

เครื่องแยกเมล็ดกาแฟ

Cherry Bean Selector Machine



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Cherry Bean Selector Machine



THIS THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN MECHATRONICS ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LARDKRABANG

ACADEMIC YEAR 2020

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2563

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องแยกเมล็ดกาแฟ
Cherry Bean Selector Machine

ผู้จัดทำ นายกรทรัพย์ ทรัพย์กรกุล 60010012
นายอาณกร ปิตุทิพย์ 60011184



.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นพดล มณีรัตน์)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เครื่องแยกเมล็ดกาแฟ

โดย

นายกรทรัพย์ ทรัพย์กรกุล 60010012

นายอาณกร ปิตุทิพย์ 60011184

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์.ดร.นพดล มณีรัตน์

ปีการศึกษา 2563

บทคัดย่อ

ปัญญานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและสร้างเครื่องแยกเมล็ดกาแฟ เพื่อลดระยะเวลาในการคัดแยก และเพิ่มประสิทธิภาพความแม่นยำในการคัดแยกที่สูง เพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ที่คัดแยก ลดความผิดพลาดที่เกิดจากการทำงานของมนุษย์ ลดทอนเวลาในการทำงานและทรัพยากรแรงงานที่ต้องนำมาใช้ในการคัดแยก โดยใช้หลักการประมวลผลภาพในการคัดแยก โดยไมโครคอนโทรลเลอร์ใช้ติดต่อกับส่วนที่ใช้ในการประมวลผลภาพ โดยจะแสดงการทำงานผ่านหน้าจอบริการอินเทอร์เน็ตเฟช และกล้องวิดีโอเป็นตัวรับข้อมูลของเมล็ดกาแฟที่จะทำการคัดแยก โดยขั้นตอนหลักของการประมวลผลภาพคือการเลือกสีพื้นและองค์ประกอบที่เหมาะสม การกำจัดสัญญาณรบกวนและลดความคลาดเคลื่อนของการตรวจจับโดยใช้หลอดไฟแอลอีดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Cherry Bean Selector Machine

By

Mr. Kornsup Supkornkul 60010012

Mr. Arnakorn Pitutip 60011184

Advisor

Asst. Prof. Dr. Noppadol Maneerat

Academic Year 2020

ABSTRACT

The objective of this thesis is study and construct the coffee bean separator which can reduce separation time and increasing the efficiency of high separation accuracy, increase the value of the extracted products, reduce mistakes caused by human work, reduce working time and labor resources that need to be used for sorting by using image processing principles. The microcontroller is used to interface with the image processing part that can show the operation through the interface screen. The video camera is the receiver of the coffee beans that will be sorted. The main steps of image processing are choosing the right floor color and composition eliminating interference and reduce detection discrepancies using LED bulbs.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาโทสำเร็จลุล่วงได้ เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์ช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นพดล มณีรัตน์ ที่กรุณาให้คำปรึกษาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง คอยแนะนำช่วยเหลือในการแก้ไขปัญหา คอยให้ความรู้ เอาใจใส่ ตลอดจนให้ความช่วยเหลือจนสำเร็จได้ด้วยดี พวกเราผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านอาจารย์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้ให้ความรู้ในทุก ๆ รายวิชาที่ศึกษาเพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับการทำปริญญาโทสำเร็จ โดยคณาจารย์ทุกท่าน ได้ถ่ายทอดความรู้ทั้งทางด้านวิชาการ ความรู้ทั่วไป และประสบการณ์ต่าง ๆ จนสามารถนำมาใช้ในการทำงานและการดำเนินชีวิตได้อย่างดียิ่ง

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ ในภาควิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ ที่คอยให้คำแนะนำ ช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการทำปริญญาโท รวมถึงตลอดระยะเวลาที่ได้เรียนรู้และศึกษาในภาควิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์

สุดท้ายขอขอบพระคุณ บิดา มารดาอันเป็นที่เคารพรักยิ่ง ซึ่งเป็นผู้ให้ความรัก กำลังใจ และสนับสนุนการศึกษาของคณะผู้จัดทำโดยตลอด ทำให้คณะผู้จัดทำมีวันนี้ คณะผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งในพระคุณเป็นอย่างสูง

ผู้จัดทำ

กรรทัพย์ ทรัพย์กรกุล

อาณกร ปิตุทิพย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ

หน้า

บทที่ 1	1
1.1 บทนำ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการทำปริญญานิพนธ์	1
1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์	1
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
บทที่ 2	3
2.1 การเคลื่อนที่ของวัตถุ	3
2.2 โมเมนตัมและการชน.....	5
2.2.1 โมเมนตัมเชิงเส้นและการอนุรักษ์เชิงเส้น	5
2.2.2 โมเมนตัมและการชน.....	5
2.3 การดลและโมเมนตัม	6
2.4 พลศาสตร์ของของไหล	6
2.4.2 สมการความต่อเนื่อง.....	7
2.5 การประมวลผลภาพ.....	8
2.5.1 โหมดสีที่ใช้.....	8
2.5.2 เมทริกซ์เพื่อการปรับภาพ	9
2.6 รีเลย์	10
2.7 Power Supply	10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ในการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ถือว่าห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.8 บอร์ดเพิ่มแรงดัน.....	10
2.9 บอร์ด raspberry pi 4	11
บทที่ 3.....	12
3.1 ออกแบบเครื่อง.....	12
3.2 การศึกษาโปรแกรมและการเขียนโปรแกรม	13
3.3 การออกแบบรอบการทำงานของโปรแกรม	16
บทที่ 4.....	18
4.1 การสร้างเครื่องจักร	18
4.2 การทำงานของโปรแกรม.....	19
4.2.1 การทำงานของโปรแกรมเมื่อประยุกต์ใช้กับเครื่อง	19
4.3 Flowchart ของโปรแกรม.....	20
บทที่ 5.....	22
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน	22
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	22
เอกสารอ้างอิง.....	22
ภาคผนวก ก	24
ภาคผนวก ข	25
ภาคผนวก ค	27
ประวัติผู้เขียน.....	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 การชน โดยไม่มีแรงภายนอกมากระทำ	3
2.2 การชน โดยไม่มีแรงภายนอกมากระทำ	5
2.3 การไหลของของไหลในอุดมคติ	7
2.4 สเปกตรัมของสีในรูปขององศา	8
2.5 การแปลงรูปภาพเป็นข้อมูลตัวเลข	9
2.6 การเปลี่ยนข้อมูลระหว่างตัวเลข	9
2.7 รีเลย์ 5 โวลต์	10
2.8 Power Supply	10
2.9 บอร์ดเพิ่มแรงดัน	11
2.10 บอร์ด Raspberry pi 4	11
3.1 แบบเบื้องต้นของเครื่องแยกเมล็ดกาแฟ	12
3.2 แบบเบื้องต้นของเครื่องแยกเมล็ดกาแฟ	12
3.3 แบบเบื้องต้นของเครื่องแยกเมล็ดกาแฟ	13
3.4 ภาพที่ได้จาก Thresholding	14
3.5 ภาพที่ได้จาก การคอนทัวร์	14
3.6 ภาพที่ได้จาก Bounding Rectangle	15
3.7 การตั้งค่าเพื่อจับวัตถุ	15
3.8 รอบการทำงาน	17
4.1 การเทียบกันระหว่างการออกแบบและภาพประกอบจริง	18
4.2 การทำงานของโปรแกรม	19
4.3 การทำงานของโปรแกรมกับเครื่อง	20
4.4 Flowchart	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญตาราง

ตารางที่

หน้า

1.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

2



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 1

บทนำ

1.1 บทนำ

ในปัจจุบันการบริโภคกาแฟได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้นและมีแหล่งผลิตและส่งเมล็ดกาแฟที่หลากหลายที่ ซึ่งทำให้กาแฟมีหลากหลายในด้านของคุณภาพและรสชาติ ซึ่งการจำหน่ายเมล็ดกาแฟในแหล่งผลิตขนาดใหญ่จะใช้เครื่องจักรในการแยกเมล็ดกาแฟที่สามารถนำไปจำหน่ายได้ และเมล็ดที่ด้อยในด้านของรูปร่างและความสมบูรณ์ของเมล็ด แต่ในแหล่งผลิตรายย่อย หรือแหล่งผลิตที่มีขนาดเล็ก ละใช้มนุษย์ในการแยกเมล็ดกาแฟ ซึ่งจะกินเวลานาน และความแม่นยำจะมีน้อยกว่าการใช้เครื่องจักรในการคัดแยก ใช้เวลาที่มากกว่า ทำให้การจำหน่ายเมล็ดกาแฟได้ราคาต่ำกว่าที่ควรจะเป็น เนื่องจากมีความผิดพลาดในการคัดแยก โดยราคาของเครื่องแยกเมล็ดกาแฟมีราคาที่สูงและกำลังการทำงานที่เกินกว่าผลผลิตที่ทำได้จึงไม่คุ้มทุนที่จะซื้อเพื่อนำมาทำการคัดแยก แต่หากมีเครื่องแยกเมล็ดกาแฟที่มีขนาดเล็กลง กำลังการคัดแยกที่พอเหมาะ และราคาที่เหมาะสมกับการคัดแยกในแหล่งผลิตขนาดเล็ก ก็จะเป็นการทำให้เกิดการพัฒนาในผู้ผลิตรายย่อย ทั้งด้านความแม่นยำในการคัดแยก การลดทรัพยากรมนุษย์ในการคัดแยก และระยะเวลาในการคัดแยกลง โดยจะเพิ่มรายได้ให้กับผู้ผลิตรายย่อย และสร้างความหลากหลายเพิ่มขึ้นในการบริโภคกาแฟ

