JIST Journal of Information Science and Technology
Volume 13, NO 1 | JAN – JUN 2023 | 10-16
ISSN: 2651-1053 (Online)
ISSN: 1906-9553 (Print)

การพัฒนาระบบวิเคราะห์และนับจำนวนผลมะนาวด้วยเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์วิทัศน์

Development of Counting and Analysis Lemons System with Computer Vision Technology

เอกรัตน์ สุขสุคนธ์

Aekkarat Suksukont

สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และนวัตกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก

Program in Computer Technology and Innovation, Faculty of Science and Technology,

Southeast Bangkok University

Received: January 11, 2023; Revised: June 14, 2023; Accepted: June 24, 2023; Published: June 30, 2023

ABSTRACT – This article presents development of counting and analysis lemons system with computer vision technology for test the performance of analysis system for color and counting of lemons to facilitate farmers. Firstly, designing the system and training the system with images of soft lemons and mature lemons 574 images, which image processing techniques were applied to this process. Then test the performance of the pressing system with 400 lemons. Divided into 200 soft lemons and 200 mature lemons. From the experiment counting of soft lemons system analysis accuracy 92% there is an error of 8% and counting of mature lemons system analysis accuracy 98% there is an error of 2% respectively.

KEYWORDS: Image processing, Comparison, Fruit, Color model, Computer vision

บทคัดย่อ -- **บทความนี้นำเสนอการพัฒนาระบบวิเคราะห์และนับจำนวนผลมะนาวด้วยเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์วิทัศน์ เพื่อนำไปใช้ทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบวิเคราะห์สีและนับผลของมะนาวเพื่อช่วยอำนวยความสะดวกให้แก่เกษตรกร เริ่มจากการออกแบบระบบและเทรนระบบด้วยภาพของผลมะนาวอ่อนและผลมะนาวแก่ จำนวน 574 ภาพ ซึ่งเทคนิคการประมวลผลภาพถูกนำมาใช้กระบวนการนี้ จากนั้นทดสอบประสิทธิภาพของระบบด้วยการนำผลมะนาว จำนวน 400 ลูก โดยแบ่งเป็นผลมะนาวอ่อน จำนวน 200 ลูก และผลมะนาวแก่ จำนวน 200 ลูก จากการทดลอง พบว่า ระบบสามารถวิเคราะห์และนับผลมะนาวอ่อนมีความแม่นยำ 92 เปอร์เซนต์ มีความผิดพลาด 8 เปอร์เซนต์ และสามารถวิเคราะห์และนับผลมะนาวแก่มีความแม่นยำ 98 เปอร์เซนต์มีความผิดพลาด 2 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ**

คำสำคัญ: การประมวลผลภาพ, การเปรียบเทียบ, ผลไม้, แบบจำลองสี, คอมพิวเตอร์วิทัศน์

Corresponding Author: ekk_ele@hotmail.com

1. บทนำ

มะนาวเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญในประเทศไทยที่เกษตรกรในหลายพื้นที่นิยมปลูกและยึดเป็นอาชีพหลัก เพื่อจำหน่ายทั้งในประเทศและส่งออกจำหน่ายยังต่างประเทศ ประเทศไทยถือได้ว่ามีพื้นที่ที่เหมาะสมในการทำการเกษตรกรรม ซึ่งในปัจจุบันความเจริญก้าวหน้าของโลกยุคปัจจุบันได้มีการนำเอาเทคโนโลยีมาใช้ในชีวิตประจำวันในหลาย ๆ ด้าน เช่น ด้านโรงงานอุตสาหกรรม หน่วยงานราชการสำนักงาน บริษัทต่าง ๆ หรือแม้แต่ด้านการเกษตร ทั้งนี้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะสร้างระบบวิเคราะห์และนับจำนวนผลมะนาวอ่อนและผลมะนาวแก่เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกแก่เกษตรกรในหลายพื้นที่ที่ยึดการปลูกผลมะนาวเป็นอาชีพในการสร้างรายได้และช่วยอำนวยความสะดวกในการวิเคราะห์และนับผลมะนาว

