

เครื่องต้นแบบการตรวจสอบบรรจุภัณฑ์ด้วยการประมวลผลภาพ

A Prototype of a Package Checker Using Image Processing

ไชยศิษฐ์ เรืองดิษฐ์ พัฒนรัฐ เรือนริน กิจจา ลักษณะอำนาจพร พลกฤษณ์ จริยตันติเวทย์ และฉัตรแก้ว จริยตันติเวทย์

สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

1381 ถนนประชากรราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร E-mail: chatkaew.s@rmutp.ac.th

บทคัดย่อ

โดยทั่วไปบรรจุภัณฑ์สำหรับใส่สินค้าจะมีตราผลิตภัณฑ์ ข้อความ หรือรูปภาพพิมพ์อยู่ที่บรรจุภัณฑ์ ถ้าการพิมพ์ตราสินค้า ข้อความ หรือรูปภาพบนบรรจุภัณฑ์มีความผิดพลาดแล้วบรรจุภัณฑ์นั้นวางจำหน่ายในท้องตลาด อาจส่งผลเสียทำให้ลูกค้าสูญเสียความเชื่อมั่นในผลิตภัณฑ์ ประกอบกับปัจจุบันมีการนำระบบอัตโนมัติมาใช้ในสายการผลิตมากขึ้น เพื่อทดแทนแรงงานและลดข้อผิดพลาดจากการทำงานของมนุษย์ ดังนั้นเครื่องต้นแบบการตรวจสอบบรรจุภัณฑ์ด้วยการประมวลผลภาพ จึงถูกออกแบบและสร้างขึ้น เพื่อเป็นชุดสาธิตการทำงานและทดสอบประสิทธิภาพของการตรวจสอบบรรจุภัณฑ์ด้วยการประมวลผลภาพ ผลจากการทดสอบการทำงานของเครื่องต้นแบบ พบว่าเครื่องต้นแบบนี้สามารถคัดแยกบรรจุภัณฑ์ที่ผิดพลาดออกจากบรรจุภัณฑ์ปกติได้ถึงแม้ว่าจะวางบรรจุภัณฑ์เอียงจากการวางแบบปกติ ± 90 องศา ส่วนความเร็วเฉลี่ยในการคัดแยกบรรจุภัณฑ์คือ 3.4 วินาที ต่อ กล่อง

คำสำคัญ: เครื่องตรวจสอบบรรจุภัณฑ์ การประมวลผลภาพ การเปรียบเทียบภาพต้นแบบ

Abstract

Packages nowadays may have logos, texts or pictures printed on them. If these logos, texts or pictures are incomplete, when the sellers bring these products with incomplete packages to the markets. The manufacturers may lose customer's reputation. In addition, the automation is increasingly implemented in manufacturing process since it can replace human workforces and decrease human errors. Therefore, a prototype of the package checker using image processing was designed and constructed for demonstration and test the efficiency of the proposed prototype. The experimental results show that the proposed machine can distinguish between the good packages and the incomplete ones even though the position of the packages were tilted up to ± 90 degrees. The average velocity of checking is 3.4 seconds/package.

Keywords: package checker, image processing, pattern matching

1. บทนำ

ในอดีตนั้นมีการพัฒนาเทคโนโลยีการพิมพ์ขึ้นเพื่อใช้พิมพ์ตราผลิตภัณฑ์ไว้บนหน้าบรรจุภัณฑ์ สามารถพิมพ์บรรจุภัณฑ์ได้มากขึ้นและรวดเร็วขึ้น รูปแบบตราผลิตภัณฑ์และรูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่สวยงามจะช่วยเพิ่มความน่าสนใจและมูลค่าให้กับตัวผลิตภัณฑ์ แต่การตรวจคุณภาพในยุคนั้นใช้สายตามนุษย์ในการตรวจสอบทำให้เกิดความผิดพลาดในการตรวจสอบ เนื่องมาจากความเหนื่อยล้าของผู้ปฏิบัติงานทำให้บรรจุภัณฑ์ที่ไม่ได้คุณภาพอาจหลุดรอดออกไปสู่ลูกค้า ส่งผลให้ลูกค้าคิดว่าผลิตภัณฑ์นั้นไม่ได้มาตรฐานและสูญเสียความเชื่อมั่นต่อผลิตภัณฑ์

ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีด้านการผลิตขึ้น โดยการนำระบบอัตโนมัติ (Automation) เข้ามาทดแทนการทำงานของมนุษย์ เนื่องจากระบบอัตโนมัติ นั้นสามารถลดต้นทุนและเวลาในการผลิตลง ช่วยเพิ่มและควบคุมคุณภาพในการผลิต และช่วยเพิ่มความปลอดภัยให้กับผู้ปฏิบัติงาน จะเห็นได้ว่าระบบอัตโนมัตินั้นเข้ามาทดแทนแรงงานมนุษย์ได้เป็นอย่างดี [4]

ผู้จัดทำจึงออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบการตรวจสอบบรรจุภัณฑ์ด้วยการประมวลผลภาพเพื่อเป็นชุดสาธิตการทำงานของระบบตรวจสอบบรรจุภัณฑ์ซึ่งเป็นขั้นตอนสุดท้ายของสายการผลิตอัตโนมัติ โดยการนำหลักการประมวลผลภาพในการเปรียบเทียบภาพต้นแบบ (Template Matching) มาใช้ในการตรวจสอบการพิมพ์ตราผลิตภัณฑ์บนบรรจุภัณฑ์ ซึ่งมีหลักการคือ ต้องมีภาพต้นแบบ (Template) ของตราผลิตภัณฑ์ที่สมบูรณ์เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับบรรจุภัณฑ์ที่นำมาตรวจสอบเพื่อวัดความคล้ายคลึงกับภาพต้นแบบ ค่าความคล้ายคลึงที่ได้จะมีค่าอยู่ในช่วง 0-100 เปอร์เซ็นต์ โดยกรณีที่ค่าความคล้ายคลึงมากกว่าหรือเท่ากับ 90 เปอร์เซ็นต์ จะถือว่าบรรจุภัณฑ์ที่นำมาตรวจสอบนั้นเป็นงานดี (OK) และถ้าค่าความคล้ายคลึงน้อยกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ จะถือว่าบรรจุภัณฑ์ที่นำมาตรวจสอบนั้นเป็นงานเสีย (NG)

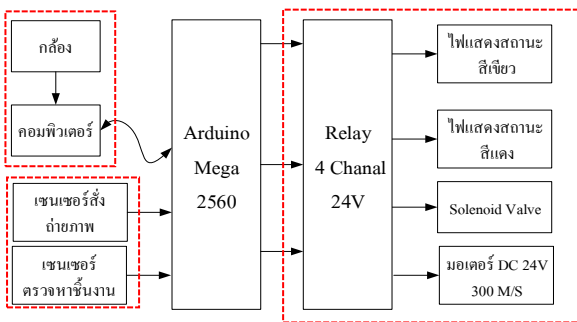
2. หลักการทำงานและการออกแบบ

หลักการทำงานของเครื่องต้นแบบการตรวจสอบบรรจุภัณฑ์ด้วยการประมวลผลภาพ คือ เมื่อเซนเซอร์ถ่ายภาพตรวจพบบรรจุภัณฑ์

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.พระนคร ครั้งที่ 4
 Proceedings of the 4th RMUTP Conference of Engineering and Technology