1.2 วัตถุประสงค์ของการทำปริญญานิพนธ์

- 1.2.1 เพื่อศึกษาการทำงานของเครื่องแยกเมล็ดกาแฟโดยใช้หลักการประมวลผลภาพ
- 1.2.2 เพื่อออกแบบเครื่องแยกเมล็ดกาแฟเซอร์โด้โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมเครื่องจักร
- 1.2.3 เพื่อสร้างเครื่องแยกเมล็ดกาแฟเซอร์โด้

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

- 1.3.1 ศึกษาการจำแนกด้วยการประมวลผลภาพ และนำไปประยุกต์เขียนโปรแกรมการแยกให้กับเครื่องคัดแยกเมล็ดกาแฟ

1.3.2 ศึกษาลักษณะของเมล็ดกาแฟ เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบเครื่องแยกเมล็ดกาแฟให้มีความเหมาะสมและตรงตามที่ต้องการ
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

1.3.3 จำลองการตัดแยกโดยใช้ควบคุมความเร็วในการตัดแยกและความแม่นยำในการตัดแยก

1.3.4 เครื่องแยกเมล็ดคาแฟใช้สำหรับการตัดแยกเมล็ดคาแฟเซอร์รี่เพียงเท่านั้น

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน	2563					2564			
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
1.ศึกษาทฤษฎีและหาข้อมูลต่างๆ	←		→						
2.ออกแบบเครื่องแยกเมล็ดคาแฟด้วยโปรแกรม Solidworks			←	→					
3.สร้างโปรแกรมการตัดแยกด้วยการประมวลผลภาพด้วย PYTHON					←	→			
4.สร้างเครื่องแยกเมล็ดคาแฟ						←	→		
5.ทดสอบและแก้ไขความผิดพลาดที่เกิดขึ้น							←	→	
6.สรุปผลและตรวจสอบความเรียบร้อย									←

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.5.1 ได้เรียนรู้วิธีการตัดแยกด้วยการประมวลผลภาพ
- 1.5.2 ได้เรียนรู้การสร้างโปรแกรมการตัดแยกด้วย Python
- 1.5.3 สามารถออกแบบเครื่องแยกเมล็ดคาแฟที่มีขนาดเล็ก

สามารถสร้างเครื่องแยกเมล็ดคาแฟที่มีความแม่นยำและประสิทธิภาพสูงในงบประมาณที่ต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

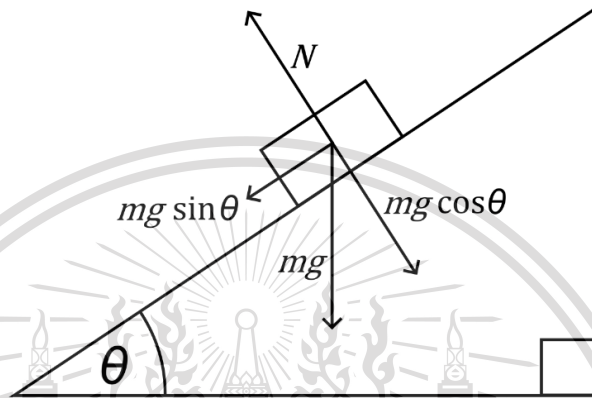
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การเคลื่อนที่ของวัตถุ

การเคลื่อนที่ความเร็ว และความเร่งวัตถุบนพื้นเอียง มีการแสดงถึงแรงต่าง ๆ ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 การชน โดยไม่มีแรงภายนอกมากระทำ

จากรูปที่ 2.1 เกิดเป็นความเร่งบนพื้นผิว ดังสมการที่ (2.1)

$$a = (g \sin \theta - \mu g \cos \theta) \quad (2.1)$$

ความเร่งในแนวตั้ง ดังสมการที่ (2.2)

$$a = (g \sin \theta - \mu g \cos \theta) \cos \theta \quad (2.2)$$

และความเร่งในแนวระนาบ ดังสมการที่ (2-3)

$$a = (g \sin \theta - \mu g \cos \theta) \sin \theta \quad (2.3)$$

ดังนั้นจากความเร่งในแนวทั้งสองแนวนี้สามารถหาความเร็วชั่วขณะในแต่ละแนวได้ความเร็วชั่วขณะบนพื้นผิว ดังสมการที่ (2.4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

$$v = \frac{[mg\cos\theta + \mu mg\sin\theta]}{dt} \quad (2.4)$$

ความเร็วชั่วขณะในแนวตั้ง ดังสมการที่ (2.5)

$$v = \frac{[-(g\sin\theta - \mu g\cos\theta)\sin\theta + (g\cos\theta + \mu g\sin\theta)\cos\theta]}{dt} \quad (2.5)$$

ความเร็วชั่วขณะในแนวระนาบ ดังสมการที่ (2.6)

$$v = \frac{[(g\sin\theta - \mu g\cos\theta)\cos\theta + (-g\cos\theta + \mu g\sin\theta)\sin\theta]}{dt} \quad (2.6)$$

เกิดเป็นความเร่งบนพื้นผิวเป็น ดังสมการที่ (2.7)

$$a = \frac{mg\sin\theta - \mu mg\cos\theta}{m} \quad (2.7)$$

ความเร่งในแนวตั้งจึงเป็น ดังสมการที่ (2.8)

$$a = (g\sin\theta - \mu g\cos\theta)\cos\theta \quad (2.8)$$

ความเร่งในแนวระนาบเป็น ดังสมการที่ (2.9)

$$a = (g\sin\theta - \mu g\cos\theta)\sin\theta \quad (2.9)$$

ดังนั้นจากความเร่งในแนวทั้งสองแนวนี้สามารถหาความเร็วชั่วขณะในแต่ละแนวได้

ความเร็วชั่วขณะบนพื้นผิว ดังสมการที่ (2.10)

$$v = \frac{[mg\cos\theta + \mu mg\sin\theta]}{dt} \quad (2.10)$$

ความเร็วชั่วขณะในแนวตั้ง ดังสมการที่ (2.11)

$$v = \frac{[-(g\sin\theta - \mu g\cos\theta)\sin\theta + (g\cos\theta + \mu g\sin\theta)\cos\theta]}{dt} \quad (2.11)$$

ความเร็วชั่วขณะในแนวระนาบ ดังสมการที่ (2.12)

$$v = \frac{[(g\sin\theta - \mu g\cos\theta)\cos\theta + (-g\cos\theta + \mu g\sin\theta)\sin\theta]}{dt} \quad (2.12)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.2 โมเมนตัมและการชน

โมเมนตัมหมายถึง ความสามารถในการเคลื่อนที่ของวัตถุ ซึ่งมีค่าเท่ากับผลคูณระหว่างมวลกับความเร็ววัตถุ มวลเป็นปริมาณสเกลาร์ แต่ความเร็วเป็นปริมาณเวกเตอร์ เมื่อนำมาคูณกัน โมเมนตัม จึงเป็นปริมาณเวกเตอร์ได้ดังสมการข้างต้น ดังสมการที่ (2.13)

$$\bar{p} = m\bar{v} \quad (2.13)$$

2.2.1 โมเมนตัมเชิงเส้นและการอนุรักษ์เชิงเส้น

กฎการอนุรักษ์กล่าวว่า “ ถ้าไม่มีแรงภายนอกมากระทำต่อระบบแล้ว ผลรวมของโมเมนตัมของระบบ จะมีค่าคงตัว ” เราสามารถพิสูจน์ที่มีกฎอนุรักษ์โมเมนตัม โดยใช้กฎข้อสอง ของนิวตัน ดังสมการที่ (2.14)

$$\sum F = ma \quad (2.14)$$

$$\sum F = \frac{d(mv)}{dt} \quad (2.15)$$

$$\sum F = \frac{d(p)}{dt} \quad (2.16)$$

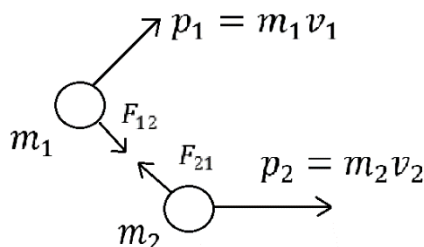
เมื่อแรงภายนอกมากระทำต่อระบบ $\sum F = 0$ จะได้ ดังสมการที่ (2.17)

$$0 = \frac{d(p)}{dt} \quad (2.17)$$

ดังนั้นโมเมนตัม หรือ p จึงเป็นค่าคงตัว

2.2.2 โมเมนตัมและการชน

พิจารณาการชนของอนุภาค โดยไม่มีแรงภายนอกมากระทำ ดังรูปที่ 2.2



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 2.2 การชน โดยไม่มีแรงภายนอกมา
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
กระทำ

