

การจำแนกความสุกของผลกาแฟด้วยการประมวลผลภาพปริภูมิสี COFFEE RIPENESS CLASSIFICATION WITH HSV IMAGE PROCESSING

ศิริเรือง พัฒน์ช่วย^{1*}, อาทิตย์ อยู่เย็น¹, มหศักดิ์ เกตุฉำ²

Siriruang Phatchuay^{1*}, Arthit Yooyen¹, Mahasak Ketcham²

¹คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ อ.หัวหิน จ.ประจวบคีรีขันธ์ ประเทศไทย 77110

²คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรมดิจิทัล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ เขตบางซื่อ

กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย 10800

¹Faculty of Industry and Technology, Rajamangala University of Technology Rattanakosin,
Hua Hin, Prachuap Khiri Khan, Thailand, 77110

²Faculty of Information Technology and Digital Innovation, King Mongkut's University of Technology North
Bangkok, Bangsue, Bangkok, Thailand, 10800

*Corresponding author e-mail: Siriruang.pha@rmutr.ac.th

วันที่เข้าระบบ 1 ธันวาคม 2565

วันที่แก้ไขบทความ 28 ธันวาคม 2565

วันที่ตอบรับบทความ 29 ธันวาคม 2565

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอวิธีการจำแนกความสุกของผลกาแฟจากภาพถ่าย โดยวิธีจำแนกจากความสุก 4 แบบ คือ สีแดง-สุก สีเหลือง-กึ่งสุกกึ่งดิบ สีเขียว-ดิบ สีนํ้าตาล-สุกมาก โดยวิเคราะห์จากคุณลักษณะของสีด้วยการประมวลผลภาพ ซึ่งขั้นตอนการวิจัยประกอบไปด้วย 1) การแปลงค่าสีจาก RGB เป็นปริภูมิสี HSV 2) การตรวจจับสีที่อยู่ในช่วงสี HSV ที่กำหนด 3) การตรวจจับรูปทรงของวัตถุ และ 4) การตีกรอบวัตถุ ผลการทดสอบประสิทธิภาพของระบบด้านความแม่นยำในการจำแนกผลกาแฟจากภาพถ่าย พบว่า 1) สีแดง-สุก มีประสิทธิภาพ 97% 2) สีเหลือง-กึ่งสุกกึ่งดิบ มีประสิทธิภาพ 95.67% 3) สีเขียว-ดิบ และ 4) สีนํ้าตาล-สุกมาก มีประสิทธิภาพ 100% ดังนั้นประสิทธิภาพของระบบโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 98.17% มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับสูงมาก สามารถสรุปได้ว่าวิธีการจำแนกความสุกของผลกาแฟจากภาพถ่ายจะเป็นประโยชน์อย่างมากสำหรับการนำไปใช้ในการพัฒนาเครื่องคัดแยกสีของผลกาแฟ

คำสำคัญ: การจำแนกประเภท, ความสุก, ผลกาแฟ, การประมวลผลภาพ, ปริภูมิสี HSV

Abstract

The research aimed to present a method for determining the coffee ripeness from photographs in 4 types of ripeness: red (ripe), yellow (half ripe), green (raw) and brown (very ripe) by analyzing color characteristics with image processing. The research process consisted of 4 stages. First, a color was converted from RGB to HSV color space. Second, colors were detected within a given HSV color range. Third, object contours were detected. Fourth, the object was framed. The results of testing the system performance on the accuracy of coffee classification from photographs showed that the efficiency of red (ripe) was 97%, yellow (half ripe) 95.67%, green (raw) and brown (very ripe) 100%. Therefore, the average system efficiency was 98.17%, which was very high. It can be concluded that the methods for determining the coffee ripeness from photographs will be very useful for developing a coffee color sorter.

