

การระบุชิ้นงานบนสายพานลำเลียงลำเลียงโดยใช้การประมวลผลภาพสี ด้วยกล้องเว็บแคม

IDENTIFY THE WORKPIECES ON CONVEYOR BELT BY COLOR IMAGE PROCESSING USING A WEB CAMERA

นภัสดล สิงหะตา*¹ อนันต์ โสภณ ² อนุสรณ์ สาธุเสน ³ กวีวัชร ทัตติวงษ์ ⁴ ศิริวรรณ พลเศษ ⁵
Napassadol Singhata*¹Anan Sopin²Anusorn Satusen ³ Kaweewat Tattiwong⁴ Siriwan Polset⁵

¹²³⁴ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

⁵ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มรภ.วไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์

* E-mail: napassadol.s@mail.rmutk.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอวิธีการประมวลผลภาพสีโดยใช้กล้องเว็บแคมในการจำแนกสีของชิ้นงานที่มีความแตกต่างกันเพื่อจำแนกวัตถุ 3 ชนิด วางบนสายพานลำเลียง ได้แก่ พลาสติกสีเหลือง พลาสติกสีดำ และอลูมิเนียม มีลักษณะเป็นทรงกระบอกมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 40 มม. สูง 25 มม. แทนการใช้เซ็นเซอร์ในการตรวจสอบ จากการทดลองพบว่า เมื่อวางชิ้นงานบนสายพานลำเลียงที่หยุดนิ่งหรือวิ่งด้วยความเร็ว 3 ระดับ ได้แก่ รอบความเร็วต่ำ 10 รอบ/นาที ความเร็วปานกลาง 30 รอบ/นาที และรอบความเร็วสูง 60 รอบ/นาที โดยใช้กล้องเว็บแคมเปรียบเทียบกับการใช้เซ็นเซอร์ 3 ชนิดในการตรวจสอบวัตถุได้แก่ Capacitive Proximity Sensor Fiber optic sensor และ Inductive Proximity Sensor ในการตรวจสอบ ผลปรากฏว่า กล้องและเซ็นเซอร์สามารถจำแนกวัตถุได้ถูกต้องแม้สุมวางชิ้นงานวางลงบนสายพานลำเลียงเพื่อตรวจสอบ โดยวิธีการดังกล่าวเป็นอีกวิธีการที่น่าสนใจและนำระบบประมวลผลภาพโดยใช้กล้องเว็บแคมไปพัฒนาใช้งานแทนเซ็นเซอร์ได้

คำสำคัญ: การประมวลผลภาพ กล้องเว็บแคม เซ็นเซอร์

ABSTRACT

This article presents a method of color image processing by using a web camera to classify the different color of work piece, which 3 items put on conveyor belt including yellow plastic, black plastic and aluminum. The cylinder has a diameter of 40 mm. and 25 mm. in height instead of using sensors to inspect. Experimental results shown that when a work piece was put in stationary conveyor status or 3 speed of dynamics conveyor including low speed in 10 rpm, middle speed in 30 rpm and high speed in 60 rpm. It was detected by web camera and 3 types of sensors namely know as Capacitive Proximity Sensor, Fiber optic sensor and Inductive Proximity Sensor, it was found the cameras and sensors can accurately identify objects, even if randomly placed on a conveyor. This method is another interesting method and can be developed to replace the sensor.

วันที่รับบทความ 19 กุมภาพันธ์ 2563

วันแก้ไขบทความ 11 มีนาคม 2563

วันตอบรับบทความ 21 มีนาคม 2563

Keywords: Image Processing, Web Camera and Sensor

1. บทนำ

ระบบการประมวลผลภาพด้วยกล้องเป็นเซนเซอร์ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับงานต่างๆ ได้หลายด้าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระบบอุตสาหกรรมการนำกล้องมาใช้ในการตรวจสอบในด้านการคัดแยกชิ้นงานโดยนำวิธีการประมวลผลภาพแทนการใช้เซนเซอร์เป็นวิธีที่น่าวิจัย และนำไปศึกษาต่อ เพื่อนำวิธีการดังกล่าวไปใช้ในการใช้งานอุตสาหกรรมจริง เมื่อเปรียบเทียบวิธีการประมวลผลภาพกับการใช้เซนเซอร์ที่นิยมใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อจำแนกวัตถุ พบว่าโดยทั่วไปเซนเซอร์ 1 ตัว จะสามารถระบุชิ้นงานได้เพียง 1 ชนิด ในกรณีที่เครื่องจักรมีพื้นที่จำกัด ทำให้การติดตั้งเซนเซอร์บนเครื่องจักรยุ่งยาก อีกทั้งทำให้มีราคาเครื่องจักรเพิ่มขึ้นจากเดิมและต้องเพิ่มการบำรุงรักษามากยิ่งขึ้นเพื่อลดปัญหาที่กล่าวมานั้น วิธีการประมวลผลภาพโดยใช้กล้องเว็บแคมเป็นอีกวิธีหนึ่งที่น่าสนใจและสามารถนำไปพัฒนาตรวจสอบชิ้นงานในระบบอัตโนมัติในโรงงานอุตสาหกรรมได้