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

โดยที่ F_{12} และ F_{21} เป็นแรงดึงดูดระหว่างมวล เนื่องจาก $F_{12} = -F_{21}$ ดังนั้นจึงได้ตั้งสมการที่ (2.18)

$$\frac{d(p_1)}{dt} = -\frac{d(p_2)}{dt} \quad (2.18)$$

$$\frac{d(p_1+p_2)}{dt} = 0 \quad (2.19)$$

จะได้ว่า $p_1 + p_2$ มีค่าคงตัว แสดงให้เห็นว่า ไม่มีแรงภายนอกมากระทำอนุภาค

2.3 การดลและโมเมนตัม

แรงดล หมายถึง แรงที่มากระทำต่อวัตถุในช่วงเวลาสั้น ๆ หรืออัตราการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมที่เปลี่ยนไปในช่วงหนึ่งหน่วยเวลา แรงดลมีหน่วยเป็นนิวตัน สามารถคำนวณหาแรงดลได้ดังนี้

จากกฎที่สองของนิวตัน ตั้งสมการที่ (2.20)

$$F = \frac{d(p)}{dt} \quad (2.20)$$

จะได้ ตั้งสมการที่ (2.21)

$$F dt = d(p) \quad (2.21)$$

ดังนั้น ตั้งสมการที่ (2.22)

$$\int f dt = \int dp \quad (2.22)$$

ดังนั้น การดล ก็คือ $\int f dt$ หรือ ก็คือ ผลต่างของโมเมนตัมในช่วงเวลาหนึ่ง

2.4 พลศาสตร์ของของไหล

2.4.1 คุณสมบัติของของไหลในอุดมคติ

1. มีการไหลอย่างสม่ำเสมอ หมายถึงความเร็วของทุกอนุภาค ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ของของไหลมีค่าคงตัว

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. มีการไหลโดยไม่หมุน คืออนุภาคจะไม่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วเชิงมุม

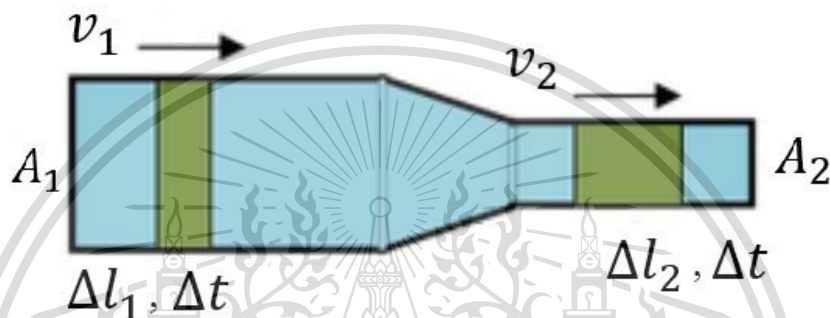
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3. มีการไหลโดยไม่มีแรงต้านเนื่องจากความหนืด หมายถึงไม่มีแรงต้าน ในเนื้อของของไหล
4. ไม่สามารถอัดได้ หมายความว่าของไหลมีปริมาตรคงตัวมีความหนาแน่นเท่าเดิมตลอด

2.4.2 สมการความต่อเนื่อง

เมื่อของไหลในอุดมคติไหลอย่างสม่ำเสมอผ่านหลอดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เท่ากัน ปริมาตรที่ไหลผ่านพื้นที่ A_1 ในเวลา Δt จะเท่ากับปริมาตรที่ไหลผ่านพื้นที่ A_2 ในเวลา Δt เช่นกัน ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 การไหลของของไหลในอุดมคติ

จะได้ว่า มวลที่ไหลผ่านพื้นที่ A_1 ดังสมการที่ (2.23)

$$\Delta m_1 = \rho_1 \Delta V_1 = \rho_1 A_1 v_1 \Delta t \quad (2.23)$$

และ มวลที่ไหลผ่านพื้นที่ A_2 ดังสมการที่ (2.24)

$$\Delta m_2 = \rho_2 \Delta V_2 = \rho_2 A_2 v_2 \Delta t \quad (2.24)$$

มวลทั้งสองส่วนมีค่าเท่ากันจะได้ ดังสมการที่ (2.25)

$$\Delta m_1 = \Delta m_2 \quad (2.25)$$

ดังนั้น $\rho_1 A_1 v_1 \Delta t = \rho_2 A_2 v_2 \Delta t$ โดยที่ความหนาแน่นของเหลวมีค่าเท่ากัน

ดังนั้น $A_1 v_1 = A_2 v_2$ จึงพบว่า Av มีค่าคงตัว เราจึงเรียกสมการนี้ว่า สมการความต่อเนื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.5 การประมวลผลภาพ

2.5.1 โหมดสีที่ใช้

- โหมด RGB (Red, Green, Blue)

ประกอบด้วยสีสามสี คือ สีแดง, สีเขียว และสีน้ำเงิน ซึ่งการสร้างงานกราฟิกนั้นจะใช้โหมด RGB นี้เป็นหลัก โหมด RGB นี้จะเกิดขึ้นจากการผสมแสงสามสี ให้เกิดเป็นจุดสี

- โหมด BGR

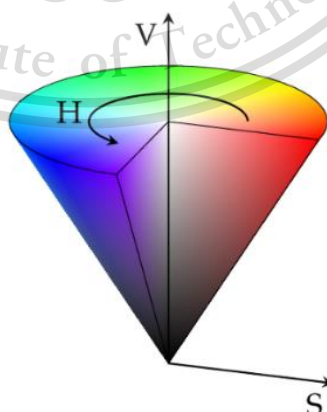
ประกอบด้วยสามสีเช่นกัน คือ สีแดง , สีเขียว และสีน้ำเงินเช่นกัน แต่เป็นสีที่มีความหลากหลายด้านเฉดสี มากกว่า โหมด RGB

- โหมด Grayscale

โหมดสำหรับภาพขาวดำ โดยมีระดับความเข้มของสีขาว 256 ระดับ และมีความเข้มของสีดำ 256 ระดับเช่นกัน

- โหมด HSV (Hue Saturation Value)

เป็นโหมดสีที่สอดคล้องกับการแบ่งสีของมนุษย์มากขึ้น ใช้ Hue Saturation และ Value ซึ่ง Hue คือค่าสีของสีหลัก (แดง เขียว และน้ำเงิน) ในทางปฏิบัติจะอยู่ระหว่าง 0 และ 255 ซึ่งถ้า Hue มีค่าเท่ากับ 0 จะแทนสีแดงและเมื่อ Hue มีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ สีก็จะเปลี่ยนแปลงไปตามสเปกตรัมของสีจนถึง 256 จึงจะกลับมาเป็นสีแดงอีกครั้ง ซึ่งสามารถแทนให้อยู่ในรูปขององศาได้ ดังนี้คือ สีแดง = 0 องศา สีเขียวเท่ากับ 120 องศา สีน้ำเงินเท่ากับ 240 องศา ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 สเปกตรัมของสีในรูปขององศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในองค์กรซึ่งจะไม่นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.5.2 เมทริกซ์เพื่อการปรับภาพ

เม็ดสีขนาดเล็กรวมกันเป็นจำนวนมากเกิดขึ้นเป็นรูปภาพ และเม็ดสี 1 หน่วย แทนเป็นเมทริกซ์ขนาด 1×1 หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า Pixel โดยในรูปจะเป็นหน่วยเม็ดสีเรียงกัน โดยสีขาวจะเป็นค่า 0 และ สีอื่นจะเป็นค่าที่ต่างกันไป ซึ่งการปรับภาพเป็นการเปลี่ยนสีอื่นให้เข้ากับสีขาวโดยอาศัยเมทริกซ์แบบ 2 มิติในการเปลี่ยน โดยค่าที่ใช้ในระบบเมทริกซ์ 2 มิตินี้ขึ้นอยู่กับการใช้งาน ดังรูปที่ 2.5

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	90	90	90	90	90	0	0
0	0	0	90	90	90	90	90	0	0
0	0	0	90	90	90	90	90	0	0
0	0	0	90	0	90	90	90	0	0
0	0	0	90	90	90	90	90	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	90	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

รูปที่ 2.5 การแปลงรูปภาพเป็นข้อมูลตัวเลข

จากรูป 2.5 เป็นรูปที่แปลงรูปภาพเป็นข้อมูลตัวเลข เมื่อต้องการเปลี่ยนค่าโดยใช้เมทริกซ์ 3×3 หมายความว่า เป็นการเปลี่ยนข้อมูลระหว่างตัวเลขและข้อมูลรอบๆข้าง ถัดไป 3 ช่อง ดังรูปที่ 2.6