จะส่งสัญญาณอินพุตเข้าไปที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ รุ่น Arduino Mega 2560 [3] เมื่อโปรแกรม LabVIEW ที่เชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ ได้รับสัญญาณอินพุตก็จะทราบว่ามีบรรจุภัณฑ์เคลื่อนผ่านมา แล้วไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งให้กล้องถ่ายภาพบรรจุภัณฑ์ที่เซนเซอร์ตรวจพบ แล้วนำภาพที่ได้มาเปรียบเทียบกับภาพต้นแบบ และคำนวณค่าความคล้ายคลึง [1] ออกมา โดยเปรียบเทียบระดับสีเทาแบบพิกเซลต่อพิกเซลที่ตรงกันของภาพต้นแบบและภาพที่นำมาทดสอบ โดยข้อมูลค่าระดับเทา (Grayscale Value) นั้น อัลกอริทึมใช้การคำนวณค่าความคล้ายคลึงแบบ Normalizing Cross-Correlation ซึ่งอยู่บนพื้นฐานการหาความสัมพันธ์ร่วมด้วยวิธี Sum of Absolute Difference [2] ค่าความคล้ายคลึงที่ได้จะมีค่าอยู่ในช่วง 0-100 เปอร์เซ็นต์ โดยกรณีที่ค่าความคล้ายคลึงมากกว่าหรือเท่ากับ 90 เปอร์เซ็นต์ จะถือว่าบรรจุภัณฑ์ที่นำมาตรวจสอบนั้นเป็นงานดี (OK) และถ้าค่าความคล้ายคลึงน้อยกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ จะถือว่าบรรจุภัณฑ์ที่นำมาตรวจสอบนั้นเป็นงานเสีย (NG) หลังจากนั้นโปรแกรม LabVIEW จะสั่งการให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งสัญญาณเอาต์พุตออกไปควบคุมหลอดไฟแสดงสถานะและโซลินอยด์วาล์ว โดยควบคุมผ่านรีเลย์เพื่อให้ในกรณีที่ตรวจพบงานเสีย เครื่องจะตัดงานเสียออกจากสายพาน และหลอดไฟแสดงสถานะสีแดงติด และถ้าเครื่องตรวจพบงานดี เครื่องจะลำเรียงให้งานดีเคลื่อนต่อไปและหลอดไฟแสดงสถานะสีเขียวติด ในกรณีที่เซนเซอร์ตรวจไม่พบบรรจุภัณฑ์นานเกิน 30 วินาที โปรแกรม LabVIEW ก็จะสั่งการให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ส่งสัญญาณเอาต์พุตออกไปควบคุมมอเตอร์ เพื่อหยุดการทำงานของสายพาน ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 บล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานของเครื่องต้นแบบ

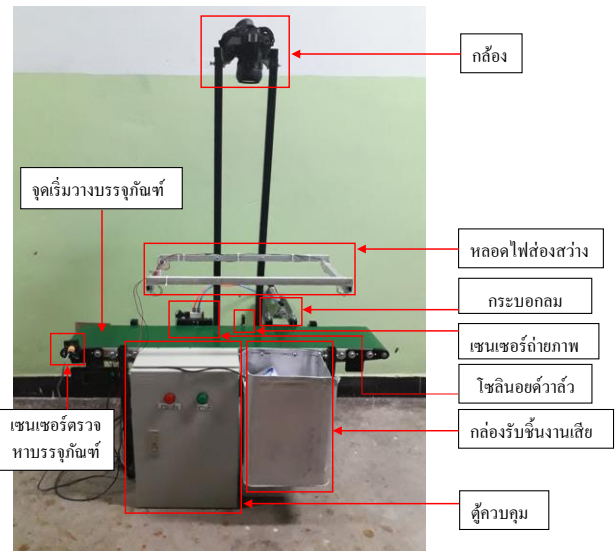
2.1 การออกแบบโครงสร้างเครื่องต้นแบบ

ตู้ควบคุมและแหล่งจ่ายไฟ รีเลย์และไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ทำการควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ของเครื่องต้นแบบ หลอดไฟแสดงสถานะ 2 หลอด โซลินอยด์วาล์ว และสายพาน ดังรูปที่ 2 ชุดสายพานจะคอยรับบรรจุภัณฑ์ให้ไหลผ่านอุปกรณ์ต่างๆ ที่ติดตั้งบริเวณข้างสายพาน โดยมีเซนเซอร์ กล้องถ่ายภาพ โซลินอยด์วาล์วและกระบอกลม โดยมีบรรจุ

