดยนักวิจัยที่ใช้สีแทนระบบสี RGB ได้แก่ ระบบสี HSV (Hue, Saturation, Value) และ HSL (Hue, Saturation, Lightness) และการใช้กันอย่างแพร่หลายในคอมพิวเตอร์กราฟิก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเป็นซอฟแวร์การแก้ไขภาพ HSV และ HSL จะปรับปรุงระบบสีที่เป็นรูปลูกบาศก์ของระบบสี RGB ด้วยการจัดเรียงแต่ละสี (Hue) ในแนวรัศมีรอบแกนกลางของสีที่เป็นกลาง ซึ่งจะมีสีดำอยู่ที่ด้านล่างและมีสีขาวอยู่ที่ด้านบน สีที่สดใสเต็มที่ของแต่ละสีจะอยู่ในวงกลมเป็นวงล้อสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.19 รูปแบบสี HSV

รูปแบบสี HSV จะเหมือนกับการผสมสีวาดคือ จะมีความสดใสจองสีและค่ามิติที่ใกล้เคียงกับการผสมสีวาดที่สว่างสดใสตามด้วยสีขาวและสีดำ และระบบสี HSL จะมีลักษณะใกล้เคียงกับรูปแบบการรับรู้สีมากขึ้น เช่น การวางสีที่สดใสในวงกลมครึ่งหนึ่งของความสว่าง ดังนั้นค่า 1 หมายถึงสีขาว และค่า 0 หมายถึงสีดำ

2.5 อุปกรณ์รับภาพ และอุปกรณ์ให้แสงสว่าง

อุปกรณ์รับภาพ และอุปกรณ์ให้แสงสว่างเป็นอุปกรณ์ที่มีความจำเป็นสำหรับการใช้เทคโนโลยีประมวลผลภาพ อุปกรณ์รับภาพจะเป็นตัวนำภาพเข้าสู่คอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์ประมวลผลภาพ ส่วนอุปกรณ์ให้แสงสว่างจะเป็นตัวเพิ่มแสงสว่างในจุดที่สนใจเพื่อให้อุปกรณ์การรับภาพได้รับภาพที่มีความชัดเจนมากขึ้น อุปกรณ์รับภาพหรือกล้องถ่ายภาพเป็นเครื่องมือหลักในการทำสื่อโทรทัศน์ ประสิทธิภาพและราคารวมทั้งลูกเล่นต่างๆก็จะแตกต่างกันไปตามยี่ห้อและจุดขายที่แต่ละค่ายออกแบบมาสำหรับผู้ใช้งานที่แตกต่างกันออกไป แต่หลักๆแล้วที่เหมือนกันคือเพื่อบันทึกภาพ กล้องที่ถูกออกแบบมาเพื่อใช้ในเชิงอุตสาหกรรมมีทั้งแบบขาวดำ และแบบสี โดยภาพจะถูกบันทึกเป็นสัญญาณอิเล็กทรอนิกส์หรือสัญญาณอนาล็อคซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลสี 3 สี คือ แดง เขียว และน้ำเงิน ภาพที่ถ่ายได้จะถูกบันทึกแบบวีดีโอ และจะถูกบันทึกเก็บไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ในรูปแบบไฟล์วิดิโอหรือไฟล์ภาพ และเป็นกล้องที่ใช้กับงานตรวจสอบในเชิงอุตสาหกรรมโดยที่กล้องดิจิตอลจะใช้อุปกรณ์กึ่งตัวนำ คือ เซ็นเซอร์รับภาพ (Images Sensor) ถูกแปลงให้อยู่ในรูปของข้อมูลดิจิตอล และถูกบันทึกไว้ในหน่วยความจำที่อยู่ภายในตัวกล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดิจิตอลเพื่อรอส่งต่อไปยังอุปกรณ์ที่อยู่ภายนอกกล้องต่อไป และอุปกรณ์ให้แสงสว่าง โดยอุปกรณ์ให้แสงสว่าง เป็นสิ่งสำคัญโดยมีหน้าที่ให้แสงสว่างไปยังวัตถุ เพื่อให้เกิดการสะท้อนแสงจากวัตถุกลับเข้าไปยังกล้อง การติดตั้งหลอดแสงสว่างจะใช้เพื่อที่ต้องการตรวจสอบในลักษณะต่างๆ โดยระบบให้แสงสว่างได้รับออกแบบ และติดตั้ง เพื่อการมองเห็นอย่างมีประสิทธิภาพ และจะต้องคำนึงถึงการเลือกใช้ระบบให้แสงสว่างอย่างเหมาะสม ตามลักษณะของการใช้งาน โดยจะต้องคำนึงถึงประสิทธิภาพแสงของหลอด อายุการใช้งาน และสีของแสงที่มาจากหลอดแสงสว่าง โดยระบบการมองเห็นส่วนมากจะใช้กล้องขาวดำ แต่ปัจจุบันเริ่มมีการใช้กล้องถ่ายภาพสีอย่างแพร่หลาย

2.5.1 กล้องถ่ายภาพ

กล้องถ่ายภาพในระบบการมองเห็นของเครื่องจักรมี 2 ชนิด ได้แก่ กล้องถ่ายภาพธรรมดา และกล้องถ่ายภาพฉลาด

2.5.1.1 กล้องถ่ายภาพธรรมดา เป็นกล้องถ่ายภาพแบบดิจิตอล ในการใช้งานเมื่อจับภาพได้แล้วจะต้องต่อเข้ากับการ์ดเชื่อมต่อกล้อง และให้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เป็นตัวประมวลผลและทำการวิเคราะห์ข้อมูลภาพต่อไป

2.5.1.2 กล้องถ่ายภาพฉลาด (Smart Cameras) กล้องถ่ายภาพฉลาดในอุตสาหกรรมได้มีการประยุกต์รวมเอาเซนเซอร์ภาพ ระบบการมองเห็น ระบบโปรแกรม และระบบควบคุมอัตโนมัติเข้าไว้ภายในกล้อง นอกจากจะมีวงจรจับภาพแล้ว ยังสามารถแยกแยะข้อมูลของภาพ ตามด้วยการวิเคราะห์รูปร่างลักษณะที่สำคัญของภาพ เพื่อการตัดสินใจใช้ข้อมูลนั้นอย่างชาญฉลาดในระบบอัตโนมัติ

2.5.2 หลอดไฟ

อุปกรณ์ให้แสงสว่างหรือในระบบการมองเห็น การส่องสว่างให้กับชิ้นงานจะช่วยให้กล้องมองเห็นชิ้นงานได้ชัดเจน ซึ่งทัศนียภาพที่กล้องส่องมุ่งไปยังสิ่งที่สนใจจะถูกแสงจากหลอดไฟส่องให้สว่าง เพื่อให้การจับภาพที่เหมาะสม หลอดไฟลักษณะพิเศษจะถูกจัดวางให้เหมาะสมและมั่งคงตลอดเวลาที่ต้องการจับภาพของชิ้นงานนั้น สำหรับการใช้งานการมองเห็นของเครื่องจักร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 ระบบที่ใช้ในการทดลอง

ไพธอน (Python) คือ ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยถูกสร้างให้ออกแบบและพัฒนาขึ้นมาโดยมีความตั้งใจให้เป็นภาษาที่เข้าถึงได้ง่าย เข้าใจง่าย และถูกออกแบบมาให้เรียนรู้ง่าย นอกจากนี้ยังมีโครงสร้างที่ไม่ซับซ้อน มีการพัฒนาแอปพลิเคชัน เว็บไซต์ รวมถึงแอปบนมือถือ และอุปกรณ์เคลื่อนที่ หน้าที่ของ python ก็คือ การทำงานแปลชุดคำสั่งทีละบรรทัดเพื่อป้อนเข้าสู่หน่วยประมวลผล ให้คอมพิวเตอร์ทำงานตามที่เราต้องการ ดังนั้น python จึงมีความเหมาะสมสำหรับผู้ที่เริ่มต้นเขียนโปรแกรมไปจนถึงนักพัฒนาในองค์กรบริษัทขนาดใหญ่ อย่างเช่น Netflix, Google, และ Facebook เป็นต้น ไพธอนจึงเป็นภาษาที่ได้รับความนิยม ใช้ในการเขียนโปรแกรมภาษาหนึ่งในปัจจุบัน เพื่อนำมาพัฒนาแอพพลิเคชั่นต่างๆ เช่น การสร้างเกม เว็บแอพพลิเคชั่น และการทำแมชชีนเลิร์นนิง รวมทั้งสามารถนำโปรแกรมไปรันได้บนหลายแพตฟอร์ม

Tensorflow เป็นซอฟต์แวร์ที่มีปัญญาเป็นเลิศซึ่งถูกพัฒนาโดยนักวิจัยของ Google โดย Tensorflow นั้นจะทำงานโดยใช้หลักการของ Machine Learning ซึ่ง Machine Learning หมายถึงการเรียนรู้ของ AI ที่ไม่มีการกำหนดเกณฑ์ใดๆ แต่จะใช้การสอน บอก หรือแนะนำข้อมูลให้ AI สามารถเข้าใจได้ด้วยตนเอง ซึ่งจะใช้ Python ในการเขียน สามารถใช้ได้ทั้ง Python2 และ Python 3 โดยมันสามารถทำงานบน CPU และ GPUs ซึ่งเราได้นำ Convolutional Neural Network มาประยุกต์ใช้ใน Tensorflow ด้วย ซึ่ง Convolutional Neural Network คือ Neural Network แขนงหนึ่งโดยจะถูกนำมาใช้ในการจับและวิเคราะห์รูปภาพ ตรวจจับสิ่งของต่างๆ โดยการทำงานของ Convolutional Neural Network จะทำโดยงานโดยการจำลองการมองเห็นของสายตามนุษย์ขึ้นมาแล้วแปลงเป็นรูปย่อยๆ เช่น เส้นแนวตั้งฉาก เส้นแนวนอน เส้นแนวทแยง แล้วจึงนำรูปย่อยๆ มารวมกัน เพื่อให้ทราบว่าซึ่งที่ตรวจจับนั้นคืออะไร

OpenCV เป็นซอฟต์แวร์โอเพนซอร์ซที่เอาไว้ใช้จัดการรูปภาพ และคำว่า OpenCV ย่อมาจาก Open source computer vision เป็นขอบเขตการใช้งานของ OpenCV ค่อนข้างกว้าง มีความสามารถหลากหลาย นอกจากรูปภาพธรรมดาแล้วยังใช้จัดการกับวีดีโอภาพเคลื่อนไหว อัลกอริธึมที่ใช้มีตั้งแต่แบบง่ายๆ ไปจนถึงระดับสูงซึ่งรวมถึงการใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องด้วย OpenCV เขียนขึ้นจากภาษาซี แต่สามารถเรียกใช้ผ่านภาษาอื่นเช่น Python, java, Math Lad ได้ด้วย ใช้ได้ในระบบปฏิบัติการหลากหลายทั้ง Windows, Linux, OS X, Android, iOS ในการใช้ OpenCV ใน Python แม้ว่า OpenCV จะเขียนขึ้นจากภาษาซีแต่ OpenCV สามารถเรียกใช้ผ่านโปรแกรมระดับสูงที่เขียนง่ายๆ เช่น Python ได้การเขียนใน Python นั้นข้อดีก็คือเขียนง่ายกว่าเขียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

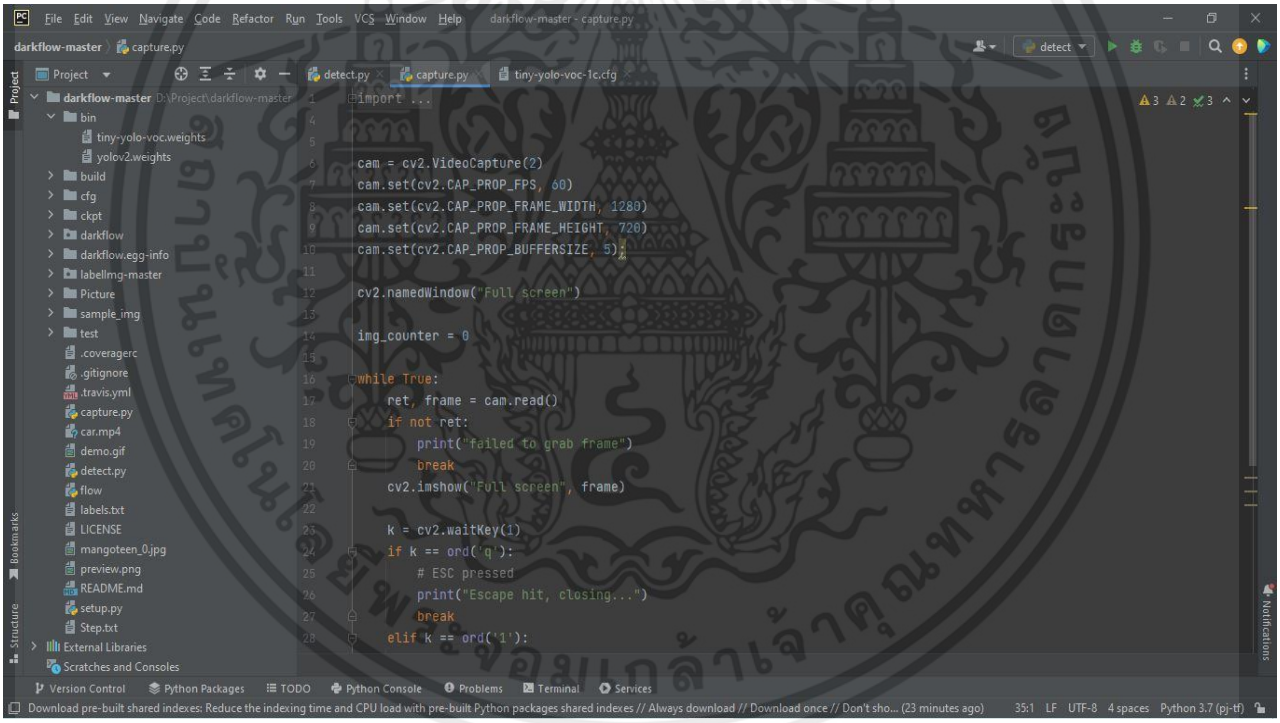
ในภาษาซีโดยตรง แม้จะมีข้อเสียคือทำงานช้าไปบ้าง แต่การทำงานของคำสั่งต่างๆใน OpenCV นั้นโดยหลักๆ แล้วจะไปเรียกใช้ฟังก์ชันซึ่งเขียนในภาษาซี ไม่ได้เขียนด้วย Python โดยตรงเมื่อการทำงานเบื้องหลังเป็นภาษาซีจึงทำงานรวดเร็ว ไม่ต้องห่วงว่าใช้ใน Python แล้วจะช้าลงกว่าใช้ในภาษาซีโดยตรงมากนักแต่ก็เพราะ OpenCV ยืนพื้นจากภาษาซีเป็นหลัก จึงทำให้มีลักษณะการใช้งานที่ออกจะเป็นสไตล์ภาษาซี

2.6.1 ขั้นตอนการเตรียมระบบตรวจจับผลมังคุด

2.6.1.1 ติดตั้งโปรแกรม Pychram และ Anaconda

2.6.1.2 ติดตั้ง OpenCV และ Tensorflow

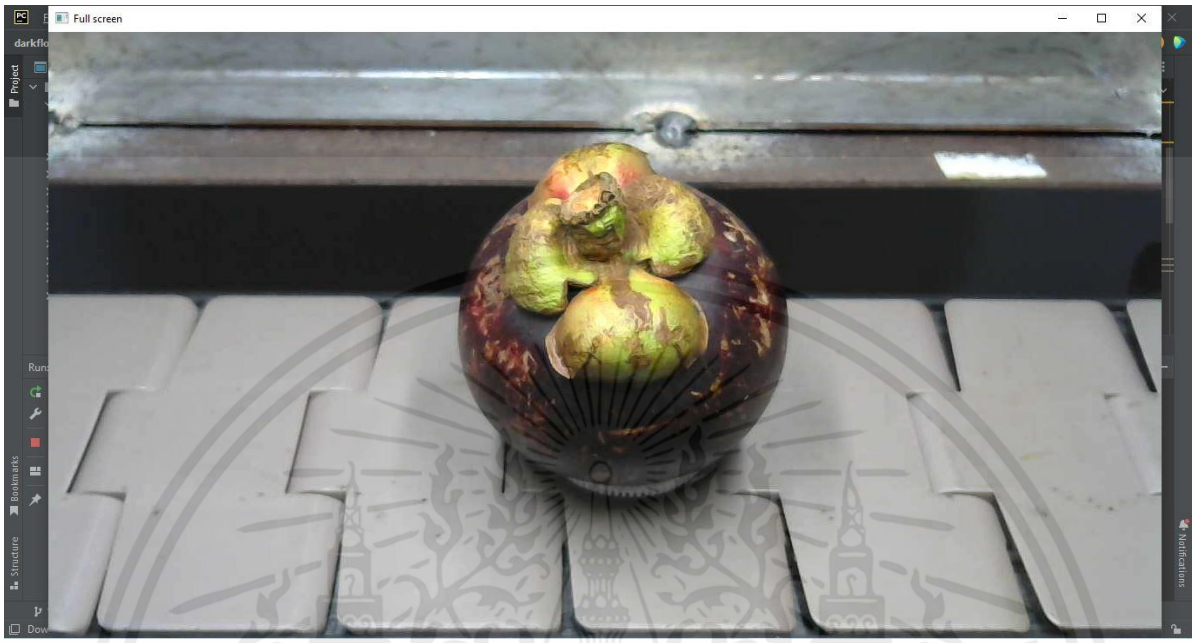
2.6.1.3 เริ่มต้นเขียนโค้ดในโปรแกรม Pychram โดยใช้ภาษา python



รูปที่ 2.20 เป็นการเขียนโค้ดที่ใช้สำหรับถ่ายภาพ Dataset

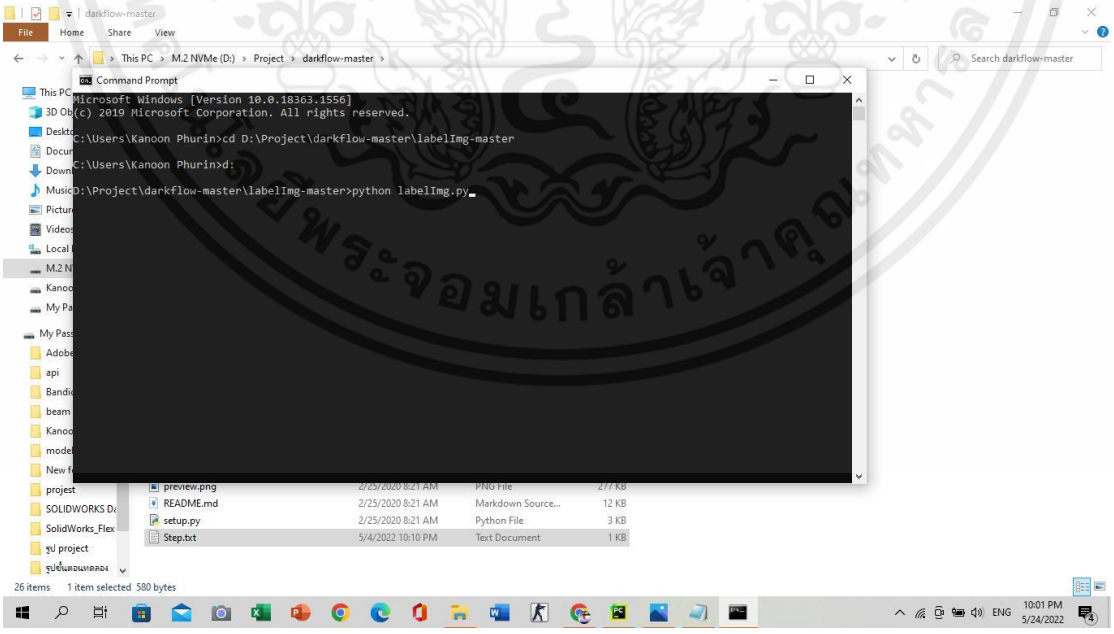
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1.4 ทดสอบโดย Run โค้ด (รูปที่ 2.20)



รูปที่ 2.21 แสดง Output หลังจากการ Run โค้ด

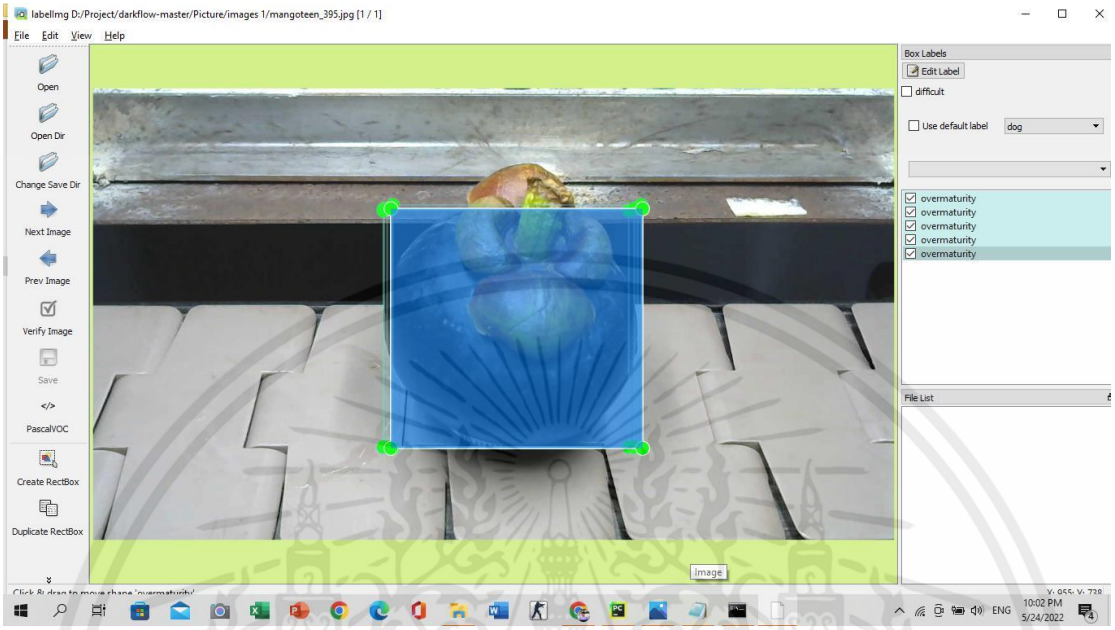
2.6.1.5 ติดตั้งโปรแกรม Labellmg (รูปที่ 2.22)



รูปที่ 2.22 การเปิดโปรแกรม Labellmg

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1.6 เริ่มต้นการ Train ภาพจาก Dataset โดยใช้โปรแกรม LabelImg (รูปที่ 2.23)