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกลักษณ์ สุมณพันธุ์ และ ประมูล บัวน้อย [1] การวิเคราะห์ความเข้มของสีใบข้าวด้วยซอฟต์แวร์เวกเตอร์สำหรับการถดถอย เพื่อใส่ปุ๋ยไนโตรเจนให้ตรงกับ ความต้องการของข้าว โดยใช้เครื่องสแกนสีห่อแคนนอนรุ่น N 640 Pex ในการสแกนสีใบข้าวเก็บเป็นไฟล์ข้อมูลภาพหลังจากนั้นทำการประมวลผลภาพออกมาเป็นข้อมูลเชิงตัวเลขโดยเปลี่ยนภาพ RGB ให้เป็นภาพ HSV โดยกำหนดย่านสี S และ V และใช้วิธีการประมวลผลภาพด้วยฟัซซี ซี-มีน (fuzzy c-mean) เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการแปลงค่าสีให้เป็นจำนวนปุ๋ยด้วยวิธีซอฟต์แวร์เวกเตอร์สำหรับการถดถอยโดยวิธีการดังกล่าวจะทราบปริมาณการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในนาข้าวได้ เมื่อทำการเปรียบเทียบผลการประมาณค่าด้วยวิธีดังกล่าวกับผู้เชี่ยวชาญพบว่ามีความแตกต่างประมาณ 15.7 % จากจำนวนใบสู่การเปรียบเทียบ 10 ใบ โดยวิธีการดังกล่าวช่วยให้เกษตรกรตัดสินใจใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในนาข้าวได้แม่นยำยิ่งขึ้น เป็น การประหยัดงบประมาณในการซื้อปุ๋ย ต้นข้าวโตสมบูรณ์ ทนพ.อภิชิต อาสนาพิทย และ สุรเดช บุญลือ [2] การประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ เพื่อคัดกรองภาวะตัวเหลืองในทารกแรกเกิด จำเป็นต้องเจาะเลือดไปตรวจหาค่าบิลิรูบินทำให้อาจเกิดภาวะอันตรายแก่เด็กได้ จึงจำเป็นต้องใช้วิธีการประมวลผลภาพ โดยเก็บตัวอย่างภาพถ่ายบริเวณทรวงอกของทารกแรกเกิด โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม เป็นทารกที่ไม่มีภาวะตัวเหลืองจำนวน 51 ภาพ และกลุ่มที่ 2 เป็นทารกที่มีภาวะตัวเหลืองจำนวน 84 ภาพ โดยนำเทคนิคการประมวลผลภาพโดยใช้ สมาร์ทโฟนที่ถ่ายภาพบริเวณหน้าอกของเด็กทารกและใช้แถบกระดาษสีควบคุมแสงแนบบริเวณท้อง เพื่อชดเชยค่าแสงและกำหนดระยะห่างระหว่างกล้องและผู้ถ่ายภาพโดยให้ความกว้าง ของภาพพอดิบกับความยาวของกระดาษสีทุกครั้ง หลังจากนั้นนำภาพมาวิเคราะห์หาค่าสี CYMK พร้อมชดเชย ค่าสีแบบ Linear Slope แล้วนำมาคำนวณหาค่าบิลิรูบิน โดยใช้สูตร และนำค่าดังกล่าวมาเปรียบเทียบอ้างอิงตามช่วงอายุ ผลปรากฏว่าวิธีการดังกล่าวมีความแม่นยำร้อยละ 91.67 มีความถูกต้องร้อยละ 90.00 เนื่องจากมีการชดเชยแสงและควบคุมระยะห่างระหว่างภาพ ทำให้เด็กทารกไม่ต้องเจ็บตัวและลดภาวะเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นจากวิธีการเจาะเลือด อมรฤทธิ์ พุทธิพิพัฒน์จร และพัชรภรณ์ พรหมสุรินทร์ [3] การตรวจหารอยร้าวของไข่ภายใต้ระบบสุญญากาศด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพ ในระบบอุตสาหกรรมการคัดแยกไข่ที่มีรอยร้าวออก โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพมาประยุกต์ตรวจสอบ โดยต้องนำไข่ไปวางไว้ในกล่องสุญญากาศ และถ่ายภาพ แล้วนำภาพดังกล่าวแยกองค์ประกอบของสี ทำการลบภาพพื้นหลัง และเปลี่ยนผิวของเปลือกไข่เพื่อตรวจจ็รอยร้าวของไข่ จากการทดลองกับไข่ทั้งหมด 80 ฟอง พบว่าวิธีการดังกล่าวสามารถตรวจหารอยร้าวของไข่ได้ถูกต้องถึงร้อยละ 86.25 % โดยวิธีการดังกล่าวสามารถตรวจหารอยร้าวของไข่แบบรวดเร็วและไม่ทำลายไข่ในการตรวจสอบลดปัญหาการจ้างแรงงานซึ่งปัจจุบันมี ต้นทุนค่อนข้างสูง แต่จำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนวิธีการลำเลียงไข่ให้เหมาะสมกับการนำไปใช้ งานอุตสาหกรรมจริงเพิ่มมากขึ้น ไกรฤกษ์ เชยชื่น และ พิชิต กิตติสุวรรณ [4] ได้นำการประมวลผลภาพเพื่อพิสูจน์สีในงานพิมพ์ โดยนำภาพถ่ายคำนวณหาค่าฮิสโตแกรมสี โดยจะแบ่งเป็น 3 ช่องสี ได้แก่ สีแดง, สีเขียว, สีน้ำเงิน โดยแต่ละช่องสีจะมีค่าความเข้มสี 0 ถึง 255 และคำนวณหาฮิสโตแกรมสีด้วยสูตรทางคณิตศาสตร์เพื่อทำ