จากงานวิจัยของ [1] การพัฒนาเครื่องต้นแบบคัดแยกดอกดาวเรืองโดยการประมวลผลภาพ เป็นงานวิจัยที่ได้จากการพัฒนาต่อจากโปรแกรมวิเคราะห์ขนาดของดอกดาวเรืองด้วยวิธีการประมวลผลภาพ โดยการใช้การหาสัณฐาน (Shape) ของดอกดาวเรืองและวิธีการจัดกลุ่มด้วยการวัดระยะห่างของข้อมูล (Euclidean Distance) ซึ่งสามารวิเคราะห์ขนาดของดอกดาวเรืองได้ 4 ขนาด ระบบสายพานคัดแยกดอกดาวเรืองขึ้นโดยประกอบด้วยชุดสายพาน 2 ชุด ได้แก่ ชุดสายพานวางและบีบดอกดาวเรือง และชุดสายพานคัดแยกดอกดาวเรือง โดยควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก (Raspberry Pi 3 Model B) และรับส่งข้อมูลระหว่าโปรแกรมกับชุดสายพานผ่านอุปกรณ์สื่อสารไร้สายระยะใกล้หรือโมดูลบูลทูธ งานวิจัยของ [2] เครื่องคัดแยกขนาดมะนาว มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างเครื่องคัดแยกขนาดมะนาว เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมขนาดเล็กช่วยลดต้นทุนและประหยัดเวลาในการคัดแยกขนาดมะนาว จากการทดสอบ ผลปรากฏว่าเครื่องคัดแยกขนาดมะนาวสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องสามารถคัดแยกมะนาวได้มีประสิทธิภาพ งานวิจัยของ [3] ระบบการวิเคราะห์การสุกของผลไม้ด้วยเทคโนโลยีการประมวลผลภาพ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบการสุกของผลไม้ตามระยะเวลาจริงได้ และช่วยอำนวยความสะดวกให้แก่เกษตรกร เพื่อลดปัญหาการเน่าเสียของผลไม้ที่อาจจะเกิดขึ้น ในงานวิจัยนี้ใช้ซอฟต์แวร์ NI Vision Builder ทำงานร่วมกับกล้องวิดีโอ และใช้เทคโนโลยีการประมวลผลภาพ เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์และประมวลผล จากการทดลองพบว่า ระบบการวิเคราะห์การสุกของผลไม้ด้วยเทคโนโลยีการประมวลผลภาพ สามารถนับจำนวนของผลไม้มีความถูกต้อง คิดเป็น 100 เปอร์เซนต์ และสามารถวิเคราะห์การสุกของผลไม้ คิดเป็น 95 เปอร์เซนต์ งานวิจัยของ [4] เครื่องคัดแยกสีอัตโนมัติบนระบบสายพานลำเลียงควบคุมด้วยอาดูยโน่ (Arduino UNO R3) เป็นงานวิจัยที่ได้ออกแบบตัวเครื่องที่สามารถปฏิบัติงานให้แยกชนิดวัตถุที่เป็นสีแดง สีเขียว สีน้ำเงินและสีอื่น ๆ โดยเคลื่อนย้ายวัตถุไปยังถาดที่กำหนดไว้อัตโนมัติอาศัยการควบคุมของอาดูยโน่ ผลการวิจัยพบว่า สามารถคัดแยกวัตถุสีแดง สีเขียว สีน้ำเงินและสีอื่นๆ โดยเวลาเฉลี่ยของวัตถุที่ทดสอบปรากฏว่าวัตถุสีแดง 9.96 วินาที วัตถุสีเขียว 13.47 วินาที วัตถุสีน้ำเงิน 16.58 วินาทีและวัตถุอื่น ๆ 9.04 วินาที และสามารถหมุนถาดเพื่อรับวัตถุในตำแหน่งที่ต้องการได้ถูกต้อง งานวิจัยของ [5] เครื่องคัดแยกน้ำหนักและสีมะม่วงอัตโนมัติด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยเครื่องสามารถคัดแยกได้ 2 ส่วน คือ น้ำหนักและสีของผลมะม่วง โดยการใช้สายพานในการลำเลียงและตรวจจับน้ำหนักด้วยโหลดเซลล์และนำมาต่อกับสายพานจะลำเลียง เพื่อวัดค่าสีหาความสุกดิบของมะม่วง หลังจากนั้นจะส่งข้อมูลไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ (Mega 2560) ซึ่งทำหน้าที่ประมวลผลและสั่งเปิดช่องรับสำหรับคัดแยกมะม่วงตามที่กำหนดไว้ ผลการทดลองคัดแยกมะม่วงโดยวัดเป็นค่าความผิดพลาดโดยใช้ตัวอย่างมะม่วงพันธุ์เขียวเสวยจำนวน 100 ผล ผลการทดสอบคัดเกรดมะม่วงมีความผิดพลาดเท่ากับ 0.00 เปอร์เซนต์ และการคัดแยกความสุกดิบ มีความผิดพลาด เท่ากับ 0.00 เปอร์เซนต์ ส่วนมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองจำนวน 100 ผล ผลการทดสอบคัดเกรดมะม่วงมีความผิดพลาด เท่ากับ 3 เปอร์เซนต์ และการคัดแยกความสุกดิบ มีความผิดพลาด เท่ากับ 3 เปอร์เซนต์ งานวิจัยของ [6], [7] นำเสนอเกี่ยวกับระบบคัดแยกสีของวัตถุต่างชนิดกัน โดยใช้เทคนิคการสกัดคุณลักษณะเด่น (Feature) ของแบบจำลองสีชนิดต่าง ๆ มาใช้เป็นส่วนสำคัญในการระบุชนิดของวัตถุนั้น ๆ งานวิจัยของ [8] และ [9] ในงานวิจัยเหล่านี้ได้นำหลักการประมวลผลภาพมาใช้ในการแยกแยะชนิดของผลไม้ชนิดต่าง ๆ เพื่อให้ระบบสามารถระบุชนิดของผลไม้ โดยที่สามารถแยกแยะได้ไม่ว่าจะเป็นผลไม้ชนิดเดียวกันหรือผลไม้ต่างชนิดกันก็ตาม

จากงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบและพัฒนาระบบวิเคราะห์และนับจำนวนผลมะนาวด้วยเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์วิทัศน์ เพื่อศึกษากระบวนการประมวลผลด้วยภาพและนำไปใช้ในระบบวิเคราะห์และนับจำนวนผลมะนาวอ่อน

ผลและมะนาวแก่ ทฤษฎีนี้จะทำให้ทราบค่าของสีผลมะนาวอ่อนและผลมะนาวแก่และช่วยในการวิเคราะห์ค่าสีร่วมกับการใช้ภาษา Java และนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์วิทัศน์มาประยุกต์ใช้งานร่วมกันในการสร้างโปรแกรมวิเคราะห์และนับจำนวนผลของมะนาวอีกด้วย

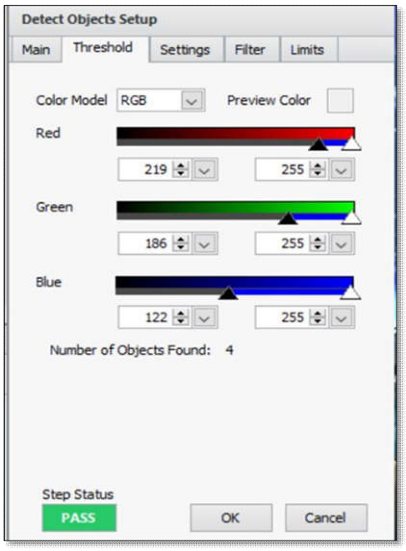
2. ทฤษฎี

2.1 การประมวลผลภาพ (Image Processing)

การประมวลผลภาพ คือ กระบวนการจัดการและวิเคราะห์รูปภาพให้เป็นข้อมูลในแบบดิจิทัล โดยใช้ระบบของคอมพิวเตอร์เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เราต้องการทั้งในเชิงคุณภาพและปริมาณ (ขนาด รูปร่าง สี) หลังจากนั้นเราสามารถนำข้อมูลไปวิเคราะห์ และสร้างเป็นระบบต่าง ๆ เช่น ระบบดูแลการจราจรบนท้องถนน ระบบตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในกระบวนการผลิต ระบบเก็บข้อมูลรถที่เข้าและออกอาคาร ระบบตรวจจับใบหน้า เป็นต้น การประมวลผลภาพเกิดจากการกระทำการอย่างใดอย่างหนึ่งกับภาพต้นฉบับ (Input Image) เพื่อให้ได้ภาพผลลัพธ์ (Output Image) มีลักษณะของภาพเป็นไปตามที่ต้องการ ซึ่งการกระทำการกับภาพที่ใช้ในการประมวลผลภาพดิจิตอลมีอยู่มากมายหลายแบบ ความเข้าใจเกี่ยวกับคุณลักษณะและการแยกแยะประเภทของการกระทำการกับภาพ จะช่วยให้เราสามารถคาดคะเนภาพผลลัพธ์ที่จะได้จากการกระทำการแต่ละแบบ หรือประมาณความซับซ้อนของการกระทำการกับภาพที่จะนำไปใช้ได้การกระทำการกับภาพในการประมวลผลภาพดิจิตอล สามารถแบ่งออกได้ 2 ประเภทคือ การประมวลผลภาพแบบจุด (Point Image Processing) และการประมวลผลภาพแบบบริเวณ (Local Image Processing)