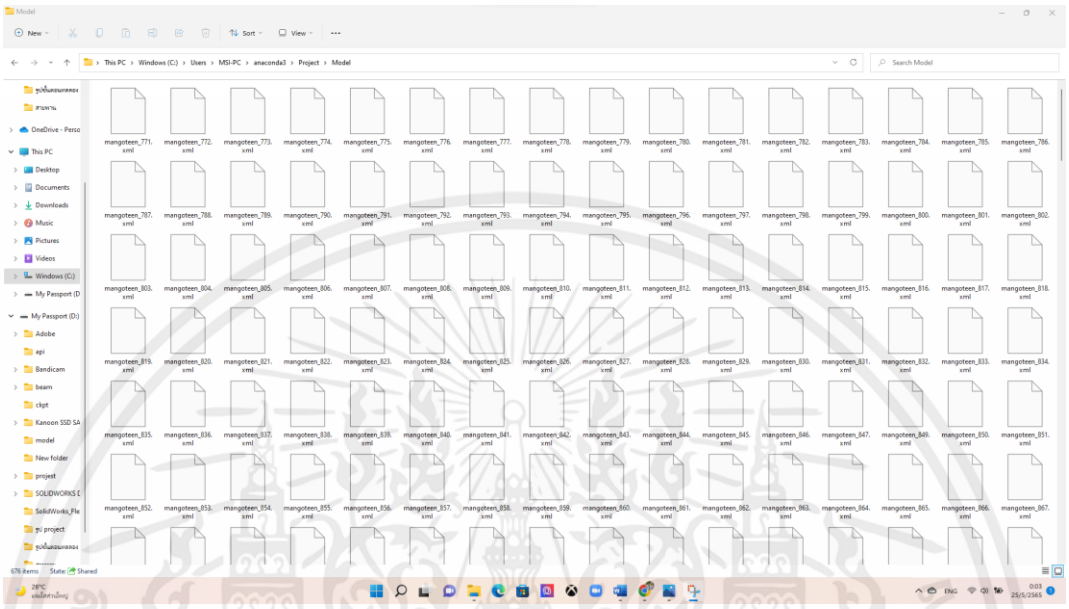


รูปที่ 2.23 การตีกรอบผลมังคุดเพื่อบ่งบอกถึงประเภทของผลมังคุดต่างๆ ตามลักษณะ

รูปที่ 2.24 ตีกรอบผลมังคุด Maturity

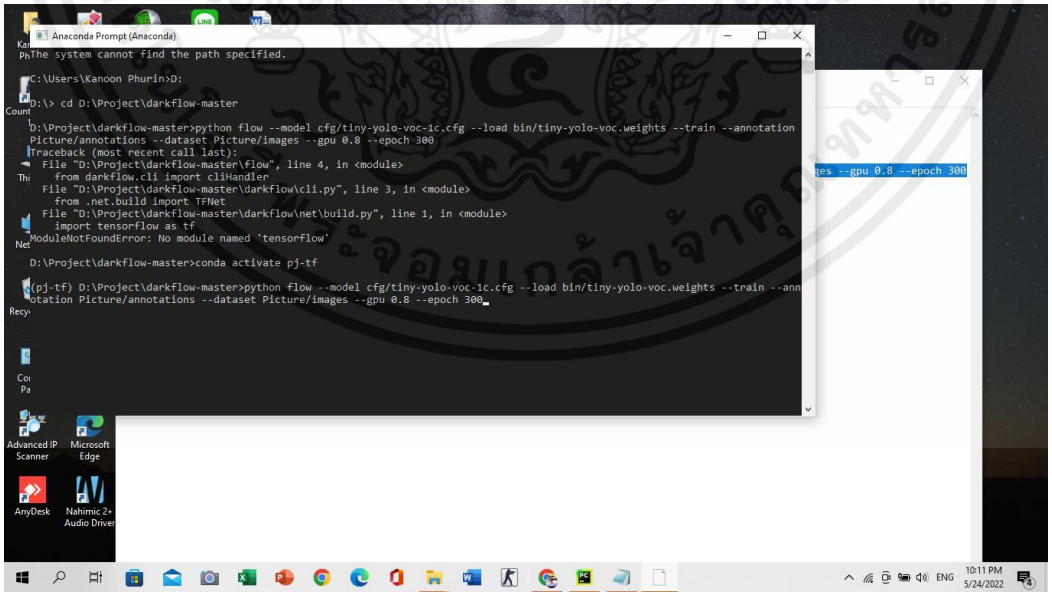
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1.7 เมื่อทำการตีกรอบผลมังคุดเสร็จ จากนั้นกด Save และกด Verify Image เพื่อทำในรูปต่อไป



รูปที่ 2.25 เป็นไฟล์โมเดลที่ได้จากการ Save และ Verify Image ในแต่ละรูป

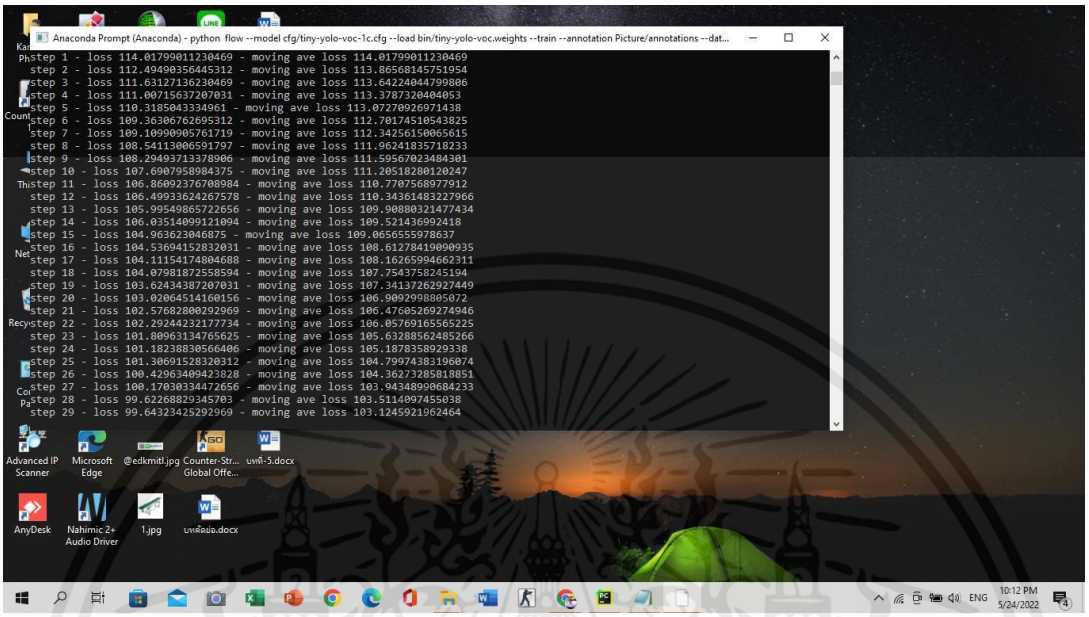
2.6.1.8 เมื่อได้โมเดลครบตามที่ต้องการ จากนั้นเริ่ม Train โมเดล (รูปที่ 2.26)



รูปที่ 2.26 คำสั่งที่ใช้ในการ Train โมเดล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1.9 เริ่มต้น Train โมเดล ระยะเวลาขึ้นอยู่กับจำนวนของโมเดล (รูปที่ 2.27)

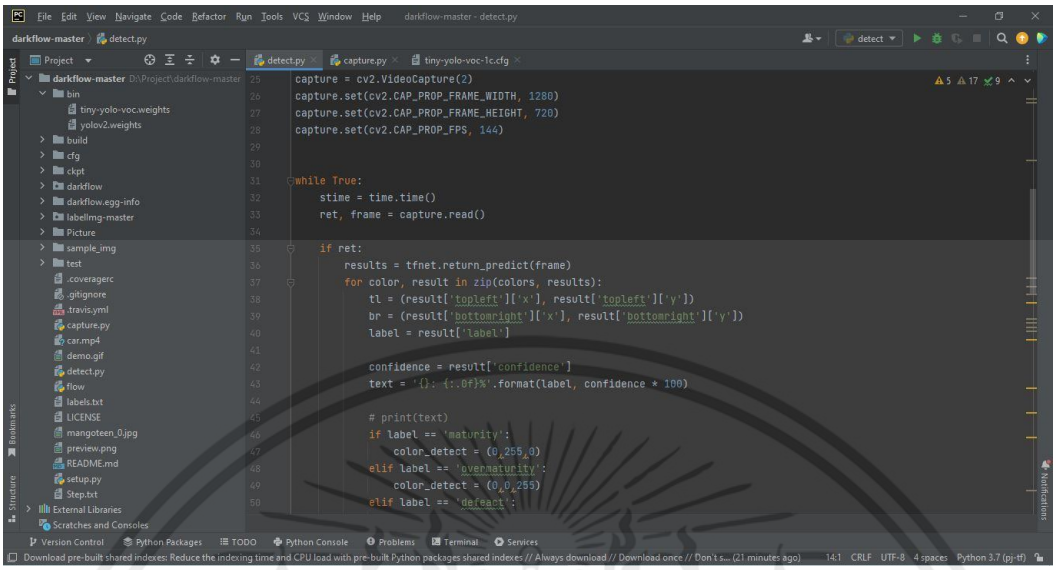


รูปที่ 2.27 เป็นขั้นตอนการ Train

2.6.1.10 เมื่อ Train เสร็จเรียบร้อย เริ่มนำโมเดลมาใช้งาน

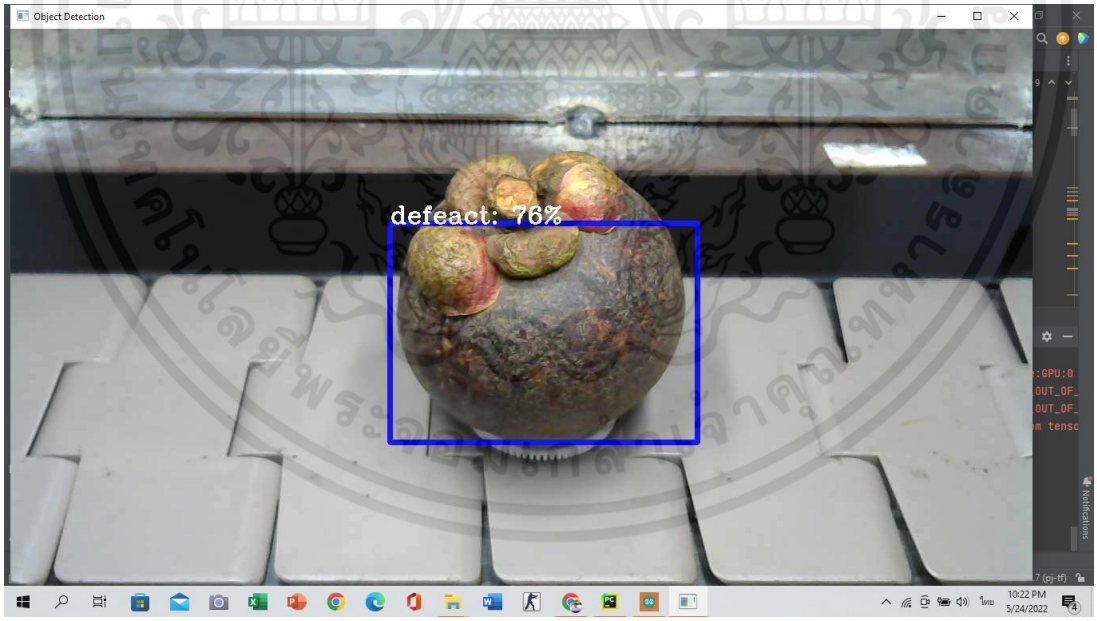
รูปที่ 2.28 โค้ดที่ใช้สำหรับการตรวจจับผลมังคุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



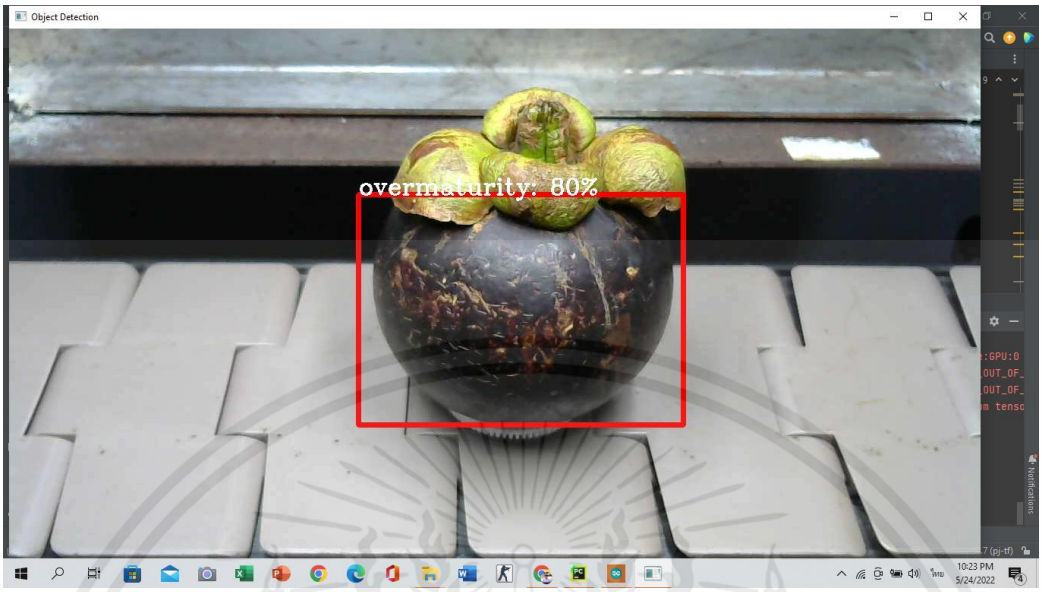
รูปที่ 2.29 โค้ดที่ใช้สำหรับการตรวจจับผลมังคุด (ต่อ)

2.6.1.11 Run โค้ด เพื่อทดสอบการตรวจจับผลมังคุด (รูปที่ 2.30)

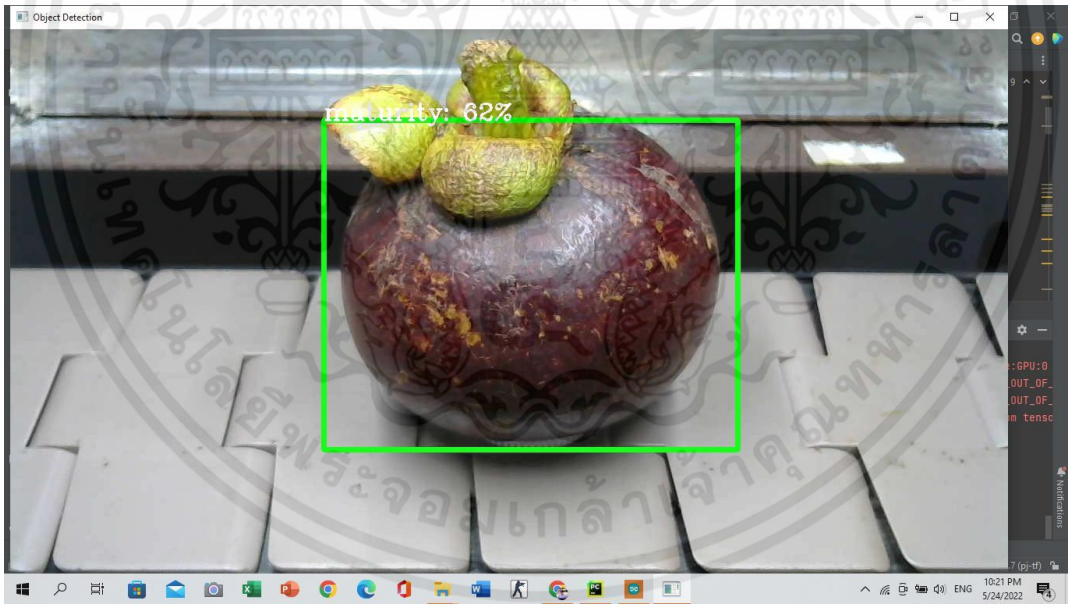


รูปที่ 2.30 การตรวจจับผลมังคุด Defect

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.31 การตรวจจับผลมังคุด Overmaturity



รูปที่ 2.32 การตรวจจับผลมังคุด Maturity

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กันตภณ พลิ้วไธสง [8] ได้ออกแบบ และสร้างเครื่องคัดแยกสีวัตถุอัตโนมัติบนสายพานลำเลียงที่ถูกควบคุม ด้วยอาดุยโน ตัวเครื่องสามารถปฏิบัติงานได้ตามการออกแบบ ให้แยกชนิดวัตถุที่เป็นสีแดง สีเขียว สีน้ำเงินและสีอื่นๆ และเคลื่อนย้ายวัตถุไปยังถาดที่กำหนดไว้อัตโนมัติโดยอาศัยการควบคุมของอาดุยโน ใช้ตัวตรวจจับแบบไฟเบอร์ออปติก เซนเซอร์อ่านค่าปริมาณของความเข้มของแสงที่กระทบกับวัตถุ และสะท้อนกลับมายังเซนเซอร์แปลผลเป็นสัญญาณที่ แตกต่างกันตามแต่ละสีของวัตถุ นอกจากนี้งานวิจัยสามารถนำเอาไปใช้เป็นพื้นฐานในการฝึกปฏิบัติการวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางกับโรงงานอุตสาหกรรมประเภทงานแยกวัตถุในรายการผลิตเพื่อจำแนกวัตถุสีได้ตามที่โปรแกรมสั่งงาน และสามารถนำไปใช้ในโรงงานผลิตอาหาร โรงงานผลิตรถยนต์ โรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ รวมถึงระบบการเคลื่อนที่อัตโนมัติอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากผลการวิจัยเครื่องคัดแยกสีอัตโนมัติบนระบบสายพานลำเลียงพบว่าสามารถคัดแยกวัตถุสีแดง สีเขียว สีน้ำเงินและสีอื่นๆ โดยเวลาเฉลี่ยของวัตถุที่ทดสอบปรากฏว่า วัตถุสีแดง 9.96 วินาที วัตถุสีเขียว 13.47 วินาที วัตถุสีน้ำเงิน 16.58 วินาที และวัตถุอื่นๆ 9.04 วินาที และสามารถหมุนถาดเพื่อรับวัตถุในตำแหน่งที่ต้องการได้ถูกต้อง

ธรรมณชาติ วันแตง [9] ออกแบบ และสร้างเครื่องคัดแยกขนาดละมุดแบบเพลาหมุนวางคู่ ทดสอบสมรรถนะและนำไปประเมินความพึงพอใจกับเกษตรชาวสวนละมุด โดยเครื่องมีขนาด 90×180×96 เซนติเมตร ใช้หลักการเพลาขยายและหมุนตก เพลาเอียง 10° คัดแยกละมุดได้ 4 ขนาด คือเล็ก กลาง ใหญและใหญพิเศษ จากผลการทดลองพบวาอัตราการผลิตของเครื่องมีคาเทากับ 1.02 นาทีตอละมุด 20 กิโลกรัม หรือประมาณ 1,176 กิโลกรัม ตอชั่วโมง โดยเครื่องจะมีอัตราการผลิตสูงกวาแรงงานคนคัดประมาณ 5.93 เทา แตเครื่องจะมีคาความผิดพลาดของขนาดเทากับ 1.33 กิโลกรัมตอละมุด 20 กิโลกรัม มีอัตราสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟาเทากับ 1.71 บาทตอชั่วโมง ดานผลการประเมินความพึงพอใจของเครื่องดวยแบบประเมิน 4 ดาน ประกอบดวย ดานการออกแบบเครื่อง, ความปลอดภัย, ความสะดวกในการใชงาน และผลผลิตกับเกษตรชาวสวนละมุด จำนวน 39 คน มีผลการประเมินเทากับ 4.03 ซึ่งอยูในระดับดีมีระยะเวลาในการคืนทุน 2.14 ป

ประสิทธิ์ อรรคไกรสีห์ และ ธีรวิทย์ เลิศคณาวนิชกุล[10] ออกแบบสร้าง และทดสอบเครื่องคัดแยกขนาดผลไม้ประเภททรงกลมโดยได้ผลดังนี้ คือ โครงสร้างของเครื่องประกอบด้วย เหล็กฉากเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากฐานยาว 3 เมตร กว้าง 0.6 เมตร และสูง 1 เมตร เครื่องดังกล่าวสามารถปรับค่ามุมช่องแยกรางคัดขนาดได้ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับคือ 1.08, 1.18, 1.27 และ 1.37 องศา และค่ามุมลาดชันได้ 4 ระดับ คือ 11.3, 13.1, 14.9 และ 16.6 องศา เครื่องดังกล่าวมีโซ่ซึ่งขับเคลื่อนโดยใช้มือหมุนเป็นตัวช่วยเคลื่อนผลส้มลงตามราง จากผลการทดสอบโดยใช้ส้มเกลี้ยงเปลือกหนาซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 4.5-8.5 ซม. เครื่องสามารถคัดแยกขนาดส้มได้เหมาะสมที่ สุดที่มุมช่องแยก 1.27 องศา และมุมลาดชัน 16.6 องศา โดยมีอัตราการทำงาน 1135.6 กก./ซม. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยของผลส้มในรางรองรับขนาดใหญ่มีค่าเท่ากับ 7.61 ซม./ความแปรปรวนเฉลี่ย 8.9% รางรองรับขนาดกลาง 6.78 ซม./ความแปรปรวนเฉลี่ย 1.3% และรางรองรับขนาดเล็ก 6.01 ซม./ความแปรปรวนเฉลี่ย 8.5% สำหรับความเสียหายภายนอกที่เกิดต่อผลส้ม ซึ่งวัดด้วยการสังเกตุนั้นมีน้อยมากจนอาจถือได้เป็นศูนย์ โดยสรุปเครื่องดังกล่าวมีแนวโน้มสามารถนำไปใช้งานจริงได้พอสมควรเพราะสามารถทำงานได้เร็วกว่าคนจำนวน 2 คน คัดขนาดด้วยมือประมาณ 5 เท่า

จตุรงค์ ลังกาพินธุ์และคณะ [11] ได้ออกแบบ และสร้างขึ้นเครื่องคัดขนาดกลีบกระเทียมเพื่อเพิ่มความสามารถในการทงานและลดเวลาในการ คัดขนาดกลีบกระเทียมสำหรับใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเครื่องเทศ เครื่องต้นแบบประกอบด้วย โครงสร้าง ชุดคัดขนาด ช่องป้อนกลีบกระเทียม ระบบส่งกำลัง และใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลัง การทำงานของเครื่องเริ่มจากผู้ทำงานป้อนกลีบ กระเทียมที่ต้องการคัดขนาดลงในถังป้อนกลีบกระเทียมทางด้านบนของเครื่อง หลังจากนั้นกลีบกระเทียมจะไหลเข้าสู่ ชุดคัดขนาด ที่ประกอบด้วยตะแกรงทรงกระบอกหมุน 3 ชั้น ที่สามารถคัดขนาดได้ 3 ขนาด และกระเทียมที่ผ่านการคัด ขนาดจะไหลสู่ช่องทางออกต่างๆ ทางด้านหน้าเครื่อง จากการทดสอบโดยการป้อนแบบต่อเนื่องและใช้ความเร็วรอบของ ชุดคัด 10, 15 และ 20 รอบต่อนาทีตามลำดับ พบว่าเครื่องคัดขนาดกระเทียมต้นแบบสามารถทำงานได้ดีที่ความเร็วของ ชุดคัดขนาด 20 รอบต่อนาที มีเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำในการคัดขนาด 90.8 เปอร์เซ็นต์ ความสามารถในการทำงาน 167.8 กิโลกรัม ต่อชั่วโมง และอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า 0.8 กิโลวัตต์-ชั่วโมง และผลการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม พบว่าเมื่อใช้เครื่องคัดขนาดกลีบกระเทียม 2,400 ชั่วโมงต่อปี ได้ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยของเครื่อง 0.2 บาทต่อกิโลกรัม ระยะเวลา คืนทุน 1.06 ปี และการใช้งานที่จุดคุ้มทุน 557 ชั่วโมงต่อปี