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	20	30	30	30	20	10	0
0	0	0	20	40	60	60	40	20	0
0	0	0	30	60	90	90	90	60	30
0	0	0	30	50	80	80	90	60	30
0	0	0	30	50	80	80	90	60	30
0	0	0	20	30	50	50	60	40	20
0	0	0	10	20	30	30	30	20	10
0	0	0	10	10	10	0	0	0	0

รูปที่ 2.6 การเปลี่ยนข้อมูลระหว่างตัวเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.6 รีเลย์

เนื่องจากการลำเลียงเมล็ดจำเป็นต้องใช้สายพาน และการแยกเมล็ดออกจำเป็นต้องใช้ป้อนแรงดันอากาศ ซึ่งสองอย่างนี้ ใช้บอร์ด raspberry pi 4 ในการเชื่อมต่อกับ รีเลย์ เพื่อส่งงานอุปกรณ์ที่ใช้แรงดันที่สูงกว่า ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 รีเลย์ 5 โวลต์

2.7 Power Supply

เพื่อเป็นไฟเลี้ยงให้กับอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้แรงดันที่สูงกว่าที่ Raspberry Pi 4 จะสามารถส่งไปได้ จึงใช้ Power Supply ที่ต่อจากไฟฟ้าสามเฟส โดยมีเอาต์พุตที่แรงดัน 12 โวลต์ 15 แอมป์ ดังรูปที่ 2.8



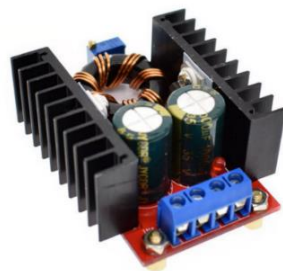
รูปที่ 2.8 Power Supply

2.8 บอร์ดเพิ่มแรงดัน

เนื่องจากอุปกรณ์ Solenoid ที่ผู้ทดลองได้เลือกนั้นต้องใช้แรงดันที่มากกว่า Power Supply จ่ายได้ จึงต้องอาศัยบอร์ดเพิ่มแรงดัน โดยทั้งนี้ อาศัยบอร์ดเพื่อเพิ่มแรงดันอุปกรณ์ Solenoid รุ่น 400W Step Up DC-DC โมดูล ดังรูปที่ 2.9

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

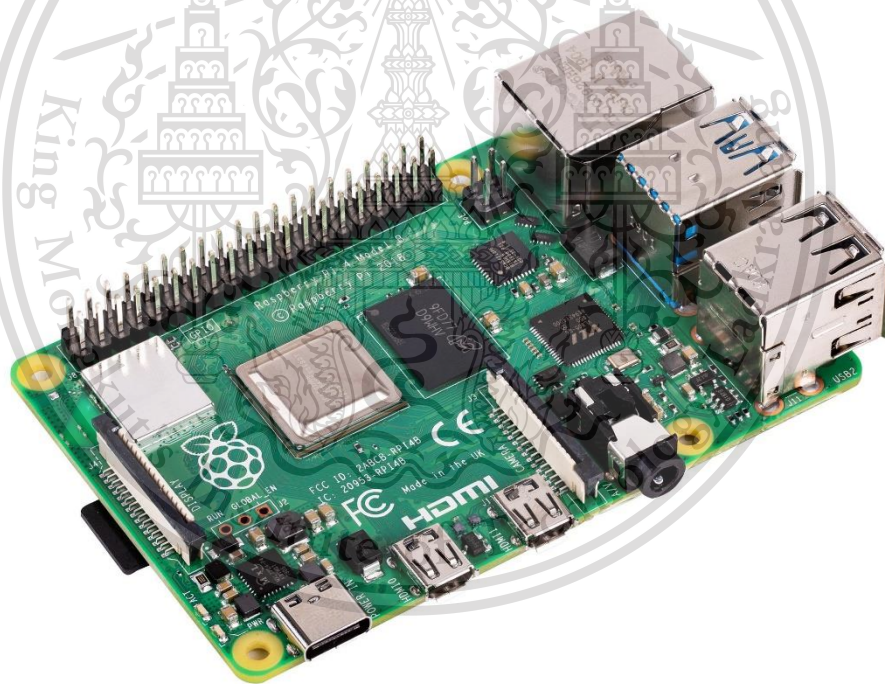
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.9 บอร์ดเพิ่มแรงดัน

2.9 บอร์ด raspberry pi 4

ในงานวิจัยนี้จะใช้ raspberry pi 4 เป็นตัวสั่งการทุกอย่างแทนที่จะใช้ computer หรือ laptop เนื่องจากมีความเล็กกระทัดรัดมากกว่าและสามารถใช้เป็นทั้ง cpu และ คม relay แทน Arduino ได้ ดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 บอร์ด Raspberry pi 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

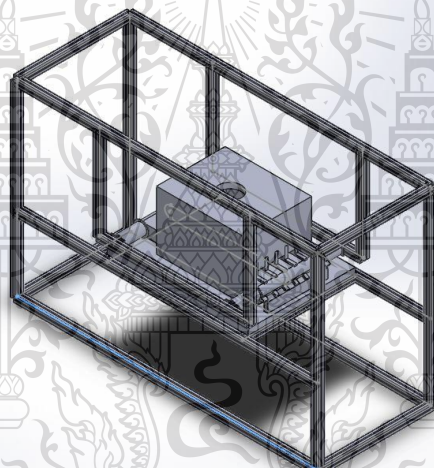
บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

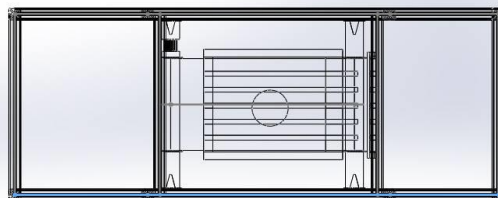
การเริ่มต้นปฏิญญาพันธกิจเครื่องแยกเมล็ดกาแฟนั้น เริ่มต้นจากการเขียนแบบรูปร่างของเครื่องและจำลองการเคลื่อนที่ของส่วนประกอบแต่ละส่วน และพิจารณาความสัมพันธ์ของแต่ละส่วนประกอบนั้น เพื่อให้ได้ผลการทดลองที่ต้องการ

3.1 ออกแบบเครื่อง

เป็นการออกแบบรูปร่างของเครื่อง เริ่มต้นออกแบบด้วยโปรแกรม Solidworks โดยอาศัยวัสดุเป็นอะคริลิกเพราะเป็นวัสดุที่รับแรงได้ในระดับหนึ่ง สามารถหาได้ง่ายและสามารถตัดโดยใช้เครื่องเลเซอร์ตัดได้ โดยแบบของเครื่องเป็นดังรูปที่ 3.1 3.2 3.3



รูปที่ 3.1 แบบเบื้องต้นของเครื่องแยกเมล็ดกาแฟ

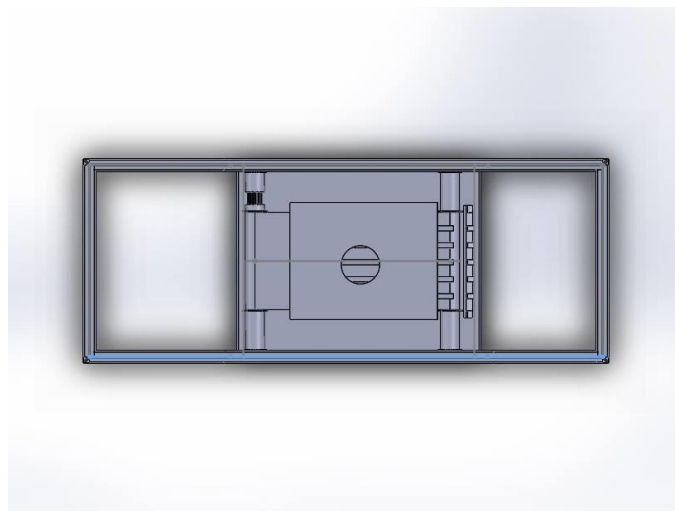


รูปที่ 3.2 แบบเบื้องต้นของเครื่องแยกเมล็ดกาแฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.3 แบบเบืองตันของเครื่องแยกเมล็ดกาแฟ

3.2 การศึกษาโปรแกรมและการเขียนโปรแกรม

เนื่องจากผู้จัดทำไม่มีความรู้เกี่ยวกับ Python เริ่มแรกจึงเป็นการศึกษาการเขียนภาษา Python เพื่อใช้ในการประมวลผลภาพดิจิทัล ใช้โปรแกรม Python ในการเขียนโปรแกรม