ภัณฑ์ไหลผ่านเซนเซอร์ กล้องจะทำการถ่ายภาพและวิเคราะห์ความคล้ายคลึงของภาพที่ได้กับภาพต้นแบบ แล้วจึงทำการคัดแยกบรรจุภัณฑ์เสียออกจากสายพาน โดยเครื่อง และปล่อยให้บรรจุภัณฑ์ดีผ่านสายพานต่อไป ดังรูปที่ 3



รูปที่ 2 อุปกรณ์ภายในตู้ควบคุม



รูปที่ 3 เครื่องต้นแบบการตรวจสอบบรรจุภัณฑ์ด้วยการประมวลผลภาพ

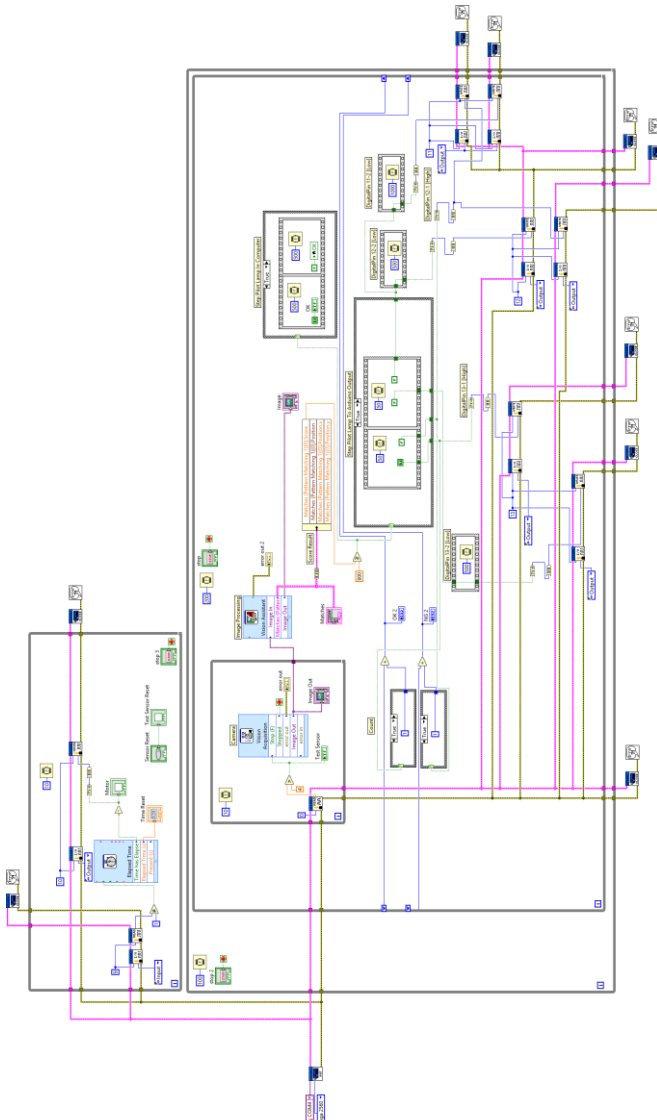
2.2 การออกแบบซอฟต์แวร์สำหรับการประมวลผลภาพ