วรวุฒิ กังหันและคณะ [12] ได้ออกแบบ และสร้างเครื่องคัดแยกเกรดแตงโมอัตโนมัติโดยใช้การตรวจวัดน้ำหนักกระบวนการในการคัดแยกเกรดผลไม้ในปัจจุบันซึ่งส่วนใหญ่จะมีการคัดแยกคุณภาพและขนาด จะถูกอ้างอิงตามลักษณะการ ซื้อขายในท้องตลาดกลางในประเทศ ซึ่งโดยทั่วไปการคัดแยกดังกล่าวยังคงใช้มนุษย์เข้ามามีบทบาทในการคัดแยกเกรดผลไม้ชนิดต่างๆ โดยจะต้องมีต้นทุนสำหรับการจ้างงานดังกล่าว และข้อจำกัดที่สำ คัญสำหรับการคัดแยกเกรดผลไม้โดยใช้มนุษย์ คือ ระยะเวลาการทำงาน และความผิดพลาดที่เกิดขึ้น การคัดแยกเกรดแตงโมในปัจจุบันจากการลงพื้นที่สำรวจไปที่บริษัท ทรัพย์เทวีธัญผล จำกัด และ ตลาดไท ซึ่งเป็นตลาดที่กระจาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สินค้าที่สำคัญของประเทศไทย โดยจะต้องนำแตงโมมาชั่งน้ำหนักทีละลูกก่อนการบรรจุลงกล่อง ผลิตภัณฑ์ซึ่งทำให้เกิดความล่าช้าและต้องใช้ต้นทุนด้านแรงงานคนจำนวนมาก ทางผู้วิจัยจึงได้ออกแบบและสร้างเครื่องคัดแยกเกรดแตงโมโดยใช้ตัวจับน้ำหนักแบบอัตโนมัติและยังสามารถนำไปคัดแยกเกรดผลไม้อื่นๆ ได้อีกทางหนึ่งด้วย โดยเครื่องคัดแยกเกรด ดังกล่าวสามารถคัดแยกได้ 4 กลุ่มตัวอย่าง แตงโมจะถูกส่งไปตามสายพานลำเลียง สามารถตั้งค่าน้ำหนักผ่านทางจอทัชสกรีนโดยมีการ ตรวจจับน้ำหนักโดยใช้โหลดเซลล์ หลังจากนั้นส่งสัญญาณไปยังระบบ Programmable logic controller (PLC) จะทำหน้าที่ ประมวลผลและสั่งการไปเปิดช่องรับสำหรับคัดแยกเกรดแตงโมตามเกรดที่กำหนดไว้ในผลการทดสอบเครื่องคัดแยกเกรดแตงโมโดยวัด เป็นค่าความผิดพลาดการทดลองมีการตั้งค่าน้ำหนักที่ทำการทดสอบจากตัวอย่าง 3 เกรด ใช้แตงโมกลุ่มตัวอย่างจำนวน 135 ผล ได้ผลของค่าความผิดพลาดเกรดที่ 1 2 และ 3 มีเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด 0.00 เปอร์เซ็นต์

โชคชรัตน์ ฤทธิ์เย็น [13] ได้ออกแบบ และสร้างเครื่องคัดแยกขนาดลูกมะนาวโดยใช้ระบบสมองกลฝังตัว ประกอบด้วย 4 ส่วน คือ ส่วนช่องใส่ลูกมะนาว ส่วนคัดแยกลูกมะนาว ส่วนนับจำนวนลูกมะนาวและส่วนชั่งน้ำหนักลูกมะนาว ซึ่งสามารถคัดแยกมะนาว ได้ 3 ขนาด คือ ขนาดเล็กมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 27 มิลลิเมตร ขนาดกลางเส้นผ่านศูนย์กลาง 27–40 มิลลิเมตร และขนาดใหญ่เส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 41 มิลลิเมตร เครื่องคัดแยกมะนาวที่พัฒนาขึ้นควบคุมการทำงานด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์อาดุยโน่ ในการทำงานสามารถคัดแยกลูกมะนาวได้ 2 แบบ คือแบบนับจำนวนและแบบชั่งน้ำหนัก จากการทดสอบ การคัดแยกและนับจำนวนมะนาวพบว่า มะนาวขนาดเล็ก กลางและใหญ่มีความถูกต้อง 97.5 98.5 และ 100 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และผลการทดสอบคัดแยกและชั่งน้ำหนักมะนาวพบว่ามีความถูกต้อง 98.7 99.3 และ 100 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

การคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยการประมวลผลด้วยภาพ ได้แบ่งขั้นตอนการทดลองออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่ 1) การหาคุณสมบัติทางกายภาพของผลมังคุด 2) ออกแบบเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยการประมวลผลด้วยภาพ 3) การทดลองหาค่าความแม่นยำ และประสิทธิภาพของเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยการประมวลผลด้วยภาพ 4) วิเคราะห์เศรษฐศาสตร์

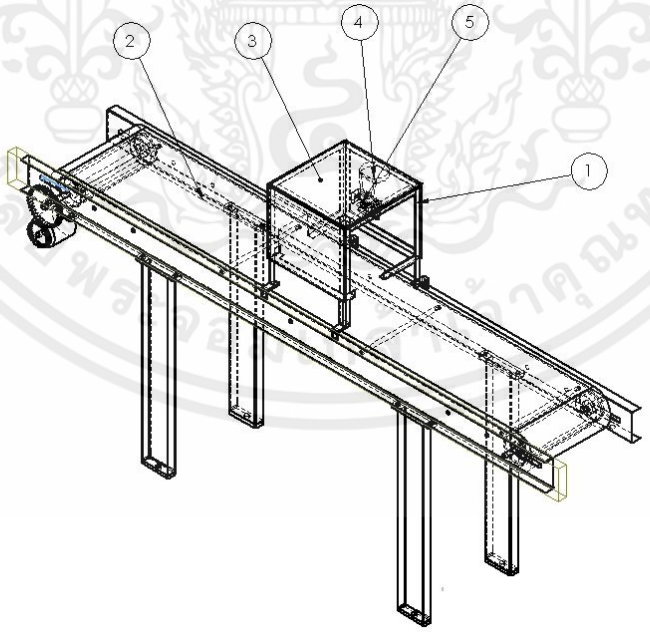
3.1 การหาคุณสมบัติทางกายภาพของผลมังคุด

3.1.1 คุณสมบัติทางกายภาพการเก็บเกี่ยวผลมังคุด

3.1.1.1 ผลมังคุดจำนวน 60 ผล

3.2 ออกแบบเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยการประมวลผลด้วยภาพ

การออกแบบเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุด (รูปที่ 3.1) ด้วยคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรม Solid Work และทำการจำลองการเคลื่อนที่ของกลไก



รูปที่ 3.1 แบบเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยการประมวลผลภาพ

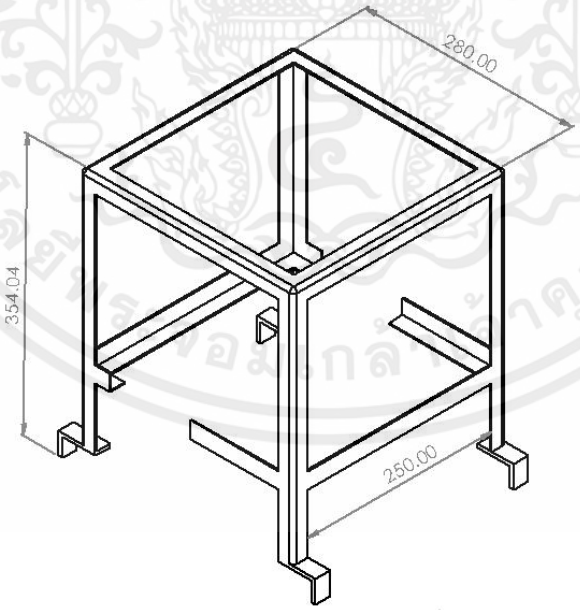
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบของเครื่องคัดแยกผลมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลโดยภาพ

1. โครงสร้างเครื่องคัดแยกผลมังคุด
2. ชุดสายพานลำเลียง
3. กล้อง
4. บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์
5. หลอดไฟ LED
6. คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ค

3.2.1 โครงสร้างกลไกเครื่องคัดแยกผลมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลโดยภาพ

โครงสร้างกลไกเครื่องคัดแยกผลมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลโดยภาพ ประกอบด้วยส่วนประกอบของโครงสร้างสายพานเพื่อลำเลียงมังคุดไปประมวลภาพ และโครงสร้างกล่องและส่วนของมอเตอร์เกียร์โครงสร้างกลไกเครื่องคัดแยกผลมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลโดยภาพจะเน้นให้มีความแข็งแรงและทนทาน (รูปที่ 3.2)



รูปที่ 3.2 โครงสร้างกล่องเหล็ก

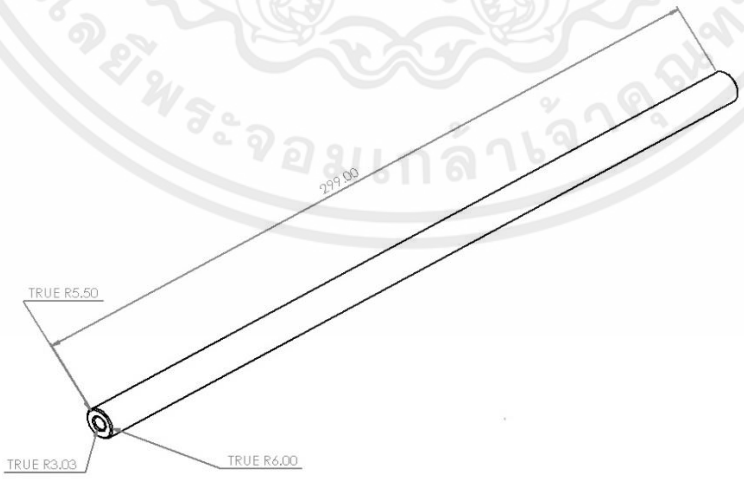
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 โครงสร้างของสายพานลำเลียงแยกส่วนทั้งหมด 8 ส่วน

3.2.2.1 ตัวโครงสร้างของสายพาน ทำหน้าที่ เป็นฐานของสายพานลำเลียงมังคุด (รูปที่ 3.3)

รูปที่ 3.3 โครงสร้างของสายพาน

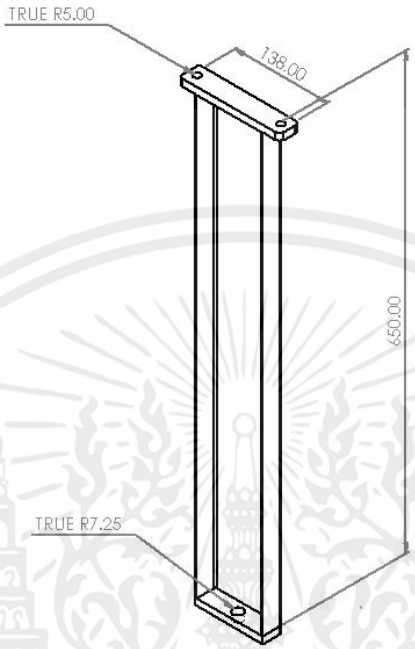
3.2.2.2 ตัวยึดโครงสร้างสายพาน ทำหน้าที่ ยึดโครงสร้างสายพานลำเลียงเพื่อให้แข็งแรง (รูปที่ 3.4)



รูปที่ 3.4 ตัวยึดโครงสร้างสายพาน

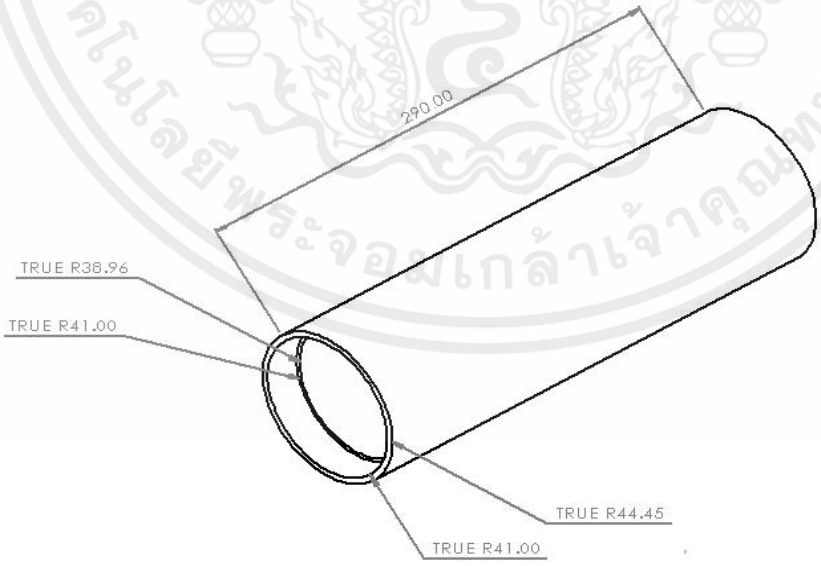
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2.3 ขาตั้งสายพาน ทำหน้าที่ เป็นขาตั้งสายพานเพื่อให้สายพานมีความสูง เพื่อให้สายพานมีฐานที่ยึดมั่นคง (รูปที่ 3.6)



รูปที่ 3.5 ขาตั้งสายพาน

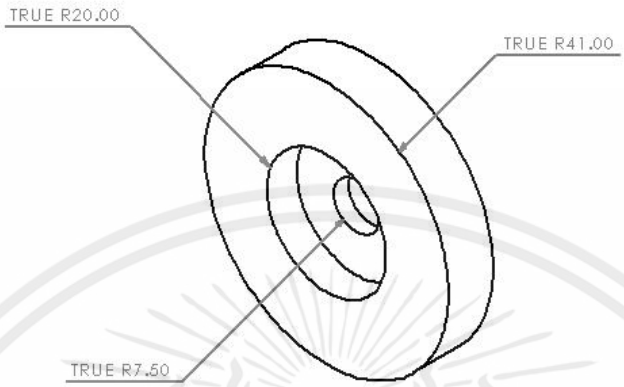
3.2.2.4 ลูกกลิ้งสายพาน ทำหน้าที่ ในการหมุนสายพาน (รูปที่ 3.6)



รูปที่ 3.6 ลูกกลิ้งสายพาน

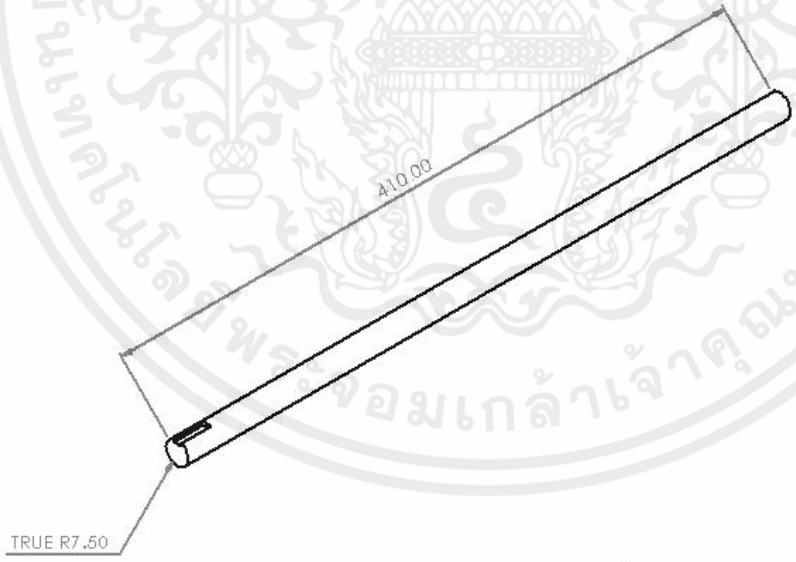
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2.5 ลูกปืนลูกกลิ้ง ทำหน้าที่ หล่อลื่นลูกกลิ้งเพื่อให้สายพานหมุนได้ (รูปที่ 3.7)



รูปที่ 3.7 ลูกปืนลูกกลิ้ง

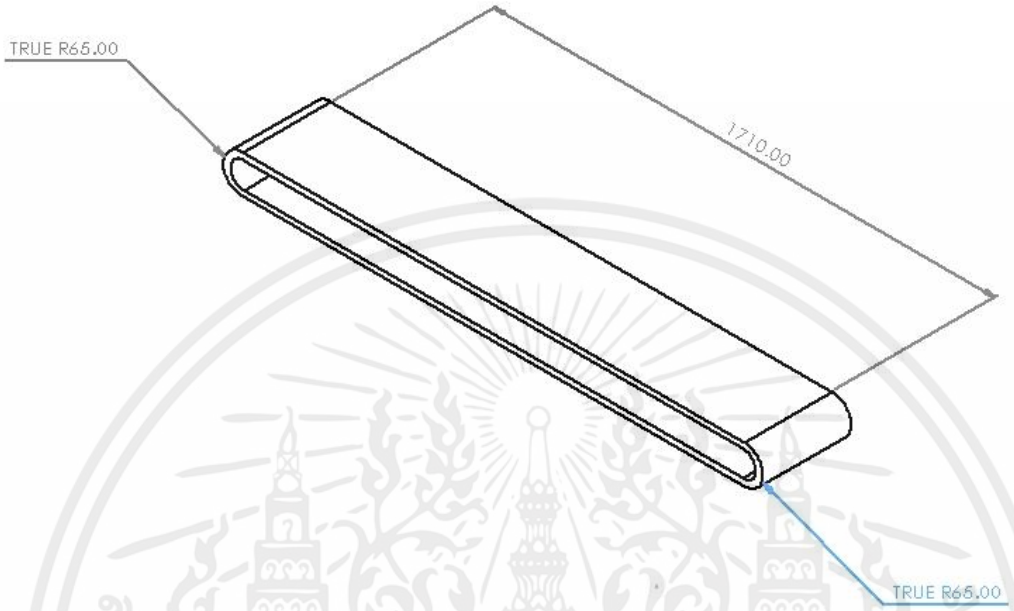
3.2.2.6 แกนลูกกลิ้ง ทำหน้าที่ ประคองลูกกลิ้งและปรับความตึงของลูกกลิ้ง (รูปที่ 3.8)



รูปที่ 3.8 แกนลูกกลิ้ง

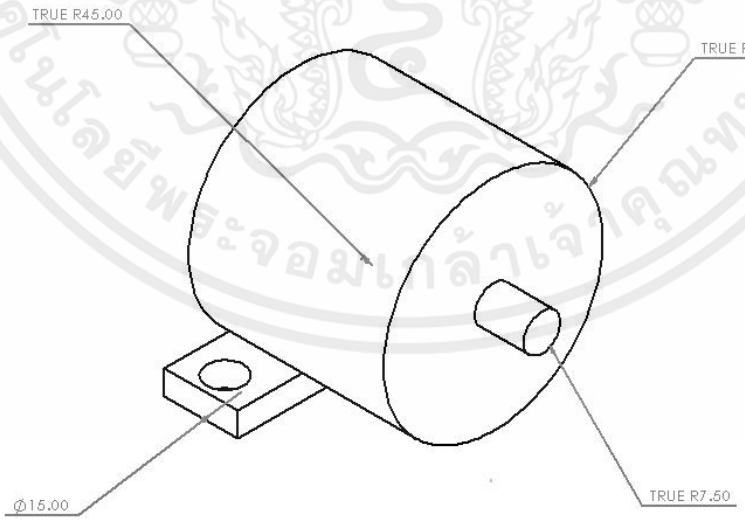
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2.7 สายพาน ทำหน้าที่ ลำเลียงมังคุดเข้าสู่เครื่องประมวลผล (รูปที่ 3.9)



รูปที่ 3.9 สายพาน

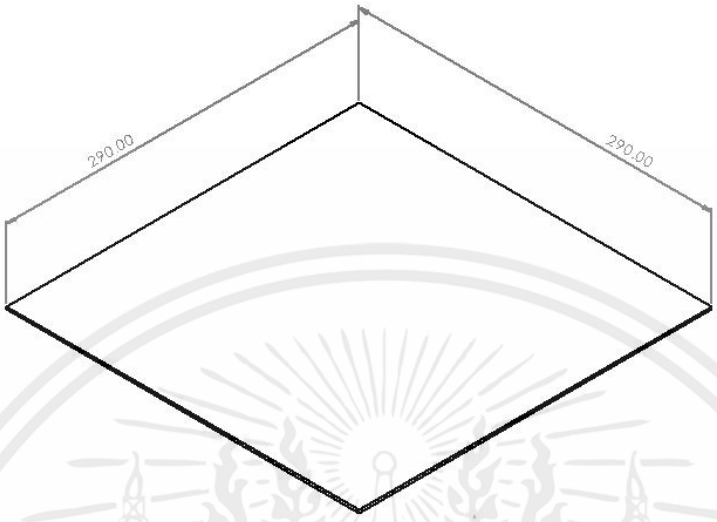
3.2.2.8 มอเตอร์ไฟฟ้า ทำหน้าที่ เป็นตัวส่งกำลังให้กับสายพานลำเลียงเพื่อให้สายพานหมุนได้ (รูปที่ 3.10)



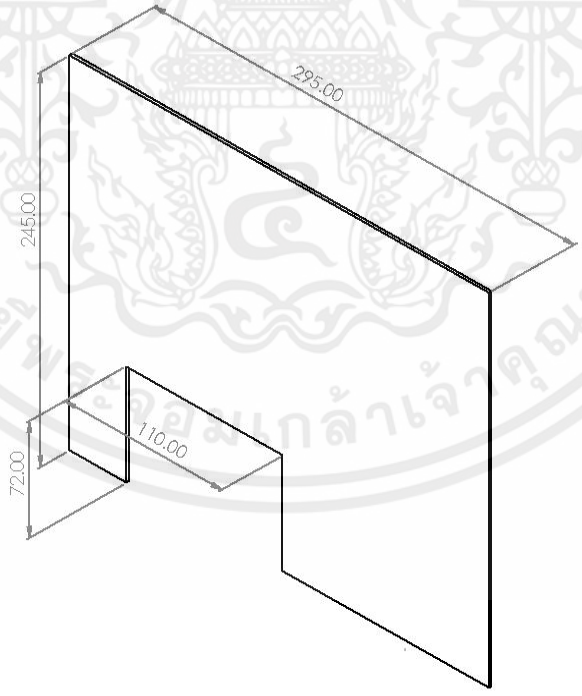
รูปที่ 3.10 มอเตอร์ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 แผ่นอะคริลิค ทำหน้าที่ ปิดบังแสงเพื่อไม่ให้แสงสามารถเข้าไปในกล่องได้ (รูปที่ 3.11 และ 3.12)



รูปที่ 3.11 แผ่นอะคริลิค

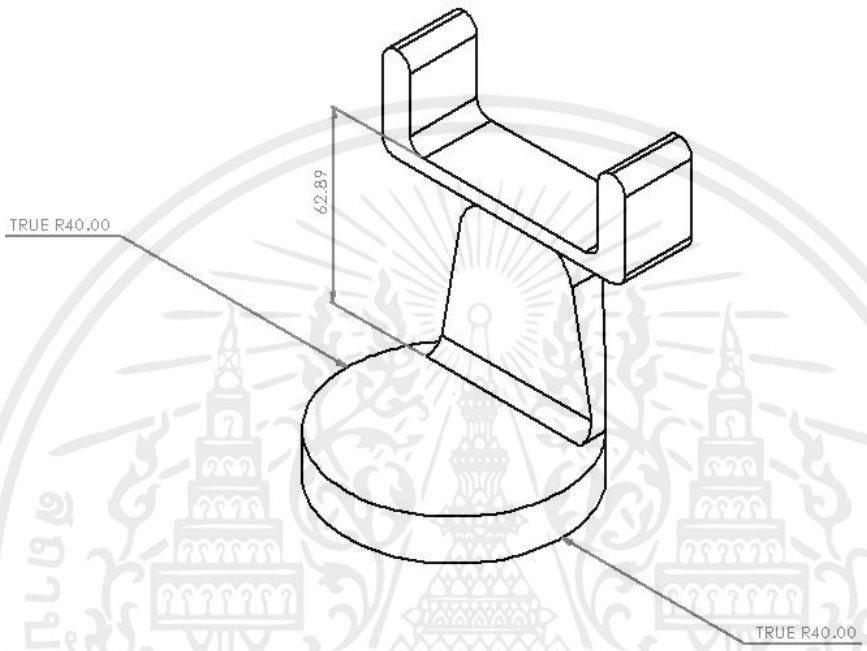


รูปที่ 3.12 แผ่นอะคริลิคด้านหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 ขายึดกล้อง