การตรวจสอบพิสูจน์สีในงานพิมพ์ จากผลการทดลองพบว่าวิธีการดังกล่าวมีความผิดพลาด 22.22% ซึ่งเกิดจากสภาพแสงห้องที่ใช้ทดสอบมีความไม่แน่นอนส่งผลให้อิสโตแกรมสีมาตรฐานมีความแปรปรวนสูง โดยใช้วิธีสี ลุ่ม ชะเนาว์ และ ณัฐภูมิ พจน์ปริญญา [5] การพัฒนาเครื่องฟอกสีสำหรับการตรวจหาตัวอ่อนในไข่ไก่ โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพดิจิทัล เครื่องฟอกสีในปัจจุบันยังขาดประสิทธิภาพในการตรวจหาตัวอ่อนภายในไข่ไก่ เพื่อทำการคัดแยกไข่ไก่ที่ไม่มีเชื้อตัวอ่อนไขในระยะต่างๆออกจากกันเพื่อลดปัญหาของการเกิดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ การคัดแยกด้วยวิธีการประมวลผลภาพ มีวิธีการโดยแปลงภาพสีให้เป็นภาพสีเทา (RGB to Gray) ที่ระดับสีเทามีจำนวน 8 บิต และทำการแยกวัตถุออกจากพื้นหลัง ด้วยวิธีการเทรชโฮลด์ (Threshold) ซึ่งจะสามารถนำภาพไปใช้งานในการตรวจหาตัวอ่อนในไข่ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น นอกจากนี้ ประภพ ธนเจริญจำรัส [6] ใช้หลักการประมวลผลภาพเพื่อตรวจสอบเลขชุดที่ถูกตีพิมพ์มาจากโรงงานผลิตยาโดยจะมีความแตกต่างจากเลขชุดที่ปลอมขึ้นมา ผลการทดสอบพบว่า การประมวลผลภาพสามารถแยกแยะยาที่ถูกพิมพ์ในลักษณะเฉพาะออกมาจากชิ้นงานที่เลียนแบบคล้ายของจริงซึ่งมีลักษณะที่ใกล้เคียงกันและแยกความแตกต่างได้ยากด้วยตาเปล่าหรือจากการสังเกต โดยวิธีการตรวจสอบด้วยการประมวลผลเป็นวิธีการที่น่าเชื่อถือสามารถแสดงค่าการตรวจสอบออกมาในรูปแบบของตัวเลขซึ่งสอดคล้องกับ จิตรพงษ์ เจริญจิตร [7] ที่ใช้วิธีการประมวลผลภาพในการแยกแยะรูปทรงของไข่มุก รูปทรงที่มีลักษณะเป็นทรงรี และทรงกลมออกจากกันให้ชัดเจนถูกต้อง โดยการวัดจากการประมวลผลภาพสามารถแยกแยะวัตถุดังกล่าวอีกทั้งช่วยลดความเสียหายของชิ้นงานที่เกิดจากการทดสอบใช้เครื่องมือในการวัดขนาด รูปร่างของชิ้นงาน ภูมิรินทร์ ต้นอุทุม [8] ได้พัฒนาเครื่องต้นแบบคัดแยกดอกดาวเรืองโดยใช้วิธีการประมวลผลภาพ คัดแยกดอกดาวเรือง 4 ขนาด โดยนำดอกดาวเรืองวางบนสายพาน และควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ด้วยบอร์ด Raspberry pi 3 Model B และรับส่งข้อมูลด้วยบลูทูธ โดยวิธีการประมวลผลภาพสามารถทดแทนการตรวจสอบด้วยตาเปล่าได้เป็นอย่างดี มีประสิทธิภาพสามารถแยกความแตกต่างของชิ้นงานได้อย่างคงที่ เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้มนุษย์ทำงานในเวลาต่อเนื่องเป็นเวลานาน กันตภณ พรวิโรต [9] เครื่องคัดแยกสีอัตโนมัติบนระบบสายพานลำเลียงควบคุมด้วยอาดูโน โดยใช้เซนเซอร์ในการคัดแยกชิ้นงานที่เป็นโลหะกับอลูมิเนียม ได้กล่าวว่าการเลือกใช้เซนเซอร์นอกจากการพิจารณาถึงลักษณะงาน ยังต้องพิจารณาถึงองค์ประกอบอื่นๆด้วย เช่น ลักษณะ ของวัตถุ ได้แก่ ขนาด รูปร่าง สี ลักษณะพื้นผิว ตำแหน่ง ติดตั้งหรือตรวจจับวัตถุ ความเร็วในการเคลื่อนที่ของ วัตถุผ่านเซนเซอร์ ระยะห่างระหว่างเซนเซอร์กับชิ้นงาน และสภาพแวดล้อมในบริเวณใช้งาน ดังนั้นวิธีการประมวลผลภาพจึงเป็นวิธีที่น่าสนใจสามารถใช้เป็นเครื่องมือตรวจสอบแทนเซนเซอร์และแก้ไขปัญหาข้างต้นที่กล่าวมาได้ โดยบทความนี้จะใช้กล้องเว็บแคมในการทดลองเนื่องจากกล้องอุตสาหกรรมและกล้องเว็บแคมมีหลักการการตั้งค่าและการเขียนโปรแกรมที่ใกล้เคียงกันมาก และกล้องเว็บแคมสามารถหาซื้อได้ง่ายราคาถูกมีให้เลือกหลายรูปแบบ ก่อนที่จะนำไปพัฒนาและต่อยอดสู่การนำไปใช้แทนเซนเซอร์ในระบบอุตสาหกรรมต่อไป

3. วิธีการวิจัย

ในวิธีการทำการวิจัยจะมีอุปกรณ์ที่สำคัญและเกี่ยวข้องกับงานอยู่ 3 ส่วน ดังนี้

1. กล้องเว็บแคมที่ใช้ในการถ่ายภาพและนำภาพดังกล่าวไปประมวลผลเพื่อจำแนกรับรู้ชิ้นงาน
2. ระบบสายพานลำเลียงที่ควบคุมด้วยพีแอลซี เป็นเครื่องจักรที่ลำเลียงชิ้นงานที่ถูกนำมาวางบนสายพานลำเลียงที่สามารถปรับระดับความเร็วของสายพานได้เพื่อให้ชิ้นงานเคลื่อนที่ผ่านเซนเซอร์และกล้องเพื่อระบุตัวชิ้นงาน