2.2 แบบจำลองสี (Color Model)

แบบจำลองสี เป็นสิ่งที่ใช้อ้างอิงถึงระดับสีต่างๆ สำหรับคอมพิวเตอร์แล้วเราจะไม่ใช้แบบจำลองที่เป็น Analytical Model เหมือนกับระบบที่ใช้ในทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งใช้วิธีการวัดระดับที่อยู่ในรูปของพลังงานช่วงของสเปคตรัม (Spectrum) จากการทดลองที่เป็นการศึกษาแบบ Psychophysical ที่มีการรับรู้ของมนุษย์เข้ามาเกี่ยวข้องแบบจำลองสีมีหลายแบบด้วยกัน เช่น แบบจำลองสี RGB แบบจำลองสี HSV และแบบจำลองสี YCbCr เป็นต้น รูปที่ 1 เป็นการกำหนดค่าสี RGB เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ผล



รูปที่ 1. ตัวอย่างแบบจำลองสี RGB

2.3 คอมพิวเตอร์วิทัศน์ (Computer Vision)

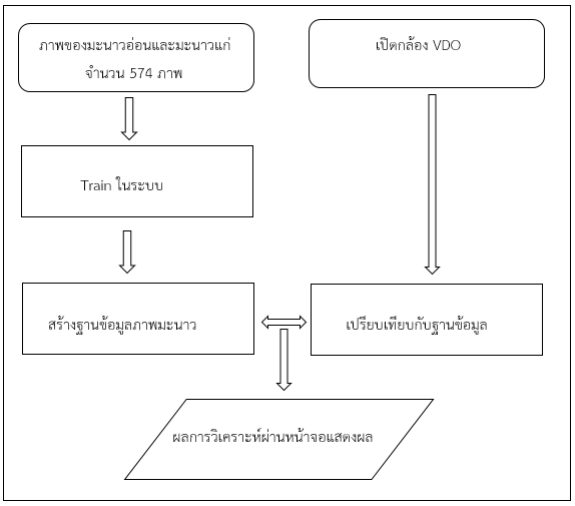
คอมพิวเตอร์วิทัศน์ได้รวมเอากล้องวิดีโอ, การประมวลผลที่ Edge หรือคลาวด์, ซอฟต์แวร์ และปัญญาประดิษฐ์ (AI) เข้าไว้ด้วยกัน เพื่อทำให้ระบบสามารถตรวจจับและระบุวัตถุได้ เทคโนโลยีมากมายที่ช่วยให้ AI รวมถึง CPU สำหรับการประมวลผลทั่วไป และคอมพิวเตอร์วิทัศน์และหน่วยประมวลผลวิสัยทัศน์ (VPU) ในการส่งมอบการเร่งความเร็ว ระบบคอมพิวเตอร์วิทัศน์มีประโยชน์ในสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย สามารถจดจำวัตถุและผู้คนได้อย่างรวดเร็ว วิเคราะห์ข้อมูลประชากรศาสตร์ ตรวจสอบผลิตภัณฑ์ที่ผลิตและอื่น ๆ อีกมากมาย คอมพิวเตอร์วิทัศน์ใช้การเรียนรู้เชิงลึกเพื่อสร้างเครือข่ายประสาทที่นำทางระบบในการประมวลผลและการวิเคราะห์ภาพ เทคนิคโครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชัน (CNN) และมีชุดเครื่องมือ Open VINO ที่ช่วยให้มีการอนุมานการเรียนรู้เชิงลึกสำหรับการจัดประเภทรูปภาพ และการตรวจจับวัตถุ เมื่อได้รับการฝึกอบรมอย่างเต็มรูปแบบ โมเดลคอมพิวเตอร์วิทัศน์จะสามารถทำการรับรู้วัตถุ ตรวจจับและจดจำบุคคล หรือแม้กระทั่งติดตามการเคลื่อนไหว