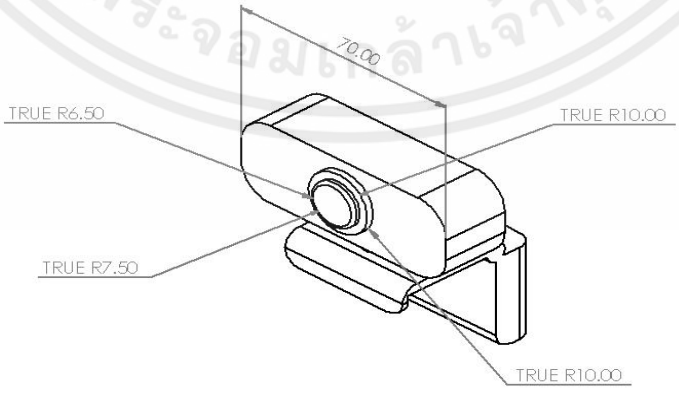
ออกแบบมาเพื่อเป็นขายึดกล้องเพื่อให้กล้องสามารถจับมุมสูงของโครงสร้างกล่อง และปรับทิศทางของกล้องได้ (รูปที่ 3.13)



รูปที่ 3.13 ขายึดกล้อง

3.2.4 กล้อง

กล้องนำมาจับภาพหรือประมวลผลและเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อให้กล้องสามารถประมวลได้ (รูปที่ 3.14)



รูปที่ 3.14 กล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การทดลองหาค่าความแม่นยำ และประสิทธิภาพของเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยการประมวลผลภาพ

3.3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.3.1.1 เครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยการประมวลผลภาพ ทำหน้าที่คัดแยกลักษณะผลมังคุด 3 ลักษณะ คือ ผลมังคุดที่มีสีเขียวอ่อนจนไปถึงสีแดงอมม่วง (Maturity) ผลมังคุดที่มีสีเขียวอ่อนจนไปถึงสีแดงอมม่วง (Overmaturity) และผลมังคุดที่มีลักษณะผิวไม่เรียบหรือผิวกลาก (Defect)

3.3.1.2 นาฬิกาจับเวลา ใช้สำหรับจับเวลาในการทำงานของเครื่องคัดแยกผลมังคุดในแต่ละรอบ

3.3.2 ขั้นตอนการทดลอง

3.3.2.1 นำผลมังคุดจำนวน 60 ผล (รูปที่ 3.15) แบ่งเป็น 3 ลักษณะ โดยแบ่งเป็น Maturity Overmaturity และ Defect อย่างละ 20 ผล

รูปที่ 3.15 มังคุด

3.3.2.2 ทำเครื่องหมายกำกับแต่ละลักษณะ โดยให้ M ผลมังคุดที่มีสีเขียวอ่อนจนไปถึงสีแดงอมม่วง O ผลมังคุดที่มีสีแดงอมม่วงจนไปถึงสีม่วงเข้มและ D ผลมังคุดที่มีลักษณะผิวไม่เรียบหรือผิวกลาก (รูปที่ 3.16)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.16 เครื่องหมายกำกับผลมังคุด

3.3.2.3 เปิดเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยการประมวลผลภาพ

3.3.2.4 นำมังคุดทั้ง 3 ลักษณะ มาคละรวมกัน

3.3.2.5 นำมังคุดป้อนเข้าสู่เครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยการประมวลผลด้วยภาพอย่างต่อเนื่อง และจับเวลาตั้งแต่ผลแรกจนถึงผลสุดท้าย

3.3.2.6 คัดแยกผลมังคุดที่มีการตรวจจับผิดประเภท และบันทึกผลการทดลอง

3.3.2.7 ทำการทดลองซ้ำตั้งแต่ข้อ 3.3.2.3 - 3.3.2.6 จนครบ 3 ครั้ง

3.3.2.8 การทดลองโดยปรับค่าความถี่ของสายพานลำเลียงอีก 2 ระดับ และทำจนครบ 3 ซ้ำ

3.3.2.9 ทำการเก็บข้อมูล และบันทึกผล

3.3.2.10 นำข้อมูลที่ได้ไปหาค่าความแม่นยำ และสมรรถนะในการคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยการประมวลผลภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 สมการในการประเมินความแม่นยำ และสมรรถนะในการคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยการประมวลผลด้วยภาพ

3.3.3.1 สมการหาค่าความผิดพลาดในการคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยการประมวลผลด้วยภาพ (เปอร์เซ็นต์)

$$CR = \frac{N_{ms}+N_{mm}+N_{ml}}{N_{total}} x100 \quad (3.1)$$

เมื่อ

CR คือ ค่าความผิดพลาดการคัดแยกผลมังคุด (เปอร์เซ็นต์)

N_M คือ จำนวนผลมังคุดที่ตรวจจับผิดประเภทที่มีสีเขียวอ่อนจนไปถึงสีแดงอมม่วง (ผล)

N_O คือ จำนวนผลมังคุดที่ตรวจจับผิดประเภทที่มีสีแดงอมม่วงจนไปถึงสีม่วงเข้ม (ผล)

N_D คือ จำนวนผลมังคุดที่ตรวจจับผิดประเภทที่มีผิวไม่เรียบหรือผิวกลาก (ผล)

N_{total} คือ จำนวนผลมังคุดทั้งหมด (ผล)

3.3.3.2 สมการหาความแม่นยำในการคัดแยกผลมังคุด

$$ความแม่นยำ = 100-CR \quad (3.2)$$

3.3.3.3 สมการหาสมรรถนะของเครื่องคัดแยกผลมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลภาพ

$$สมรรถนะของเครื่อง = \frac{3600x จำนวนผลมะพร้าวทั้งหมด}{เวลาที่ใช้ในการคัดแยก (วินาที)} \quad (3.3)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์

3.4.1 การวิเคราะห์ และค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน

ในการประเมินค่าใช่จ่ายโดยรวมเกี่ยวกับต้นทุนในการใช้งานเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยการประมวลผลภาพ สมมติว่า สถานประกอบการใช้เครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยการประมวลผลภาพ แทนวิธีการใช้แรงงานคน ซึ่งค่าใช้จ่ายโดยรวม จะประกอบด้วยต้นทุนคงที่ (Fixed cost) และต้นทุนแปรผัน (variable cost) ต้นทุนคงที่ได้แก่ ค่าเสื่อมสภาพ ราคาเครื่องคัดแยก (คิดค่าเสื่อมสภาพราคาเมื่อประมาณอายุการใช้งานเครื่องได้ 10 ปี) และค่าเสียโอกาสของเงินทุน (คิดอัตราดอกเบี้ย 6.75 เปอร์เซ็นต์) ค่าใช้จ่ายที่เป็นต้นทุนคงที่จะไม่เปลี่ยนแปรไปตามปริมาณของการคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยการประมวลผลภาพ

3.4.2 การคำนวณหาจุดคุ้มทุน (Break-even point)

เป็นการคำนวณเปรียบเทียบเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยการประมวลผลภาพ โดยแรงงานคนกับเครื่องว่า สามารถใช้คนในการทำงานเท่ากับต้นทุนของเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยการประมวลผลภาพได้ปริมาณเท่าไร

3.4.3 การวิเคราะห์ระยะเวลาคืนทุน (Pay-back period)

เป็นการคาดคะเนว่า เมื่อลงทุนใช้เครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยการประมวลผลภาพไปแล้ว จะได้รับผลตอบแทน และกลับคืนมาในจำนวนเงินเท่ากับที่ลงทุนไปภายในระยะเวลากี่ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผล และวิจารณ์ผล

ผลการทดลองถูกแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ 1) การหาคุณสมบัติทางกายภาพของผลมังคุด 2) ค่าความแม่นยำและประสิทธิภาพของเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยการประมวลผลภาพ 3) หาสมรรถณะของเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยการประมวลผลภาพ ผลการทดลองมีรายละเอียดดังนี้

4.1 ผลการหาคุณสมบัติทางกายภาพของผลมังคุด

ตารางที่ 4.1 คุณสมบัติทางกายภาพของผลมังคุด

ผลมังคุด	ระยะ	ลักษณะของผลมังคุด
	Maturity (M)	ผลมังคุดที่มีสีเขียวอ่อนจนไปถึงสีแดงอมม่วง
	Overmaturity (O)	ผลมังคุดที่มีสีแดงอมม่วงจนไปถึงสีม่วงเข้ม
	Defect (D)	ผลมังคุดที่มีลักษณะผิวไม่เรียบหรือผิวกลาก

ผลการหาคุณสมบัติทางกายภาพของผลมังคุดพิจารณาจากสีของผลมังคุด (ตารางที่ 4.1) ที่ได้จากเกษตรกร ตำบลตะโก อำเภอทุ่งตะโก จังหวัดชุมพร พบว่าคุณสมบัติทางกายภาพของผลมังคุดพิจารณาจากสีของผลมังคุด ผลมังคุดที่มีสีเขียวอ่อนจนไปถึงสีแดงอมม่วง ผลมังคุดที่มีสีแดงอมม่วงจนไปถึงสีม่วงเข้ม ผลมังคุดที่มีลักษณะผิวไม่เรียบหรือผิวกลาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการทดลองหาค่าความแม่นยำและประสิทธิภาพของเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยการประมวลผลด้วยภาพ

4.2.1 ผลการทดลองค่าความประสิทธิภาพของเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยการประมวลผลด้วยภาพ

ตารางที่ 4.2 การวิเคราะห์ค่าความประสิทธิภาพ และเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน (สมการที่ 3.2) ของเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลภาพด้วยวิธี ANOVA

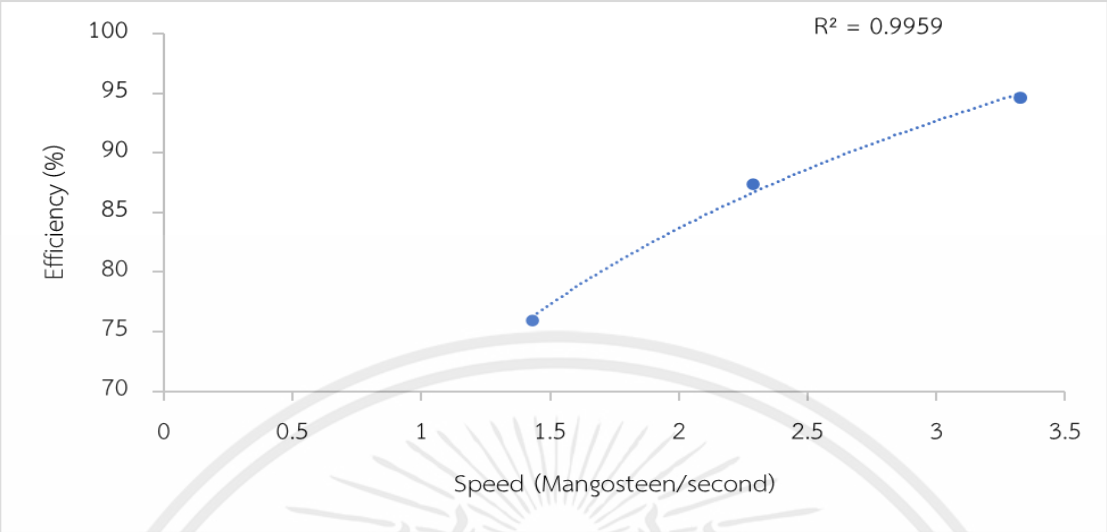
ความเร็วในการป้อน (ผล/วินาที)	เวลาเฉลี่ยในการทดลอง (วินาที)	เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน (เปอร์เซ็นต์)
3.33	200.20	94.63[c] (2.74)
2.29	137.93	87.41[b] (3.16)
1.43	86.00	75.93[a] (3.12)

หมายเหตุ 1. ค่าเฉลี่ยตามหลังอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์โดยวิธี Duncan ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เปอร์เซ็นต์

2. ค่าในวงเล็บคือสัมประสิทธิ์ของการแปรผัน C.V. (Coefficient of variation)

ผลการทดลองความแม่นยำของเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยการประมวลผลด้วยภาพ (ตารางที่ 4.3) พบว่าความประสิทธิภาพของเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยการประมวลผลด้วยภาพด้วยความเร็วในการป้อน 60 ผลต่อนาที จะได้ความประสิทธิภาพอยู่ที่ 94.63, 87.41 และ 75.93 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วในการป้อนผลมังคุดเข้าสู่สายพานกับประสิทธิภาพของเครื่องคัดแยกผลมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลภาพ

ผลการทดลองประสิทธิภาพของเครื่องคัดแยกผลมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลภาพ (รูปที่ 4.1) เส้นแนวโน้มในกราฟที่ความเร็วในการป้อน 3.33 ผลต่อวินาที มีประสิทธภาพในการคัดแยกผลมังคุดด้วยการประมวลภาพได้แม่นยำที่สุด และจะลดลงเรื่อยๆเมื่อเพิ่มความเร็วในการป้อนที่ 2.29 ผลต่อวินาที และเมื่อเพิ่มความเร็วขึ้นการคัดแยกผลมังคุดด้วยการประมวลภาพจะมีประสิทธิภาพลดลงเรื่อยๆ และสามารถทดลองไปที่ความเร็วในการป้อนที่ 1.43 ผลต่อวินาทีเท่านั้น เพราะถ้าเพิ่มมากขึ้นมากกว่านี้จะให้ค่าความผิดพลาดสูงขึ้น เนื่องจากการคัดแยกผลมังคุดด้วยการประมวลภาพจะสามารถจับภาพเมื่อสายพานมีความช้าถึงจะมีค่าความผิดพลาดน้อยแต่เมื่อสายพานเพิ่มความเร็วขึ้นจะทำให้ค่าความผิดพลาดสูงขึ้น

จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วในการป้อนกับประสิทธิภาพของเครื่องคัดแยกผลมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลภาพ (รูปที่ 4.1) ผลการทดลองประสิทธิภาพของเครื่องคัดแยกผลมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลภาพมีความสัมพันธ์ลดลงแบบอัลกอรึทึม R^2= 0.9959 พบว่าความเร็วในการป้อนเพิ่มขึ้นมีผลต่อประสิทธิภาพของเครื่องคัดแยกผลมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลภาพลดลง จากการใช้โปรแกรม SPASS วิเคราะห์ด้วยวิธี ANOVA แสดงให้เห็นว่าความเร็วในการป้อนที่ 3.33 ผลต่อวินาที มีประสิทธิภาพในการคัดแยกผลมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลภาพสูง เมื่อเพิ่มควาเร็วขึ้นจะให้ประสิทธิภาพลดลงเรื่อยๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ผลการทดลองสมรรถนะของเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยการประมวลผลภาพ

ตารางที่ 4.3 เวลาเฉลี่ยในการทดลองของเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยการประมวลผลภาพ

ความเร็วในการป้อน (ผลต่อนาที)	เวลาเฉลี่ยในการทดลอง (วินาที)
3.33	200.20
2.29	137.93
1.43	86.00

ผลการทดลอง (ตารางที่ 4.3) แสดงเวลาเฉลี่ยในการทดลองเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยการประมวลผลด้วยภาพที่มีความเร็วในการป้อน 3.33 2.29 และ 1.43 ผลต่อวินาที เวลาเฉลี่ยในการทดลองอยู่ที่ 200.20 271.2 และ 182.8 วินาที เนื่องจากการป้อนผลมังคุดเข้าเครื่องคัดแยกโดยใช้คนป้อนทำให้การคัดแยกผลมังคุดมีความต่อเนื่องในการคัดแยก

ตารางที่ 4.4 การวิเคราห์สมรรถนะ (สมการที่ 3.3) ของเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยการประมวลผลภาพด้วยวิธี ANOVA

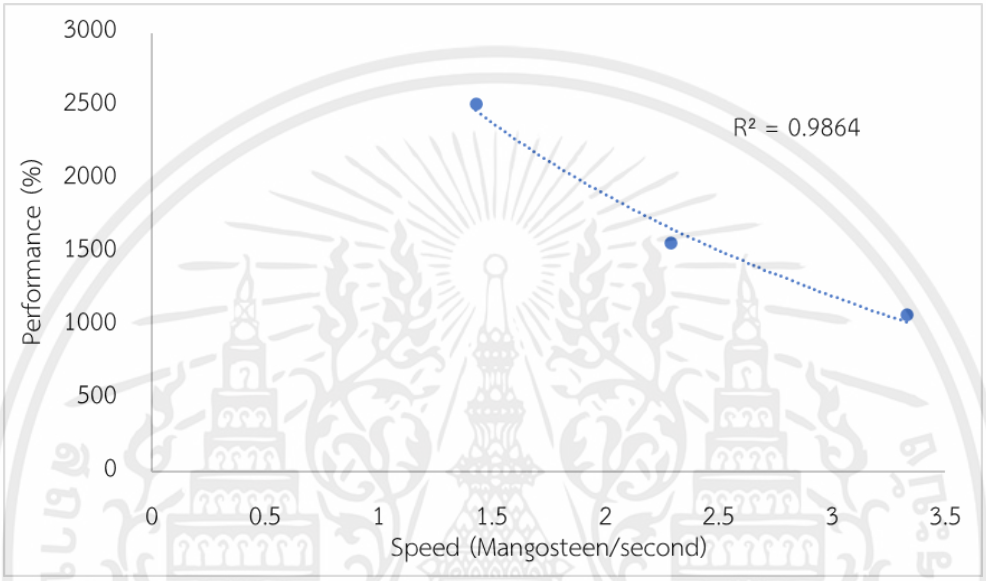
ความเร็วในการป้อน (ผลต่อวินาที)	สมรรถนะของเครื่องคัดแยก (ผลต่อชั่วโมง)
3.33	1079.08^{a} (0.24)
2.29	1566.81^{b} (0.17)
1.43	2541.30^{c} (0.09)

หมายเหตุ : 1. ค่าเฉลี่ยตามหลังอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์โดยวิธี Duncan ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เปอร์เซ็นต์

2. ค่าในวงเล็บคือสัมประสิทธิ์ของการแปรผัน C.V. (Coefficient of Variation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองสมรรถนะของเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยการประมวลผลด้วยภาพด้วยวิธีการป้อนผลมังคุดด้วยความเร็ว 60 ผลต่อนาที โดยสมรรถนะของเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดอยู่ที่ 1,079.08 1,566.81 และ 2,514.30 ผลต่อชั่วโมง



รูปที่ 4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วในการป้อนผลมังคุดเข้าสู่สายพานกับสมรรถนะของเครื่องคัดแยกผลมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลภาพ

ผลการทดลองสมรรถนะของเครื่องคัดแยกผลมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลภาพแสดงผลเปรียบเทียบระหว่างสมรรถนะของเครื่องคัดแยกผลมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลภาพกับความเร็วในการป้อนผลมังคุดที่ 3.33 2.29 และ 1.42 ผลต่อวินาที จะเห็นได้ว่าที่ความเร็วในการป้อน 1.42 ผลต่อวินาที พบว่ามีสมรรถนะเฉลี่ยที่ดีที่สุดเท่ากับ 2541.30 ผลต่อชั่วโมง และเมื่อทดลองกับความเร็วสูงขึ้นพบว่าเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพต่ำลงและค่าความผิดพลาดเพิ่มขึ้น

จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วในการป้อนกับสมรรถนะของเครื่อง (รูปที่ 4.2) ผลการทดลองสมรรถนะของเครื่องคัดแยกผลมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลภาพมีความสัมพันธ์เพิ่มขึ้นแบบอัลกอริทึม R^2= 0.98 จากการใช้โปรแกรม SPASS วิเคราะห์ด้วยวิธี ANOVA แสดงให้เห็นว่าความเร็วในการป้อนที่ 3.33 2.29 และ 1.42 ผลต่อวินาที มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

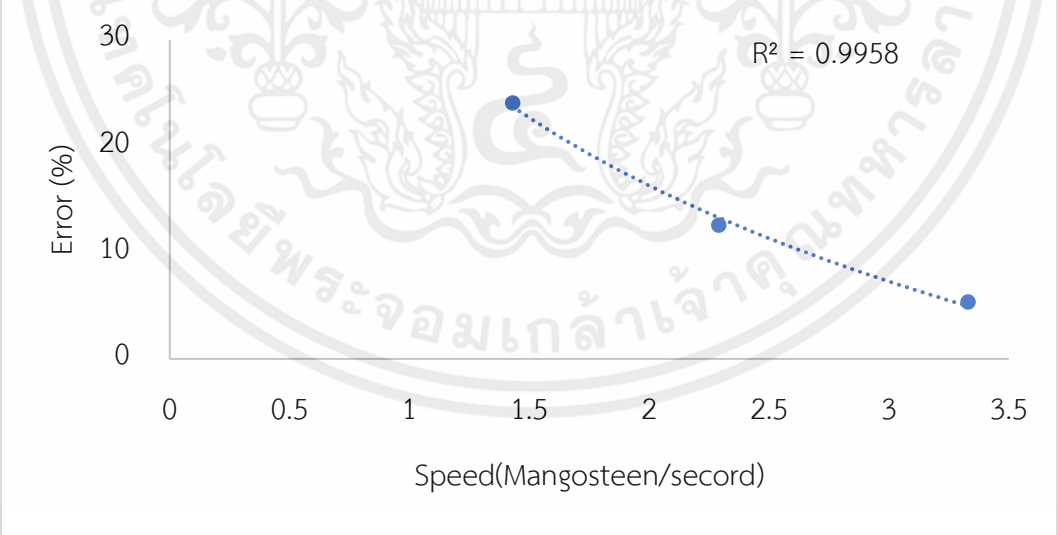
ตารางที่ 4.5 เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด (สมการที่ 3.1) ของเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยวิธี ANOVA

ความเร็วในการป้อน (ผลต่อวินาที)	เวลาเฉลี่ยในการป้อน (วินาที)	เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการคัด (เปอร์เซ็นต์)
3.33	200.20	5.36[a] (48.53)
2.29	137.93	12.59[a] (18.70)
1.43	86.00	24.07[a] (10.90)

หมายเหตุ : 1. ค่าเฉลี่ยตามหลังอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์โดยวิธี Duncan ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เปอร์เซ็นต์

2. ค่าในวงเล็บคือสัมประสิทธิ์ของการแปรผัน C.V. (Coefficient of Variation)

ผลการทดลองค่าความผิดพลาดของเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยการประมวลผลด้วยภาพ (ตารางที่4.5) พบว่าค่าความผิดพลาดของเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยการประมวลผลด้วยภาพด้วยความเร็วในการป้อน 60 ผลต่อนาที จะได้ความค่าความผิดพลาดอยู่ที่ 5.36 12.59 และ 24.07 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ



รูปที่ 4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วในการป้อนผลมังคุดเข้าสู่สายพาน กับค่าความผิดพลาดของเครื่องคัดแยกผลมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองค่าความผิดพลาดของเครื่องคัดแยกผลมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลภาพ (รูปที่ 4.3) เส้นแนวโน้มในกราฟที่ความเร็วในการป้อน 3.33 ผลต่อวินาที มีค่าความผิดพลาดในการคัดแยกผลมังคุดด้วยการประมวลภาพน้อย และจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆเมื่อเพิ่มความเร็วในการป้อนที่ 2.29 ผลต่อวินาที และทำให้มีค่าความผิดพลาดเพิ่มขึ้น และสามารถทดลองไปที่ความเร็วในการป้อนที่ 1.43 ผลต่อวินาทีเท่านั้น เพราะถ้าเพิ่มมากขึ้นมากกว่านี้จะให้ค่าความผิดพลาดสูงขึ้น เนื่องจากเครื่องคัดแยกผลมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลภาพจะจับภาพเมื่อมีความช้าจะทำให้ค่าความผิดพลาดน้อยลง

จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วในการป้อนกับค่าความผิดพลาดของเครื่องคัดแยกผลมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลภาพ (รูปที่ 4.3) ผลการทดลองค่าความผิดพลาดของเครื่องคัดแยกผลมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลภาพมีความสัมพันธ์ลดลงแบบอัลกอรึทึม R^2= 0.9958 พบว่าจะมีค่าความผิดพลาดสูงเมื่อความเพิ่มขึ้น จากการใช้โปรแกรม SPASS วิเคราะห์ด้วยวิธี ANOVA แสดงให้เห็นว่าความเร็วในการป้อนที่ 3.33 ผลต่อวินาที มีค่าความผิดพลาดในการคัดแยกผลมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลภาพน้อย เมื่อเพิ่มความเร็วขึ้นจะให้ค่าความผิดพลาดเพิ่มขึ้น มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.5)

4.3 ผลการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์

ตารางที่ 4.6 ค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยการประมวลผลภาพ

รายการ	ราคา (บาท)
1. คอมพิวเตอร์โน๊ตบุ๊ค	15,000
2. ชุดสายพานลำเลียง	15,000
3. กล้อง	700
4. โครงสร้างเครื่องคัดแยกผลมังคุด	500
5. บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์	500
6. ไฟ LED	300
รวม	32,000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.1 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน

กำหนดให้ราคาเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยการประมวลผลภาพ (P) มีค่า 32,000 บาท มูลค่าซากของเครื่องมือสิ้นปีที่ 10 เหลือ 10 เปอร์เซ็นต์ของราคาเครื่อง และอัตราดอกเบี้ยเท่ากับ 6.75 เปอร์เซ็นต่อปี

มูลค่าซาก (S) = 0.1P = 0.1 x 32,000 = 3,200

ค่าเสื่อมราคา (D) = (P - S) / L = (32,000 - 3,200) / 10 = 2,880 บาทต่อปี

ค่าเสียโอกาสในการลงทุน (R) = ((P + S) / 2) X 1

= ((32,000+3,200) / 2) x 0.0675 = 1,188 บาทต่อปี

ต้นทุนคงที่ (FC) = ค่าเสื่อมราคา(D) + ค่าเสียโอกาสในการลงทุน(R)

= 2,880 + 1,188 = 4,068 บาทต่อปี

กำหนดให้อัตราค่าจ้างแรงงานรายวัน วันละ 500 บาท (กำหนดจากลุ้งป้าแต๋วรับซื้อมังคุด) จำนวนคนทำงาน 1 คน ทำงานปีละ 365 วัน และค่าไฟฟ้าหน่วยละ 4 บาท สิ้นเปลืองค่าเปลืองค่าไฟฟ้า 2.2 หน่วย ทำงานวันละ 6 ชั่วโมง ค่าบำรุงรักษาเครื่องเฉลี่ยวันละ 5 บาท

ค่าจ้างแรงงาน (W) = 500 x 365 = 182,500 บาทต่อปี

ค่าไฟฟ้า (E) = 2.2 x 4 x 6 x 365 = 19,272 บาทต่อปี

ค่าบำรุงรักษา (M) = 10x365 = 3,650 บาทต่อปี

ต้นทุนแปรผัน (VC) = ค่าจ้างแรงงาน (W) + ค่าไฟฟ้า (E) + ค่าบำรุงรักษา (M)

= 182,500 + 19,272 + 3,650

= 205,422 บาทต่อปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

จากผลการทดลองพบว่าค่าที่มีประสิทธิภาพในการคัดแยกผลมังคุดโดยวิธีการประมวลผลด้วยภาพโดยทำการทดลองทั้งหมด 27 ครั้งต่อมังคุด 60 ลูก โดยใช้ความเร็วในการป้อนผลมังคุด 3.33 2.29 และ 1.43 ผลต่อวินาที พบว่าความเร็วในการป้อนผลมังคุดที่ 3.33 ผลต่อนาที มีค่าประสิทธิภาพในการคัดแยกสูงสุดคือ 94.63 เปอร์เซ็นต์ และมีสมรรถะของเครื่องคัดแยกผลมังคุด 1,079 ผลต่อชั่วโมง และเมื่อเพิ่มความเร็วในการป้อนเป็น 2.29 ผลต่อนาที ทำให้ค่าประสิทธิภาพในการคัดแยกลดลงเป็น 87.40 เปอร์เซ็นต์ แต่เครื่องคัดแยกจะมีสมรรถนะสูงสุดอยู่ที่ 2,514 ผลต่อชั่วโมง จึงแนะนำให้เลือกใช้ความเร็วในการป้อนที่ 3.33 ผลต่อวินาที เพราะมีค่าประสิทธิในการคัดและความแม่นยำสูงสุดของการทดลอง

5.1 ปัญหาที่พบในการทดลองเครื่องการคัดแยกผลมังคุดโดยประมวลด้วยภาพ

จากการดำเนินการทดลองเครื่องการคัดแยกผลมังคุดโดยประมวลด้วยภาพพบปัญหาที่เกิดขึ้นดังนี้

5.1.1 ปัญหาที่สายพานลำเลียง เพราะมีการสะดุดทำให้เกิดความผิดพลาดในการทดลองและทำให้การประมวลภาพมีค่าผิดพลาดได้

5.1.2 มังคุดมีลักษณะสีที่คล้ายกันและทำให้เกิดความ ERROR ได้

5.1.3 กล้องมีความโฟกัสที่ไม่ค่อยคมชัดและภาพไม่ชัด

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรใช้กล้องที่มีประสิทธิภาพในการจับภาพให้คมชัดในขณะที่ผลมังคุดเคลื่อนไหว เนื่องจากผลการทดลองพบว่ากล้องจับผลมังคุดประเภท Defect ในขณะเคลื่อนที่เป็น Overmaturity เพราะกล้องมีความคมชัดไม่เพียงพอทำให้ไม่สามารถแยกประเภทหรือพื้นผิวของมังคุดได้อย่างชัดเจน

5.2.2 ในการทดลองควรเลือกใช้สายพานลำเลียงประเภท PVC สำหรับลำเลียงมังคุดเพื่อให้มังคุดสามารถเคลื่อนที่ผ่านกล้องได้อย่างสมูทและเนื่องจากสายพานประเภท PVC มีคุณสมบัติของพื้นผิวที่มีความหนืดจึงทำให้สามารถยึดติดกับวัถตุหรือชิ้นงานได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] กรมวิชาการเกษตร. **“การจัดการศัตรูมังคุดเพื่อการส่งออก.”** [ออนไลน์].

เข้าถึงได้จาก : https://www.doa.go.th/plprotect/wp-content/uploads/Km/mangosteen.pdf. 2564.

[2] สำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์การค้า. **“ศักยภาพและอนาคตของมังคุดราชินีผลไม้ไทย.”** [ออนไลน์].

เข้าถึงได้จาก : https://คิดค้า.com/wp-content/uploads/2020/08/79606_ศักยภาพการผลิตและการตลาดของมังคุดราชินีผลไม้ไทย_finally.pdf. 2563.

[3] กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. **“มาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ. 2-2556.”** [ออนไลน์].

เข้าถึงได้จาก : https://www.acfs.go.th/standard/download/MANGOSTEEN_new.pdf. 2557.

[4] อภิชาต ศรีชาติ. “การขนถ่ายวัสดุ.” **สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี. ปี 2559**

[5] พงษสวัสดิ์ ดีโครต. “การออกแบบและสร้างเครื่องคัดแผ่นเหล็กแบบระบบอัตโนมัติด้วยระบบวิชั่น.” **สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น. ปีที่ 2562**

[6] Sarayut Nonsiri, PhD. And Computer Scientist. “ภาษาไพธอน.” [ออนไลน์].

เข้าถึงได้จาก : https://www.9experttraining.com/articles/python-คืออะไร. 2564.

[7] ทฤษฎีสีและสีในเชิงสัญลักษณ์. **“รูปแบบของสี.”** [ออนไลน์].

เข้าถึงได้จาก : https://www.dozzdiy.com/ทฤษฎีสีและสีในเชิงสัญลักษณ์/. 2560

[8] กันตภณ พลิ้วไธสง. “เครื่องคัดแยกวัตถุอัตโนมัติตามสายพานลำเลียง.” **วิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล จังหวัดนครราชสีมา.** ปีที่ 7, ฉบับที่1, มกราคม–มิถุนายน 2557. หน้า 88–96.

[9] ธรรม์ณชาติ วันแต่ง. “การออกแบบและสร้างเครื่องคัดแยกขนาดละมุดแบบเพลาหมุนวางคู่.” **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 55.** ปีที่ 2560.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[10] ประสิทธิ์ และธีรวิทย์. “การออกแบบและสร้างเครื่องคัดแยกขนาดผลไม้.” **ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว.** ปีที่ 2529.

[11] จตุรงค์ ลังกาพินธุ์, สุนัน ปานสาคร, ราชัญทร์ หงส์โต, อรรถกร จันทร์ชนะ และอาทิตย์ พลูทวี. “ออกแบบและพัฒนาเครื่องคัดขนาดกระเทียม.” **แก่นเกษตร 41(2)** ปีที่ 2556. หน้า 192-198.

[12] วรวุฒิ กังหัน และคณะ. “เครื่องคัดแยกเกรดแตงโมอัตโนมัติโดยการตรวจวัดน้ำหนัก.” **วารสารสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย.** ปีที่ 26 ฉบับที่ 2(2563). หน้า 15-20

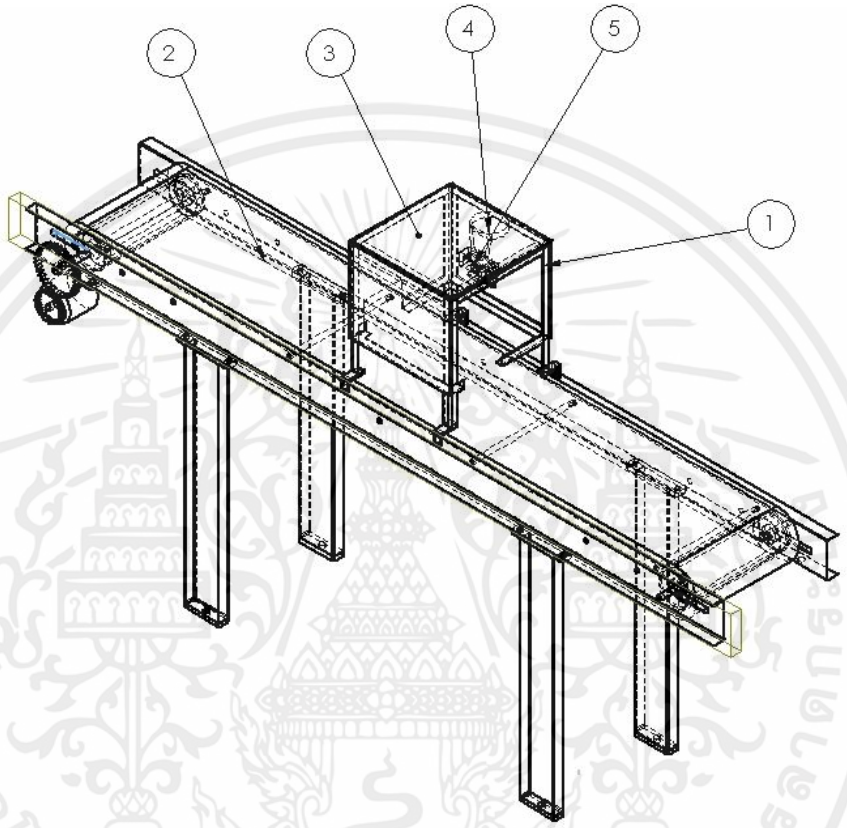
[13] โชคชรัตน์ ฤทธิ์เย็น, วีรเมธ ปุ้ยหลวง และวรายุทธ แก้วสุข. “เครื่องคัดแยกขนาดลูกมะนาวโดยใช้ระบบสมอง กลฝังตัว.” **วิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.** ปีที่ 4, ฉบับที่1, มกราคม–มิถุนายน 2562. หน้า 16–24.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

เครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลภาพ

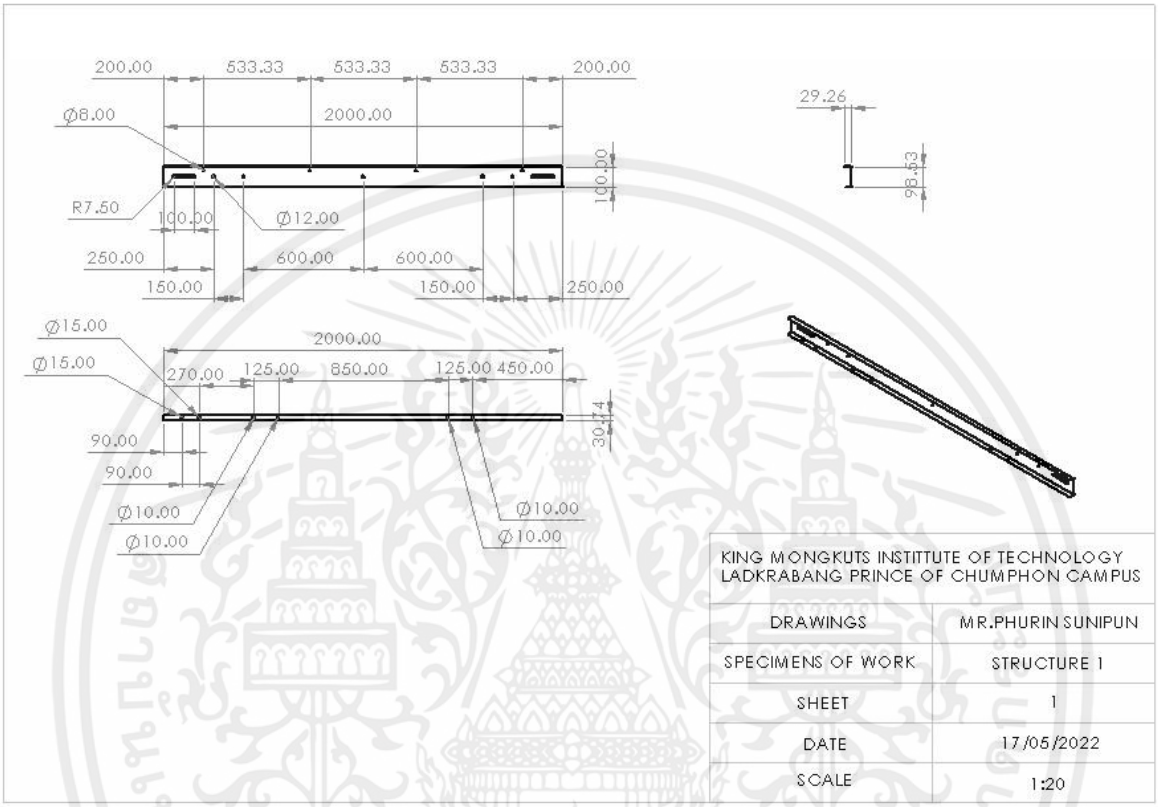
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ส่วนประกอบของเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลภาพ

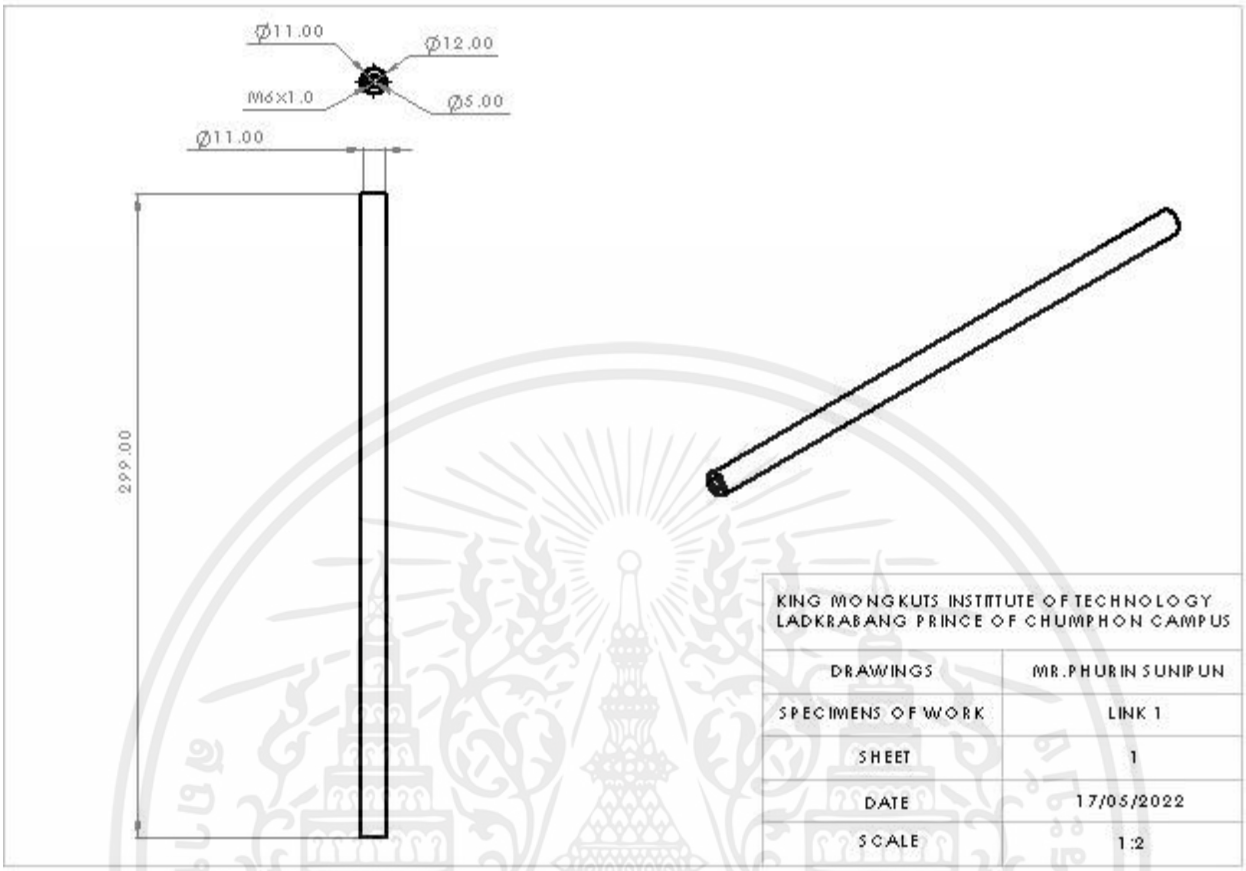
1. โครงสร้างเครื่องคัดแยกผลมังคุด
2. ชุดสายพานลำเลียง
3. แผ่นอะคริลิค
4. ขายึดกล้อง
5. กล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



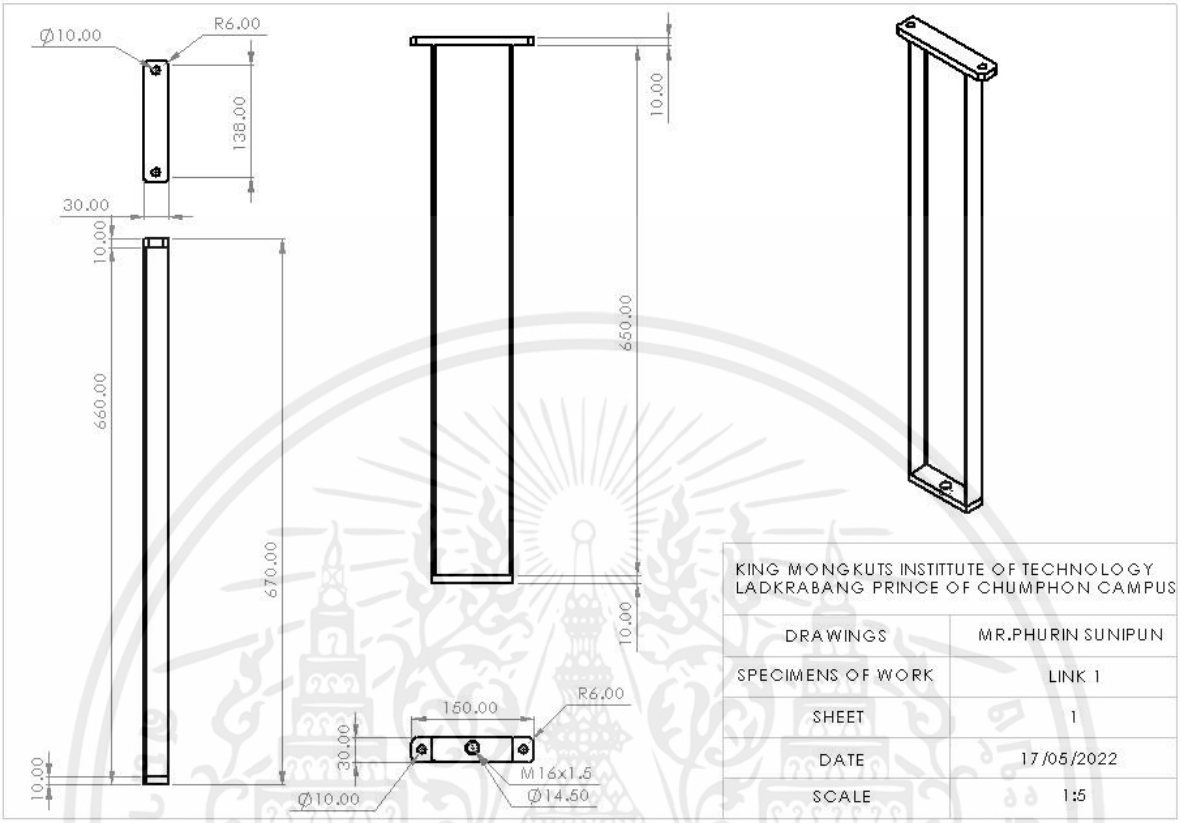
รูปที่ ก.1 โครงสร้างสายพาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



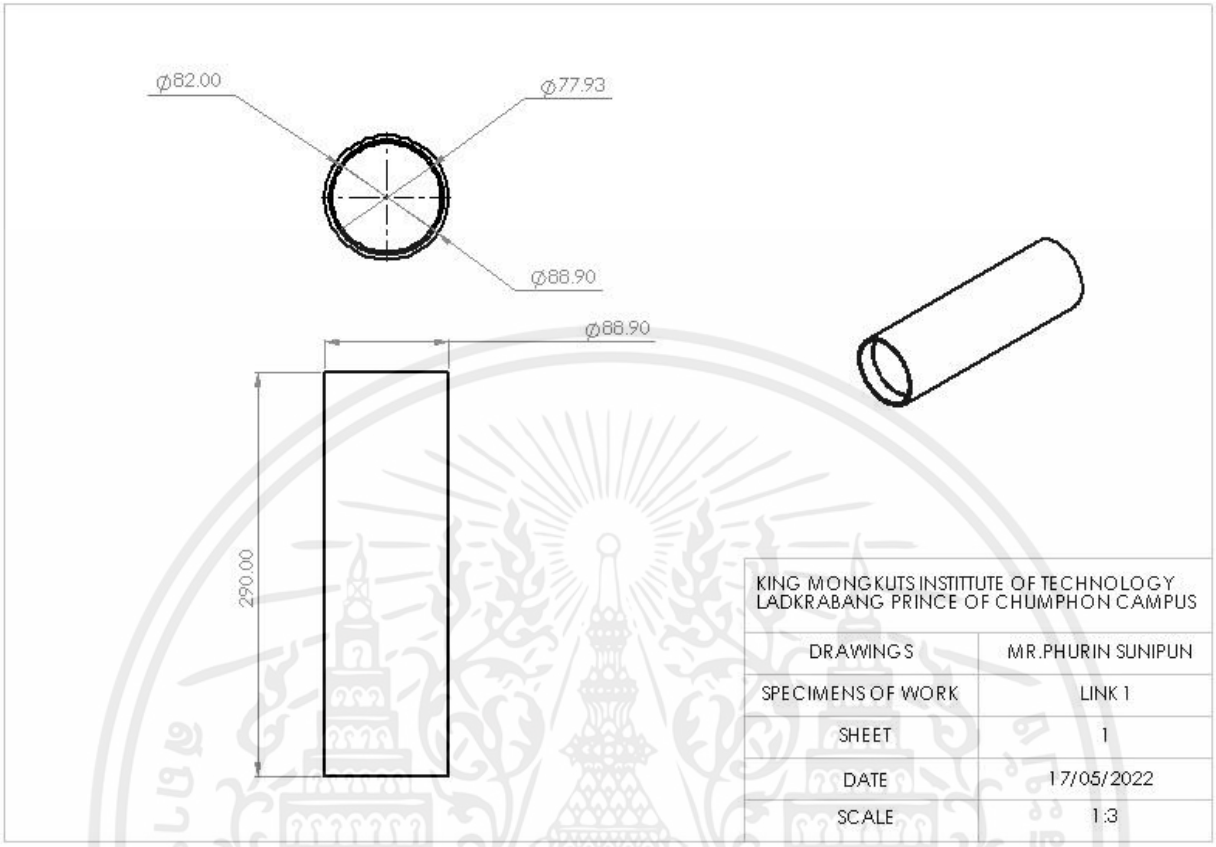
รูปที่ ก.2 ขายึดโครงสร้างสายพาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