3. เซนเซอร์ใช้ในการระบุชิ้นงานจะติดตั้งอยู่บนระบบลำเลียงสายพาน

โดยการทำงานของระบบมีวิธีการตั้งค่า เขียนโปรแกรมและติดตั้งอุปกรณ์ ดังนี้

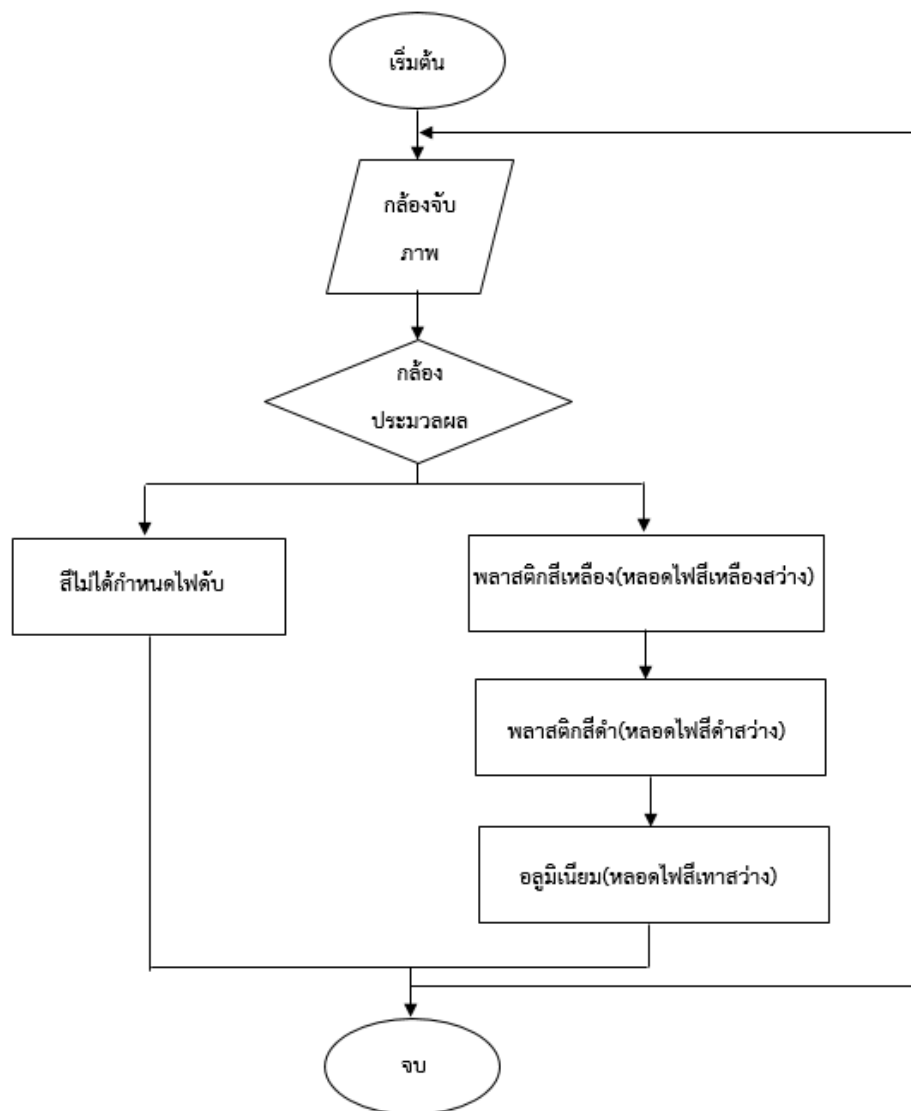
3.1 การปรับกล้องเว็บแคม

การปรับค่ากล้องจำเป็นต้องตั้งค่าให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมเพื่อให้กล้องทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยกำหนดค่าพารามิเตอร์ที่จำเป็นต่างๆ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การตั้งค่าพารามิเตอร์ต่างๆของกล้อง

พารามิเตอร์	แสดงผล	
	ค่า	หน่วย
Video mode	1920x1080	Pixel
framerate	30	fps
Brightness	128	-
Contrast	1.28	-
Exposure	0.03125	-
Focus	70	-
Saturation	128	-
Sharpness	128	-
White balance	2000	-

3.2 การจำแนกวัตถุ

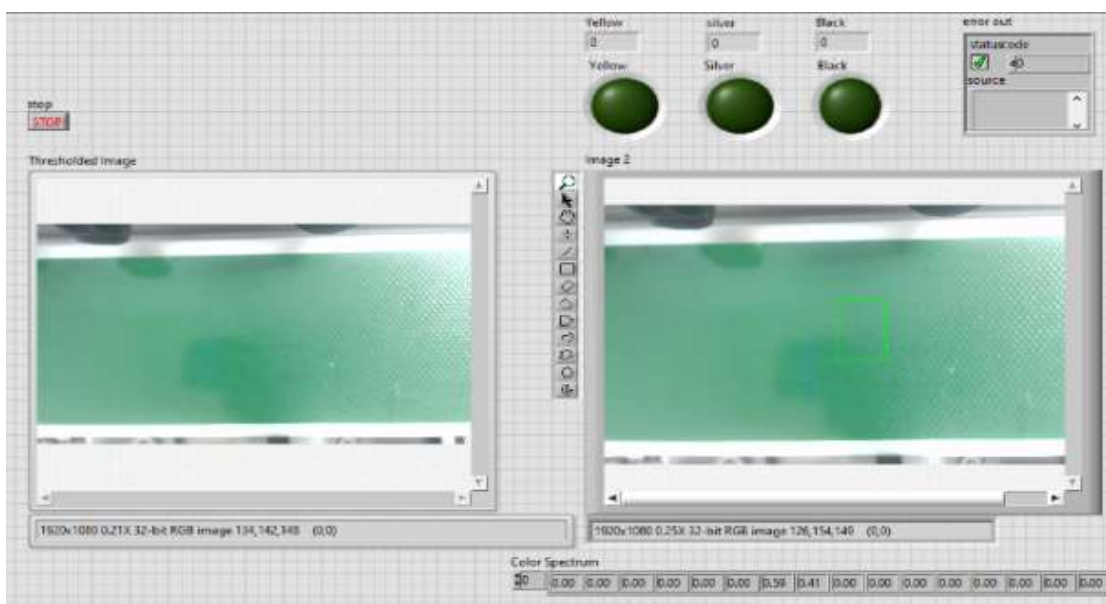


ภาพที่ 1 ขั้นตอนการประมวลผลภาพ

การจำแนกวัตถุ 3 ชนิด ออกจากกันเริ่มจากนำสัญญาณภาพจากกล้องเว็บแคมผ่านสาย USB ไปยังคอมพิวเตอร์เพื่อนำไปประมวลผล โดยมีขนาดสัญญาณภาพ 1920x1080 พิกเซล และมีอัตราการถ่ายภาพ (Frame rate) 30 fps ซึ่งสามารถจับภาพวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ผ่านได้โดยแสดงภาพจากโปรแกรมหน้าจอแสดงผลที่สร้างขึ้นมา หลังจากนั้นจะใช้วิธีการวิเคราะห์แยกสัญญาณภาพออกเป็นส่วนๆ โดยการระบุสีและการแบ่งส่วนภาพสีเพื่อแปลงสัญญาณภาพ RGB ให้เป็นข้อมูลเชิงตัวเลขให้อยู่ในรูปข้อมูลอาร์เรย์ 3 มิติ หลังจากนั้นจะทำการแบ่งสีโดยใช้เทคนิคการทำขีดแบ่ง (Thresholding Techniques) ออกเป็นช่วง 16 ช่วง หรือแบ่งค่าออกมาได้ 16 เฉดสี และกำหนดพื้นที่ตรวจสอบ ที่ตำแหน่ง (850,400,1050,620) (x1,y1,x2,y2) บริเวณกลางของจอภาพที่เป็นกรอบสี่เหลี่ยม บริเวณกลางของเฟรมกล้อง เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ผ่านกล้องกล้องจะทำการวิเคราะห์ภาพดังกล่าวหลังจากนั้นนำค่าที่ได้ไปวิเคราะห์ค่าออกมาเพื่อนำไปเปรียบเทียบโดยเป็นค่าเฉดสี 16 สี หรือ 16 ช่อง โดยแต่ละช่องจะเป็นตัวแทนของสีต่างๆ โดยสามารถอธิบายขั้นตอนการดำเนินงาน ดังภาพที่ 1