3. การดำเนินการทดลอง

3.1 การออกแบบ

การพัฒนาระบบวิเคราะห์และนับจำนวนผลมะนาวด้วยเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์วิทัศน์ ได้นำทฤษฎีการประมวลผลภาพหรือ Computer Vision เข้ามาใช้งานในระบบ ซึ่งการเทรนภาพ

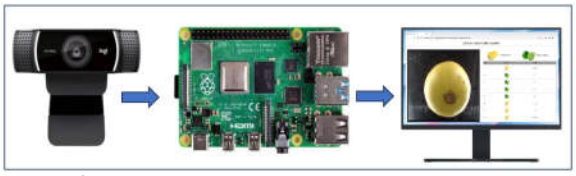
ของมะนาวอ่อนและมะนาวแก่ ในงานวิจัยนี้จะใช้ภาพของมะนาวแป้น ซึ่งในประเทศไทยนิยมปลูกมะนาวสายพันธุ์นี้กันอย่างแพร่หลาย โดยมีกรอบแนวคิด ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2. แผนภาพกรอบแนวคิดของระบบ

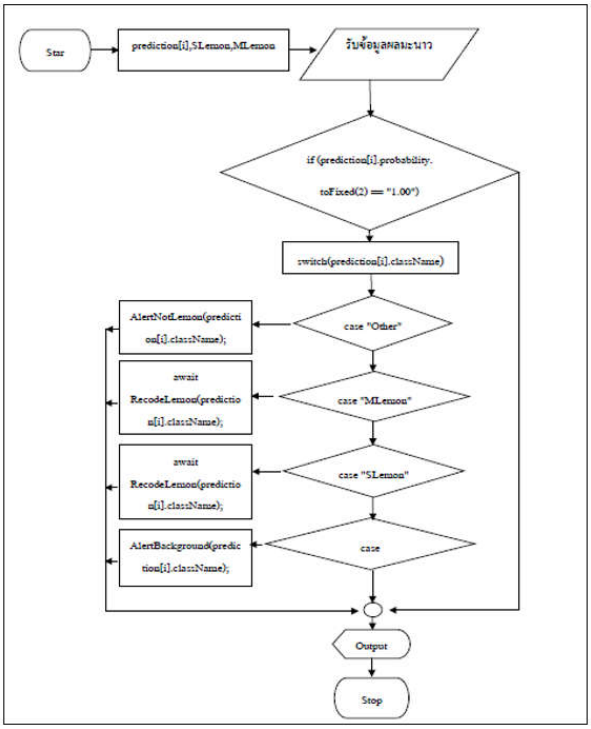
3.2 วิธีดำเนินการวิจัย

1) การทำงานของระบบวิเคราะห์และนับจำนวนผลมะนาวด้วยเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์วิทัศน์ ต้องทำการกำหนดลักษณะการทำงานของระบบควบคุมการทำงานของอุปกรณ์อินพุต และเอาต์พุต กำหนดโครงสร้างของระบบวิเคราะห์และนับจำนวนผลมะนาวด้วยเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์วิทัศน์ โดยทำการเชื่อมต่อกล้องวิดีโอ (Web Camera) เข้ากับคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก (Raspbery Pi 4) จากนั้นเชื่อมต่อกับจอสดงผล (Monitor) ดังรูปที่ 3



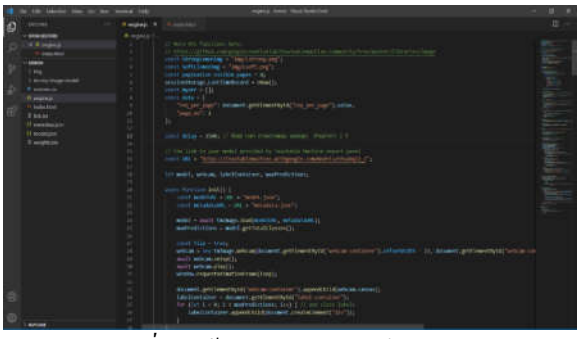
รูปที่ 3. การต่อระบบวิเคราะห์และนับจำนวนผลมะนาว