- เป็นคำสั่งเปิดกล่องเพื่อใช้ในขั้นตอนของ Image Processing
- แปลงโหมดสีของภาพ (BGR) ให้เป็นโหมด HSV (Hue Saturation Value) โดยการเปลี่ยนโหมดนี้ใช้บัญญัติไตรยางค์ ในการแปลงค่า โดยที่ค่า Hue ในที่นี้จะมีค่าเป็น $0^{\circ} - 360^{\circ}$ เทียบกับค่า BGR ที่มีค่า $0 - 255$ จึงเขียนบัญญัติไตรยางค์ได้ดังสมการที่ (3.1)

$$\frac{1}{360} = \frac{x}{256} \quad (3.1)$$

$$x = 0.711 \quad (3.2)$$

ดังนั้นค่า Hue 1° จะมีค่าเท่ากับ **0.711** ของค่า BGR ค่า Saturation และ ค่า Value นั้นจะมีค่าเป็น 0 เปอร์เซ็นต์ ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ นั่นคือ 1 เปอร์เซ็นต์ของ Saturation และ Value จะมีค่าเท่ากับ **2.56** ของ BGR

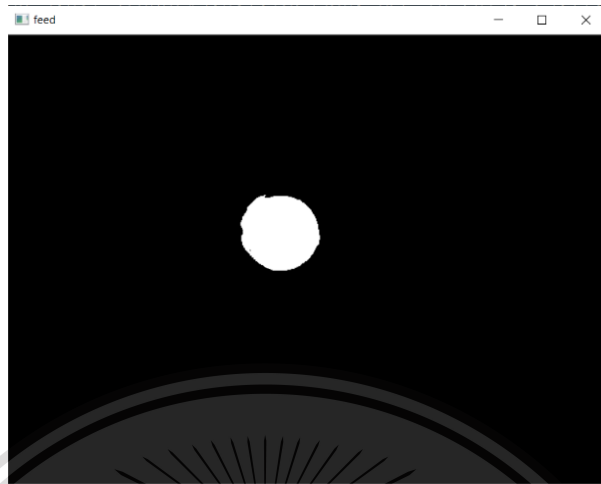
- นำค่าที่ต้องการของแต่ละค่ามาใช้เพื่อการแยกสีที่เราต้องการ

- นำรูปที่ผ่านการแยกสีมาจำกัดสัญญาณรบกวน ขั้นแรกด้วยการใช้ Blur ในการเกลี่ยสีให้เข้าด้วยกัน จากนั้นจึงใช้คำสั่ง Dilate ในการกำจัดจุดช่องว่างภายในวัตถุ
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

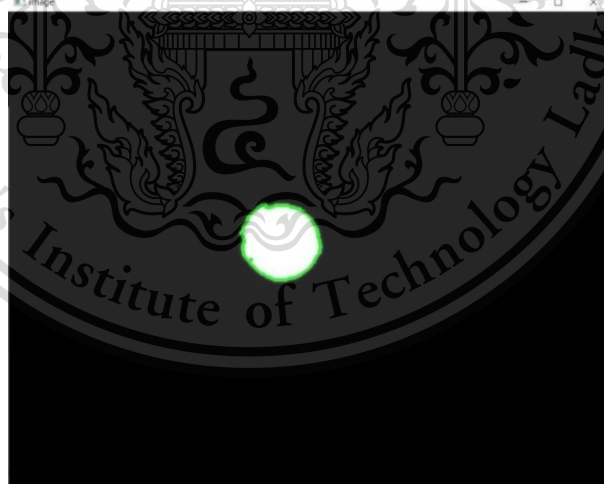
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- เมื่อปรับภาพได้ตามที่ต้องการนำไป Thresholding เป็นคำสั่งที่นิยมใช้กัน เพื่อแยกส่วนที่เป็นวัตถุและพื้นหลังออกจากกันจะได้ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 ภาพที่ได้จาก Thresholding

- ทำการหาขอบของรูปด้วยการคอนทัวร์ เป็นคำสั่งที่แยกระหว่างขอบรูปภาพออกจากกัน แยกโดยใช้วิธีเขียน เมื่อรูปมีค่าในรูปภาพต่างกัน (สีต่างกัน) ดังรูปที่ 3.5

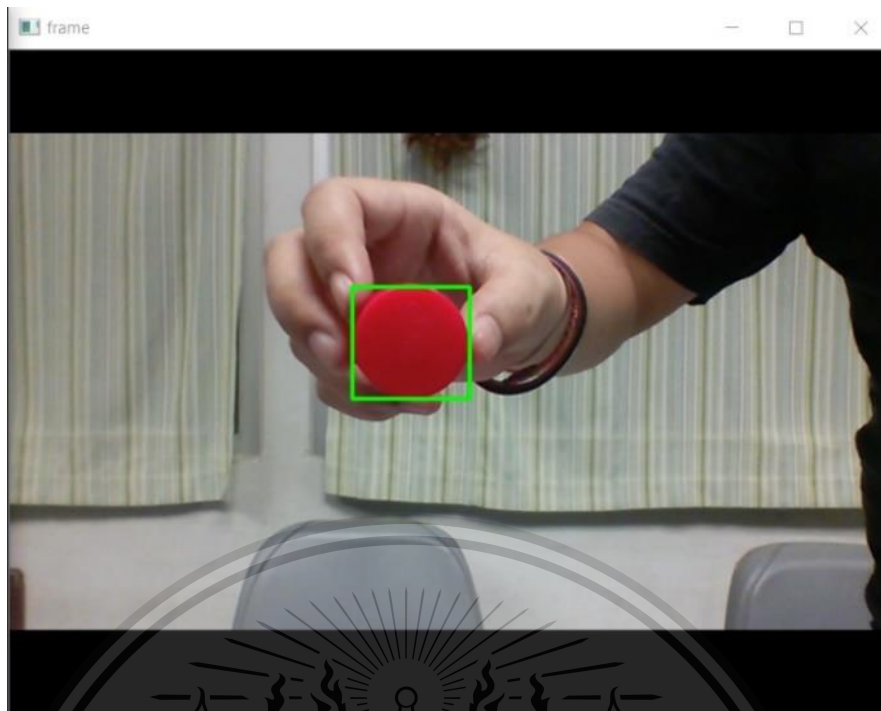


รูปที่ 3.5 ภาพที่ได้จากการคอนทัวร์

- Bounding Rectangle เพื่อทำการเขียนกรอบรูปคอนทัวร์อีกครั้งเพื่อเป็นการติดตามการเคลื่อนไหวของรูปที่จะจับ โดยการเขียนกรอบรูปนี้ ใช้วิธีโดยกำหนดให้ เป็นค่าในแกน X และ แกน Y เป็นขอบบซ้าย และกำหนดให้ ความกว้างคือ W และความยาวคือ H ตั้งค่าให้กรอบตามขนาดพื้นที่ ที่ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ลึกซึ้งหัวข้อนี้ให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ เราต้องการ ดังรูปที่ 3.6

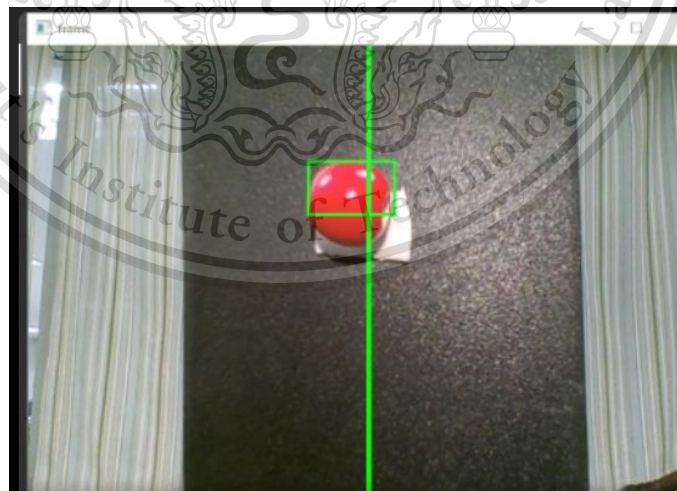
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.6 ภาพที่ได้จาก Bounding Rectangle

- เมื่อได้กรอบรูปแล้ว หลังจากนั้น ตั้งค่าเพื่อจับวัตถุ โดยอาศัยค่า X และ ค่า Y จากการ Bounding Rectangle ได้ดังรูป 3.7



รูปที่ 3.7 การตั้งค่าเพื่อจับวัตถุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.3 การออกแบบรอบการทำงานของโปรแกรม