3.3 การทำงานเพื่อจำแนกวัตถุ

โปรแกรมสั่งงานจะแสดงดังรูปที่ 2 เมื่อกดปุ่มเริ่มทำงานกล้องทำหน้าที่ตรวจสอบวัตถุที่วิ่งผ่าน โปรแกรมแสดงผลมี 2 จอ ได้แก่จอภาพแสดงภาพวัตถุที่วิ่งผ่านและ จอภาพที่ 2 แสดงพื้นที่การตรวจสอบชิ้นงาน และมีกรอบสีเขียวแสดงอยู่บริเวณกลางเฟรมจอเป็นจุดตรวจสอบสีของวัตถุที่วิ่งผ่านและช่องด้านล่างทำการแสดงผลการตรวจสอบค่าเฉลี่ยต่างๆ 16 ช่อง โดยสีเหลืองจะอยู่ที่ช่องที่ 4 สีดำจะอยู่ที่ช่องที่ 15 และสีเทาจะอยู่ที่ช่องที่ 16 ด้านบนจอแสดงภาพที่ 2 จะมีหลอดไฟ 3 หลอด ได้แก่หลอดไฟหลอดที่ 1 สีเหลือง หลอดไฟหลอดที่ 2 สีเทา และหลอดไฟหลอดที่ 3 สีดำ เพื่อตรวจสอบวัตถุ 3 ชนิดได้แก่ เมื่อพลาสติกสีเหลืองวิ่งผ่าน หลอดไฟหลอดที่ 1 จะสว่าง ชิ้นงานอลูมิเนียมวิ่งผ่าน หลอดไฟหลอดที่ 2 จะสว่าง และชิ้นงานพลาสติกสีดำวิ่งผ่าน หลอดไฟหลอดที่ 3 จะสว่างตามลำดับ



ภาพที่ 2 โปรแกรมสั่งงาน

3.4 สายพานลำเลียง

วัตถุจะวางบนสายพานลำเลียงที่ควบคุมด้วยพีแอลซี ซึ่งเป็นตัวประมวลผลสั่งมอเตอร์หมุนเพื่อให้สายพานเลื่อนไปตามจุดต่างๆ นอกจากนี้ในระบบจะมีเซนเซอร์เพื่อตรวจสอบและระบุชิ้นงานเพื่อทำการส่งสัญญาณแสดงผลให้หลอดไฟสว่างถ้ามีชิ้นงานผ่านหน้าเซนเซอร์ การเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆเข้าอินพุตและเอาต์พุตของพีแอลซี ดังนี้

ขา L คือ สายไฟเข้าพีแอลซี แรงดันเอาต์พุตไฟฟ้า 24 VAC(ไฟบวก)

ขา N คือ สายนิวตรอนเข้าพีแอลซี(ไฟลบ)

ขา S/S คือ สายไฟเมนไฟเข้าพีแอลซี แรงดันไฟฟ้า 24 VDC(ไฟบวก)

ขา Com, C1, C2, C3 คือสายไฟลบ(0VDC) ซึ่งต่อรวมถึงกัน และกำหนดอุปกรณ์ต่างๆเชื่อมต่อกับพีแอลซี ตามตารางที่ 2 ดังนี้

ตารางที่ 2 การเชื่อมต่ออุปกรณ์และพีแอลซี

Sensor	PLC		Work piece
	Input	Output	
Start switch	X0		
Stop switch	X1		
Capacitive Proximity Sensor	X3		
Fiber optic sensor	X4		
Inductive Proximity sensor	X5		
Conveyor Motor		Y0	
LED1(L1) G		Y1	Black
LED2(L2) R		Y2	Yellow
LED3(L3) Y		Y3	Aluminum

4. ผลการวิจัย

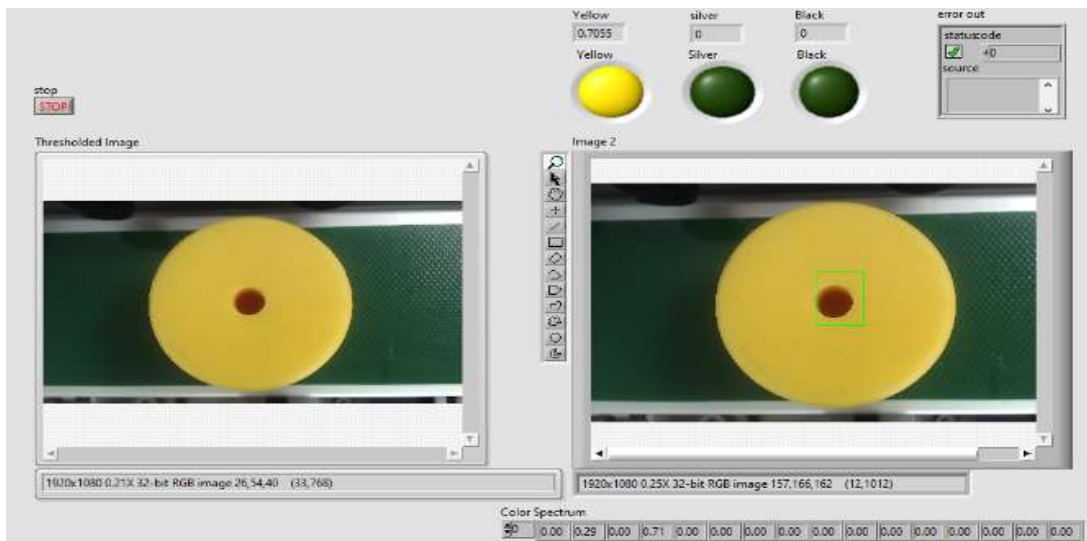
การทดสอบจะทำการทดสอบการทำงานของโปรแกรมการประมวลผลภาพโดยแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ โดยมีหลอดไฟแสดงสถานะระบุชิ้นงานเมื่อตรวจพบชิ้นงาน 3 ชนิด วังผ่านได้แก่ พลาสติกสีเหลือง อลูมิเนียม และพลาสติกสีดำ โดยการทดสอบจะแยกออกเป็น 2 กรณี ดังนี้

