รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ ประจำปีงบประมาณ 2557

การพัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งแปรรูปโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ

System Development for Cooked Shrimp Quality Inspection Using Image Processing

นาย อภินัย ฤกษ์รัตน์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สิงหาคม 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รหัสโครงการ 2557A11862015

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ ประจำปีงบประมาณ 2557

การพัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งแปรรูปโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ

System Development for Cooked Shrimp Quality Inspection Using Image Processing

T145325

นาย อภินัย ฤกษ์รัตน์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สนับสนุนโดย สำนักบริหารโครงการส่งเสริมการวิจัย
ในอุดมศึกษาและพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ
สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา

สจหมู.....
เลขทะเบียน 145325
วัน เดือน ปี 14 ก.พ. 2560

b 00272847
i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ดี ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณในความช่วยเหลือเป็นอย่างมากจากอาจารย์และเจ้าหน้าที่ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทั้งทางด้านเครื่องมือ อุปกรณ์ ตลอดจนคำแนะนำและเอื้อเฟื้อข้อมูลต่างๆ สำหรับใช้ในการเขียนรายงานโครงการวิจัย

ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่สนับสนุนเครื่องมือ อุปกรณ์ และสถานที่ในการทำโครงการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณผู้แต่งและเอกสารอ้างอิงต่างๆ ที่ผู้วิจัยนำมาใช้อ้างอิงเพื่อทำการวิจัยและเขียนรายงานโครงการวิจัย

ขอขอบคุณส่วนบริหารวิชาการและวิจัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสำนักบริหารโครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษาและพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2557

อภินัย ฤกษ์รัตน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการวิจัย การพัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งแปรรูปโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ
แหล่งเงิน โครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษาและพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ
สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ประจำปีงบประมาณ 2557
จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 250,000.- บาท
ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ ตุลาคม 2556 ถึง กันยายน 2557
ชื่อ-สกุล หัวหน้าโครงการ นาย อภินัย ฤกษ์รัตน์
ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520
โทรศัพท์ 02-329-8347 โทรสาร 02-329-8349
E-mail : apinai@yhaoo.com
ปีที่ทำการวิจัย พ.ศ. 2557

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้เป็นการพัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งแปรรูปโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพเข้ามาช่วยในการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์กุ้งที่ผ่านการแปรรูป โดยใช้ขนาดของกุ้งแปรรูปเป็นเกณฑ์ในการประเมินคุณภาพของกุ้งแปรรูป ซึ่งระบบที่สร้างขึ้นมาจะประกอบไปด้วย ระบบสายพานลำเลียง แหล่งกำเนิดแสงฟลูออเรสเซนต์ กล้องเว็บแคม (WEBCAM) วงจรอิเล็กทรอนิกส์ การ์ดอินเตอร์เฟส และคอมพิวเตอร์สำหรับควบคุมและประมวลผล ภาพถ่ายของกุ้งแปรรูปจะถูกนำไปคำนวณหาขนาดโดยเทคนิคการประมวลผลภาพและเทคนิคเทรชโฮลด์ (Thresholding method) ผลของขนาดของกุ้งแปรรูปที่คำนวณได้จะถูกนำไปใช้ในการคัดแยกกุ้งแปรรูปตามเกณฑ์ที่ผู้ใช้ตั้งค่าไว้ จากการทดสอบระบบที่พัฒนาขึ้นมาผลปรากฏว่าระบบที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถประมาณขนาดและคัดแยกคุณภาพของกุ้งแปรรูปที่นำเข้ามาทำการตรวจสอบได้

คำสำคัญ : กุ้งแปรรูป, เทคนิคเทรชโฮลด์, การประมวลผลภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research Title : System Development for Cooked Shrimp Quality Inspection Using Image Processing
Researcher : Mr. Apinai Rerkratn
University : Department of Instrumentation and Control Engineering,
Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang.
Year : 2014

ABSTRACT

This research project presents system development for cooked shrimp quality inspection using image processing. The quality of cooked shrimp is based on size of cooked shrimp. The proposed system consists of conveyor belt, fluorescent lamp, WEBCAM camera, electronic circuits, interface card and computer. Image processing and thresholding techniques are used for size estimation of cooked shrimp. The image after thresholding is used to calculate area of cooked shrimp. The area of cooking shrimp is use for grading cooked. The experimental results show that the proposed system can estimate size and quality grading of cooked shrimp.