การกำหนดสถานะของผลลัพธ์แบ่งออกเป็น 4 กรณี คือ กรณีผลมะนาวอ่อน กรณีผลมะนาวแก่ กรณีจับภาพพื้นหลังและกรณีวัตถุอื่น โดยที่หากการรับภาพจากกล้องวิดีโอและเข้าสู่กระบวนการประมวลผล ค่าใดที่มีผลลัพธ์ใกล้เคียงกับภาพที่ทำการเทรนจะแสดงค่าเป็น 1 ซึ่งคือผลลัพธ์ที่แสดงว่าเป็นผลของมะนาวอ่อนหรือผลของมะนาวแก่ ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4. การทำงานของระบบวิเคราะห์และนับจำนวนผลมะนาว

2) การออกแบบซอฟต์แวร์ โดยใช้ Visual Studio Code (VS Code) ในการเขียนภาษา Node.js หรือ JavaScript เพื่อสร้างระบบวิเคราะห์และนับจำนวนผลมะนาวด้วยเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์วิทัศน์ ดังรูปที่ 5 โดยจะทำการวิเคราะห์จากสีและรูปทรงข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์จะถูกเก็บอยู่ในคลาส (Class) ที่ได้สร้างไว้ใน Teachable Machine จากนั้นจะทำการเก็บข้อมูลที่วิเคราะห์ได้ไว้ในตารางเก็บค่า เพื่อทำการสรุปผลว่ามีผลมะนาวอ่อนและผลมะนาวแก่ทั้งหมดกี่ผลแล้วจึงแสดงผลออกทางหน้าต่างของโปรแกรม



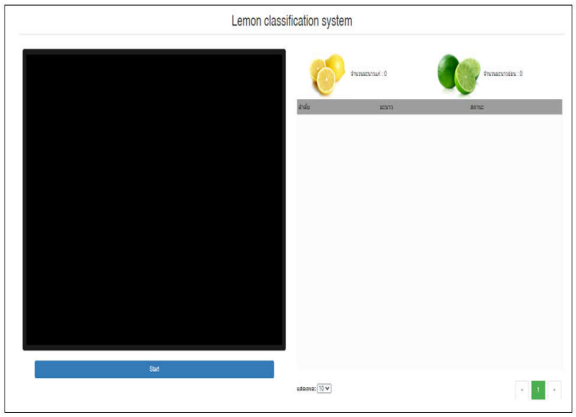
รูปที่ 5. หน้าต่างของการเขียนโปรแกรม

3) หลังจากนั้นนำภาพผลมะนาวอ่อนและผลมะนาวแก่ในระดับสีที่แตกต่างกัน จำนวน 574 ภาพ นำมาทำการเทรนใน

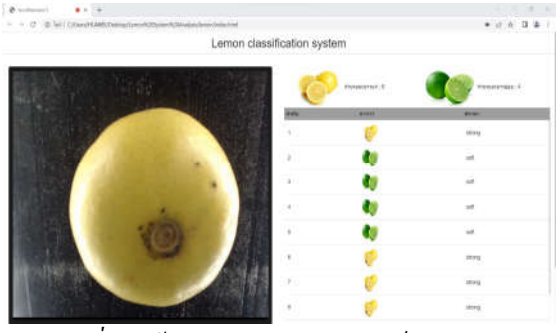
ระบบ เพื่อสร้างเป็นฐานข้อมูลของผลมะนาวในลักษณะการวางผลของมะนาวที่แตกต่างกัน โดยมีระยะการถ่ายภาพห่างจากกล้อง 30 เซนติเมตร ดังรูปที่ 6

รูปที่ 6. กระบวนการเทรนภาพผลมะนาวอ่อนและผลมะนาวแก่

4) การทดสอบประสิทธิภาพของระบบวิเคราะห์และนับจำนวนผลมะนาวด้วยเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์วิทัศน์จะนำมาใช้งานร่วมกับกล้องวิดีโอ ซึ่งสามารถใช้งานแบบเวลาจริง (Real Time) โดยนำผลมะนาวจำนวนทั้งหมด 400 ลูก มาทดสอบผ่านกล้องวิดีโอ จากนั้นระบบจะทำการวิเคราะห์และนับผลมะนาวแสดงผลผ่านหน้าต่างของโปรแกรม ดังรูปที่ 7 ถึงรูปที่ 9