4.1 การทดลองที่ 1 วางวัตถุไว้บนสายพานลำเลียงที่หยุดนิ่ง

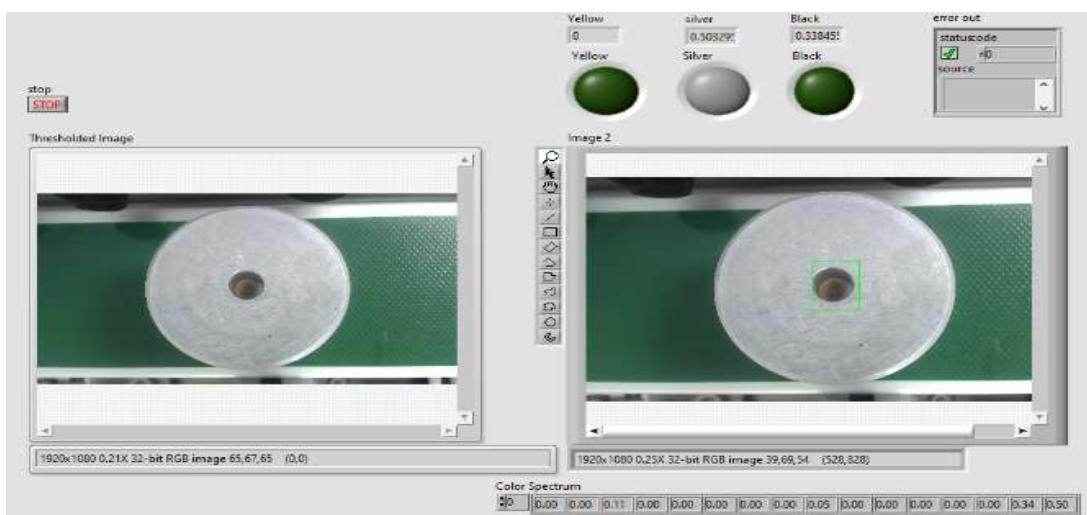
4.2 การทดลองที่ 2 วางชิ้นงานบนสายพานลำเลียงเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 10 รอบ/นาที 30 รอบ/นาที และ 60 รอบ/นาที

การทดลองที่ 1 วางวัตถุไว้บนสายพานลำเลียงที่หยุดนิ่ง

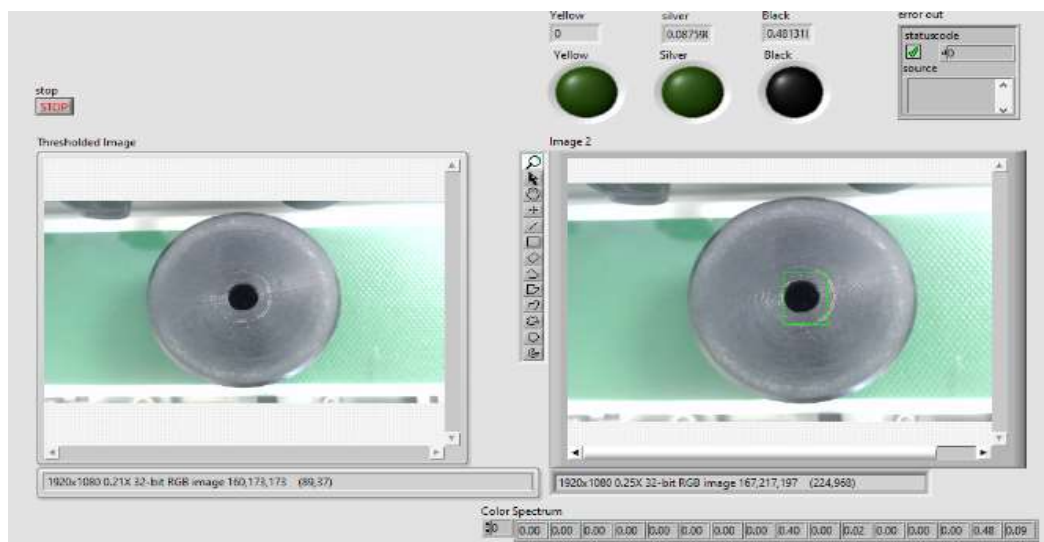
ทำการทดสอบโปรแกรมการระบุชิ้นงานโดยนำชิ้นงาน 3 ชนิด วางบนสายพานลำเลียงเพื่อวิเคราะห์และทดสอบโปรแกรมการระบุชิ้นงานด้วยกล้องเว็บแคมได้แก่ พลาสติกสีเหลือง อลูมิเนียม และพลาสติกสีดำ มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 40 มม. และความสูง 25 มม. และโดยแสดงดังภาพที่ 3 ภาพที่ 4 และภาพที่ 5 ตามลำดับ



ภาพที่ 3 การทดสอบพลาสติกสีเหลือง



ภาพที่ 4 การทดสอบอลูมิเนียม



ภาพที่ 5 การทดสอบพลาสติกสีดำ

จากผลการทดลองที่ 1 พบว่าเมื่อวางพลาสติกสีเหลืองบนสายพานลำเลียงกลิ้งเว็บแคมจะทำการตรวจสอบบริเวณพื้นที่ที่กำหนดและหลอดไฟสีเหลืองจะสว่าง โดยแสดงค่าสีเหลืองออกมาเป็น 0.71 ดังแสดงดังรูปที่ 3 และเมื่อทำการเปลี่ยนชิ้นงานเป็นโลหะพบว่ากลิ้งเว็บแคมจะทำการตรวจสอบบริเวณพื้นที่ที่กำหนดและหลอดไฟสีเทาจะสว่าง โดยแสดงค่าสีเทาออกมาเป็น 0.5 ดังแสดงดังรูปที่ 4 และเมื่อเปลี่ยนชิ้นงานเป็นพลาสติกสีดำ กลิ้งเว็บแคมจะทำการตรวจสอบบริเวณพื้นที่ที่กำหนดและหลอดไฟสีดำจะสว่าง โดยแสดงค่าสีดำออกมาเป็น 0.48 ดังแสดงดังภาพที่ 5

การทดลองที่ 2 วางชิ้นงานบนสายพานลำเลียงเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 10 รอบ/นาที 30 รอบ/นาที และ 60 รอบ/นาที



ภาพที่ 6 เซนเซอร์ที่ใช้ในการทดสอบ

สุมชิ้นงานวางลงบนสายพานลำเลียงโดยกำหนดความเร็ว 10 รอบ/นาที 30 รอบ/นาที และ 60 รอบ/นาที ตามลำดับ โดยวัดเทียบกับเซนเซอร์ 3 ชนิดได้แก่ 1. Capacitive Proximity Sensor มีหน้าที่ตรวจพบชิ้นงานที่วิ่งผ่าน 2. Fiber Optic Sensor มีหน้าที่ตรวจพบชิ้นงานที่มีสีตามกำหนด และ Inductive Proximity Sensor มี

หน้าที่ตรวจชิ้นงานที่เป็นโลหะ โดยมีรูปเซนเซอร์ทั้งสามชนิด ดังภาพที่ 6.



