



การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 15

The 15th Electrical Engineering Network 2023

1-3 พฤษภาคม 2566 ณ โรงแรมฟอร์จูน ริเวอร์วิว นครพนม

ยานยนต์ไฟฟ้าและรถไฟฟ้าระบบราง อนาคตการเดินทางใหม่ของประเทศไทย
 Next Generation of Electric Vehicles and Railway Transit in Thailand

Abstract

Conference Topic

1. Electrical Power (PW)
ไฟฟ้ากำลัง
2. Electronics, Circuit and Communication (EC)
อิเล็กทรอนิกส์ วงจรและสื่อสาร
3. Power Electronics (PE)
อิเล็กทรอนิกส์กำลัง
4. Computer and Information Technology (CP)
คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ
5. Control Systems and Instrumentation (CT)
ระบบควบคุมและการวัด
6. Digital Signal Processing (DS)
ระบบประมวลผลสัญญาณดิจิทัล
7. Energy and Conservation of Energy (ES)
พลังงานและการอนุรักษ์พลังงาน
8. Innovation and Invention (IN)
นวัตกรรมและสิ่งประดิษฐ์
9. General Electrical Engineering (GN)
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิศวกรรมไฟฟ้า
10. Special Session on Electric Vehicles and Railway Transit (SS)
หัวข้อพิเศษทางยานยนต์และรถไฟฟ้าระบบราง



บริษัท นีโอ ไดแดกติก จำกัด
 NEO DIDACTIC CO.,LTD.





การตรวจสอบระดับการคั่วเมล็ดกาแฟด้วยปัญญาประดิษฐ์

Coffee Roasting Level by Artificial Intelligence

สุเทพ ทัพพัช¹ นลินรัตน์ วิศวภคิต¹ นรณัฐ สงวนศักดิ์โยธิน¹ พทิจ สุวัฒน์¹ ยงยุทธ นารายณัฐ² และ วิภาวัลย์ นาคทรัพย์²

¹สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

38 ถนนเพชรเกษม แขวงบางหว้า เขตภาษีเจริญ กรุงเทพฯ 10160 E-mail: suthep.thu@siam.edu

²สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

38 ถนนเพชรเกษม แขวงบางหว้า เขตภาษีเจริญ กรุงเทพฯ 10160 E-mail: wipavan.nar@siam.edu

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการตรวจจับระดับการคั่วเมล็ดกาแฟที่ใช้ปัญญาประดิษฐ์ ในการตรวจสอบระดับความสุกของเมล็ดกาแฟ ซึ่งได้รับการพัฒนาปรับปรุงเพิ่มเติมจากเครื่องคั่วเมล็ดกาแฟที่ออกแบบโดยดัดแปลงจากเตาอบไฟฟ้าเชื่อมต่อกับ Arduino UNO R3 และกล้องถ่ายรูป โดยที่กล้องที่ใช้นั้น มีไว้เพื่อตรวจจับความสุกของเมล็ดกาแฟโดยใช้ภาษาไพทอน และตั้งระดับการคั่วไว้ 3 ระดับ ที่สามารถเลือกได้โดยใช้สวิทช์ปุ่มกด ได้แก่ คั่วอ่อน คั่วกลางและคั่วเข้ม ทั้งนี้ที่เครื่องคั่วทำงานกล้องจะเริ่มตรวจจับสีของเมล็ดกาแฟ เมื่อถึงระดับสุกที่ต้องการแล้วเครื่องจะหยุดทำงาน จากผลทดสอบการคั่วกาแฟโดยใช้เทคนิคปัญญาประดิษฐ์พบว่า การคั่วเมล็ดกาแฟทั้งสามระดับมีความความเที่ยงตรงมากกว่า 90%