รูปที่ 7. หน้าต่างของโปรแกรมวิเคราะห์และนับผลมะนาว



รูปที่ 8. หน้าต่างแสดงผลการวิเคราะห์ผลมะนาว

รูปที่ 9. หน้าต่างแสดงผลการนับผลมะนาว

4. ผลการศึกษา

จากการทดลอง เมื่อทดสอบประสิทธิภาพของระบบวิเคราะห์และนับจำนวนผลมะนาวด้วยเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์วิทัศน์ เมื่อนำผลมะนาวอ่อนและผลมะนาวแก่ รับภาพผลมะนาวผ่านกล้องวิดีโอและนำไปวิเคราะห์ผลผ่านคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก ซึ่งผลการวิเคราะห์และนับจำนวนผลมะนาวอ่อน ดังตารางที่ 1 และผลการวิเคราะห์และนับจำนวนผลมะนาวแก่ ดังตารางที่ 2 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์และนับจำนวนผลมะนาวอ่อน

ครั้งที่	จำนวนมะนาวอ่อน	จำนวนที่วิเคราะห์ได้	จำนวนที่วิเคราะห์ไม่ได้	ความแม่นยำ (เปอร์เซนต์)
1	40	38	2	95.00
2	80	74	6	92.50
3	120	110	10	91.66
4	160	148	12	92.50
5	200	184	16	92.00

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์และนับจำนวนผลมะนาวแก่

ครั้งที่	จำนวนมะนาวแก่	จำนวนที่วิเคราะห์ได้	จำนวนที่วิเคราะห์ไม่ได้	ความแม่นยำ (เปอร์เซนต์)
1	40	40	0	100.00
2	80	80	0	100.00
3	120	118	2	98.33
4	160	158	2	98.75
5	200	196	4	98.00

จากตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์และนับจำนวนผลมะนาวอ่อน พบว่า ระบบสามารถนับจำนวนของผลมะนาวอ่อนโดยรวมเมื่อนำจำนวนของผลมะนาวจำนวน 200 ลูก มาวิเคราะห์ในระบบ ผลปรากฏว่าระบบสามารถวิเคราะห์ผลมะนาวอ่อนได้ 184 ลูก และไม่สามารถวิเคราะห์ผลมะนาวอ่อนได้ จำนวน 16 ลูก คิดเป็นความแม่นยำของระบบอยู่ที่ 92 เปอร์เซนต์ จากตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์และนับจำนวนผลมะนาวแก่ พบว่า ระบบสามารถนับจำนวนของผลมะนาวแก่โดยรวมเมื่อนำจำนวนของผลมะนาวจำนวน 200 ลูก มาวิเคราะห์ในระบบ ผลปรากฏว่าระบบสามารถวิเคราะห์ผลมะนาวแก่ได้ 196 ลูก และไม่สามารถวิเคราะห์ผลมะนาวแก่ได้จำนวน 4 ลูก คิดเป็นความแม่นยำของระบบอยู่ที่ 98 เปอร์เซนต์ ทั้งนี้การนับและวิเคราะห์ผลมะนาวที่ผิดพลาดเกิดจากแสงที่ตกกระทบลงบนผลของลูกมะนาวที่เกิดการซ้อนทับกัน มุมของผลมะนาวที่กล้องจับภาพได้มีความมืดเกินไป รวมทั้งการเคลื่อนที่ผ่านของผลมะนาวบนสายพานลำเลียงที่เร็วเกินไป ทำให้กล้องวิดีโอจับภาพของผลมะนาวที่ส่งภาพมายังระบบประมวลผลไม่ทันจึงทำให้เกิดความผิดพลาดในการวิเคราะห์และประมวลผล

การนำเสนอประสิทธิภาพของระบบวิเคราะห์และนับจำนวนผลมะนาวด้วยเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์วิทัศน์ ได้สร้างแบบสอบถามโดยใช้หลักการของลิเคิร์ท สเกล จากการทำแบบสอบถามของผู้เข้าร่วมประเมิน คือ กลุ่มของประชากรที่เป็นเกษตรกรและผู้ที่ประกอบอาชีพค้าขาย จำนวน 10 ท่าน ผลของแบบประเมิน ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ทดลองใช้ระบบ

แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ	X	S.D.	แปลผล
1. ประสิทธิภาพของระบบ	4.70	0.54	พึงพอใจมากที่สุด
2. ความสะดวกของผู้ใช้งาน	4.30	0.30	พึงพอใจมาก
3. ความแม่นยำในการวิเคราะห์ผล	4.80	0.82	พึงพอใจมากที่สุด
4. การนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน	4.40	0.46	พึงพอใจมาก
5. ความเสถียรของซอฟต์แวร์	4.70	0.54	พึงพอใจมากที่สุด