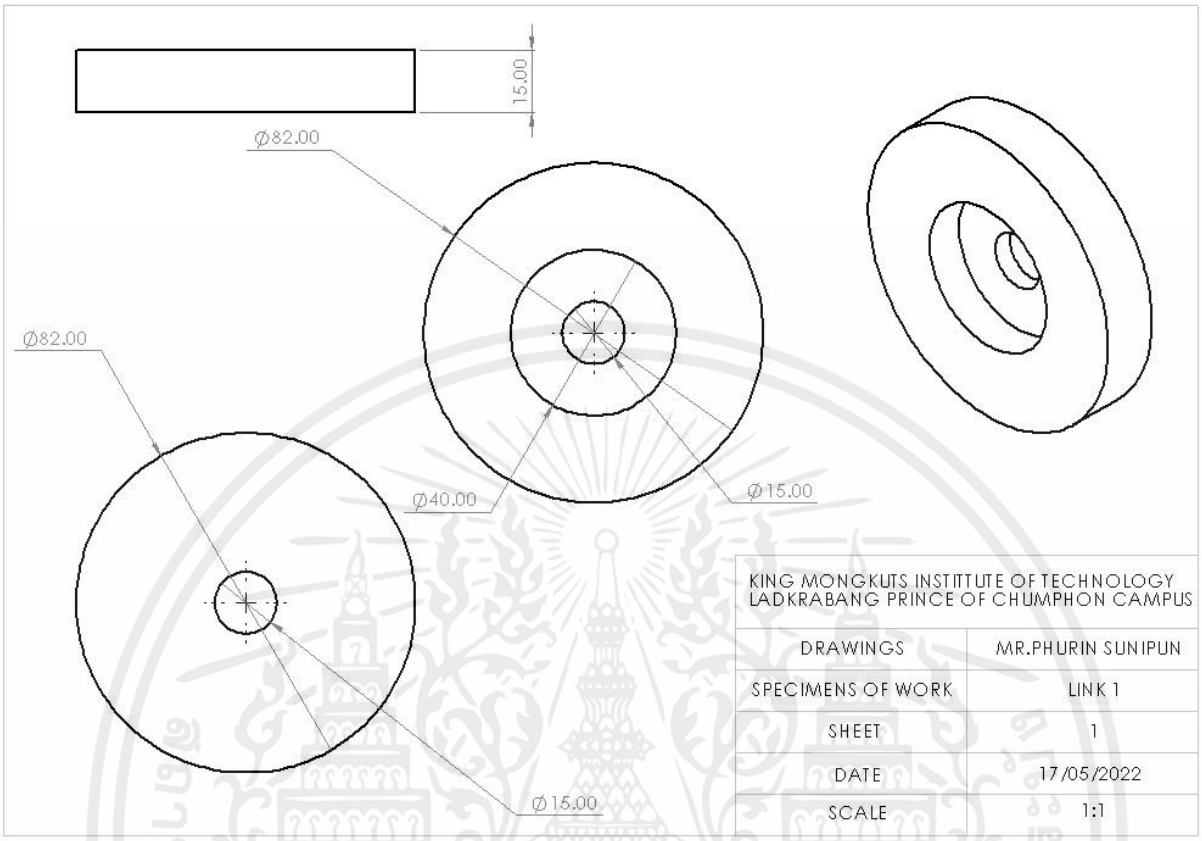
รูปที่ ก.3 ขาตั้งสายพานลำเลียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



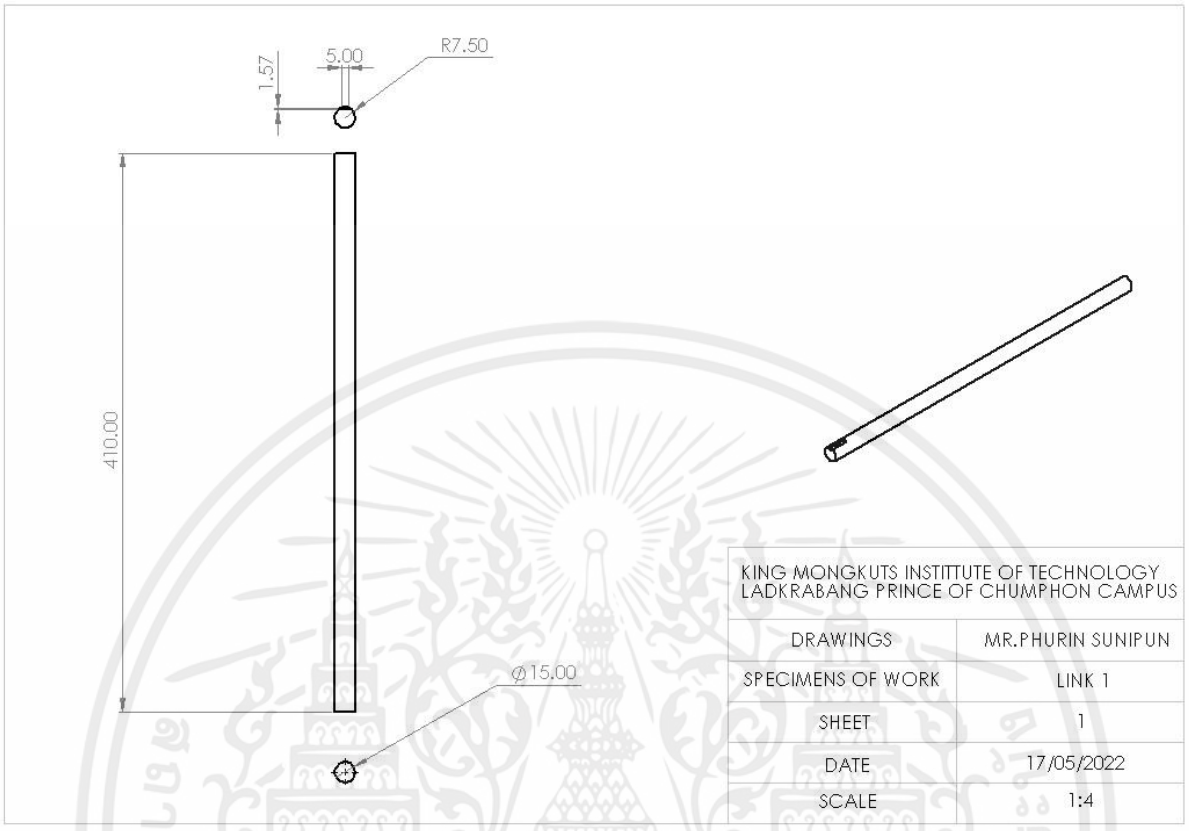
รูปที่ ก.4 ลูกกลิ้งสายพาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



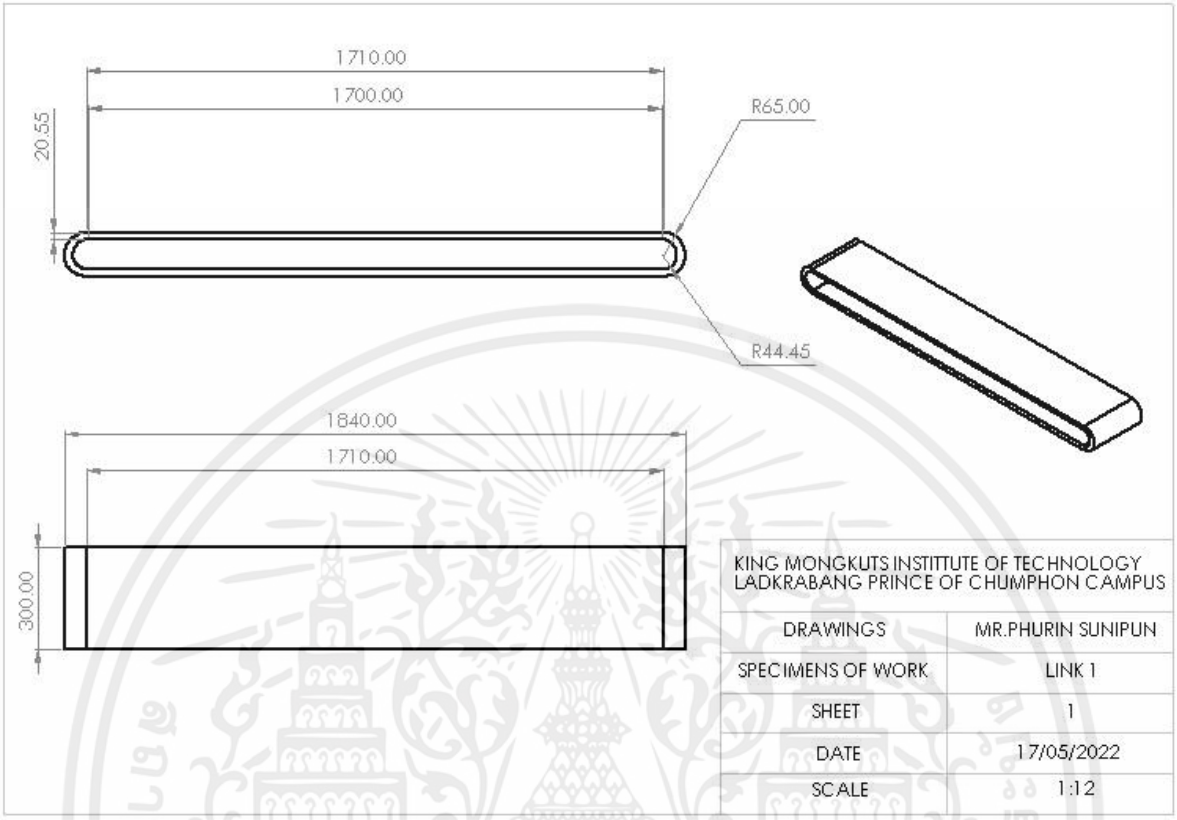
รูปที่ ก.5 ลูกปืนลูกลิ้งสายพาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



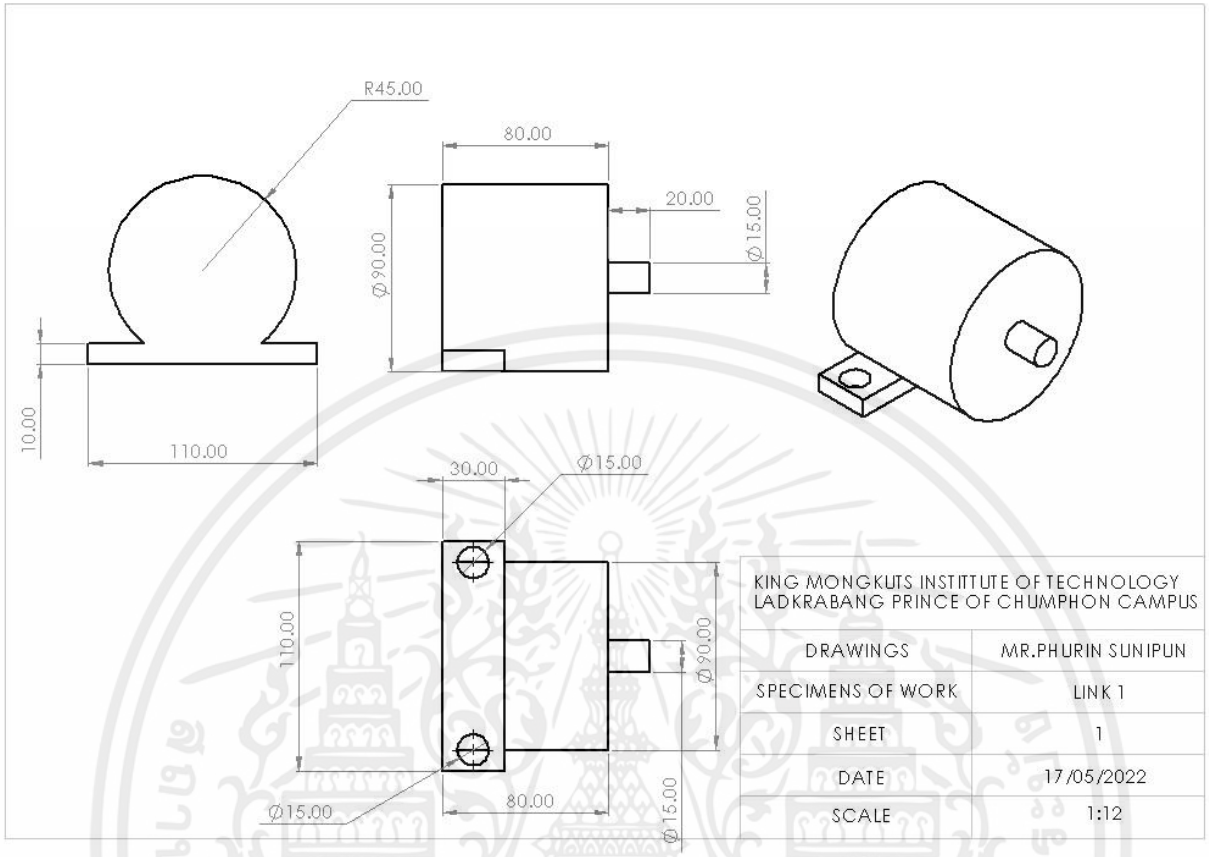
รูปที่ ก.6 แกนลูกกลิ้งสายพาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



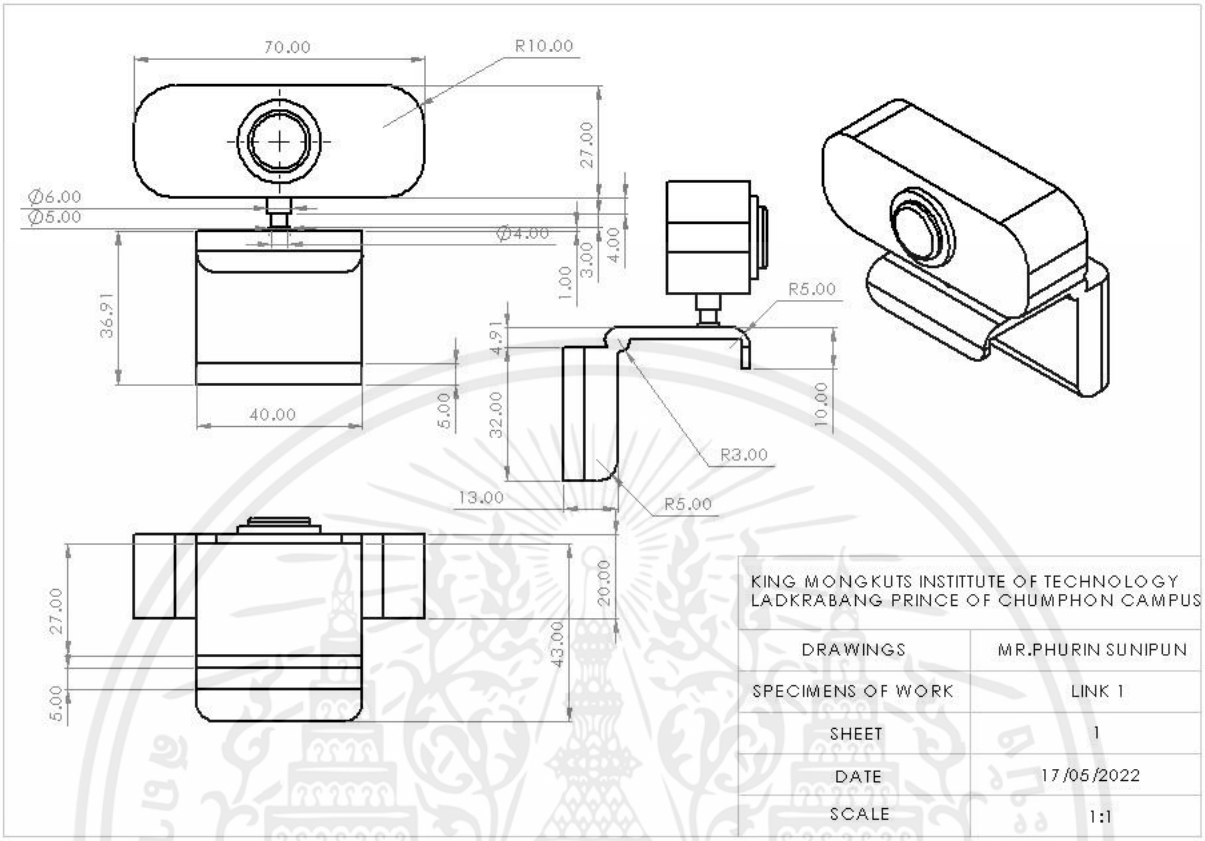
รูปที่ ก.7 สายพาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



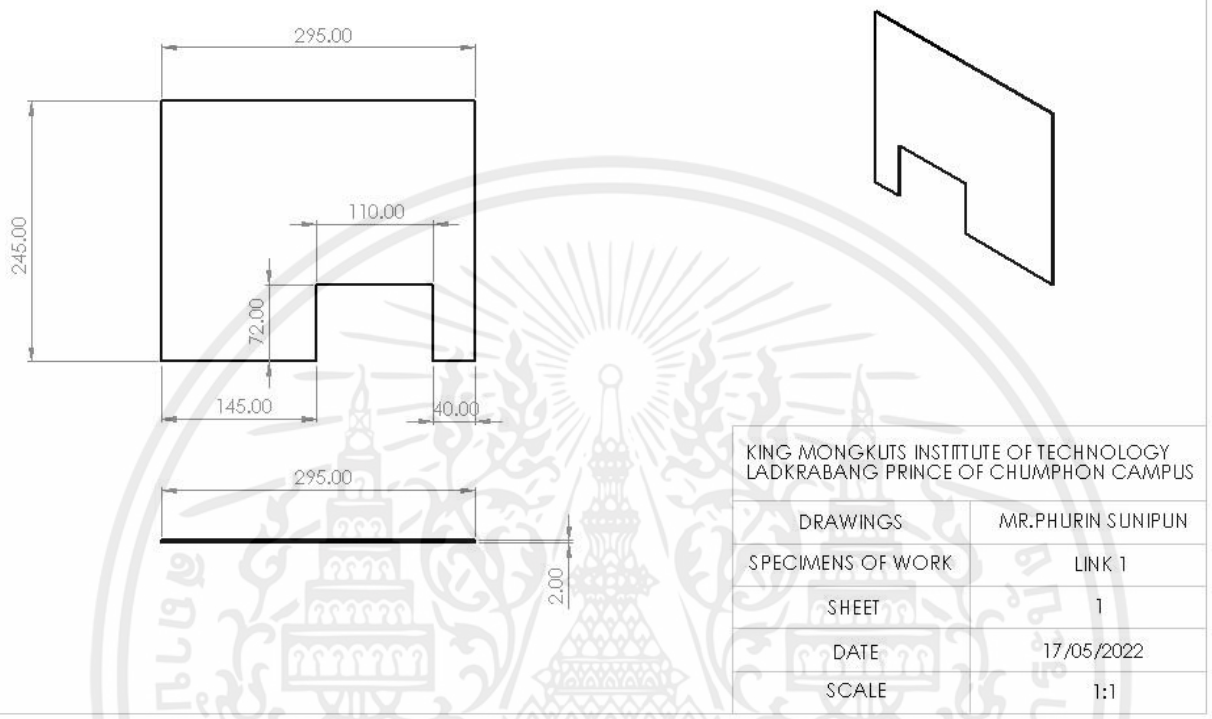
รูปที่ ก.8 มอเตอร์ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.9 กล้อง

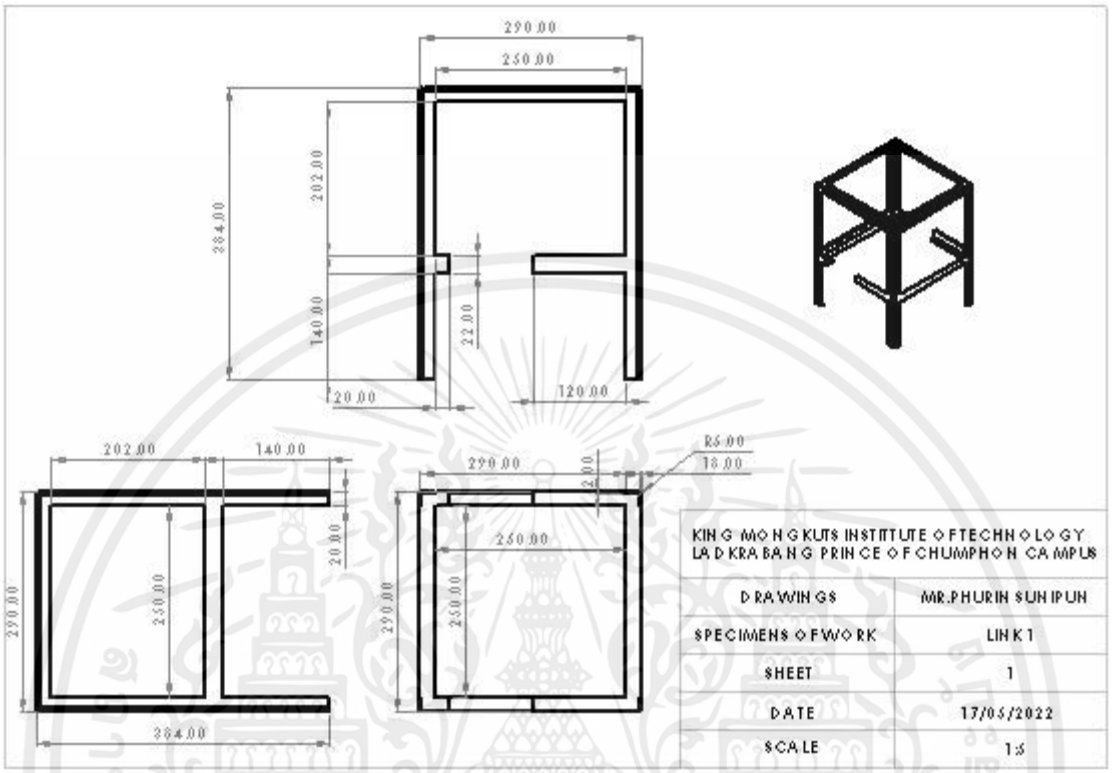
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



KING MONGKUTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG PRINCE OF CHUMPHON CAMPUS	
DRAWINGS	MR.PHURIN SUNIPUN
SPECIMENS OF WORK	LINK 1
SHEET	1
DATE	17/05/2022
SCALE	1:1