ภาพที่ 7 หลอดไฟแสดงการทำงานของเซนเซอร์

หลอดไฟจะสว่างเมื่อเซนเซอร์ตรวจพบวัตถุที่วิ่งผ่านหน้าเซนเซอร์ โดยกำหนดให้ ถ้าเซนเซอร์ตรวจพบพลาสติกสีเหลืองหลอดไฟสีเขียว (L1) จะสว่าง ถ้าเซนเซอร์ตรวจพบอลูมิเนียม หลอดไฟสีแดง (L2) จะสว่าง ถ้าเซนเซอร์ตรวจพบพลาสติกสีดำหลอดไฟสีเหลือง (L3) จะสว่าง โดยหลอดไฟทั้ง 3 หลอด แสดงดังภาพที่ 7

ตารางที่ 3 การทดสอบระบบชิ้นงานด้วยกล่องเว็บแคม และเซนเซอร์

ชนิดของ เซน เซอร์	RPM	จำนวนครั้งที่ใช้ในการทดสอบ									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
กล้อง	10	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	30	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	60	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ind, Opt, Cap	10	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	30	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	60	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Ind = Inductive Proximity Sensor

Opt = Fiber Optic Sensor

Cap = Capacitive Proximity Sensor

RPM = หน่วยความเร็วรอบ (รอบ/นาที)

เมื่อทำการทำการสุมวางชิ้นงาน 3 ชนิด ได้แก่พลาสติกสีเหลือง ชิ้นงานพลาสติกสีดำ ชิ้นงานอลูมิเนียมลงบนสายพานที่มีความเร็ว 10 RPM จำนวน 10 ครั้ง ผลปรากฏว่า เมื่อวางชิ้นงานพลาสติกสีเหลืองลงบนสายพาน ชิ้นงานจะวิ่งผ่านหน้ากล้องเว็บแคมและเซนเซอร์ หลอดไฟสีเหลืองในจอกอมพิวเตอร์จากการประมวลผลภาพและหลอดไฟ (L1) ในเครื่องจักรพีแอลซีที่วัดได้จากเซนเซอร์จะสว่างขึ้น เมื่อวางชิ้นงานพลาสติกสีดำลงบนสายพาน ชิ้นงานจะวิ่งผ่านหน้ากล้องเว็บแคมและเซนเซอร์หลอดไฟสีดำในจอกอมพิวเตอร์จากการประมวลผลภาพและหลอดไฟ (L2) ในเครื่องจักรพีแอลซีที่วัดได้จากเซนเซอร์จะสว่างขึ้น เมื่อวางชิ้นงานอลูมิเนียมลงบนสายพาน ชิ้นงานจะวิ่งผ่านหน้ากล้องเว็บแคมและเซนเซอร์หลอดไฟสีเทาในจอกอมพิวเตอร์จากการประมวลผลภาพและหลอดไฟ (L1) ในเครื่องจักรพีแอลซีที่วัดได้จากเซนเซอร์จะสว่างขึ้น เมื่อทำการเพิ่มความเร็วของสายพานเป็น 30 RPM หรือความเร็วรอบที่ 60 RPM โดยวางชิ้นงานลงบนสายพานลำเลียงแบบสุมจำนวน 10 ครั้ง พบว่า เมื่อวางชิ้นงานพลาสติกสีเหลืองลงบนสายพาน ชิ้นงานจะวิ่งผ่านหน้ากล้องเว็บแคมและเซนเซอร์ หลอดไฟสีเหลืองในจอกอมพิวเตอร์จากการประมวลผลภาพและหลอดไฟ (L1) ในเครื่องจักรพีแอลซีที่วัดได้จากเซนเซอร์จะสว่าง เมื่อวางชิ้นงานพลาสติกสีดำลงบนสายพาน ชิ้นงานจะวิ่งผ่านหน้ากล้องเว็บแคมและเซนเซอร์หลอดไฟสีดำในจอกอมพิวเตอร์จากการประมวลผลภาพและหลอดไฟ (L2) ในเครื่องจักรพีแอลซีที่วัดได้จากเซนเซอร์จะสว่าง และเมื่อวางชิ้นงานอลูมิเนียมลงบนสายพาน ชิ้นงานจะวิ่งผ่านหน้ากล้องเว็บแคมและเซนเซอร์หลอดไฟสีเทาในจอกอมพิวเตอร์จากการประมวลผลภาพและหลอดไฟ (L1) ในเครื่องจักรพีแอลซีที่วัดได้จากเซนเซอร์จะสว่างขึ้นดังตารางที่ 3

5. อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

จากการทดลองการประมวลผลภาพ ด้วยกล้องเว็บแคมเพื่อระบุชิ้นงาน 3 ชนิด ได้แก่ พลาสติกสีเหลือง พลาสติกสีดำ และอลูมิเนียม เมื่อทำการสุมวางชิ้นงานบนสายพานลำเลียงที่อยู่นิ่งและเคลื่อนที่วิธีการประมวลผลภาพด้วยกล้องเว็บแคมโดยใช้วิธีจำแนกวัตถุด้วยสีสามารถระบุชิ้นงานได้อย่างถูกต้อง โดยวิธีการดังกล่าวสามารถใช้การประมวลผลภาพระบุชิ้นงานแทนเซนเซอร์และสามารถลดจำนวนการใช้เซนเซอร์ลงได้ โดยจากการทดลองกล้อง 1 ตัวสามารถระบุชิ้นงานแทนเซนเซอร์ 3 ชนิดได้ นอกจากนี้สัญญาณภาพจากกล้องยังมีแนวโน้มสามารถนำไปประยุกต์ต่อยอดระบุและทำการคัดแยกชิ้นงาน จำแนกชิ้นงานสีอื่นๆนอกเหนือจากที่ทำการทดสอบหรือเพิ่มชนิดการระบุชิ้นงานได้เพิ่มขึ้นโดยไม่จำเป็นต้องเพิ่มเซนเซอร์จากเดิมที่มีอยู่ ในการตรวจสอบเนื่องจากการตรวจสอบด้วยเซนเซอร์จำเป็นต้องให้วัตถุวิ่งผ่านหน้าเซนเซอร์ทั้งสามตัวจึงจะสามารถระบุชิ้นงานได้ แต่การประมวลผลภาพจะทำการตรวจสอบเมื่อวัตถุผ่านหน้ากล้องแค่ครั้งเดียวทำให้ลดขั้นตอนการตรวจสอบได้ นอกจากนี้การเพิ่มจำนวนอุปกรณ์หรือเซนเซอร์เข้ามาในระบบมีจำนวนมากขึ้นจะทำให้เพิ่มปัญหาในการทำงานของเครื่องเพิ่มขึ้นตาม เพราะเซนเซอร์แต่ละชนิดมีความเหมาะสม ลักษณะ สภาพแวดล้อม ชิ้นงานระยะในการตรวจสอบ และข้อจำกัดในการใช้งานที่แตกต่างกันจึงทำให้เมื่อมีการเพิ่มเซนเซอร์ ทำให้เพิ่มเงื่อนไขหรือปัญหาในการทำงานของเครื่องจักรเพิ่มมากขึ้น