Keywords: Cooked shrimp, Thresholding technique, Image processing

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ.....I
บทคัดย่อภาษาไทย.....II
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....III
สารบัญ.....IV
สารบัญตาราง.....VIII
สารบัญรูป.....IX
บทที่ 1 บทนำ.....1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....2
1.4 ทฤษฎี สมมติฐานหรือกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย.....2
1.5 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information)ที่เกี่ยวข้อง.....6
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ และหน่วยงานที่จะนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์.....6
1.7 แผนการถ่ายทอดเทคโนโลยีหรือผลการวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย.....7
1.8 วิธีการดำเนินการวิจัยและสถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล.....7
1.9 ระยะเวลาที่ทำการวิจัยและแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย.....7
1.10 ปัจจัยที่เอื้อต่อการวิจัย.....8

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง.....9
2.1 อุตสาหกรรมกุ้งในประเทศไทย.....9
2.1.1 กุ้งสดแช่เยือกแข็งแบบผีเสื้อ (Frozen Butterfly Shrimp).....9
2.1.2 กุ้งสดปอกเปลือกผ่าหลังเอาหางออกแช่เยือกแข็ง (Frozen fresh Peeled and Devined Tail-Less shrimp).....10
2.1.3 กุ้งยืดโนบาชิสดแช่เยือกแข็ง (frozen fresh Nobashi shrimp).....11
2.1.4 กุ้ง easy peel สดแช่เยือกแข็ง (frozen fresh easy peel shrimp).....11
2.1.5 กุ้งสดปอกเปลือกผ่าหลังไว้หางแช่เยือกแข็ง (Frozen fresh Peeled and Devined Tail-On shrimp).....12
2.1.6 เกี๊ยวกุ้งสดแช่เยือกแข็ง (frozen fresh shrimp wonton).....12
2.1.7 กุ้งซูชิสดแช่เยือกแข็ง (frozen fresh sushi shrimp).....13
2.1.8 กุ้งชุบแป้งทอดแช่แข็ง (Frozen Crispy fried shrimp).....13
2.1.9 กุ้งสดทั้งตัวแช่เยือกแข็ง (Frozen fresh Head On Shell On shrimp).....14
2.1.10 กุ้งสุกทั้งตัวแช่เยือกแข็ง (Frozen fresh Cooked Head On Shell On shrimp)...14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

2.2 การตรวจสอบคุณภาพกุ้งแปรรูป....15
2.2.1 การตรวจสอบโลหะที่ตกค้างอยู่ในผลิตภัณฑ์กุ้งแปรรูป....15
2.2.2 การคัดขนาดของกุ้งแปรรรูป....15
2.2.2.1 เครื่องคัดขนาดกุ้งแบบลูกกลิ้ง (Roller Grader) 16
2.2.2.1 เครื่องคัดขนาดกุ้งแบบชั่งน้ำหนัก....16
2.3 การวัดขนาดด้วยเทคโนโลยีการตรวจสอบแบบไม่ทำลาย (Non-destructive technologies for size determination) 17
2.3.1 การวัดขนาดโดยใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง....17
2.3.2 การวัดขนาดโดยใช้การวัดคุณสมบัติทางไฟฟ้า....18
2.3.3 การวัดขนาดโดยใช้การวัดค่าความถี่รีโซแนนท์ของวัตถุ....19
2.3.4 การวัดขนาดโดยใช้เทคนิคการประมวณผลภาพ....20
2.3.4.1 การหาขนาดของแคนตาลูปด้วยเทคนิคการประมวณผลภาพ....20
2.3.4.2 การหาขนาดของผลสตอเบอรี่ด้วยเทคนิคการประมวณผลภาพ....21
2.3.4.3 การหาขนาดของผลแตงโมด้วยเทคนิคการประมวณผลภาพ....22
2.4 บทสรุป....23

บทที่ 3 ระบบตรวจสอบคุณภาพโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ....24
3.1 เซนเซอร์สำหรับการประยุกต์ใช้งานในการตรวจสอบคุณภาพโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ....24
3.2 ระบบให้แสงสว่าง....26
3.2.1 Area Arrays....26
3.2.2 Ring....27
3.2.3 Dark Field....27
3.2.4 Dome....28
3.2.5 Backlights....29
3.3 โปรแกรมสำหรับการประมวลผลภาพ....30
3.3.1 MATLAB....30
3.3.2 LabVIEW....32
3.4 อัลกอริธึมในการประมวลผลภาพ....36
3.5 บทสรุป....42