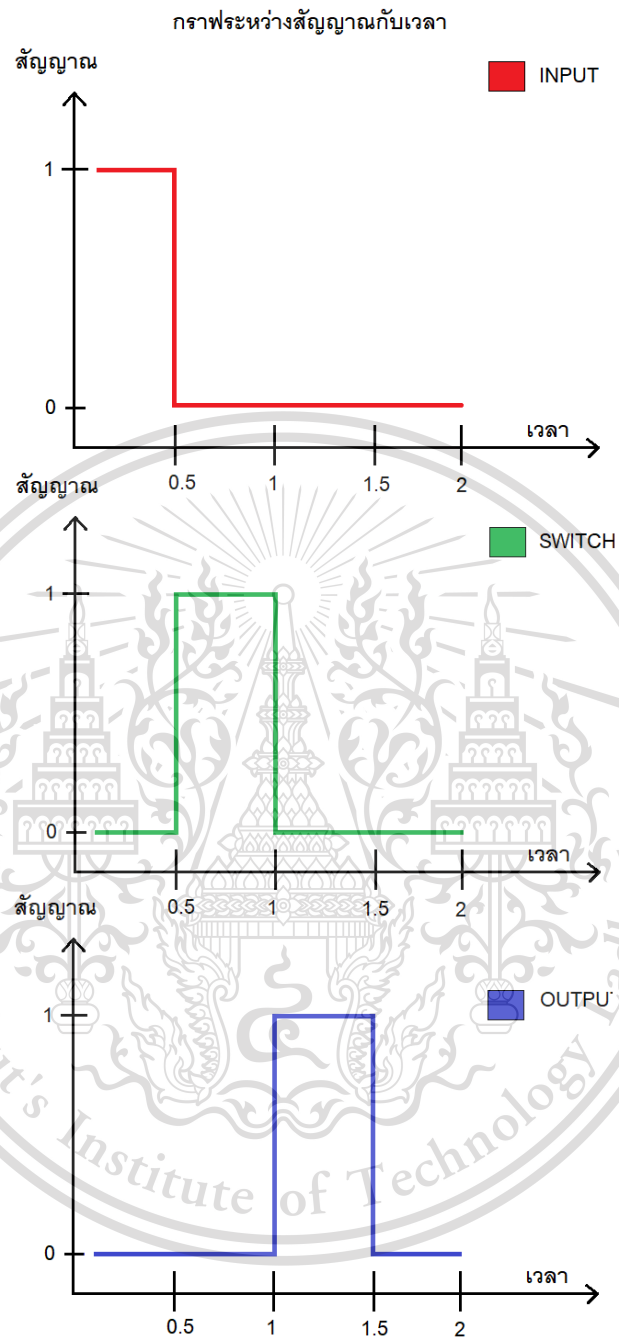
เนื่องจากการทำงานของโปรแกรมต้องอาศัยการหน่วงเวลา เพื่อคำนวณการไหลของเมตริก และการเป่าได้อย่างเที่ยงตรงและแม่นยำ จึงต้องออกแบบรอบการทำงานของโปรแกรกดังรูปที่ 3.8



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.8 รอบการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 4

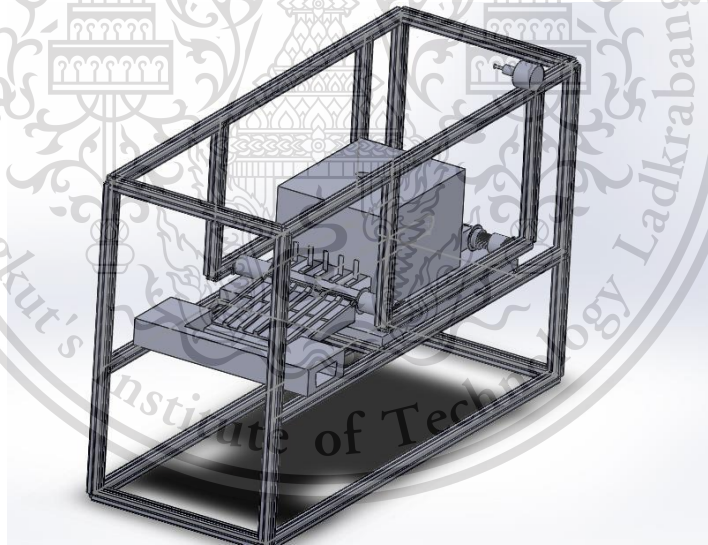
ผลการดำเนินงาน

ผลลัพธ์ของปฏิญาณพันธันี้ จะกล่าวถึงการทำงานของโปรแกรม และการตอบสนองของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

4.1 การสร้างเครื่องจักร

โดยเครื่องจักรจะมีหลายส่วนด้วยกันในการสร้าง โดยอาศัยการออกแบบโครงสร้างและการทำงานที่สัมพันธ์กัน ในการสร้างเครื่องจักรนั้นอาศัยการจำลองโดยใช้ Solidworks โดยใช้อะลูมิเนียมโปรไฟล์เป็นโครงสร้างภายนอก เพื่อให้เป็นฐานวางเครื่อง การใช้วิธีปรีนแบบสามมิติสำหรับชิ้นงานที่ใช้ความละเอียดสูงในบางชิ้นส่วน และการตัดด้วยเลเซอร์เพื่อตัดอะคริลิกมาประกอบเครื่อง ดังรูปที่

4.1

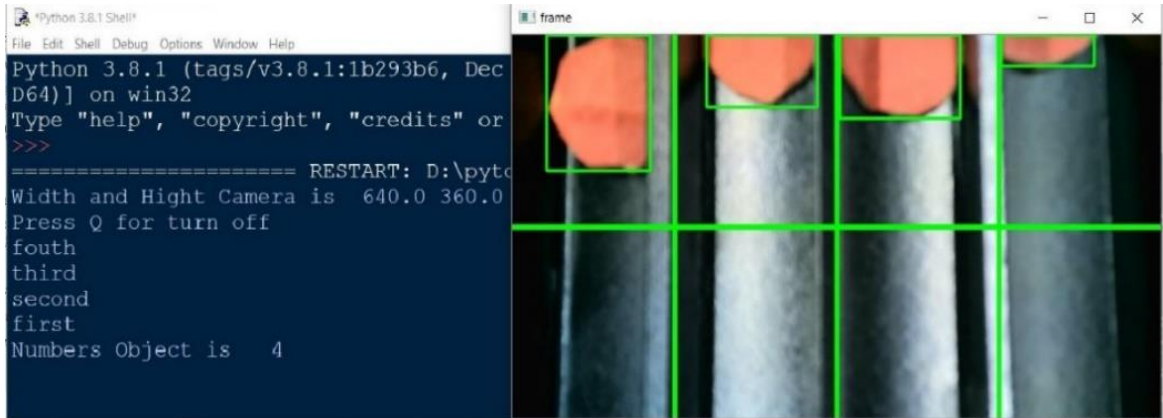


รูปที่ 4.1 ชิ้นงานที่ออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.3 การทำงานของโปรแกรมกับเครื่อง

4.3 Flowchart ของโปรแกรม

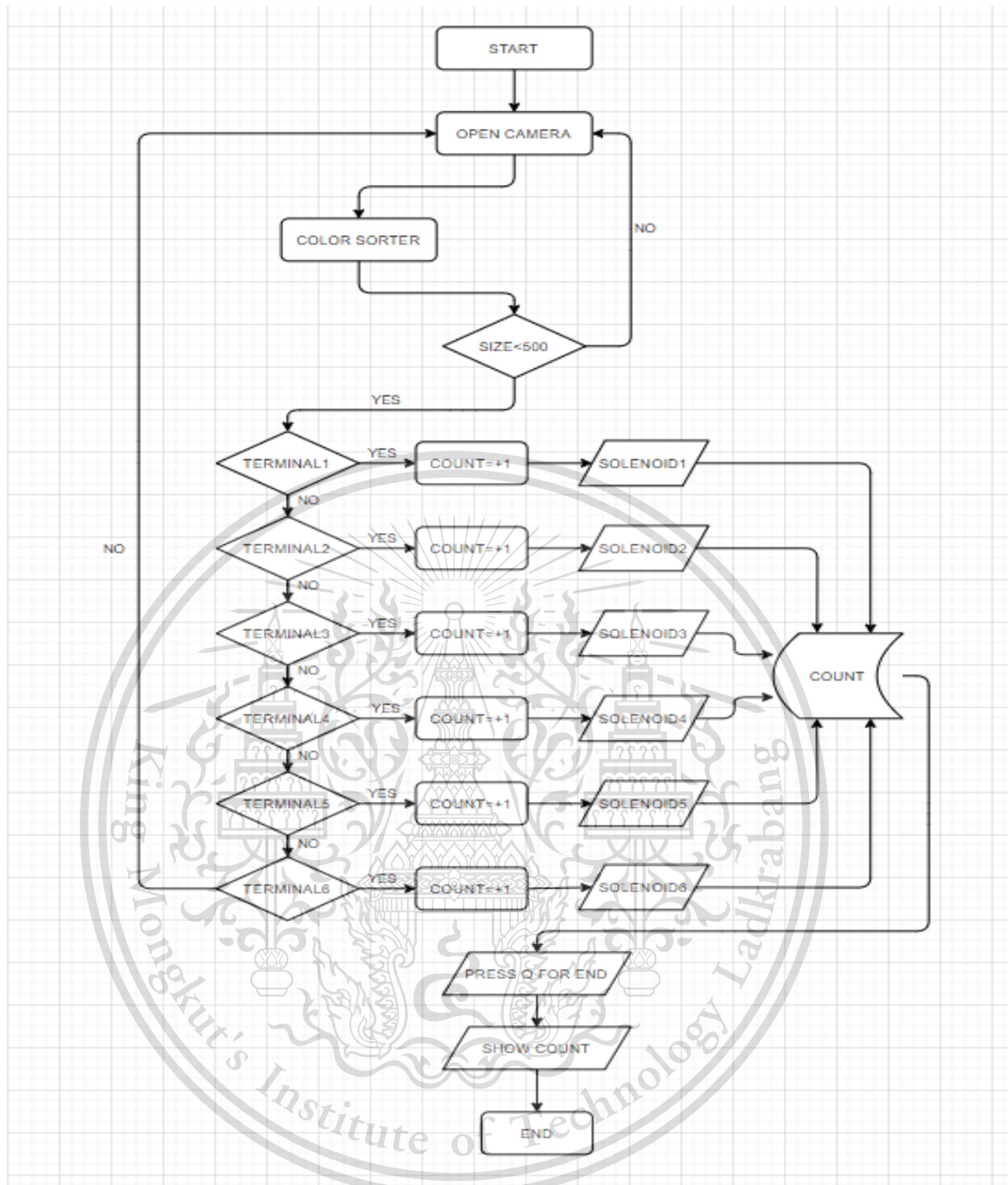
โดยมีการออกแบบการทำงานของโปรแกรม ขั้นตอนของการทำงาน และรายละเอียดของโปรแกรม ดังรูปที่ 4.4