คำสำคัญ: ระดับการคั่วเมล็ดกาแฟ, ภาษาไพทอน, ปัญญาประดิษฐ์

Abstract

This paper presents coffee roasting levels detection that uses artificial intelligence to check the ripeness stages. It was further developed by taking a pre-designed coffee roaster that was originally converted from an electric oven and connecting it to an Arduino UNO R3 and a camera. The camera is used to detect the ripeness stage of the coffee beans using a python program. The machine has three roasting levels that can be selected using push-button switches: light, medium, and dark. As soon as the roaster is operated, the camera begins to detect the color of the coffee beans. Once the required ripeness stage is reached, the machine will be turned off. Those three levels of coffee roasting were shown to be more than 90% accurate based on the results of the test with artificial intelligence techniques.

Keywords: coffee roasting levels, Python, artificial intelligence,

1. บทนำ

ปัจจุบันการคั่วกาแฟสดเป็นส่วนหนึ่งในชีวิตประจำวันของผู้คนจำนวนมาก เพราะสารคาเฟอีนในกาแฟช่วยให้ผู้ดื่มรู้สึกกระปรี้กระเปร่า กระตุ้นให้มีความตื่นตัว สามารถทำงานได้ดี ในสถานที่ทำงานจำนวนมาก จะมีมุมกาแฟให้พนักงานชงดื่มระหว่างการทำงาน นอกจากนี้กาแฟยังเป็นเครื่องดื่มที่มีความสำคัญอย่างมากภายในตลาดเครื่องดื่มที่มีร้านกาแฟจำหน่ายในหลายรูปแบบและหลายระดับ

การคั่วกาแฟนั้นสามารถทำได้หลายรูปแบบ ตัวอย่างเช่นคั่วด้วยมือโดยใช้กระทะ ต้องปรับปรุงอุณหภูมิและระยะเวลาการคั่วให้เหมาะสมกับเมล็ดกาแฟที่ใช้ ซึ่งมีผลกระทบจากเวลาในการคั่วที่ไม่แน่นอน ส่วนสาเหตุที่เครื่องคั่วกาแฟอัตโนมัติมีราคาแพงเป็นเพราะสามารถควบคุมความร้อนทำให้เมล็ดกาแฟสุกได้ตามต้องการ โดยดูได้จากจากระดับสีของเมล็ดกาแฟทุกเมล็ดในเครื่องแต่ละรอบจะมีความใกล้เคียงกัน เช่นหากตั้งให้มียาคั่วคั่วอ่อน ทุกเมล็ดก็จะออกโทนสีอ่อนหรือถ้าหากตั้งให้มียาคั่วคั่วเข้ม เป็นแบบคั่วเข้ม ทุกเมล็ดกาแฟในรอบนั้นก็ออกโทนสีเข้ม เป็นต้น ด้วยเหตุนี้คณะผู้จัดทำจึงมีแนวคิดที่จะทำเครื่องคั่วกาแฟที่สามารถควบคุมความร้อนและทำให้เมล็ดกาแฟในแต่ละรอบการคั่วมีระดับความสุกของเมล็ดกาแฟได้ตามต้องการ โดยดูได้จากระดับสีของเมล็ดกาแฟทุกเมล็ดที่คั่ว ด้วยการควบคุมอุณหภูมิและเวลาและทำการตรวจจับและมีการแจ้งเตือนเมื่อเมล็ดกาแฟคั่วได้ระดับสีที่ต้องการ โดยใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ และจากศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่ามีการคัดแยกสีและขนาดเมล็ดกาแฟคั่วด้วยการประมวลผลภาพดิจิทัลซึ่งได้นำการประมวลผลภาพดิจิทัลเข้ามาประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการคัดแยกเกรดของเมล็ดกาแฟที่คั่วแล้ว [1] เครื่องคั่วกาแฟสดแบบอัตโนมัติ ซึ่งเป็นการออกแบบและสร้างเครื่องคั่วกาแฟ [2] การออกแบบการทดลองเพื่อหาค่าที่เหมาะสมในการคั่วเมล็ดกาแฟ เพื่อหาระดับปัจจัยที่เหมาะสมที่สุดในการคั่วเมล็ดกาแฟ [3] เป็นต้น ดังนั้นบทความนี้จึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาเครื่องคั่วเมล็ดกาแฟสุกด้วยปัญญาประดิษฐ์ โดยสร้างเครื่องคั่วกาแฟที่สามารถควบคุมอุณหภูมิและเวลา และติดตั้งกล้องเพื่อถ่ายภาพวิดีโอและนำภาพมาจำแนกและตรวจจับระดับความสุกเมล็ดกาแฟด้วยปัญญาประดิษฐ์