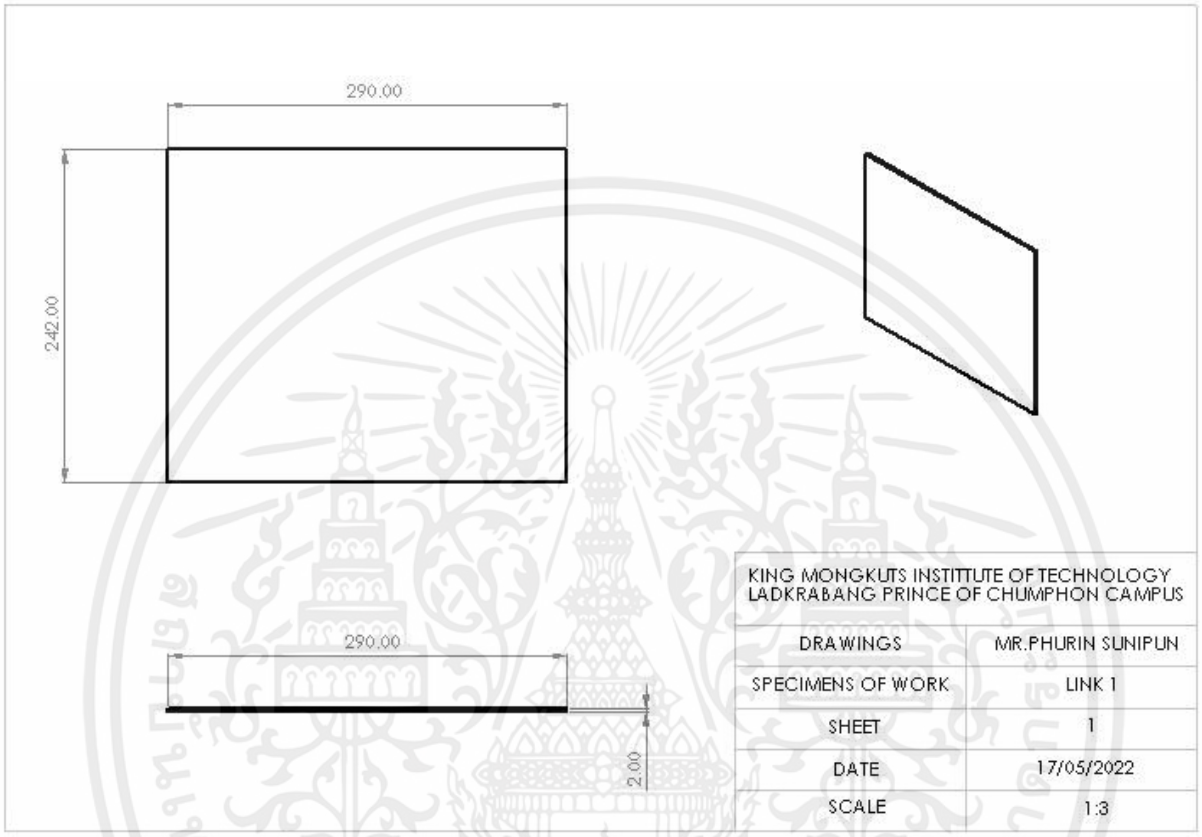
รูปที่ ก.10 แผ่นอะคริลิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



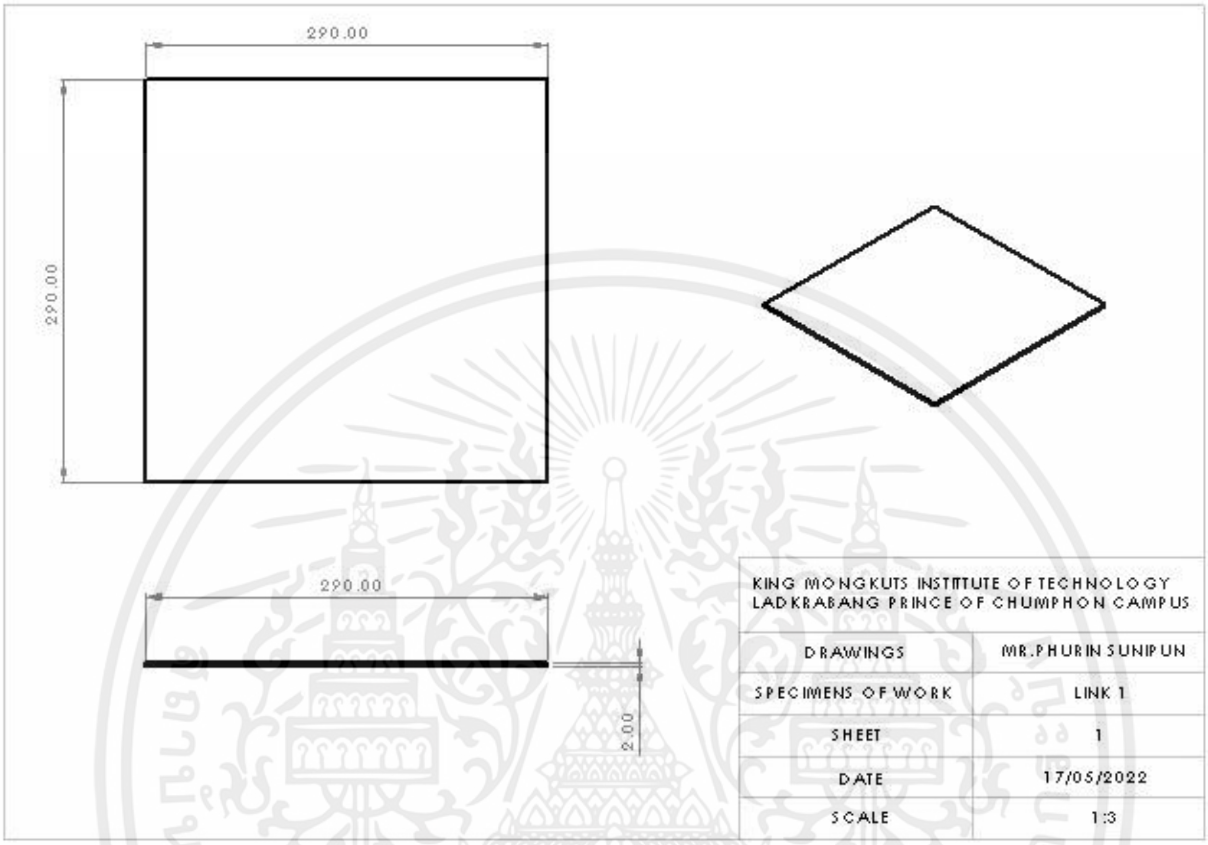
รูปที่ ก.11 โครงสร้างของกล่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



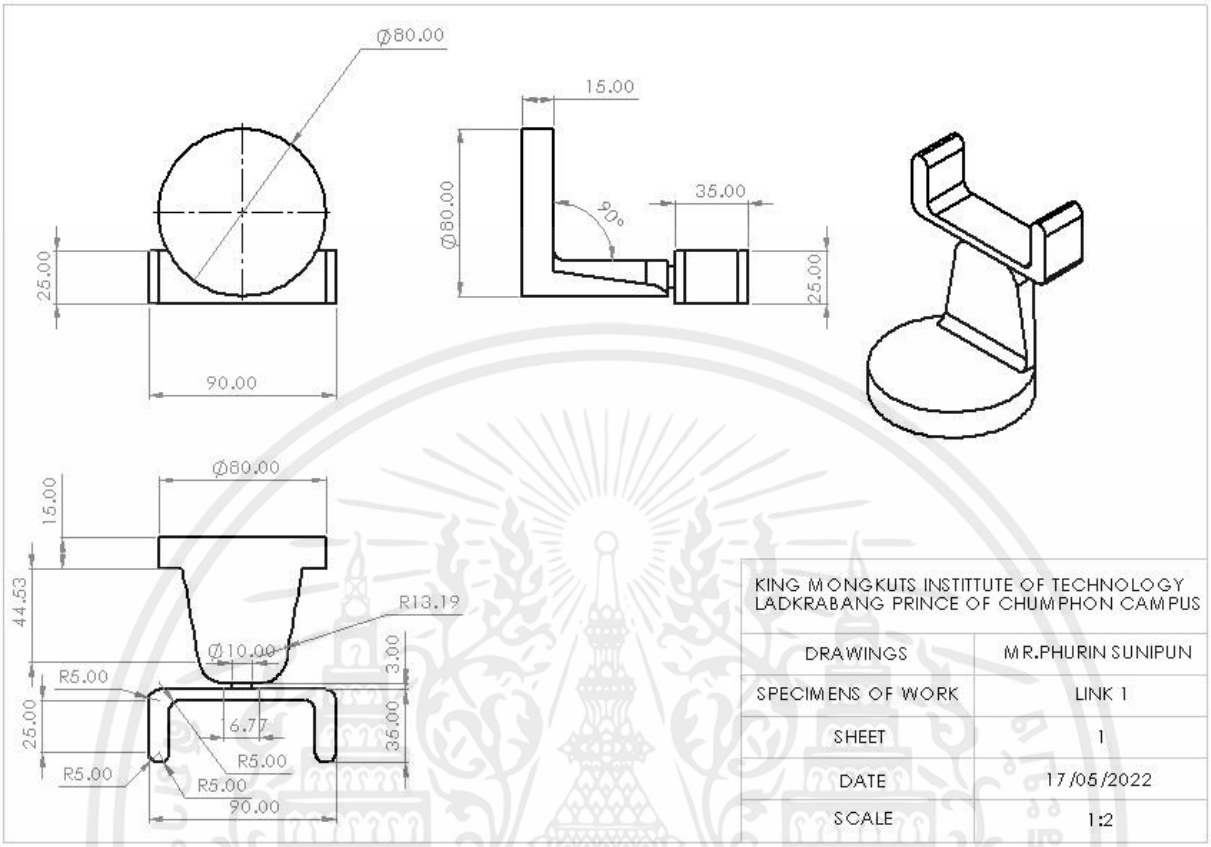
รูปที่ ก.12 แผ่นอะคริลิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.13 แผ่นอะคริลิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.14 ขายึดกล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ผลการทดลองความเร็วในการป้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 แสดงผลการทดลองเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลภาพโดยมีความเร็วในการป้อน 3.33 ผล/วินาที ครั้งที่ 1

ครั้งที่	ผลการทดลอง	ประเภทของผลมังคุดที่คัดผิดพลาด
1	1	
2	1	
3	1	
4	1	
5	1	
6	1	
7	1	
8	1	
9	1	
10	1	
11	1	
12	1	
13	1	
14	1	
15	1	
16	1	
17	1	
18	1	
19	1	
20	1	
21	1	
22	1	
23	1	
24	1	
25	1	
26	1	
27	1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

28	1	
29	1	
30	1	
31	1	
32	1	
33	1	
34	1	
35	0	D10
36	1	
37	1	
38	1	
39	1	
40	1	
41	1	
42	1	
43	0	D18
44	1	
45	1	
46	1	
47	1	
48	1	
49	1	
50	1	
51	1	
52	1	
53	1	
54	1	
55	1	
56	1	
57	1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

58	1
59	1
60	1

หมายเหตุ : 1. หมายเลข 1 คือ ประเภทของผลมังคุดที่คัดถูกต้อง

2. หมายเลข 0 คือ ประเภทของผลมังคุดที่คัดผิดพลาด

ตารางที่ ข.2 แสดงผลการทดลองเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลภาพโดยมีความเร็วในการป้อน 3.33 ผลต่อวินาที ครั้งที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ครั้งที่	ผลการทดลอง	ประเภทของผลมังคุดที่คัดผิดพลาด
1	1	
2	1	
3	1	
4	1	
5	1	
6	0	D2
7	1	
8	1	
9	1	
10	1	
11	1	
12	1	
13	1	
14	1	
15	1	
16	1	
17	1	
18	1	
19	1	
20	1	
21	1	
22	1	
23	1	
24	1	
25	1	
26	1	
27	1	
28	1	
29	1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

30	1	
31	1	
32	1	
33	1	
34	1	
35	1	
36	1	
37	1	
38	1	
39	1	
40	1	
41	1	
42	1	
43	1	
44	1	
45	1	
46	1	
47	1	
48	1	
49	1	
50	1	
51	1	
52	1	
53	0	D20
54	1	
55	1	
56	1	
57	1	
58	0	D14
59	1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

60	1

หมายเหตุ : 1. หมายเลข 1 คือ ประเภทของผลมังคุดที่คัดถูกต้อง

2. หมายเลข 0 คือ ประเภทของผลมังคุดที่คัดผิดพลาด

ตารางที่ ข.3 แสดงผลการทดลองเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลภาพโดยมีความเร็วในการป้อน 3.33 ผลต่อวินาที ครั้งที่ 3

ครั้งที่	ผลการทดลอง	ประเภทของผลมังคุดที่คัดผิดพลาด
1	1	
2	1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3	1
4	1
5	1
6	1
7	1
8	1
9	1
10	1
11	1
12	1
13	1
14	1
15	1
16	1
17	1
18	1
19	1
20	1
21	1
22	1
23	1
24	1
25	1
26	1
27	1
28	1
29	1
30	1
31	1
32	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

33	1	
34	1	
35	1	
36	1	
37	1	
38	1	
39	1	
40	1	
41	1	
42	1	
43	1	
44	1	
45	1	
46	1	
47	1	
48	1	
49	1	
50	1	
51	1	
52	0	D10
53	1	
54	1	
55	1	
56	1	
57	1	
58	1	
59	1	
60	1	

หมายเหตุ : 1. หมายเลข 1 คือ ประเภทของผลมังคุดที่คัดถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. หมายเลข 0 คือ ประเภทของผลมังคุดที่คัดผิดพลาด

ตารางที่ ข.4 แสดงผลการทดลองเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลภาพโดยมีความเร็วในการป้อน 3.33 ผลต่อวินาที ครั้งที่ 4

ครั้งที่	ผลการทดลอง	ประเภทของผลมังคุดที่คัดผิดพลาด
1	1	
2	1	
3	1	
4	1	
5	1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6	0	D12
7	1	
8	1	
9	1	
10	1	
11	1	
12	1	
13	1	
14	1	
15	1	
16	1	
17	1	
18	1	
19	1	
20	1	
21	1	
22	1	
23	1	
24	1	
25	1	
26	1	
27	1	
28	1	
29	1	
30	1	
31	1	
32	1	
33	1	
34	1	
35	1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

36	1
37	1
38	1
39	1
40	1
41	1
42	1
43	1
44	1
45	1
46	1
47	1
48	1
49	1
50	1
51	1
52	1
53	1
54	1
55	1
56	1
57	1
58	1
59	1
60	1

หมายเหตุ : 1. หมายเลข 1 คือ ประเภทของผลมังคุดที่คัดถูกต้อง

2. หมายเลข 0 คือ ประเภทของผลมังคุดที่คัดผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.5 แสดงผลการทดลองเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลภาพโดยมีความเร็วในการป้อน 3.33 ผลต่อวินาที ครั้งที่ 5

ครั้งที่	ผลการทดลอง	ประเภทของผลมังคุดที่คัดผิดพลาด
1	0	D17
2	1	
3	1	
4	1	
5	1	
6	1	
7	1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8	0	D3
9	1	
10	1	
11	1	
12	1	
13	1	
14	1	
15	1	
16	1	
17	1	
18	1	
19	1	
20	1	
21	1	
22	1	
23	1	
24	1	
25	1	
26	1	
27	1	
28	1	
29	1	
30	1	
31	1	
32	1	
33	1	
34	1	
35	1	
36	1	
37	1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

38	1	
39	1	
40	1	
41	1	
42	1	
43	1	
44	1	
45	1	
46	1	
47	1	
48	1	
49	1	
50	1	
51	1	
52	0	D10
53	1	
54	1	
55	1	
56	1	
57	1	
58	1	
59	1	
60	1	

หมายเหตุ : 1. หมายเลข 1 คือ ประเภทของผลมังคุดที่คัดถูกต้อง

2. หมายเลข 0 คือ ประเภทของผลมังคุดที่คัดผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.6 แสดงผลการทดลองเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลภาพโดยมีความเร็วในการป้อน 3.33 ผลต่อวินาที ครั้งที่ 6

ครั้งที่	ผลการทดลอง	ประเภทของผลมังคุดที่คัดผิดพลาด
1	1	
2	1	
3	1	
4	1	
5	1	
6	1	
7	1	
8	1	
9	1	
10	0	D2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11	1	
12	1	
13	1	
14	1	
15	1	
16	1	
17	1	
18	1	
19	0	D1
20	1	
21	1	
22	1	
23	1	
24	1	
25	1	
26	1	
27	1	
28	1	
29	1	
30	1	
31	0	D20
32	1	
33	1	
34	1	
35	1	
36	1	
37	1	
38	1	
39	1	
40	1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

41	1	
42	1	
43	1	
44	1	
45	1	
46	0	D4
47	1	
48	1	
49	1	
50	1	
51	1	
52	1	
53	1	
54	1	
55	1	
56	1	
57	1	
58	0	D9
59	1	
60	1	

หมายเหตุ : 1. หมายเลข 1 คือ ประเภทของผลมังคุดที่คัดถูกต้อง

2. หมายเลข 0 คือ ประเภทของผลมังคุดที่คัดผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.7 แสดงผลการทดลองเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลภาพโดยมีความเร็วในการป้อน 3.33 ผลต่อวินาที ครั้งที่ 7

ครั้งที่	ผลการทดลอง	ประเภทของผลมังคุดที่คัดผิดพลาด
1	1	
2	0	D19
3	1	
4	1	
5	1	
6	1	
7	1	
8	1	
9	1	
10	1	
11	1	
12	0	D12
13	1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14	1	
15	1	
16	1	
17	1	
18	1	
19	1	
20	1	
21	1	
22	1	
23	1	
24	1	
25	1	
26	1	
27	1	
28	1	
29	1	
30	1	
31	1	
32	1	
33	1	
34	1	
35	1	
36	1	
37	1	
38	1	
39	1	
40	1	
41	1	
42	1	
43	0	D11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

44	1	
45	1	
46	1	
47	1	
48	1	
49	1	
50	1	
51	1	
52	1	
53	1	D1
54	1	
55	1	
56	1	
57	1	
58	1	
59	1	
60	1	

หมายเหตุ : 1. หมายเลข 1 คือ ประเภทของผลมังคุดที่คัดถูกต้อง

2. หมายเลข 0 คือ ประเภทของผลมังคุดที่คัดผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.8 แสดงผลการทดลองเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลภาพโดยมีความเร็วในการป้อน 3.33 ผลต่อวินาที ครั้งที่ 8

ครั้งที่	ผลการทดลอง	ประเภทของผลมังคุดที่คัดผิดพลาด
1	1	
2	1	
3	1	
4	0	D7
5	0	D2
6	1	
7	1	
8	1	
9	1	
10	1	
11	1	
12	1	
13	1	
14	1	
15	1	
16	1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

17	1	
18	1	
19	1	
20	1	
21	1	
22	1	
23	0	D5
24	0	D10
25	1	
26	1	
27	1	
28	1	
29	1	
30	1	
31	1	
32	1	
33	1	
34	1	
35	1	
36	1	
37	1	
38	1	
39	1	
40	1	
41	0	D12
42	1	
43	1	
44	1	
45	1	
46	1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

47	1	
48	1	
49	0	D11
50	1	
51	1	
52	1	
53	1	
54	1	
55	1	
56	1	
57	1	
58	1	
59	1	
60	1	

หมายเหตุ : 1. หมายเลข 1 คือ ประเภทของผลมังคุดที่คัดถูกต้อง

2. หมายเลข 0 คือ ประเภทของผลมังคุดที่คัดผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.9 แสดงผลการทดลองเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลภาพโดยมีความเร็วในการป้อน 3.33 ผลต่อวินาที ครั้งที่ 9

ครั้งที่	ผลการทดลอง	ประเภทของผลมังคุดที่คัดผิดพลาด
1	1	
2	1	
3	1	
4	1	
5	1	
6	1	
7	1	
8	1	
9	1	
10	1	
11	1	
12	1	
13	0	D19
14	1	
15	1	
16	1	
17	1	
18	1	
19	1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

20	0	D11
21	1	
22	1	D17
23	1	
24	1	
25	1	
26	1	
27	1	
28	1	
29	1	
30	1	
31	1	
32	1	
33	1	
34	1	
35	1	
36	1	
37	1	
38	1	
39	1	
40	1	
41	1	
42	1	
43	1	
44	1	
45	1	
46	1	
47	1	
48	1	
49	1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

50	1	D2
51	1	
52	1	
53	1	
54	1	
55	1	
56	1	
57	1	
58	1	
59	1	
60	1	

หมายเหตุ : 1. หมายเลข 1 คือ ประเภทของผลมังคุดที่คัดถูกต้อง

2. หมายเลข 0 คือ ประเภทของผลมังคุดที่คัดผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.10 แสดงผลการทดลองเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลภาพโดยมีความเร็วในการป้อน 2.29 ผลต่อวินาที ครั้งที่ 1

ครั้งที่	ผลการทดลอง	ประเภทของผลมังคุดที่คัดผิดพลาด
1	1	
2	1	
3	0	D18
4	1	
5	1	
6	1	
7	1	
8	0	D10
9	1	
10	1	
11	1	
12	0	M14
13	1	
14	1	
15	1	
16	1	
17	1	
18	1	
19	1	
20	1	
21	1	
22	1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

23	1	
24	1	
25	0	D17
26	1	
27	1	
28	1	
29	1	
30	0	O11
31	1	
32	1	
33	1	
34	1	
35	1	
36	1	
37	0	D1
38	0	D14
39	1	
40	1	
41	1	
42	1	
43	0	M13
44	1	
45	0	D12
46	1	
47	1	
48	1	
49	1	
50	0	D15
51	1	
52	1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

53	1
54	1
55	1
56	1
57	1
58	1
59	1
60	1

หมายเหตุ : 1. หมายเลข 1 คือ ประเภทของผลมังคุดที่คัดถูกต้อง

2. หมายเลข 0 คือ ประเภทของผลมังคุดที่คัดผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.11 แสดงผลการทดลองเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลภาพโดยมีความเร็วในการป้อน 2.29 ผลต่อวินาที ครั้งที่ 2

ครั้งที่	ผลการทดลอง	ประเภทของผลมังคุดที่คัดผิดพลาด
1	1	
2	1	
3	1	
4	1	
5	1	
6	1	
7	1	
8	1	
9	0	D9
10	1	
11	1	
12	1	
13	1	
14	1	
15	1	
16	1	
17	1	
18	1	
19	0	D7
20	1	
21	1	
22	0	D16
23	1	
24	1	
25	0	D14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

26	1	
27	1	
28	0	D8
29	1	
30	1	
31	1	
32	1	
33	1	
34	1	
35	1	
36	1	
37	0	D18
38	1	
39	1	
40	1	
41	0	M6
42	1	
43	1	
44	1	
45	1	
46	1	
47	1	
48	1	
49	1	
50	1	
51	1	
52	1	
53	1	
54	1	
55	1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

56	1
57	1
58	1
59	1
60	1

หมายเหตุ : 1. หมายเลข 1 คือ ประเภทของผลมังคุดที่คัดถูกต้อง

2. หมายเลข 0 คือ ประเภทของผลมังคุดที่คัดผิดพลาด

ตารางที่ ข.12 แสดงผลการทดลองเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลภาพโดยมีความเร็วในการป้อน 2.29 ผลติ่วินาที ครั้งที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ครั้งที่	ผลการทดลอง	ประเภทของผลมังคุดที่คัดผิดพลาด
1	1	
2	1	
3	1	
4	1	
5	1	
6	1	
7	0	D4
8	1	
9	1	
10	1	
11	1	
12	1	
13	1	
14	1	
15	1	
16	1	
17	1	
18	0	D13
19	1	
20	1	
21	1	
22	1	
23	1	
24	1	
25	0	D11
26	1	
27	0	D10
28	1	
29	1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