การออกแบบโปรแกรมประมวลผลนั้นจะใช้โปรแกรม LabVIEW บนคอมพิวเตอร์ในระบบปฏิบัติการ Windows 10 ในการประมวลผลภาพและควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ทั้งหมดผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่น Arduino Mega 2560 และประมวลผลภาพด้วยโมดูล NI Vision [2] โดยเชื่อมต่อผ่านสาย USB (LabVIEW Interface For Arduino) ซึ่งมีการออกแบบโปรแกรมควบคุมเครื่องทั้งหมดและประมวลผลภาพด้วยโปรแกรม Labview แสดงดังรูปที่ 4 และหน้าจอแสดงผลบนคอมพิวเตอร์ดังรูปที่ 5

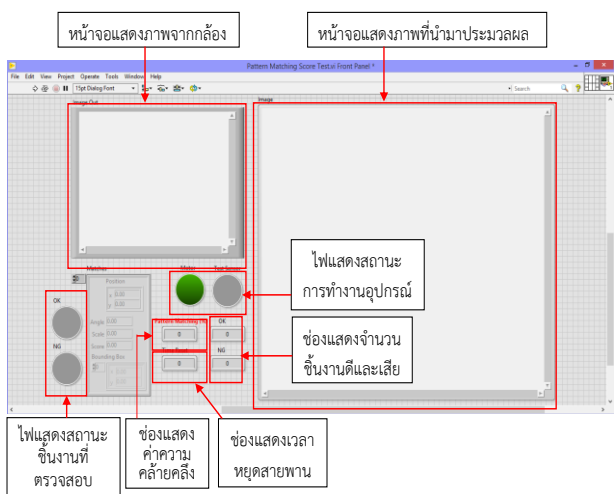
เมื่อออกแบบส่วนต่าง ๆ เสร็จสิ้น แล้วสร้างเครื่องต้นแบบที่เสร็จสมบูรณ์มีขั้นตอนการทำงานแสดงเป็นผังงานดังรูปที่ 6

บทความวิจัย

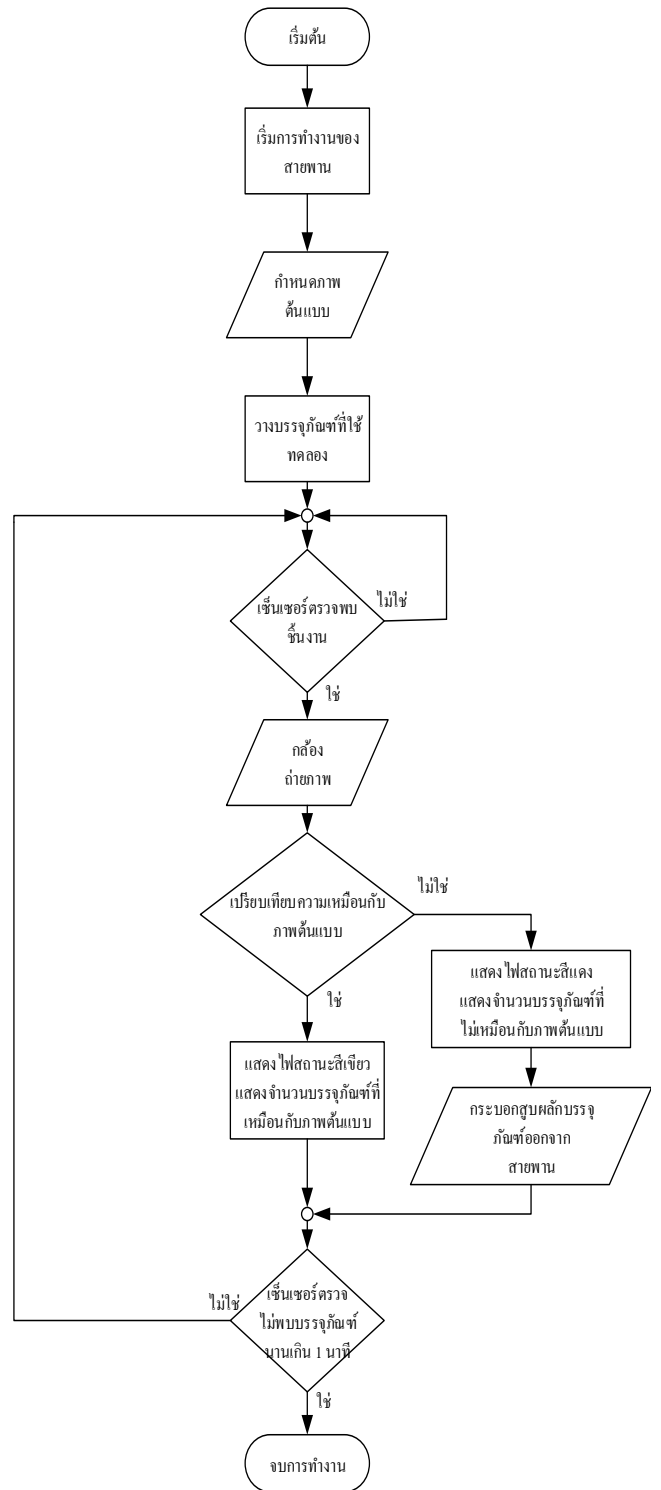
การประชุมวิชาการวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.พระนคร ครั้งที่ 4
 Proceedings of the 4th RMUTP Conference of Engineering and Technology