Keywords: Classification, Ripeness, Coffee, Image processing, HSV color space

1. บทนำ

กาแฟถือเป็นเครื่องดื่มที่เข้าถึงลูกค้าได้เกือบทุกกลุ่ม และเพราะปัจจัยนี้ทำให้ผู้ประกอบการมีการพัฒนาและคิดค้นผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของกาแฟอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคแต่ละกลุ่ม โดยมีการพัฒนาในด้านรสชาติ ความหอมของกลิ่น หรือการนำไปแปรรูปและเป็นส่วนผสมเพื่อเพิ่มสารอาหารที่เกี่ยวข้องแต่ละชนิด ซึ่งทำให้ยกระดับผลิตภัณฑ์สินค้าและเพิ่มคุณค่าให้กับผลิตภัณฑ์ได้ด้วย จะเห็นได้ว่าในปัจจุบันมีร้านกาแฟเปิดตัวมากมาย โดยอยู่ในรูปแบบคาเฟ่อาจเปิดร้านกาแฟในสวนเพื่อให้ลูกค้าได้สัมผัสบรรยากาศ โดยมีกิจกรรมเสริมเข้ามาในบริเวณของคาเฟ่แบบครบวงจร ซึ่งเมื่อมองในภาพรวมกว้าง บางครั้งพ่อแม่ไม่ได้มีความต้องการอยากกินกาแฟ แต่เมื่อลูกมีความต้องการอยากไปเที่ยว ทำกิจกรรมให้อาหารสัตว์ นั่งรถไฟชมบรรยากาศ ระบายสีภาพวาดท่ามกลางบรรยากาศธรรมชาติ โดยการพยากรณ์และคาดคะเนได้ว่าพ่อแม่อาจจะซื้อกาแฟนั่งกินระหว่างรอลูกทำกิจกรรม ซึ่งถือได้ว่าเป็นลักษณะธุรกิจของกาแฟที่อยู่ในความนิยมของผู้บริโภคในปัจจุบันเป็นอย่างมาก ดังนั้นเมื่อกล่าวถึงกาแฟสายพันธุ์ที่มีการปลูก โดย นภารัตน์ และคณะ (2565) ได้กล่าวว่า กาแฟที่ได้รับความนิยมอยู่ 2 สายพันธุ์ คือ อราบิก้า (Arabica) และโรบัสต้า (Robusta) สำหรับสายพันธุ์อราบิก้านั้น จะเห็นได้ว่ามีปลูกกันมากทางภาคเหนือของประเทศไทย และสายพันธุ์โรบัสต้าจะนิยมปลูกกันมากทางภาคใต้ของประเทศไทย จากผลการสำรวจจะเห็นได้ว่า จังหวัดชุมพรจะมีพื้นที่ในการปลูกกาแฟมากที่สุด แต่ไม่ได้หมายความว่ากาแฟที่มีขายในท้องตลาดความหอมจะมีกลิ่นเหมือนกัน ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ก็เกิดมาจากกระบวนการผลิตตั้งแต่ขั้นตอน

การปลูก ต้องดูแลยังงให้ผลกาแฟมีขนาดใหญ่ การเก็บผลกาแฟต้องเก็บแบบไหน แบบเชอรี่หรือแบบหลากหลายสี การตากต้องตากแบบใด การคั่วใช้ไฟระดับไหน และการบดมีกรรมวิธีอย่างไรล้วนแล้วแต่เป็นปัจจัยของความหอมกรุ่นของกาแฟชวนให้น่าดื่มทั้งสิ้น ดังนั้นการที่จะได้กาแฟที่มีคุณภาพนั้น จำเป็นต้องเริ่มตั้งแต่การปลูก ซึ่งในปัจจุบันเกษตรกรมีการพัฒนาเพื่อก้าวทันเทคโนโลยีอย่างรวดเร็ว เพื่อที่จะนำเทคโนโลยีไปประยุกต์ใช้กับงานตนเอง และในปัจจุบันมีโครงการสนับสนุนมากมาย เช่น การเข้าร่วมโครงการเกษตรรุ่นใหม่ (Smart young farmer) โดย Jansuwan & Zander (2021) กล่าวว่า โครงการ YSF ได้ออกแบบมาเพื่อพัฒนาศักยภาพธุรกิจการเกษตรของเกษตรกรรุ่นใหม่ การพัฒนาแนวทางของโครงการยึดหลักการให้เกษตรกรเป็นศูนย์กลางของการพัฒนา (Bottom-up approach) และอาศัยกระบวนการแบ่งปันความรู้และการสร้างเครือข่ายระหว่างเกษตรกรในทุกจังหวัดของประเทศ ทำให้ได้รับข่าวสารความรู้ด้านอนาคตและทิศทางภาคเกษตรไทย ทำให้ปรับตัวให้ทันกับเทคโนโลยีในอนาคตอีกด้วย

จากที่กล่าวมาถึงกระบวนการของกาแฟนั้น ผู้วิจัยเล็งเห็นว่าการที่จะได้มาซึ่งกาแฟที่มีคุณภาพมีความหอมกรุ่นนั้น ต้องเริ่มตั้งแต่การเก็บเกี่ยวจะต้องเลือกผลที่มีสีแดงสุกหรือเรียกว่า เชอรี่ แต่การเก็บผลกาแฟนั้นในแต่ละรอบเป็นไปไม่ได้ที่จะมีแต่ผลเชอรี่ ล้วนมีสีเขียว เหลือง น้ำตาล ปะปนมาด้วยทุกครั้ง แสดงดังภาพที่ 1 ทำให้เมื่อเข้าสู่กระบวนการตาก ก็จะมีกาแฟสีอื่นร่วมอยู่ด้วย อาจส่งผลให้กาแฟไม่ได้คุณภาพ หรืออีกประเด็นในกรณีที่เกษตรกรนำไปขายให้พ่อค้าคนกลางราคาที่ได้อาจจะต่ำไปด้วย จากประเด็นปัญหาของกระบวนการคัดแยกสีผลเชอรี่ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาระบบจำแนกความสุกของผลกาแฟด้วยการประมวลผลภาพปริภูมิสีจากภาพถ่าย (Dubey & Jalal, 2012; Dubey & Jalal, 2012; Kumari & Gomathy, 2018; Pardede *et al.*, 2019) โดยวิเคราะห์จากคุณลักษณะของสี ได้แก่ การแปลงค่าสีจาก RGB เป็นปริภูมิสี HSV การตรวจสอบค่าสีและเทียบเคียงสี การหาขอบเขตวัตถุ และการตีกรอบวัตถุ โดยจำแนกจากความสุก 4 แบบ คือ สีแดง-สุก สีเหลือง-กึ่งสุกกึ่งดิบ สีเขียว-ดิบ สีน้ำตาล-สุกมาก โดยเกษตรกรก็จะได้ประโยชน์จากจุดนี้ก่อนนำไปขาย ทำให้ยกระดับราคาของผลกาแฟได้ และอีกประเด็นคือ เกษตรกรที่อยู่ในรูปแบบผู้ประกอบการที่ทั้งปลูกและแปรรูปกาแฟเป็นเครื่องดื่ม ก็จะได้ประโยชน์จากการคัดแยกสีของเชอรี่ด้วย จากประเด็นที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นผู้วิจัยเล็งเห็นถึงประโยชน์ของระบบที่พัฒนาขึ้นและหวังเป็นอย่างยิ่งว่าวิธีการนี้จะเป็ประโยชน์อย่างมากสำหรับการพัฒนาเครื่องคัดแยกสีผลกาแฟสำหรับการทำวิจัยต่อยอดในอนาคตต่อไป