บทความวิจัย

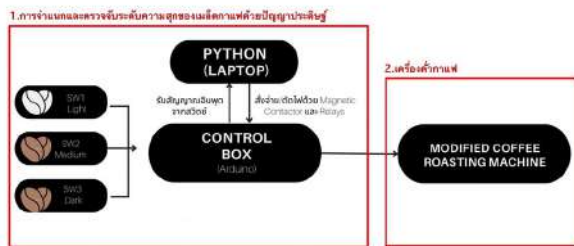
การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 15

15th Conference of Electrical Engineering Network 2023 (EENET 2023)



2. การดำเนินงาน

เครื่องคั่วเมล็ดกาแฟสุดด้วยปัญญาประดิษฐ์ ภาพรวมของระบบดังรูปที่ 1 ประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก ๆ ได้แก่ 1. เครื่องคั่วกาแฟ และ 2. การจำแนกและตรวจจับระดับความสุกเมล็ดกาแฟด้วยปัญญาประดิษฐ์



รูปที่ 1 บล็อกไออะแกรมรวม

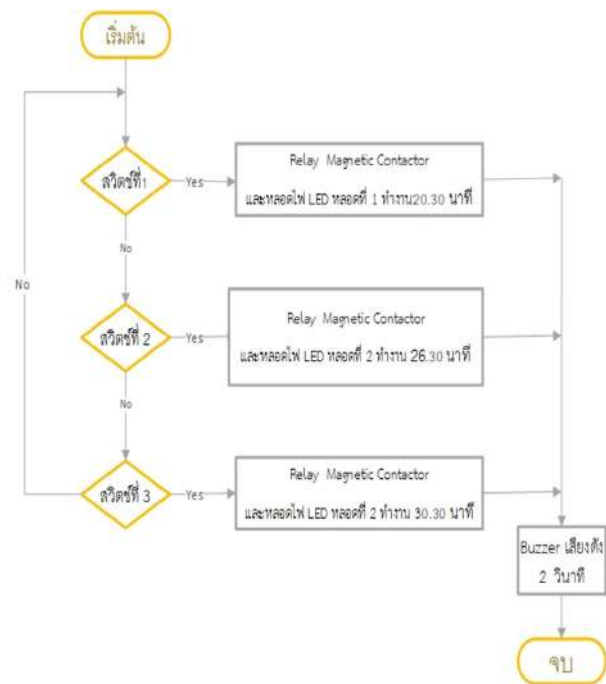
2.1 เครื่องคั่วกาแฟ

เครื่องคั่วเมล็ดกาแฟที่สร้างขึ้น ดัดแปลงจากเตาอบไฟฟ้า โดยมีกล่องสวิทช์ควบคุมระดับความเข้มอยู่ภายนอก ส่วนภายในบรรจุตะแกรงสแตนเลส โพรงกระรอกลักษณะดังรูปที่ 2 สามารถคั่วเมล็ดกาแฟได้ครั้งละ 250 กรัม