รูปที่ 4 การออกแบบโปรแกรมควบคุมและประมวลผลภาพ



รูปที่ 5 การออกแบบหน้าจอแสดงผลที่คอมพิวเตอร์



รูปที่ 6 แผนผังแสดงการทำงานของเครื่องต้นแบบการตรวจสอบบรรจุภัณฑ์ด้วยการประมวลผลภาพ

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.พระนคร ครั้งที่ 4
 Proceedings of the 4th RMUTP Conference of Engineering and Technology

3. การทดสอบเครื่องต้นแบบการตรวจสอบบรรจุภัณฑ์

บรรจุภัณฑ์ที่นำมาทดสอบการทำงานของเครื่องต้นแบบ คือ กล่องนมไทย-เคนมาร์ค โดยนำกล่องนมจำนวน 1 ชุด (12 กล่อง) มาตรวจสอบและคัดแยกกล่องที่มีตำหนิบนตราผลิตภัณฑ์ ออกจากสายพานลำเลียง โดยกล่องที่ 1-6 เป็นกล่องที่ไม่มีตำหนิ สถานะเครื่องจะปล่อยให้ชิ้นงานผ่านไป และกล่องที่ 7-12 เป็นกล่องที่มีตำหนิ สถานะเครื่องจะคัดแยกชิ้นงานออกจากสายพาน โดยทำการวางบรรจุภัณฑ์เรียงจากภาพต้นแบบ 0 องศา ± 15 องศา ± 30 องศา ± 45 องศา ± 60 องศา ± 75 องศา และ ± 90 องศา

ตารางที่ 1 ผลการทดลองคัดแยกบรรจุภัณฑ์

บรรจุภัณฑ์เรียง	กล่องที่ 1-6	กล่องที่ 7-12	คลาดเคลื่อนเฉลี่ย
0 องศา	✓	✗	0.41 %
+15 องศา	✓	✗	0.55 %
-15 องศา	✓	✗	0.67 %
+30 องศา	✓	✗	0.27%
-30 องศา	✓	✗	0.66 %
+45 องศา	✓	✗	1.01 %
-45 องศา	✓	✗	1.13 %
+60 องศา	✓	✗	0.4 %
-60 องศา	✓	✗	0.52 %
+75 องศา	✓	✗	0.4 %
-75 องศา	✓	✗	0.38 %
+90 องศา	✓	✗	1.06 %
-90 องศา	✓	✗	0.37 %