ภาพที่ 1 ผลกาแฟสด

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- 2.1 เพื่อพัฒนาระบบการจำแนกความสุกของผลกาแฟด้วยการประมวลผลภาพปริภูมิสี
- 2.2 เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของระบบการจำแนกความสุกของผลกาแฟด้วยการประมวลผลภาพปริภูมิสี

3. วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1.1 การประมวลผลภาพ

กวิน และคณะ (2564) กล่าวว่า การประมวลผลภาพ (Image processing) คือ กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลรูปภาพในลักษณะของข้อมูลดิจิทัล โดยการวิเคราะห์จะประมวลผลผ่านคอมพิวเตอร์ด้วยวิธีการคำนวณต่างๆ ที่ทำให้ได้คุณสมบัติทั้งในเชิงคุณภาพและปริมาณ ซึ่งในเอกรัตน์ และคณะ (2565) ได้กล่าวไว้สอดคล้องกันว่า การประมวลผลภาพ (Image processing) คือ กระบวนการจัดการและวิเคราะห์ รูปภาพให้เป็นข้อมูลในแบบดิจิทัล โดยใช้ระบบของคอมพิวเตอร์เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เราต้องการทั้งในเชิงคุณภาพและปริมาณ (ขนาด รูปร่าง และสี) หลังจากนั้นสามารถนำข้อมูลไปวิเคราะห์ และสร้างเป็นระบบต่าง ๆ เช่น ระบบดูแลการจราจรบนท้องถนน ระบบตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในกระบวนการผลิตระบบเก็บข้อมูลรถที่เข้าและออกอาคาร ระบบตรวจจับใบหน้า เป็นต้น อีกทั้ง พิศณุ (2564) กล่าวไว้ว่า การประมวลผลภาพจะมีการแปลงสัญญาณภาพจากสัญญาณอนาล็อกที่เป็นสัญญาณที่มีความต่อเนื่องเป็นสัญญาณดิจิทัลที่เป็นสัญญาณที่ไม่ต่อเนื่อง โดยจะเริ่มจากแสงตกกระทบกับอุปกรณ์รับแสง และจะแปรรูปข้อมูลเป็นรูปแบบดิจิทัล มีขั้นตอนสำคัญอยู่ 2 ขั้นตอนคือ การสุ่มข้อมูลสัญญาณภาพ (Image sampling) และการควอนไทซ์สัญญาณภาพ (Image quantization)

3.1.2 ปริภูมิสี (HSV)

พิศณุ (2564) กล่าวไว้ว่า ปริภูมิสี (HSV) ประกอบด้วย 3 ส่วนคือ H หมายถึง Hue หรือสีที่มีค่าที่แตกต่างออกไปตามความถี่ของแสง เช่น แดง เหลือง เขียว น้ำเงิน หรือ ม่วง เป็นต้น S หมายถึง Saturation หรือความอิ่มตัวของ Hue นั้น ๆ เช่น สีแดงและสีชมพู คือ สีแดงเพียงแต่สีชมพูมีความอิ่มตัวน้อยกว่า V หมายถึง Value หรือค่าความสว่างของสี โดยที่ค่า Value ต่ำสุดหมายถึง สีดำ ไม่ว่าจะ Hue หรือ Saturation เท่าใดและค่า Value สูงสุดหมายถึง สีขาว ซึ่งเป็นสีที่สว่างที่สุดของ Hue และ Saturation นั้นๆ เช่น Hue ใดๆ มีค่า Saturation มีค่าเท่ากับ 0 เมื่อ Value สูงที่สุดคือ สีเหลืองและ Value ต่ำสุดคือ สีดำ อีกทั้ง บอย และนรภัทร (2564) กล่าวว่า ตำแหน่งแรก คือค่าสีของสีหลัก (Hue) หรือเรียกว่าเฉดสี โดยตำแหน่งที่สอง คือ ความบริสุทธิ์ของสี (Saturation) และตำแหน่งที่สาม คือ ความสว่างของสี (Value) ซึ่งสามารถวัดได้โดยความเข้มของความสว่างของแต่ละสี โดยผลลัพธ์จะอยู่ในรูปแบบภาพไบนารี (Binary Image) หรือเรียกอีกอย่างว่า หน้ากาก (Mask) โดยสีขาว คือ พิกเซล (Pixel) ที่มีระดับค่าสีอยู่ในช่วงที่กำหนด และเนื้อที่ส่วนพิกเซล อื่นจะมีลักษณะเป็นสีดำ