รูปที่ 2 เครื่องคั่วเมล็ดกาแฟที่ดัดแปลงจากเตาอบไฟฟ้า

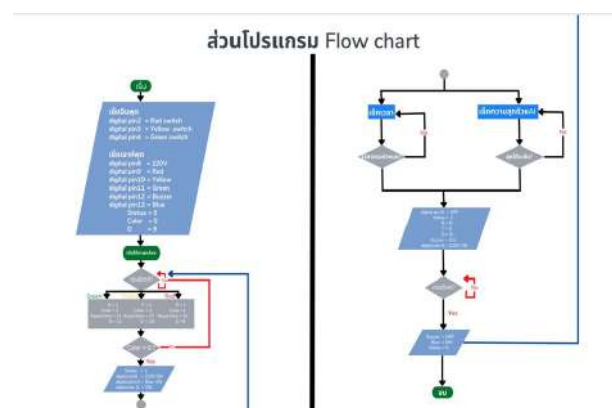
การคั่วเมล็ดกาแฟเริ่มจากตวงปริมาณเมล็ดกาแฟที่ต้องการคั่วไว้ในตะแกรงโพรงกระรอก วางลงในเตาอบแล้วปิดฝาเครื่องเตาอบไฟฟ้า จากนั้นเลือกระดับความสุกที่ต้องการคั่วจากกล่องควบคุม ซึ่งสามารถเลือกได้ 3 ระดับคือ สวิตช์คั่วอ่อน คั่วกลางและคั่วเข้ม ตามลำดับ เมื่อเลือกระดับใดระดับหนึ่งแล้ว เครื่องคั่วกาแฟจะเริ่มการทำงานอัตโนมัติ ไฟสถานะการทำงานจะติดพร้อมกับไฟระดับความสุกที่ต้องการคั่ว และมีพัดลมกระจายความร้อนภายในเครื่องเพื่อให้ความร้อนกระจายทั่วถึงเมล็ดกาแฟ หลังจากนั้นเมื่อคั่วจนได้ระดับที่ต้องการแล้ว ไฟสถานะการทำงานจะดับ เครื่องคั่วกาแฟจะมีเสียงดังแจ้งเตือน flow chart การทำงานแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 Flow Chart การทำงานของเครื่องคั่วกาแฟ

2.2 การจำแนกและตรวจจับระดับความสุกเมล็ดกาแฟด้วยปัญญาประดิษฐ์

เริ่มจากการออกแบบเขียนโปรแกรมตรวจจับและจำแนกระดับความสุกของการคั่วด้วยภาษา Python ที่มีหลักการทำงานดัง Flow Chart ในรูปที่ 4 แล้วนำมาเขียนโปรแกรมดังแสดงตัวอย่างบางส่วนของโปรแกรมในรูปที่ 5



รูปที่ 4 Flow Chart การทำงานของการจำแนกและตรวจจับ

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 15

15th Conference of Electrical Engineering Network 2023 (EENET 2023)



```

import pyfirmata
import time
import cv2
import torch
import pandas
import numpy

# Set yolov5 คัดลอกหน้า yolov5= weightmap ที่รวมแล้ว
model = torch.hub.load('ultralytics/yolov5', 'yolov5s')
# or yolov5n - yolov5x6, custom
cap = cv2.VideoCapture(0)
#cap vid footage from front cam

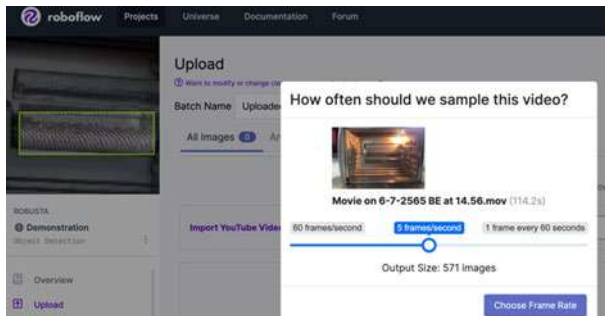
# connect arduino board
board = pyfirmata.Arduino('/dev/cu.usbserial-14210')
it = pyfirmata.util.Iterator(board)
it.start()

# set up digital input
board.digital[2].mode = pyfirmata.INPUT
board.digital[3].mode = pyfirmata.INPUT
board.digital[4].mode = pyfirmata.INPUT