ข้อเสนอแนะ

1. ระยะของกับเซนเซอร์เป็นข้อควรระวังจำเป็นต้องวางชิ้นงานให้ใกล้กับเซนเซอร์โดยไม่เกิน 15 มม.
2. เมื่อเพิ่มความเร็วของสายพานลำเลียงส่งผลให้ประสิทธิภาพในการระบุชิ้นงานของเซนเซอร์นั้นลดลง
3. ปัญหาการใช้งานหรือเงื่อนไขข้อจำกัดในการระบุชิ้นงานจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อมีการใช้เซนเซอร์ที่เพิ่มขึ้นในระบบ เพราะเซนเซอร์แต่ละตัวจะมีข้อจำกัดในการใช้งาน ลักษณะ สภาพแวดล้อม ชิ้นงานระยะ การใช้งานที่แตกต่างกัน
4. การประมวลผลภาพมีข้อควรระวังคือสภาพแสงโดยรอบจะมีผลต่อการประมวลผลภาพควรสร้างห้องกันแสงและจัดระบบไฟเพื่อให้แสงคงที่ตลอดทุกสภาวะ

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ และบริษัท ออโต้ ไดแ็กติก จำกัด ที่สนับสนุนอุปกรณ์และเครื่องมือ

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] เอกลักษณ์ สุนนพันธุ์ และ ประมูล บัวน้อย. การวิเคราะห์ความเข้มของสีใบข้าวด้วยซอฟต์แวร์สำหรับ การถดถอยเพื่อลดต้นทุนในการผลิต. วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, 2555, 8(2). หน้า 29-37.
- [2] ทนพ.อภิชาติ อาสนาทิพย์ และ สุรเดช บุญลือ. การประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพเพื่อคัดกรองภาวะ ตัวเหลืองในทารกแรกเกิด. วารสารพยาบาลตำรวจ., 2558. 7 (1). หน้า 166-182.
- [3] อมรฤทธิ์ พุทธิพิพัฒน์ขจร และพัชรภรณ์ พรหมสุรินทร์. การตรวจหารอยร้าวของไข่ภายใต้ระบบสัญญาณ ด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพ.วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2558. 25 (3). หน้า 508-519.
- [4] ไกรฤกษ์ เชยชื่น และ พิชิต กิตติสุวรรณ. ระบบการพิสูจน์สีในงานพิมพ์โดยใช้การประมวลผลภาพ และ ความเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ.วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งรัตนโกสินทร์. 2562. 1 (1). หน้า 1-11.
- [5] วิสิทธิ์ ลุ่มชะเนาว์ และณัฐภูมิ พจน์ปริญญา. การพัฒนาเครื่องฟักไข่สำหรับการตรวจหาตัวอ่อนในไข่ไก่ โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพดิจิทัล. วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. 2561. 13(1). หน้า 151-165.
- [6] ประภาพร ธนเจริญจำรัส และสุรพันธ์ ยิ้มมัน. การพัฒนาเครื่องมือตรวจยาปลอมโดยใช้วิธีการประมวลผลภาพ. วารสารวิทยาศาสตร์ประยุกต์.2559. 15 (1). หน้า 62-78.
- [7] จิตรพงษ์ เจริญจิตร, อภิรักษ์ พันธุ์พนาสกุล, พลวัฒน์ ไชยศรี, นายพีระพงษ์ พรหมดวง และสุธิดา พร้อมพงษ์อัศวะ.2561.ระบบแยกประเภทไข่ไก่ ด้วยวิธีการประมวลผลภาพ. การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ หาดใหญ่ ครั้งที่ 9, มหาวิทยาลัยหาดใหญ่,จังหวัดสงขลา,ประเทศไทย.2561. หน้า1679-1691.
- [8] ภูมิินทร์ ต้นอุดมและณัฐกร ขาสวรรณ. การพัฒนาเครื่องต้นแบบคัดแยกดอกดาวเรืองโดยใช้วิธีการประมวลผลภาพ. วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์. 2562. 13(1). หน้า 79-92.
- [9] กันตภณ พรวิไลสง.เครื่องคัดแยกสีอัตโนมัติบนระบบสายพานลำเลียงควบคุมด้วยอาตูโน. วารสารวิชาการ สมาคมอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย.2559. 1. หน้า 15-21.
- [10] สุชาติ แยมเม่น, ณรงค์ฤทธิ์ พิมพ์คำวงศ์และโชคชรัตน์ ฤทธิ์เย็น. การจำแนกเมล็ดข้าวขาวด้วยการประมวลผลภาพ. วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร.2559. 1. หน้า 1-14.
- [11] เอกลักษณ์ สุนนพันธุ์, ธาณินทร์ สุขเชียง, ชาติชาย ธนะ, ณัฐพันธ์ ยิ่งกรุต. การพัฒนาโปรแกรมเพื่ออ่านค่าแถบ สีตัวด้านทานด้วยการประมวลผลภาพ.วารสารวิชาการ มทร.สุวรรณภูมิ.2558. 3 (1). หน้า 54-65.
- [12] กนกพร พิซผล. การออกแบบการทดลองและการหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพ เครื่องคัดแยกฝาคัด. วารสารวิชาการสมาคมอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย. 2561. 1. หน้า 5-17
- [13] ณรงค์เดช กิตติพรานนท์ และ สโรชา เจริญวัย. การเพิ่มประสิทธิภาพการอบแห้งแผ่นขึ้นไม้อัดจากเปลือกทุเรียน ด้วยเครื่องอบแห้งลมร้อนร่วมกับระบบสมองกลฝังตัว และระบบการประมวลผลภาพ. วารสาร วิศวกรรมฟาร์มและเทคโนโลยีการควบคุมอัตโนมัติ. 2558. 1(1). หน้า 23-32
- [14] ศุขมา โชคเพิ่มพูน และ สุริยา โชคเพิ่มพูน. การเพิ่มประสิทธิภาพการอบแห้งแผ่นขึ้นไม้อัดจากเปลือกทุเรียน ด้วยเครื่องอบแห้งลมร้อนร่วมกับระบบสมองกลฝังตัว และระบบการประมวลผลภาพ. วารสาร วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2561. 27(4). หน้า 764-775