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.4 Flowchart

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

ปริญญานิพนธ์นี้ได้นำเสนอการทำงานของโปรแกรมในการตัดแยกวัสดุให้ได้ สีเมล็ดกาแฟ ตามที่ต้องการ โดยการประมวลผลภาพดิจิทัล และส่งคำสั่งไปยัง Raspberry Pi ให้ส่งการ Relay ต่อไป โดยมีข้อสรุปได้ดังนี้

- การทำงานของโค้ดใน Raspberry Pi สามารถทำงานได้อย่างสมบูรณ์แบบในเรื่องของการประมวลผลภาพดิจิทัล
- การทำงานจริงไม่สมบูรณ์ เพราะตัวโครงเครื่องจักรไม่เสร็จสิ้นเพราะ เนื่องด้วยสถานการณ์ของ COVID-19 โดยถ้าสามารถทำงานจริงสมบูรณ์จะสามารถตัดแยกเมล็ดกาแฟได้ 6ราง ในขณะที่สามารถทำงานติดต่อกันได้โดยขึ้นอยู่กับดีเลย์เวลาซึ่งจะขึ้นอยู่กับค่าความเร็วของ DC Motor

5.2 ข้อเสนอแนะ

- ควรเลือกใช้ บั้มลมที่มีแรงดันลมที่มากกว่าที่ใช้อยู่ เพื่อที่จะไม่เกิดข้อผิดพลาดในการทำงานตัดแยก
- เพื่อให้ง่ายต่อการพกพา ควรเลือกใช้ อุปกรณ์ Raspberry Pi เป็นตัวโปรแกรม เพื่อสะดวกในการทำงาน และการพกพา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เอกสารอ้างอิง

- [1] “ แรง สภาพสมดุล และการเคลื่อนที่ ” (Online). Available:
<http://www.rmutphysics.com/physics/charud/scibook/ru-book-4/general-physics1/PH111-3.PDF>
- [2] “ โมเมนตัม และการชน ” (Online). Available:
<http://www.rmutphysics.com/charud/scibook/sciencebook4/physics1-2/9.pdf>
- [3] “ พลศาสตร์ ของไหล ” (Online). Available:
<http://www.rmutphysics.com/charud/oldnews/0/286/15/9/Fluid/fluiddynamic.htm>
- [4] “ RGB to HSV color conversion ” (Online). Available:
<https://www.rapidtables.com/convert/color/rgb-to-hsv.html>
- [5] “ Image1 Introduction to Digital Images ” (Online). Available:
<https://web.stanford.edu/class/cs101/image-1-introduction.html>
- [6] “ Canny Edge Detection ” (Online). Available:
https://docs.opencv.org/3.0-beta/doc/py_tutorials/py_imgproc/py_canny/py_canny.html#canny
- [7] “ Image Thresholding ” (Online). Available:
https://docs.opencv.org/3.0-beta/doc/py_tutorials/py_imgproc/py_thresholding/py_thresholding.html#thresholding

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ภาคผนวก ก

ฟังก์ชันที่ใช้ในโปรแกรม Python

1. ฟังก์ชัน cv2

เพื่อใช้ในการเปิดกล้อง

2. ฟังก์ชัน numpy

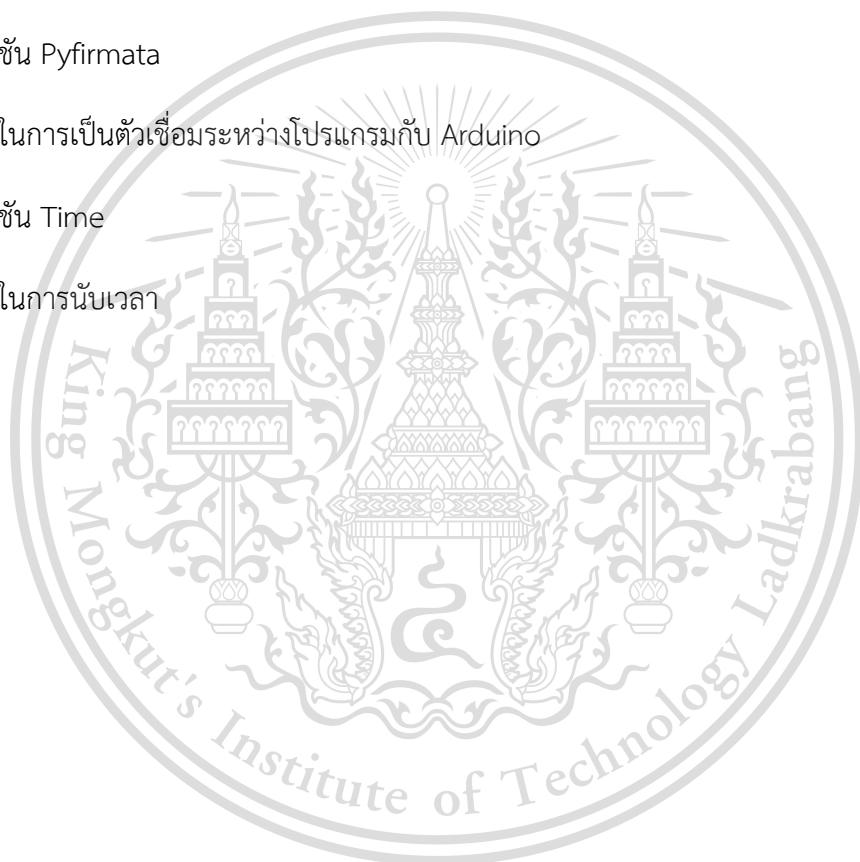
เพื่อใช้ในการจัดการข้อมูลชุด

3. ฟังก์ชัน Pyfirmata

เพื่อใช้ในการเป็นตัวเชื่อมระหว่างโปรแกรมกับ Arduino

4. ฟังก์ชัน Time

เพื่อใช้ในการนับเวลา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ภาคผนวก ข

โปรแกรมสำหรับใช้ในการ ตั้งค่าสีที่เราต้องการค้นหา

```
import cv2

import numpy as np

def nothing(x):

    pass

cap = cv2.VideoCapture(1)
cv2.namedWindow("Tracking")
cv2.createTrackbar("LH", "Tracking", 0, 255, nothing)
cv2.createTrackbar("LS", "Tracking", 0, 255, nothing)
cv2.createTrackbar("LV", "Tracking", 0, 255, nothing)
cv2.createTrackbar("UH", "Tracking", 255, 255, nothing)
cv2.createTrackbar("US", "Tracking", 255, 255, nothing)
cv2.createTrackbar("UV", "Tracking", 255, 255, nothing)

while True:

    _, frame = cap.read()

    hsv = cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR_BGR2HSV)

    l_h = cv2.getTrackbarPos("LH", "Tracking")
    l_s = cv2.getTrackbarPos("LS", "Tracking")
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
l_v = cv2.getTrackbarPos("LV", "Tracking")
```

```
u_h = cv2.getTrackbarPos("UH", "Tracking")
```

```
u_s = cv2.getTrackbarPos("US", "Tracking")
```

```
u_v = cv2.getTrackbarPos("UV", "Tracking")
```

```
l_b = np.array([l_h, l_s, l_v])
```

```
u_b = np.array([u_h, u_s, u_v])
```

```
mask = cv2.inRange(hsv, l_b, u_b)
```

```
res = cv2.bitwise_and(frame, frame, mask=mask)
```

```
cv2.imshow("frame", frame)
```

```
cv2.imshow("mask", mask)
```

```
cv2.imshow("res", res)
```

```
key = cv2.waitKey(1)
```

```
if key == 27:
```

```
    break
```

```
cap.release()
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
cv2.destroyAllWindows()

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ภาคผนวก ค

โปรแกรมสำหรับการประมวลผลภาพดิจิทัล

```

import cv2

import numpy as np

import pyfirmata

import time

from pyfirmata import Arduino

board = Arduino('COM10')

it = pyfirmata.util.Iterator(board)
it.start()

board.digital[10].mode = pyfirmata.INPUT

def nothing(x):

    pass

from tkinter import *

from tkinter import ttk

def fun():

    print("Start")