```

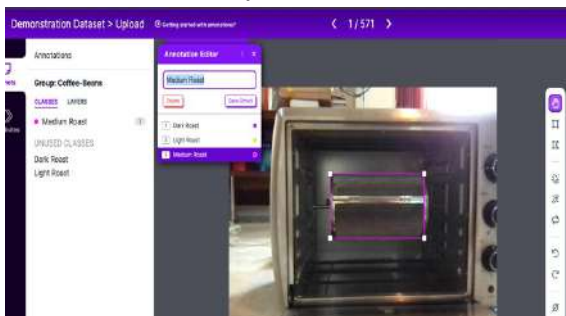
รูปที่ 5 ตัวอย่างโปรแกรม

การจำแนกและตรวจจ็ระดับความสูงเมล็ดกาแฟด้วยปัญญาประดิษฐ์เริ่มต้นจากตั้งค่ากล้องถ่ายวิดีโอให้ได้มุมกล้อง เพื่อนำเฟรมในวิดีโอใช้เป็น Dataset ในการ Train เพื่อสร้างสมอง (Model) ของโปรแกรม AI ที่จะนำมาใช้จำแนกและตรวจจ็ระดับความสูงเมล็ดกาแฟและทำซ้ำกับเมล็ดกาแฟอ่อน คั่วกลาง และคั่วเข้ม จากนั้น Label วัตถุในรูปภาพด้วย RoboFlow โดยอัปโหลดวิดีโอที่ได้จากขั้นตอนแรกไปที่ www.roboflow.com และเลือก Frame Rate ให้ได้จำนวนรูปภาพ (Output Size) อยู่ที่ 400-600 รูป ดังรูปที่ 6



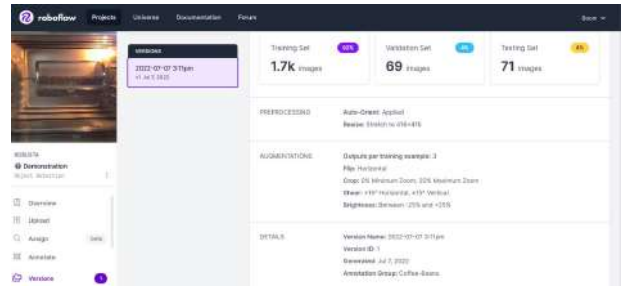
รูปที่ 6 การ train เพื่อสร้างสมอง (model) ของโปรแกรม AI

จากนั้นติกรอบ (bounding box) ครอบเมล็ดกาแฟในเฟรมวิดีโอที่ได้ (Dataset) เพื่อที่จะใช้จำแนกความสูงของเมล็ดกาแฟแต่ละระดับโดยคั่วอ่อนตั้งเป็น “Light Roast”, คั่วกลางตั้งเป็น “Medium Roast”, คั่วเข้มตั้งเป็น “Dark Roast” ดังรูปที่ 7

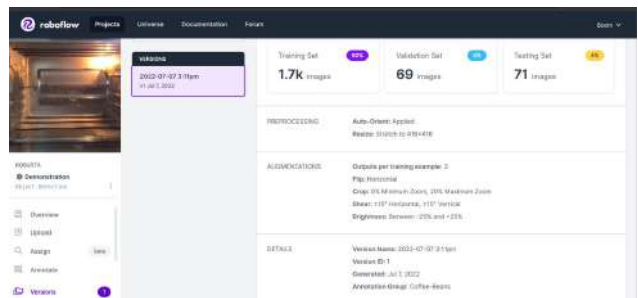


รูปที่ 7 การตั้งค่าระดับการคั่วกาแฟ

เริ่มการสอนคอมพิวเตอร์ (Train) โดยกด “Start Training” เพิ่มปริมาณรูปภาพที่จะไปสอนคอมพิวเตอร์ (Train Data) ด้วยการเลือก Augmentation ดังรูปที่ 8 และบันทึกรูปภาพที่ได้ในรูปแบบของ YOLOv5 ดังที่แสดงในรูปที่ 9 และอัปโหลดขึ้นไปที่ Google Drive เพื่อที่จะใช้เทรนบน Google Colab