3.1.3 โมเดลสีอาร์จีบี (RGB color model)

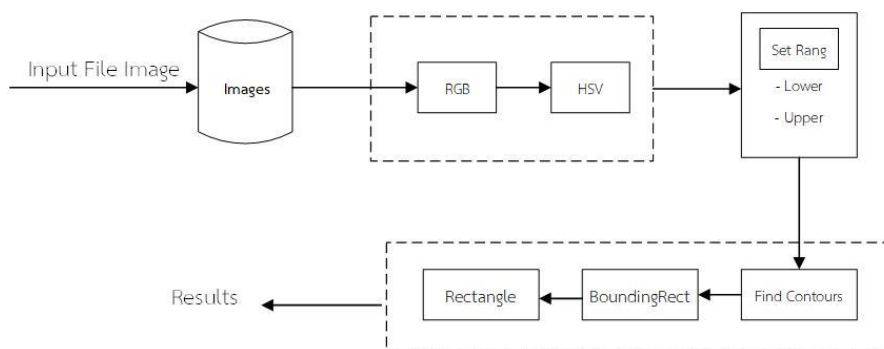
อรอุมา (2564) ได้กล่าวว่า โมเดลสีอาร์จีบี (RGB color model) ประกอบด้วยแม่สีของแสง 3 สี คือ สีแดง (Red) สีเขียว (Green) และสีน้ำเงิน (Blue) แต่ละสีจะถูกแยกเป็นช่อง ซึ่งเป็นโมเดลสีที่นำไปใช้ในประเภทจอแสดงผล เช่น จอทีวี จอคอมพิวเตอร์ โดยลักษณะของรูปแบบของช่องสีจะแสดงเป็นระนาบ (Plane) ซึ่งความสามารถในการแสดงผลขึ้นอยู่กับจำนวนบิตที่ใช้เก็บค่าพิกเซล โดยปัจจุบันใช้ระบบสีละ 8 บิต ในแต่ละระนาบพิกเซลจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 – 255 โดย ค่า 0 หมายถึง ความมืด และค่า 255 หมายถึง ความสว่าง โดยแม่สีทั้ง 3 เมื่อนำมารวมกันจะให้ค่าสีขาว

3.2 กรอบแนวคิดงานวิจัย

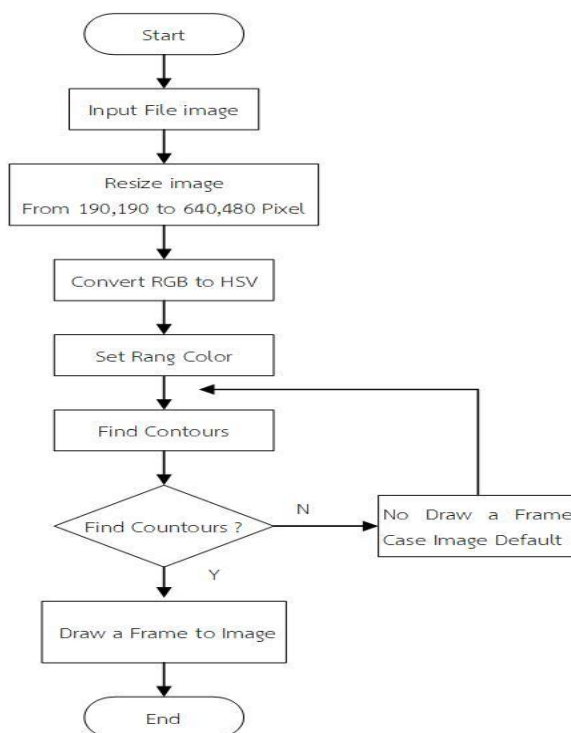
การทำงานของภาพรวมงานวิจัยของการจำแนกความสุขของผลกาแฟด้วยการประมวลผลภาพปริภูมิสีมีกรอบแนวคิดขั้นตอนการวิจัยประกอบด้วยขั้นตอนแสดงดังภาพที่ 2

3.3 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

การดำเนินการวิจัยนี้ได้พัฒนาระบบจำแนกความสุขของผลกาแฟ โดยเขียนโปรแกรมใช้งาน OpenCv ผ่านภาษา Python โดยแสดงผังระบบการทำงาน (Flowchart) แต่ละขั้นตอนของการดำเนินงานวิจัยซึ่งประกอบด้วย 1) การรับไฟล์ภาพ 2) การปรับปรุงคุณภาพของภาพจากไฟล์ภาพต้นฉบับ 3) การแปลงค่าสีจาก RGB เป็นปริภูมิสี HSV 4) การตรวจจับสีที่อยู่ในช่วงสี HSV ที่กำหนด 5) การตรวจจับรูปทรงของวัตถุ และ 6) การตีกรอบวัตถุ แสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 2 กรอบแนวคิดการจำแนกความสุกของผลกาแฟ



ภาพที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยการจำแนกความสุกของผลกาแฟ

3.3.1 ขั้นตอนที่ 1 การรับไฟล์ภาพ (Input file image)