5. สรุป

การพัฒนาระบบวิเคราะห์และนับจำนวนผลมะนาวด้วยเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์วิทัศน์โดยที่ระบบสามารถวิเคราะห์และนับผลมะนาวอ่อนจากจำนวน 200 ลูก มีความแม่นยำถึง 92 เปอร์เซนต์ และสามารถวิเคราะห์และนับผลมะนาวแก่จากจำนวน 200 ลูก มีความแม่นยำถึง 98 เปอร์เซนต์ ทั้งนี้การนับและวิเคราะห์ผลมะนาวที่ผิดพลาดเกิดจากแสงที่ตกกระทบลงบนผลนะนาวที่เกิดการซ้อนทับกัน ลักษณะการเรียงกันของผลมะนาวที่กล้องจับภาพได้มีความมืดเกินไป รวมทั้งการเคลื่อนที่ผ่านกล้องของผลนะนาวบนสายพานลำเลียงที่เร็วเกินไป ทำให้กล้องวิดีโอจับภาพของผลมะนาวที่ส่งภาพมายังระบบที่รวดเร็วทำให้ระบบประมวลผลไม่สามารถวิเคราะห์ได้ จึงทำให้เกิดความผิดพลาดในการวิเคราะห์และประมวลผล ส่วนผลการประเมินความพึงพอใจในด้านต่างๆ อยู่ในระดับที่พึงใจมากถึงระดับที่พึงพอใจมากที่สุด ตามลำดับ

ในการพัฒนาระบบในขั้นต่อไป ควรแก้ไขปรับปรุงในส่วนของอัลกอลอริทึมที่ใช้ในการวิเคราะห์ผล โดยอาจใช้โมเดลสีในแบบต่าง ๆ หรือสร้างอัลกอริทึมการประมวลผลขั้นสูง เข้ามาช่วยในการประมวลผลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบ รวมทั้งการนำระบบสายพานลำเลียงเข้ามาช่วยในการคัดแยกชนิดของมะนาวอ่อนและมะนาวแก่ออกจากกันก็จะทำให้ระบบคัดแยกผลมะนาวมีประสิทธิภาพในการนำไปใช้งานได้มากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] Tanut Bh. and Kamsuwan N., A Prototype Development of Marigold Classification by Image Processing, Journal Science and Technology Nakhon Sawan Rajabhat University. 2019; 11(13): 79-92.

[2] Kajornlap W. and Janpho J., Lemon Size Sorting Machine, Thesis in Production Techniques. 2015.

[3] Suksukont A., Santingamwong Ch., Khamkhaek W., Pansuwan S., Fruits Ripening Analysis System using Image Processing Technology, Journal of Information Science and Technology. 2022; 12(1): 61-66.

[4] Priwthaisong K., Automatic Color Sorting Machine on Conveyor Systems Controlled by Arduino, Association of Privatr Higher Education Institutions of Thailand. 5(1); 2016: 15-21.

[5] Pangerd S., Jeeranantasin N., Julakasemsak P., Cobal R., Duangmeun W., Automatic Mango Weight and Color Sorting Machine Equipped with Microcontrolle, Research Journal of Rajamangala University of Technology Krungthep. 2022; 16(2): 99-105.

[6] Jing L., Junzheng W. and Jiali M., Color moving object Detection Method Based on Automatic Color Clustering, Proceedings of the 33rd Chinese Control Conference. July 28-30, 2014: 7232-7235.

[7] Gokul P.R., Raj S. and Suriyamoorthi P., Estimation of Volume and Maturity of Sweet Lime Fruit using Image Processing Algorithm, International Conference on Communications and Signal Processing (ICCSP). April 2-4, 2015: 1227-1229.

[8] Pandey C., Sethy P.K., Biswas P., Behera S.K. and Khan M.R., Quality Evaluation of Pomegranate Fruit using Image Processing Techniques, International Conference on Communication and Signal Processing (ICCSP). July 28-30, 2020: 38-40.

[9] Sotirov S.I., Zhelyazkov S.P., Marudova M.G., Zsivanovits G. and Tokamkov D.M., Embedded System for Fruit Image Processing, International Scientific Conference Electronics. September 16-18, 2020: 1-3.