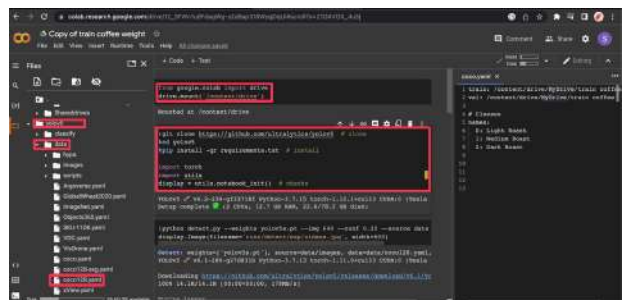


รูปที่ 8 การสอนคอมพิวเตอร์ (Train data) ด้วยการเลือก Augmentation



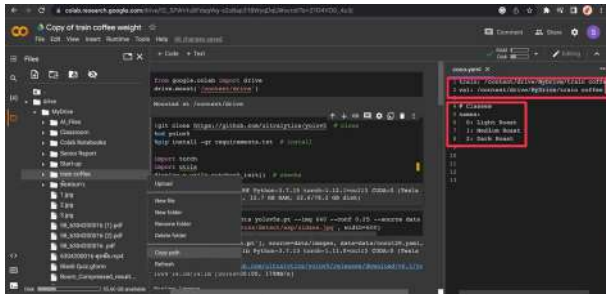
รูปที่ 9 การบันทึกรูปภาพที่ได้ในรูปแบบของ YOLOv5

จากนั้นเข้าสู่เว็บไซต์ <https://colab.research.google.com> แล้วเชื่อมต่อ Google Colab ให้ทำงานกับ Google Drive และอิมพอร์ต YOLOv5 ดังรูปที่ 10

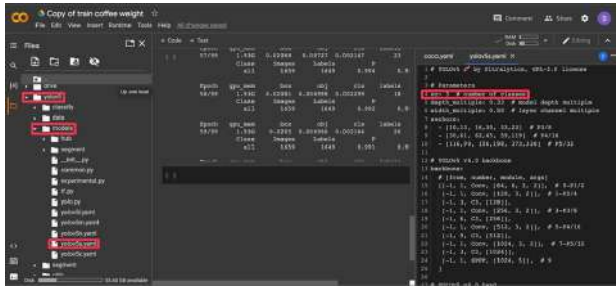


รูปที่ 10 การทำงานร่วมกันระหว่าง Google colab และ google drive

ตั้งค่าเปิดไฟล์ coco128.yaml เพื่อตั้งค่าต่างๆ ก่อนทำการเทรนโดยนำ copy path ของไฟล์เตอร์รูปภาพที่บันทึกไว้ใน drive มาใส่และแก้ไขชื่อของคลาสให้ตรงตามที่ Label ในรูปที่ 11 และเปิดไฟล์ yolov5s.yaml ในไฟล์เตอร์ model เปลี่ยนจำนวน classes เป็น 3 ระดับ ได้แก่ Light Roast, Medium Roast และ Dark Roast ดังรูปที่ 12