ในขั้นตอนนี้เป็นการนำเข้าไฟล์ภาพถ่ายผลกาแฟแต่ละสีโดยไฟล์ภาพทั้งหมด 1,500 ภาพและเลือกทดสอบโดยใช้ไฟล์ภาพจำนวน 1,200 ภาพ โดยแบ่งสีละ 300 ภาพ คือ สีแดง-สุก สีเหลือง-กึ่งสุกกึ่งดิบ สีเขียว-ดิบ สีนํ้าตาล-สุกมาก ตามลำดับ โดยไฟล์ภาพนามสกุล JPEG พื้นหลังสีขาว และขนาดของภาพเท่ากับ 190*190 พิกเซล โดยไฟล์ภาพต้นฉบับของผลกาแฟทั้ง 4 แบบ แสดงดังภาพที่ 4

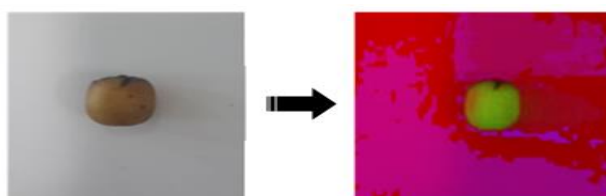


ภาพที่ 4 ไฟล์ภาพต้นฉบับของผลกาแพทั้ง 4 แบบ

(ก) แดง-สุก (ข) เหลือง-กึ่งสุกกึ่งดิบ (ค) สีเขียว-ดิบ (ง) สีนํ้าตาล-สุกมาก

3.3.2 การปรับปรุงคุณภาพของภาพจากไฟล์ภาพต้นฉบับเท่ากับ 190×190 พิกเซล ให้มีขนาดมาตรฐานเท่ากับ 640×480 พิกเซล เนื่องจากไฟล์ต้นฉบับมีขนาดเล็กเกินไปทำให้เกิดค่าผิดพลาดในการตีกรอบวัตถุและอ่านค่าระดับสี จึงต้องขยายขนาดภาพ เพื่อเข้าสู่กระบวนการแปลงค่าสีจาก RGB เป็น HSV

3.3.3 การแปลงภาพ RGB ที่รับเข้ามาให้เป็น HSV เพื่อง่ายต่อการคัดกรองสีในขอบเขตที่ต้องการ โดยใช้คำสั่ง `cv2.cvtColor` และกระบวนการตรวจสอบสีจะใช้ไฟล์ภาพที่ทำการแปลงเป็น HSV แสดงดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 การแปลงภาพจาก RGB เป็น HSV

3.3.4 การกำหนดค่าสีเป็นขั้นตอนของการนำภาพที่ทำการแปลงเป็น HSV แล้ว มาทำการเทียบเคียงสีกับในระบบโดยแสดงระดับค่าสีตั้งค่าไว้ 4 ระดับ ดังนี้

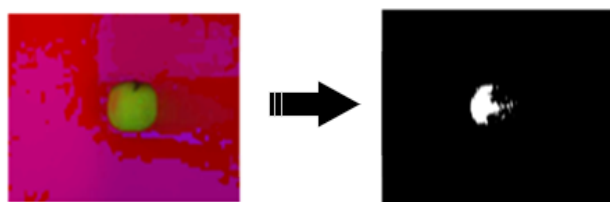
ตารางที่ 1 การกำหนดระดับค่าสี 4 ระดับ

ชนิดสี	ค่าสีต่ำสุด (HSV)	ค่าสีสูงสุด (HSV)
Red	[0, 50, 50]	[8, 255, 255]
Yellow	[15, 25, 25]	[25, 255, 255]
Green	[34, 50, 50]	[38, 255, 255]
Brown	[0, 0, 0]	[[0, 50, 50]

ซึ่งในการกำหนดระดับค่าสีโดยใช้โครงสร้างอาร์เรย์ (Array) ภายในจะประกอบไปด้วยค่าของ H คือค่าสี S ค่าความบริสุทธิ์ และ V ค่าความสว่าง ซึ่งจะใช้อาร์เรย์ (Array) 2 ชุดในการกำหนดช่วงของสี คือ ชุดของ Lower คือค่าสีต่ำสุด และใช้ Upper เป็นค่าสีสูงสุดที่ต้องการ ดังนั้นหากระดับค่าสีมีค่าอยู่ในช่วงที่กำหนดไว้ จะถูกตรวจจับทั้งสิ้น โดยกำหนดระดับค่าสีอยู่ที่ช่วง 34-38 ซึ่งเป็นช่วงเฉดสีของสีเขียว-ดิม ช่วง 15-25 ซึ่งเป็นช่วงเฉดสีของสีเหลือง-กึ่งสุกกึ่งดิม และช่วง 0-8 ซึ่งเป็นช่วงเฉดสีของสีแดง-สุก และสีน้ำตาล-สุกมาก จะเป็น 0 - 0 และปรับความบริสุทธิ์ และความสว่าง ให้อยู่ในช่วงของสีของผลกาแพ