หมายเหตุ ✓ หมายถึง เครื่องปล่อยบรรจุภัณฑ์ผ่านไป

✗ หมายถึง เครื่องคัดแยกบรรจุภัณฑ์ออกจากสายพานลำเลียง

3.1 การทดสอบหาระยะห่างระหว่างบรรจุภัณฑ์ที่น้อยที่สุด

การทดลองนี้เป็นการหาระยะห่างระหว่างกล่องนมแต่ละกล่องที่วางใกล้กันมากที่สุด โดยเครื่องต้นแบบยังคงตรวจสอบและคัดแยกบรรจุภัณฑ์ได้ถูกต้อง โดยนำกล่องนมแต่ละกล่องวางห่างกัน 10 เซนติเมตร 20 เซนติเมตร และ 30

จากการทดลองหาระยะห่างในการวางกล่องนมแต่ละกล่องโดยที่เครื่องยังคงตรวจสอบและคัดแยกบรรจุภัณฑ์เสร็จสิ้นก่อนที่กล่องนมถัดไปจะเลื่อนเข้ามา เมื่อวางบรรจุภัณฑ์ห่างกันเป็นระยะ 10 และ 20 เซนติเมตร แต่สามารถถ่ายภาพประมวลผลภาพ และคัดแยกกล่องนมเสร็จสิ้นก่อนกล่องนมถัดไปจะเลื่อนเข้ามาในระยะห่างตั้งแต่ 30 เซนติเมตรขึ้นไป

ตารางที่ 2 ทดลองการตอบสนองของเซนเซอร์ จากระยะการวางชิ้นงาน

ระยะ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
10 cm	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✓	✗
20 cm	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✓	✗
30 cm	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

หมายเหตุ ✓ หมายถึง เครื่องปล่อยบรรจุภัณฑ์ผ่านไป

✗ หมายถึง เครื่องคัดแยกบรรจุภัณฑ์ออกจากสายพานลำเลียง

4. สรุปผล

จากการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบการตรวจสอบบรรจุภัณฑ์ด้วยการประมวลผลภาพ และผลการทดสอบ พบว่าเครื่องตรวจสอบบรรจุภัณฑ์ด้วยการประมวลผลภาพสามารถคัดแยกบรรจุภัณฑ์เสียออกจากบรรจุภัณฑ์ที่ถูกต้องทุกกรณี และมีค่าความเที่ยงตรงเฉลี่ยในการเปรียบเทียบภาพต้นแบบสูงถึง 99.4% ถึงแม้ว่าตำแหน่งของบรรจุภัณฑ์จะวางเอียงจากตำแหน่งปกติในระหว่าง 0 ถึง ± 90 องศา และพบว่าต้องวางบรรจุภัณฑ์ห่างกันอย่างน้อย 30 เซนติเมตร และมีความเร็วในการตรวจสอบและคัดแยกบรรจุภัณฑ์เฉลี่ย 3.4 วินาที ต่อ บรรจุภัณฑ์ 1 ชิ้น การพัฒนาเครื่องต้นแบบให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นทำได้โดยนำซิงเกิลบอร์ดคอมพิวเตอร์ (Single-board computer) เช่น Raspberry Pi มาแทนคอมพิวเตอร์ และไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล Arduino ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้จัดทำขอขอบพระคุณสาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคมที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ในการจัดทำโครงงาน

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] กิจ ไพบูลย์ ชิวพันธุ์ศรี. การสร้างระบบอัตโนมัติด้วย LabVIEW ร่วมกับระบบ Data Acquisition และ Machine Vision สำหรับผู้เริ่มต้น. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น, 2557.
- [2] ปกรณ์ แก้วตระกูลย์. การประยุกต์อัลกอริทึมแมชชีนวิชัน NI Vision.
- [3] เดชฤทธิ์ มณีธรรม. คัมภีร์การใช้งาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น, 2560.
- [4] ชาลิต รักเหลือ, ชนะพงศ์ นพวงศ์. บทความวิจัย เรื่อง “เครื่องตรวจสอบคุณภาพชิ้นงานอัตโนมัติ”. ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2558.