รูปที่ 11 การแก้ไขชื่อของคลาสให้ตรงตามที่ Label



รูปที่ 12 จำนวน Classes

3. ผลการทดสอบ

ทดสอบการคั่วเมล็ดกาแฟโดยเริ่มจากตวงปริมาณเมล็ดกาแฟที่ต้องการคั่วใส่ในตะแกรงโพรแกรรรอคั่งรูปที่ 3 จากนั้นเลือกระดับความสุกที่ต้องการคั่วจากกล่องควบคุมแสดงการเลือกระดับสวิตช์คั่วอ่อน คั่วกลางและคั่วเข้ม ตามต้องการ ไฟสถานะการทำงานจะติดพร้อม กับไฟระดับความสุกที่ต้องการคั่ว และตั้งกล้องให้มุมกล้องอยู่หน้าเครื่อง คั่ว เครื่องจะทำการตัด ไฟเมื่อเมล็ดกาแฟสุกถึงระดับการคั่วที่ต้องการ ดังรูปที่ 13-15



รูปที่ 13 การคั่วอ่อน



รูปที่ 14 การคั่วกลาง



รูปที่ 15 การคั่วเข้ม

4. สรุป

จากการทดลองคั่วเมล็ดกาแฟพบว่าพันธุ์อาราบิก้า ใช้อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ในช่วงอุณหภูมิประมาณ 170°C - 230 °C และใช้เวลาไม่เกิน 1 ชั่วโมง ได้ระดับการคั่วกาแฟตามที่ต้องการคือ คั่วอ่อน คั่วกลาง และคั่วเข้ม ตามรสนิยมของคนคั่วกาแฟ และควรตั้งกล้องใช้ตรวจจับความสุกเมล็ดกาแฟให้อยู่กับที่ AI ใช้สีเป็นเกณฑ์ในการตรวจจับ เพื่อให้ได้เมล็ดกาแฟสุกตามที่ต้องการ มีความเที่ยงตรงมากกว่า 90% จึงสรุปได้ว่าเครื่องคั่วกาแฟที่ได้ทำการออกแบบและสร้างขึ้นเหมาะสมกับการคั่วกาแฟพันธุ์อาราบิก้าและสามารถตรวจจับความสุกได้ เพราะใช้อุณหภูมิที่สูง แต่ใช้เวลาในการคั่วน้อยกว่าทำให้ประหยัดต้นทุนในการคั่วกาแฟ อย่างไรก็ตามควรคัดเลือกเมล็ดพันธุ์ที่จะทำการคั่วควรมีคุณภาพที่ดี และไม่ควรมีความชื้นมากเกินไปเพราะจะทำให้เมล็ดกาแฟเกิดเชื้อราบนเมล็ดได้ ส่วนขณะที่ทำการคั่วหมั่นตรวจสอบลักษณะของการเปลี่ยนแปลงสภาพสีของเมล็ดกาแฟเพื่อไม่ให้เมล็ดกาแฟเกิดการไหม้เพราะจะทำให้กาแฟเสียรส และ ควรใช้ Dataset ที่ใช้สอนคอมพิวเตอร์ให้เรียนรู้ (Train) โกลด์เชิงวิดิโอจากกล้องที่ใช้งานจริงให้มากที่สุดเพราะจะทำให้มันสมอง (Model) ของโปรแกรมที่ใช้ตรวจจับมีความแม่นยำ

เอกสารอ้างอิง

- [1] ทศพร แก้ววิจิตรและคณะ. (2562). การคัดแยกสีและขนาดเมล็ดกาแฟคั่วด้วยการประมวลผลภาพดิจิทัล. ใน *การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ครั้งที่ 4* โรงแรมรอยัลริเวอร์ กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์.
- [2] รัฐศักดิ์ พรหมมาศ. (2550). เครื่องคั่วกาแฟสดแบบอัตโนมัติ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ วิทยาเขตวังไกลกังวล: กระจับปี่.
- [3] จิตติรัตน์ ลิมรัชพงษ์ และ ณัฐวัตร ห้วยลึก. (2562). การออกแบบการทดลองเพื่อหาค่าที่เหมาะสมในการคั่วเมล็ดกาแฟ. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.