3.3.5 การตรวจจับสีที่อยู่ในช่วงสี HSV ที่กำหนด

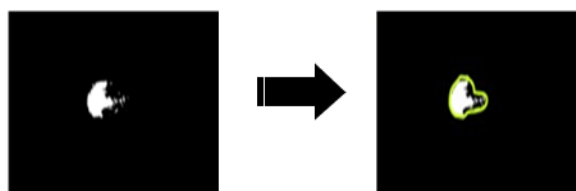
โดยจะใช้คำสั่ง cv2.inRange เพื่อนำภาพมากำหนดระดับสีกับภาพที่แปลงเป็น HSV ออกมา โดยใช้ค่าสีต่ำสุด (Lower) กับ ค่าสีสูงสุด (Upper) เป็นช่วงของสีที่ต้องการ แสดงดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 การตรวจจับสีที่อยู่ในช่วงสี HSV ที่กำหนด

3.3.6 การตรวจจับรูปทรงของวัตถุ

ในขั้นตอนของการตรวจจับรูปทรงของวัตถุใช้คำสั่ง cv2.findContours กับตัวแปรภาพถ่ายผลกาแพที่ทำการเซ็ระดับค่าสีไว้ โดยแสดงเป็นเส้นสีเหลืองตามขอบเขตของผลกาแพ โดยระบบจะอ่านค่าสีแต่ละพิกเซลที่ได้ติกรอบสีเหลืองไว้ แล้วนำไปเปรียบเทียบกับช่วงค่าสีแม่แบบที่บันทึกไว้แล้วหาค่าเฉลี่ยของค่าสีที่อ่านได้ว่าตรงกับสีใด และใช้คำสั่ง cv2.contourArea ในการเก็บค่าสีของวัตถุเพื่อเข้าสู่ขั้นตอนต่อไป แสดงดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 การตรวจจับรูปทรงของวัตถุ

3.3.7 การตีกรอบวัตถุ

ในส่วนขั้นตอนนี้จะทำการ เก็บค่าตำแหน่งแกน (x,y) และค่าความกว้างความสูง (w,h) ของวัตถุนั้นๆ ด้วยคำสั่ง cv2.boundingRect จากนั้นจะนำค่าตำแหน่งแกน (x,y) และความกว้างความสูง (w,h) ไปสร้างกรอบสีแดงลงบนตำแหน่งของภาพ ด้วยคำสั่ง cv2.rectangle และทำการแสดงภาพที่มีกรอบสีแดงล้อมรอบกรอบของวัตถุ โดยเลือกเฉพาะพิกเซล (Pixel) ที่อยู่ในกรอบของผลกาแพเท่านั้นเพื่อที่จะนำไปวิเคราะห์ว่าผลกาแพจัดอยู่ในช่วงสีอะไรตามที่ได้กำหนดระดับค่าสี ไว้ 4 ระดับ จากการเก็บตัวอย่างของสีเมล็ดกาแพ จากสีอ่อนไปยังสีเข้มของแต่ละช่วงสีของเมล็ดกาแพ ถือเป็นการเสร็จสิ้นกระบวนการจำแนกสีผลกาแพแสดงดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 การตีกรอบวัตถุ

4. ผลการวิจัย

การทดสอบประสิทธิภาพการจำแนกความสุกของผลกาแพด้วยการประมวลผลภาพปริภูมิสี โดยการทดลอง ณ อาคารคณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี บริเวณ ชั้น 6 สาขาเทคโนโลยีวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ วิทยาเขตวังไกลกังวล โดยแบ่งเป็นการทดสอบสีผลกาแพ 4 แบบ คือ สีแดง-สุก สีเหลือง-กึ่งสุกกึ่งดิบ สีเขียว-ดิบ สีนํ้าตาล-สุกมาก โดยใช้ไฟล์ภาพจำนวน 1,200 ภาพ โดยแบ่งภาพสีผลกาแพละ 300 ภาพ และแสดงค่าความถูกต้องแม่นยำ โดยรวมแสดงดังตารางที่ 2 และนำเสนอการทดลองเป็น Confusion Matrix เพื่อจะได้ทราบว่าในส่วนที่จำแนกผิดนั้น ได้จำแนกเป็นกาแพสีอะไร แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 2 การจำแนกความสุกของผลกาแพด้วยการประมวลผลภาพปริภูมิสี

สีผลกาแพ	จำนวนภาพ ที่ทดสอบ	จำนวนภาพที่ จำแนกได้	จำนวนภาพที่ จำแนกไม่ได้	ความถูกต้อง โดยรวม (%)
สีแดง-สุก	300	291	9	97%
สีเหลือง-กึ่งสุกกึ่งดิบ	300	287	13	95.67%
เขียว-ดิบ	300	300	0	100%
สีน้ำตาล-สุกมาก	300	300	0	100%
ค่าเฉลี่ยรวม				98.17%

ตารางที่ 3 การจำแนกความสุกของผลกาแฟเป็น Confusion matrix

	สีแดง-สุก	สีเหลือง-กึ่ง สุกกึ่งดิบ	เขียว-ดิบ	สีน้ำตาล- สุกมาก	Precision
สีแดง-สุก	291	0	0	9	0.97
สีเหลือง-กึ่งสุกกึ่งดิบ	0	287	13	0	0.96
เขียว-ดิบ	0	0	300	0	1.00
สีน้ำตาล-สุกมาก	0	0	0	300	1.00
Recall	1.00	1.00	0.96	0.97	