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
board.digital[13].write(1)
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

root.update()

pass

def tor():

    print("Stop")

    board.digital[13].write(0)

    print("Number Of Seed", count)

    root.update()

    pass

def wor():

    print("Good Bye")

    root.destroy()

def nor():

    print("Open Pump1")

    board.digital[8].write(1)

    root.update()

    pass

def kor():

    print("Close Pump1")

    board.digital[8].write(0)

    root.update()

    pass

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 def mor():
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

print("Open Pump2")

board.digital[9].write(1)

root.update()

pass

def lor():

    print("Close Pump2")

    board.digital[9].write(0)

    root.update()

    pass

def por():

    print("Open Pump3")

    board.digital[11].write(1)

    root.update()

    pass

def yor():

    print("Close Pump3")

    board.digital[11].write(0)

    root.update()

    pass

def hor():

    print("Open Pump4")

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 board.digital[12].write(1)
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

root.update()

pass

def jor():

    print("Close Pump4")

    board.digital[12].write(0)

    root.update()

    pass

root = Tk()

root.title("Control")

root.geometry("300x300")

w = Label(root, text="Machine")

w.grid()

a = Button(root, text="Start", width=20, height=2, command=fun, bg='green')

a.grid(row =1 ,columnspan=3)

b = Button(root, text="Stop for Count", width=20, height=2, command=tor)

b.grid(row =1 ,column=3)

f = Button(text="Turn Off", width=20, height=2, command=wor, bg='red')

f.grid(row =2 ,columnspan=3)

g = Label(root, text="Testing device")

g.grid()

c = Button(text="Pump1 On", width=20, height=2, command=nor)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

h = Button(text="Pump1 Off", width=20, height=2, command=kor)

h.grid(row =4 ,column=3)

c = Button(text="Pump2 On", width=20, height=2, command=mor)

c.grid(row =5 ,columnspan=3)

h = Button(text="Pump2 Off", width=20, height=2, command=lor)

h.grid(row =5 ,column=3)

c = Button(text="Pump3 On", width=20, height=2, command=por)

c.grid(row =6 ,columnspan=3)

h = Button(text="Pump3 Off", width=20, height=2, command=yor)

h.grid(row =6 ,column=3)

c = Button(text="Pump4 On", width=20, height=2, command=hor)

c.grid(row =7 ,columnspan=3)

h = Button(text="Pump4 Off", width=20, height=2, command=jor)

h.grid(row =7 ,column=3)

count = 0

cap = cv2.VideoCapture(0)

width = cap.get(cv2.CAP_PROP_FRAME_WIDTH)

height = cap.get(cv2.CAP_PROP_FRAME_HEIGHT)

print("Width and Hight Camera is ",width,height)

while(True):

    _, frame = cap.read()

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 หsv = cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR_BGR2HSV)
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

l_b = np.array([0, 143, 2])

u_b = np.array([17,255,255])

pr = cv2.inRange(hsv, l_b, u_b)

th = cv2.GaussianBlur(pr, (7, 7), 0)

gblur = cv2.dilate(th, None, iterations=3)

retval,mask = cv2.threshold(gblur,127,255,cv2.THRESH_BINARY)

res = cv2.bitwise_and(frame, frame, mask=mask)

cv2.line(frame,(160,0),(160,360),(0,255,0),3)

cv2.line(frame,(320,0),(320,360),(0,255,0),3)

cv2.line(frame,(480,0),(480,360),(0,255,0),3)

cv2.line(frame,(0,180),(640,180),(0,255,0),3)

contours, _ = cv2.findContours(mask, cv2.RETR_TREE, cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)

for contour in contours:

    (x, y, w, h) = cv2.boundingRect(contour)

    if cv2.contourArea(contour) < 500:

        continue

    cv2.rectangle(frame, (x,y), (x+w, y+h), (0, 255, 0), 2)

    if 155>=x>=0 and 200>=y>=160:

        board.digital[8].write(1)

        time.sleep(0.25)

        board.digital[8].write(0)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 board.digital[6].write(1)
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

time.sleep(0.5)

board.digital[6].write(0)

count+=1

print("first")

continue

```

for contour in contours:

```

(x1, y1, w1, h1) = cv2.boundingRect(contour)

if cv2.contourArea(contour) < 500:

    continue

cv2.rectangle(frame, (x1,y1), (x1+w1, y1+h1), (0, 255, 0), 2)

if 315>=x1>=160 and 200>=y1>=160:

    board.digital[9].write(1)

    time.sleep(0.25)

    board.digital[9].write(0)

    board.digital[6].write(1)

    time.sleep(0.5)

    board.digital[6].write(0)

count+=1

print("second")

continue

```

for contour in contours:

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 (x2, y2, w2, h2) = cv2.boundingRect(contour)
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

if cv2.contourArea(contour) < 500:

    continue

cv2.rectangle(frame, (x2,y2), (x2+w2, y2+h2), (0, 255, 0), 2)

if 475>=x2>=320 and 200>=y2>=160 :

    board.digital[11].write(1)

    time.sleep(0.25)

    board.digital[11].write(0)

    board.digital[6].write(1)

    time.sleep(0.5)

    board.digital[6].write(0)

    count+=1
    print("third")
    continue

for contour in contours:

    (x3, y3, w3, h3) = cv2.boundingRect(contour)

    if cv2.contourArea(contour) < 500:

        continue

    cv2.rectangle(frame, (x3,y3), (x3+w3, y3+h3), (0, 255, 0), 2)

    if 635>=x3>=480 and 200>=y3>=160:

        board.digital[12].write(1)

        time.sleep(0.2)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 board.digital[12].write(0)
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
board.digital[6].write(1)

time.sleep(0.5)

board.digital[6].write(0)

count+=1

print("fouth")

continue

cv2.imshow("frame", frame)

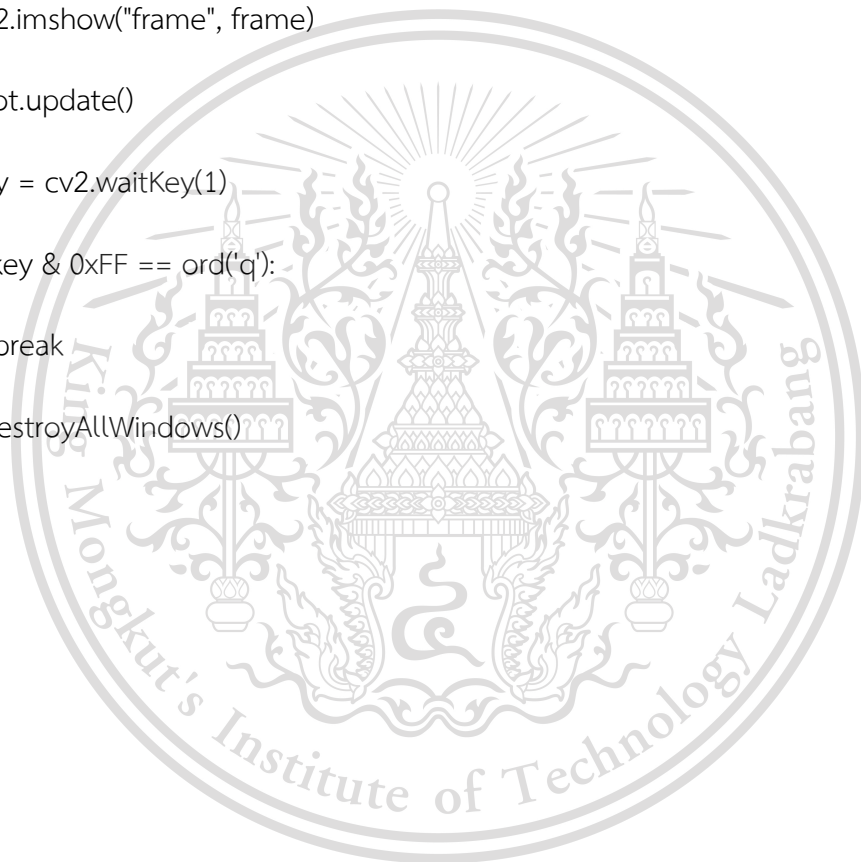
root.update()

key = cv2.waitKey(1)

if key & 0xFF == ord('q'):

    break

cv2.destroyAllWindows()
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายกรทรัพย์ ทรัพย์กรกุล
วัน เดือน ปีเกิด	16 สิงหาคม 2542
ที่อยู่	40/21 หมู่ 3 ตำบลมหาสวัสดิ์ อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม 73170
E-mail	kornsup@windowslive.com
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ.2560	หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นายอาณกร ปิตุทิพย์
 วัน เดือน ปีเกิด 10 มกราคม 2542
 ที่อยู่ 236/15 แขวงบางซื่อ เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800
 E-mail boss7040@hotmail.com
 ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2560 หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคา
 ทรอนิกส์ ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.