30	1	
31	1	
32	0	D16
33	1	
34	1	
35	1	
36	0	D6
37	1	
38	1	
39	1	
40	1	
41	1	
42	0	D18
43	1	
44	1	
45	1	
46	1	
47	1	
48	0	D5
49	1	
50	1	
51	1	
52	1	
53	1	
54	1	
55	1	
56	1	
57	1	
58	0	D14
59	1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

60	0	M8

หมายเหตุ : 1. หมายเลข 1 คือ ประเภทของผลมังคุดที่คัดถูกต้อง

2. หมายเลข 0 คือ ประเภทของผลมังคุดที่คัดผิดพลาด

ตารางที่ ข.13 แสดงผลการทดลองเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลภาพโดยมีความเร็วในการป้อน 2.29 ผลต่อวินาที ครั้งที่ 4

ครั้งที่	ผลการทดลอง	ประเภทของผลมังคุดที่คัดผิดพลาด
1	1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2	1	
3	1	
4	0	D16
5	1	
6	1	
7	1	
8	1	
9	1	
10	1	
11	1	
12	0	D6
13	1	
14	1	
15	1	
16	1	
17	1	
18	1	
19	1	
20	1	
21	0	D7
22	0	F11
23	1	
24	1	
25	1	
26	1	
27	1	
28	1	
29	1	
30	1	
31	1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

32	1	
33	1	
34	1	
35	1	
36	1	
37	1	
38	1	
39	0	D10
40	1	
41	0	D1
42	1	
43	1	
44	1	
45	1	
46	1	
47	1	
48	1	
49	1	
50	1	
51	1	
52	1	
53	1	
54	1	
55	**1**	
56	1	
57	1	
58	1	
59	1	
60	1	

หมายเหตุ : 1. หมายเลข 1 คือ ประเภทของผลมังคุดที่คัดถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. หมายเลข 0 คือ ประเภทของผลมังคุดที่คัดผิดพลาด

ตารางที่ ข.14 แสดงผลการทดลองเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลภาพโดยมีความเร็วในการป้อน 2.29 ผลต่อวินาที ครั้งที่ 5

ครั้งที่	ผลการทดลอง	ประเภทของผลมังคุดที่คัดผิดพลาด
1	1	
2	0	D1
3	0	D20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4	1	
5	1	
6	1	
7	1	
8	1	
9	1	
10	1	
11	1	
12	1	
13	1	
14	1	
15	1	
16	1	
17	0	D11
18	0	D10
19	1	
20	1	
21	1	
22	1	
23	1	
24	1	
25	1	
26	0	D16
27	1	
28	1	
29	0	D12
30	1	
31	1	
32	1	
33	1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

34	1	
35	1	
36	1	
37	1	
38	1	
39	1	
40	1	
41	0	D7
42	1	
43	1	
44	1	
45	1	
46	1	
47	1	
48	1	
49	0	D9
50	1	
51	1	
52	1	
53	1	
54	1	
55	1	
56	1	
57	1	
58	1	
59	1	
60	1	

หมายเหตุ : 1. หมายเลข 1 คือ ประเภทของผลมังคุดที่คัดถูกต้อง

2. หมายเลข 0 คือ ประเภทของผลมังคุดที่คัดผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.15 แสดงผลการทดลองเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลภาพโดยมีความเร็วในการป้อน 2.29 ผลต่อวินาที ครั้งที่ 6

ครั้งที่	ผลการทดลอง	ประเภทของผลมังคุดที่คัดผิดพลาด
1	1	
2	1	
3	1	
4	1	
5	1	
6	1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7	1	
8	1	
9	1	
10	0	D14
11	1	
12	1	
13	0	D4
14	1	
15	1	
16	1	
17	1	
18	1	
19	1	
20	1	
21	1	
22	1	
23	0	D1
24	1	
25	1	
26	1	
27	0	D2
28	1	
29	1	
30	1	
31	1	
32	1	
33	1	
34	1	
35	1	
36	1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

37	1	
38	0	D11
39	1	
40	1	
41	0	D10
42	1	
43	1	
44	1	
45	1	
46	1	
47	1	
48	1	
49	1	
50	1	
51	1	
52	0	D2
53	1	
54	1	
55	1	
56	1	
57	1	
58	1	
59	1	
60	1	

หมายเหตุ : 1. หมายเลข 1 คือ ประเภทของผลมังคุดที่คัดถูกต้อง

2. หมายเลข 0 คือ ประเภทของผลมังคุดที่คัดผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.16 แสดงผลการทดลองเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลภาพโดยมีความเร็วในการป้อน 2.29 ผลต่อวินาที ครั้งที่ 7

ครั้งที่	ผลการทดลอง	ประเภทของมังคุดที่คัดผิดพลาด
1	1	
2	1	
3	1	
4	1	
5	1	
6	1	
7	1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8	1	
9	1	
10	1	
11	1	
12	0	D11
13	1	
14	1	
15	1	
16	1	
17	1	
18	1	
19	0	D2
20	1	
21	1	
22	1	
23	1	
24	1	
25	1	
26	1	
27	1	
28	1	
29	1	
30	1	
31	0	D15
32	1	
33	1	
34	1	
35	1	
36	1	
37	1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

38	1	
39	1	
40	1	
41	1	
42	1	
43	1	
44	1	
45	1	
46	1	
47	1	
48	0	D5
49	1	
50	1	
51	1	
52	0	D19
53	1	
54	1	
55	1	
56	1	
57	1	
58	1	
59	1	
60	1	

หมายเหตุ : 1. หมายเลข 1 คือ ประเภทของผลมังคุดที่คัดถูกต้อง

2. หมายเลข 0 คือ ประเภทของผลมังคุดที่คัดผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.17 แสดงผลการทดลองเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลภาพโดยมีความเร็วในการป้อน 2.29 ผลต่อวินาที ครั้งที่ 8

ครั้งที่	ผลการทดลอง	ประเภทของมังคุดที่คัดผิดพลาด
1	1	
2	1	
3	1	
4	1	
5	1	
6	1	
7	1	
8	1	
9	1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10	1	
11	1	
12	1	
13	1	
14	1	
15	1	
16	0	D19
17	1	
18	1	
19	1	
20	1	
21	1	
22	1	
23	1	
24	1	
25	1	
26	1	
27	1	
28	1	
29	1	
30	1	
31	1	
32	1	
33	0	D17
34	1	
35	1	
36	1	
37	0	D7
38	1	
39	0	D1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

40	0	D10
41	1	
42	0	D11
43	1	
44	1	
45	1	
46	1	
47	1	
48	1	
49	1	
50	1	
51	1	
52	0	D18
53	1	
54	1	
55	1	
56	1	
57	1	
58	1	
59	1	
60	1	

หมายเหตุ : 1. หมายเลข 1 คือ ประเภทของผลมังคุดที่คัดถูกต้อง

2. หมายเลข 0 คือ ประเภทของผลมังคุดที่คัดผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.18 แสดงผลการทดลองเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลภาพโดยมีความเร็วในการป้อน 1.43 ผลต่อวินาที ครั้งที่ 9

ครั้งที่	ผลการทดลอง	ประเภทของผลมังคุดที่คัดผิดพลาด
1	1	
2	1	
3	1	
4	1	
5	1	
6	1	
7	1	
8	1	
9	1	
10	1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11	1	
12	1	
13	1	
14	1	
15	0	D1
16	1	
17	0	D11
18	1	
19	1	
20	1	
21	1	
22	1	
23	0	D2
24	1	
25	1	
26	1	
27	0	D3
28	1	
29	1	
30	1	
31	1	
32	1	
33	1	
34	0	D10
35	1	
36	1	
37	1	
38	1	
39	1	
40	1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

41	1	
42	1	
43	1	
44	1	
45	0	D6
46	1	
47	1	
48	1	
49	1	
50	0	D17
51	1	
52	1	
53	1	
54	0	D9
55	1	
56	1	
57	1	
58	1	
59	1	
60	1	

หมายเหตุ : 1. หมายเลข 1 คือ ประเภทของผลมังคุดที่คัดถูกต้อง

2. หมายเลข 0 คือ ประเภทของผลมังคุดที่คัดผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.19 แสดงผลการทดลองเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลภาพโดยมีความเร็วในการป้อน 1.43 ผลต่อวินาที ครั้งที่ 1

ครั้งที่	ผลการทดลอง	ประเภทของผลมังคุดที่คัดผิดพลาด
1	1	
2	0	M19
3	1	
4	0	D10
5	0	D9
6	1	
7	1	
8	1	
9	1	
10	0	D14
11	0	D15
12	1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13	1	
14	1	
15	0	D17
16	1	
17	0	M6
18	1	
19	1	
20	1	
21	1	
22	0	D12
23	1	
24	0	D130
25	1	
26	1	
27	1	
28	1	
29	0	D13
30	1	
31	1	
32	1	
33	0	D1
34	0	M1
35	1	
36	1	
37	1	
38	1	
39	1	
40	1	
41	1	
42	1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

43	1	
44	0	D5
45	1	
46	1	
47	1	
48	0	D6
49	1	
50	1	
51	1	
52	1	
53	1	
54	1	
55	1	
56	1	
57	1	
58	1	
59	1	
60	1	

หมายเหตุ : 1. หมายเลข 1 คือ ประเภทของผลมังคุดที่คัดถูกต้อง

2. หมายเลข 0 คือ ประเภทของผลมังคุดที่คัดผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.20 แสดงผลการทดลองเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลภาพโดยมีความเร็วในการป้อน 1.43 ผลต่อวินาที ครั้งที่ 2

ครั้งที่	ผลการทดลอง	ประเภทของผลมังคุดที่คัดผิดพลาด
1	0	M9
2	0	D11
3	1	
4	1	
5	1	
6	1	
7	0	D9
8	0	D18
9	1	
10	1	
11	1	
12	0	D8
13	1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14	1	
15	1	
16	1	
17	1	
18	0	D6
19	1	
20	1	
21	0	D15
22	1	
23	1	
24	0	D14
25	0	D3
26	0	D13
27	1	
28	0	D19
29	1	
30	0	M4
31	1	
32	1	
33	1	
34	1	
35	1	
36	0	M16
37	1	
38	1	
39	1	
40	1	
41	1	
42	1	
43	1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

44	1	
45	1	
46	1	
47	1	
48	1	
49	1	
50	0	D16
51	1	
52	1	
53	0	D20
54	0	M5
55	1	
56	1	
57	0	D5
58	1	
59	1	
60	1	

หมายเหตุ : 1. หมายเลข 1 คือ ประเภทของผลมังคุดที่คัดถูกต้อง

2. หมายเลข 0 คือ ประเภทของผลมังคุดที่คัดผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.21 แสดงผลการทดลองเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลภาพโดยมีความเร็วในการป้อน 1.43 ผลต่อวินาที ครั้งที่ 3

ครั้งที่	ผลการทดลอง	ประเภทของผลมังคุดที่คัดผิดพลาด
1	0	M2
2	1	
3	0	D5
4	1	
5	1	
6	1	
7	1	
8	1	
9	1	
10	1	
11	1	
12	1	
13	1	
14	1	
15	1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

16	1	
17	1	
18	0	D9
19	1	
20	1	
21	1	
22	1	
23	1	
24	1	
25	1	
26	1	
27	0	D1
28	1	
29	1	
30	0	D18
31	1	
32	1	
33	1	
34	1	
35	1	
36	1	
37	0	D15
38	0	D17
39	1	
40	1	
41	1	
42	1	
43	1	
44	0	D3
45	0	D14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

46	1	
47	1	
48	1	
49	0	D7
50	1	
51	1	
52	0	D11
53	1	
54	1	
55	1	
56	1	
57	1	
58	0	D8
59	0	D4
60	1	

หมายเหตุ : 1. หมายเลข 1 คือ ประเภทของผลมังคุดที่คัดถูกต้อง

2. หมายเลข 0 คือ ประเภทของผลมังคุดที่คัดผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.22 แสดงผลการทดลองเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลภาพโดยมีความเร็วในการป้อน 1.43 ผลต่อวินาที ครั้งที่ 4

ครั้งที่	ผลการทดลอง	ประเภทของผลมังคุดที่คัดผิดพลาด
1	1	
2	0	D9
3	0	D12
4	0	D19
5	1	
6	1	
7	1	
8	1	
9	1	
10	1	
11	0	D17
12	1	
13	0	D5
14	1	
15	1	
16	1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

17	1	
18	1	
19	1	
20	1	
21	0	D8
22	1	
23	1	
24	1	
25	1	
26	1	
27	0	D4
28	1	
29	1	
30	1	
31	0	D15
32	0	D6
33	0	D10
34	1	
35	1	
36	0	D20
37	1	
38	1	
39	1	
40	1	
41	1	
42	1	
43	1	
44	1	
45	1	
46	1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

47	1	
48	1	
49	1	
50	1	
51	0	D1
52	1	
53	1	
54	0	D18
55	1	
56	1	
57	1	
58	1	
59	0	D11
60	1	

หมายเหตุ : 1. หมายเลข 1 คือ ประเภทของผลมังคุดที่คัดถูกต้อง

2. หมายเลข 0 คือ ประเภทของผลมังคุดที่คัดผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.23 แสดงผลการทดลองเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลภาพโดยมีความเร็วในการป้อน 1.43 ผลต่อวินาที ครั้งที่ 5

ครั้งที่	ผลการทดลอง	ประเภทของผลมังคุดที่คัดผิดพลาด
1	1	
2	1	
3	0	D11
4	1	
5	0	D5
6	1	
7	1	
8	0	D18
9	0	D15
10	1	
11	1	
12	1	
13	1	
14	1	
15	1	
16	1	
17	0	D1
18	1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

19	1	
20	1	
21	1	
22	1	
23	0	D6
24	0	D14
25	0	D4
26	1	
27	1	
28	1	
29	1	
30	1	
31	1	
32	1	
33	1	
34	1	
35	1	
36	1	
37	1	
38	1	
39	1	
40	0	D17
41	1	
42	1	
43	1	
44	1	
45	0	D9
46	0	D19
47	0	D12
48	1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

49	1	
50	1	
51	1	
52	0	D20
53	0	D16
54	1	
55	1	
56	1	
57	1	
58	1	
59	1	
60	1	

หมายเหตุ : 1. หมายเลข 1 คือ ประเภทของผลมังคุดที่คัดถูกต้อง

2. หมายเลข 0 คือ ประเภทของผลมังคุดที่คัดผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.24 แสดงผลการทดลองเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลภาพโดยมีความเร็วในการป้อน 1.43 ผลต่อวินาที ครั้งที่ 6

ครั้งที่	ผลการทดลอง	ประเภทของผลมังคุดที่คัดผิดพลาด
1	1	
2	1	
3	1	
4	0	D7
5	0	D10
6	1	
7	0	D17
8	1	
9	0	D19
10	0	D12
11	1	
12	1	
13	1	
14	1	
15	1	
16	1	
17	1	
18	1	
19	0	D9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

20	1	
21	1	
22	0	D2
23	1	
24	1	
25	1	
26	0	D6
27	1	
28	1	
29	1	
30	0	D16
31	1	
32	1	
33	1	
34	1	
35	1	
36	1	
37	1	
38	0	D1
39	0	D15
40	1	
41	0	D11
42	0	D5
43	1	
44	1	
45	1	
46	1	
47	1	
48	1	
49	1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

50	1	
51	1	
52	1	
53	0	D13
54	1	
55	1	
56	1	
57	1	
58	1	
59	1	
60	1	

หมายเหตุ : 1. หมายเลข 1 คือ ประเภทของผลมังคุดที่คัดถูกต้อง

2. หมายเลข 0 คือ ประเภทของผลมังคุดที่คัดผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.25 แสดงผลการทดลองเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลภาพโดยมีความเร็วในการป้อน 1.43 ผลต่อวินาที ครั้งที่ 7

ครั้งที่	ผลการทดลอง	ประเภทของผลมังคุดที่คัดผิดพลาด
1	1	
2	1	
3	1	
4	1	
5	1	
6	1	
7	1	
8	1	
9	1	
10	1	
11	1	
12	0	D4
13	0	D18
14	0	D15
15	1	
16	1	
17	1	
18	1	
19	1	
20	1	
21	1	
22	1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

23	0	D11
24	1	
25	1	
26	1	
27	1	
28	0	D16
29	1	
30	1	
31	1	
32	1	
33	1	
34	1	
35	1	
36	1	
37	1	
38	1	
39	1	
40	1	
41	1	
42	1	
43	0	D2
44	1	
45	0	D17
46	1	
47	1	
48	1	
49	1	
50	1	
51	0	D1
52	1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

53	1	
54	0	D19
55	0	D9
56	1	
57	0	D5
58	1	
59	0	D1
60	1	

หมายเหตุ : 1. หมายเลข 1 คือ ประเภทของผลมังคุดที่คัดถูกต้อง

2. หมายเลข 0 คือ ประเภทของผลมังคุดที่คัดผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.26 แสดงผลการทดลองเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลภาพโดยมีความเร็วในการป้อน 1.43 ผลต่อวินาที ครั้งที่ 8

ครั้งที่	ผลการทดลอง	ประเภทของผลมังคุดที่คัดผิดพลาด
1	1	
2	1	
3	0	D2
4	1	
5	1	
6	0	D17
7	1	
8	1	
9	1	
10	1	
11	0	D20
12	1	
13	1	
14	1	
15	1	
16	1	
17	1	
18	1	
19	1	
20	0	D14
21	0	D1
22	1	
23	0	D10
24	1	
25	0	D3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

26	1	
27	1	
28	1	
29	1	
30	0	D11
31	1	
32	1	
33	0	D16
34	1	
35	1	
36	1	
37	1	
38	1	
39	0	D4
40	1	
41	1	
42	1	
43	1	
44	1	
45	0	D6
46	1	
47	0	D18
48	1	
49	1	
50	1	
51	0	
52	1	
53	0	D13
54	0	D9
55	1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

56	1	
57	1	
58	1	
59	1	
60	0	D5

หมายเหตุ : 1. หมายเลข 1 คือ ประเภทของผลมังคุดที่คัดถูกต้อง

2. หมายเลข 0 คือ ประเภทของผลมังคุดที่คัดผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.27 แสดงผลการทดลองเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลภาพโดยมีความเร็วในการป้อน 1.43 ผลต่อวินาที ครั้งที่ 9

ครั้งที่	ผลการทดลอง	ประเภทของผลมังคุดที่คัดผิดพลาด
1	1	
2	0	D4
3	1	
4	1	
5	0	D5
6	1	
7	1	
8	1	
9	1	
10	1	
11	1	
12	1	
13	1	
14	1	
15	1	
16	0	D2
17	0	D8
18	1	
19	0	D18
20	1	
21	1	
22	1	
23	1	
24	1	
25	0	D11
26	1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

27	1	
28	1	
29	1	
30	1	
31	0	D1
32	1	
33	1	
34	1	
35	1	
36	0	D6
37	0	D12
38	1	
39	1	
40	1	
41	1	
42	1	
43	1	
44	1	
45	0	D17
46	1	
47	1	
48	1	
49	0	D7
50	1	
51	1	
52	1	
53	0	D19
54	0	D20
55	1	
56	1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

57	1	
58	1	
59	0	D9
60	0	D19

หมายเหตุ : 1. หมายเลข 1 คือ ประเภทของผลมังคุดที่คัดถูกต้อง

2. หมายเลข 0 คือ ประเภทของผลมังคุดที่คัดผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ผลการทดลองเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลภาพ

ตารางที่ ค.1 แสดงผลการทดลองเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลภาพ ที่ความเร็วในการป้อน 3.33 ผลต่อวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ครั้งที่	M	O	D	เวลาเฉลี่ย (วินาที)	Total Error	Efficiency (เปอร์เซ็นต์)
1	-	-	6	203.4	6	96.67
2	-	2	8	197.5	10	94.44
3	-	-	13	199.43	13	92.77
AVG				200.20		94.62
S.D.						2.06
C.V.						1.95

ตารางที่ ค.2 แสดงผลการทดลองเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลภาพ ที่ความเร็วในการป้อน 2.29 ผลต่อวินาที

ครั้งที่	M	O	D	เวลาเฉลี่ย (วินาที)	Total Error	Efficiency (เปอร์เซ็นต์)
1	4	1	22	133.8	27	85
2	-	-	21	140.21	21	88.33
3	-	-	20	139.8	20	88.88
AVG				137.93		87.40
S.D.						2.09
C.V.						2.39

ตารางที่ ค.3 แสดงผลการทดลองเครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลภาพ ที่ความเร็วในการป้อน 1.43 ผลต่อวินาที

ครั้งที่	M	O	D	เวลาเฉลี่ย	Total Error	Efficiency

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

				(วินาที)		(เปอร์เซ็นต์)
1	7	-	37	83.6	44	75.56
2	-	-	42	87	42	76.66
3	-	-	43	87.4	43	76.11
AVG				200.20		76.11
S.D.						0.55
C.V.						0.72

ประวัติผู้เขียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวเนตรชนก ทองดอนเหมือน
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 12 ตุลาคม พ.ศ.2542
ภูมิลำเนา	จังหวัดนครปฐม
ที่อยู่	99 หมู่ 13 ตำบลดอนข่อย อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

ประวัติการศึกษา

- สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมตอนต้น ปีการศึกษา 2558 จากโรงเรียนวัดสระพัง
- สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมตอนปลาย ปีการศึกษา 2561 จากโรงเรียนกำแพงแสนวิทยา
- สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
- วศ.บ. (วิศวกรรมเครื่องกล) ปีการศึกษา 2564 จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร เขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ผลงานและกิจกรรม

- ผ่านการฝึกงานในส่วนวิศวกรรม บริษัท เอส.วี. อินเตอร์กลาส จำกัด (สาขากำแพงแสน)

ประวัติผู้เขียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

.

ชื่อ-นามสกุล	นายภูรินทร์ สุนิพันธ์
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 25 กรกฎาคม พ.ศ.2543
ภูมิลำเนา	จังหวัดชุมพร
ที่อยู่	114 หมู่ 4 ตำบล ตะโก อำเภอ ทุ่งตะโก จังหวัด ชุมพร 86220

ประวัติการศึกษา

- สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมตอนต้น ปีการศึกษา 2558 จากโรงเรียนภูบดินทร์พิทยาลัย
- สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมตอนปลาย ปีการศึกษา 2561 จากโรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัยสุราษฎร์ธานี
- สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต วศ.บ. (วิศวกรรมเครื่องกล) ปีการศึกษา 2564 จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร เขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ผลงานและกิจกรรม

- ผ่านการฝึกงานในส่วนวิศวกรรม จากศูนย์ปฏิบัติการระบบท่อเขต 2 บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน)

ประวัติผู้เขียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อ-นามสกุล	นายอิทธิกร หนูอุ่น
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 3 ธันวาคม พ.ศ.2542
ภูมิลำเนา	จังหวัดระนอง
ที่อยู่	19 ซอย ระนองพัฒนา3/1 ตำบลเขานิเวศน์ ถนนเฉลิมพระเกียรติ อำเภอเมืองจังหวัดระนอง 85000

ประวัติการศึกษา

- สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมตอนต้น ปีการศึกษา 2558 จากโรงเรียนพิชัยรัตนาคาร
- สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมตอนปลาย ปีการศึกษา 2561 จากโรงเรียนพิชัยรัตนาคาร
- สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต วศ.บ. (วิศวกรรมเครื่องกล) ปีการศึกษา 2564 จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร เขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ผลงานและกิจกรรม

- ผ่านการฝึกงานในส่วนวิศวกรรม จากบริษัท สานิตย์ 19 คอร์ปอเรชั่น จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้