5. สรุปผลและการอภิปรายผล

5.1 การพัฒนาระบบการจำแนกความสุกของผลกาแฟด้วยการประมวลผลภาพปริภูมิสี

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาระบบจำแนกความสุกของผลกาแฟ โดยกระบวนการทำงานในส่วนของการประมวลผลภาพด้วยการวิเคราะห์จากคุณลักษณะของสี ได้แก่ 1) การแปลงค่าสีจาก RGB เป็นปริภูมิสี HSV 2) การตรวจจับสีที่อยู่ในช่วงสี HSV ที่กำหนด 3) การตรวจจับรูปทรงของวัตถุ และ 4) การตีกรอบวัตถุ โดยกระบวนการวิเคราะห์คุณลักษณะของสีผลการแฟ ในส่วนการทำงานของการทำงาน RGB และ HSV นั้นมีความสอดคล้องกับ วีระยุทธ และคณะ (2564) โดยได้ศึกษาการจำแนกความสุกของกล้วยฉาบ และดำเนินการศึกษาลักษณะของความเหมาะสมของกล้วยในกระทะที่สุกกรอบมีสีที่น่ารับประทาน โดยนำเทคนิคการประมวลผลภาพในส่วนการวิเคราะห์จากคุณลักษณะสี ได้แก่ แบบจำลอง RGB และ HSV เพื่อได้ข้อมูลสำหรับนำไปทำเครื่องทอดกล้วยกึ่งอัตโนมัติ โดยประสิทธิภาพความถูกต้องของการจำแนกสีจากภาพถ่ายเท่ากับ 86.27% ซึ่งระบบการจำแนกความสุกของผลกาแฟด้วยการประมวลผลภาพปริภูมิสี ที่พัฒนาขึ้นนั้นสามารถนำผลการวิจัยไปใช้กับเครื่องจำแนกระดับความสุกของผลกาแฟแบบสายพานลำเลียงโดยประยุกต์ใช้งานร่วมกับบอร์ด Raspberry Pi ซึ่งเป็นบอร์ดควบคุมการทำงานหลักของฮาร์ดแวร์ เพื่อสั่งงานให้โซลินอยด์ A โซลินอยด์ B และโซลินอยด์ C ในการตีผลกาแฟแต่ละสีตามที่พัฒนาไว้ในส่วนของการพัฒนาซอฟต์แวร์ อีกทั้งสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานด้านการเกษตรในการจำแนกความสุกของพืชผลชนิดอื่นต่อไปได้ในอนาคต

5.2 การทดสอบประสิทธิภาพของระบบการจำแนกความสุกของผลกาแฟด้วยการประมวลผลภาพปริภูมิสี

งานวิจัยนี้ใช้ประเด็นในการทดสอบโดยมีรายละเอียดหัวข้อในการทดสอบ คือ สีของผลกาแฟ จำนวนภาพที่ทดสอบ จำนวนภาพที่จำแนกได้ จำนวนภาพที่จำแนกไม่ได้ และความถูกต้องโดยรวม (%) โดยผลของการจำแนกผิวนั้นเกิดจากสีของผลกาแฟมีลักษณะสีเหลือง-กึ่งสุกกึ่งดิบ กับสีเขียว-

ดิบ เนื่องจากผลของกาแพบางลูกไม่ได้เหลืองทั้งหมดมีลักษณะสีเขียวอยู่บ้างเล็กน้อย ทำให้ผลการทดสอบมีความผิดพลาดอยู่ระดับหนึ่ง ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้ สีผลกาแพ มี 4 แบบ คือ 1) แดง-สุกใช้ภาพ 300 โดยภาพที่จำแนกได้ 291 จำแนกไม่ได้ 9 คิดเป็นค่าความถูกต้องโดยรวม 97% 2) สีเหลือง-กึ่งสุกกึ่งดิบใช้ภาพ 300 โดยภาพที่จำแนกได้ 287 จำแนกไม่ได้ 13 คิดเป็นค่าความถูกต้องโดยรวม 95.67% 3) สีเขียว-ดิบ ใช้ภาพ 300 โดยภาพที่จำแนกได้ 100 จำแนกไม่ได้ 0 คิดเป็นค่าความถูกต้องโดยรวม 100% และ 4) สีนํ้าตาล-สุกมาก ใช้ภาพ 300 โดยภาพที่จำแนกได้ 300 จำแนกไม่ได้ 0 คิดเป็นค่าความถูกต้องโดยรวม 97% ซึ่งผลจากค่าความถูกต้องโดยรวมทั้ง 4 แบบ สรุปค่าเฉลี่ยรวมประสิทธิภาพของระบบอยู่ที่ 98.17% ซึ่งมีความสอดคล้องกับ ธนโชติ และคณะ (2565) ซึ่งได้กล่าวสรุปไว้ในตารางการทดสอบการคัดแยกขยะรีไซเคิล ดังนี้ ประเภทขยะมี 4 แบบ คือ 1) กระป๋อง ใช้ภาพ 50 โดยภาพคัดแยกสำเร็จได้ 48 คัดแยกไม่สำเร็จ 2 ความถูกต้องเท่ากับ 96% 2) ขวดแก้ว ใช้ภาพ 50 โดยภาพคัดแยกสำเร็จได้ 49 คัดแยกไม่สำเร็จ 1 ความถูกต้องเท่ากับ 98% 3) กล่องกระดาษใช้ภาพ 50 โดยภาพคัดแยกสำเร็จได้ 50 คัดแยกไม่สำเร็จ 0 ความถูกต้องเท่ากับ 100% และ 4) ขวดพลาสติกใช้ภาพ 50 โดยภาพคัดแยกสำเร็จได้ 50 คัดแยกไม่สำเร็จ 0 ความถูกต้องเท่ากับ 100%

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีรัตนโกสินทร์ที่ให้ทุนสนับสนุนประจำปีงบประมาณ 2560 สัญญาเลขที่ A86/2560 และขอขอบคุณข้อมูลจากไร้ธรรมชาติในการให้ข้อมูลและผลกาแพสำหรับใช้ในการดำเนินวิจัยในครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

7. เอกสารอ้างอิง

กวิณ ชินพงศ์, อสมา ตั้งปรมัตถ์สกุล, ธัญรดา โพธิ์พระรส, ทศพร บุญชู, ปกรณ์ ล่องทอง, พร พันธุ์จรรยา และพิรุฑย์ เขียววิชัย. (2564). การสกัดคุณลักษณะเอปีซีดีเพื่อประเมินความเสี่ยงโรคผิวหนังเมลาโนมาด้วยการ ประมวลผลภาพ: การทบทวนวรรณกรรม. **วารสารวิชาการราชวิทยาลัยจุฬาภรณ์**, 3(4), 230-245.

ธนโชติ ภาชนะนัย, จักรกริช ปานเงิน, กรรณิการ์ คนงาน, วรชัย ศรีสมุดคำ และวาสนา วงศ์ษา. (2565). เครื่องคัดแยกขยะรีไซเคิลด้วย การประมวลผลภาพ. **วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและวิศวกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม**, 4(2), 242-253.

นภารัตน์ ชูไพร, เอกรินทร์ วิจิตรพันธ์, พิมพ์ชนก แก้วอุดม และชุติมา ยอดเกื้อ. (2565). การพัฒนาระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ สำหรับเพิ่มช่องทางการจำหน่ายผลิตภัณฑ์กาแพวิสาหกิจชุมชน

- บ้านถ้ำสิงห์ จังหวัดชุมพร.วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 24(3), 39-49.
- บอย ดาศรี และนรภัทร สาณจิตร. (2564). ระบบการตรวจจับไฟไหม้ด้วยวิธีการหาเส้นขอบของภาพ และระบบสี HSV. วารสารวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและนวัตกรรม, 2(1), 10-14.
- พิศณุ คูมีชัย. (2564). ระบบรู้จำสัญญาณมือทางทหารด้วยการประมวลผลภาพดิจิทัล. วารสาร วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและนวัตกรรม, 2(5), 28-36.
- พิศณุ คูมีชัย. (2565). การประมาณน้ำหนักสุกรโดยใช้การประมวลผลภาพและโครงข่ายประสาท เยี่ยม. วารสารวิชาการโรงเรียนนายเรือด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 5(1), 72-82.
- วีระยุทธ สุริคำ, นพดล อ่ำดี และชัยธำรง พงษ์พัฒนศิริ. (2564). การจำแนกความสุกของกล้วยฉาบ ด้วยเทคนิคการ ประมวลผลภาพ. วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและวิศวกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม, 3(1), 55-67.
- อรอุมา พริ้มโต. (2564). การวิเคราะห์ระดับความสุกของกล้วยจากภาพถ่ายด้วยโมเดลสีอาร์จีบีและ การเรียนรู้ แบบมีผู้สอน. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร. สุวรรณภูมิ (The Journal of Science and Technology RMUTSB), 5(พิเศษ), 34-34.
- เอกรัตน์ สุขสุนทร, ชลทิศ สันติวงศ์งาม, วัชรพล คำแขก และศศิชา ปานสุวรรณ. (2565). ระบบ วิเคราะห์การสุกของ ผลไม้ด้วยเทคโนโลยีการประมวลผลภาพ. วารสารวิทยาการและ เทคโนโลยีสารสนเทศ (JIST), 12(1), 61-66.
- Dubey, S.R., & Jalal, A.S. (2012). **Detection and classification of apple fruit diseases using complete local binary patterns**. Paper presented at the 2012 Third International Conference on Computer and Communication Technology. Allahabad, India.
- Dubey, S.R., & Jalal, A. (2012). Robust approach for fruit and vegetable classification. **Procedia Engineering**, 38, 3449-3453.
- Jansuwan, P., & Zander, K. K. (2021). Getting Young People to Farm: How Effective Is Thailand's Young Smart Farmer Programme? Sustainability.MDPI Journal, 13(21), 11611.
- Kumari, R.S.S., & Gomathy, V. (2018). **Fruit classification using statistical features in svm classifier**. Paper presented at the 2018 4th International Conference on Electrical Energy Systems (ICEES). Chennai, India.
- Pardede, J., Husada, M.G., Hermana, A.N., & Rumapea, S.A. (2019). **Fruit Ripeness Based on RGB, HSV, HSL, L ab Color Feature Using SVM**. Paper presented at the 2019



International Conference of Computer Science and Information Technology
(ICoSNIKOM). Medan, Indonesia.