บทที่ 4 ระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ....43
4.1 ส่วนระบบสายพานลำเลียงกุ้งแปรรูป....43
4.2 เซนเซอร์สำหรับการตรวจสอบตำแหน่งกุ้งแปรรูป....45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

4. 3 ส่วนการตรวจสอบคุณภาพกุ้งแปรรูป....46
4.3.1 กล้องเว็บแคม....46
4.3.2 อัลกอริธึ่มในการประมวลผลภาพ....46
4.4 ส่วนคัดแยกกุ้งแปรรูปที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ....47
4.4.1 ปั๊มลม (Air compressor) 48
4.4.2 โซลีนอยด์วาล์ว (Solenoid valve) 48
4.4.3 กระบอกสูบแบบสองทาง (Double-acting Cylinder) 49
4.4.4 โฟโตอิเล็กทริกเซนเซอร์ (Photoelectric Sensor) 49
4.5 วงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับควบคุมการทำงานของระบบ....51
4.5.1 วงจรสำหรับควบคุมการทำงานของโซลินอยด์วาล์ว....51
4.5.2 วงจรสำหรับควบคุมมอเตอร์หมุนสายพานลำเลียง....52
4.5.3 วงจรสำหรับตรวจจับตำแหน่งกุ้งแปรรูปโดยใช้อินฟราเรดเซนเซอร์ (Infrared Sensor).53
4.5.4 วงจรสำหรับตรวจจับตำแหน่งกุ้งแปรรูปโดยใช้โฟโตอิเล็กตริกเซนเซอร์ (Photoelectric Sensor) 54
4.5.5 การ์ดอินเตอร์เฟส (Interface Card) 54
4.6 โครงสร้างของระบบระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ....56

บทที่ 5 การทดลองและผลการทดลอง....59
5.1 การทดสอบหาค่าความผิดพลาดของการหาค่าพื้นที่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ....59
5.1.1 การทดสอบหาค่าความผิดพลาดของการหาค่าพื้นที่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพในวัตถุที่มีขนาดต่างๆ....59
5.1.2 การทดสอบหาค่าความผิดพลาดของการหาค่าพื้นที่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพในวัตถุที่มีความหนาต่างๆ....62
5.2 การทดสอบระบบกับกุ้งแปรรูปในรูปแบบต่างๆ
5.2.1 การทดสอบระบบกับกุ้งต้มไม่ปอกเปลือก (Cooked peel shrimp) 64
5.2.2 การทดสอบระบบกับกุ้งต้มปอกเปลือกไว้หาง (Tail-on cooked shrimp) 69
5.2.3 การทดสอบระบบกับกุ้งต้มปอกเปลือกตัดหาง (Tail-off cooked shrimp) 74

บทที่ 6 บทสรุป....80

บทที่ 7 สรุปผลผลิตที่ได้จากงานวิจัย....81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

เอกสารอ้างอิง.....82

ภาคผนวก ก ระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งแปรรูปโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ.....85

ภาคผนวก ข บทความวิจัย.....87

ภาคผนวก ค ข้อมูลประวัติผู้วิจัย.....98

รายงานสรุปการเงิน ประจำปีงบประมาณ 2557.....99

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4.1	ตำแหน่งของเซนเซอร์และหน้าที่การทำงาน	45
4.2	คุณสมบัติของกล้องเว็บแคมรุ่น OKER OE-177	46
4.3	คุณสมบัติของโฟโตอิเล็กทริกเซนเซอร์ Panasonic รุ่น CX-421-P	50
4.4	คุณสมบัติของการ์ดอินเตอร์เฟสรุ่น USB-6009	56
5.1	ผลการคำนวณหาขนาดกุ้งต้มไม่ปอกเปลือกแบบต่างๆ	69
5.2	ผลการคำนวณหาขนาดกุ้งต้มปอกเปลือกไว้หางแบบต่างๆ	74
5.3	ผลการคำนวณหาขนาดกุ้งต้มปอกเปลือกตัดหางแบบต่างๆ	79

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1.1	โครงสร้างของระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งแปรรูปโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ	3
1.2	รายละเอียดของระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งแปรรูปโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ	4
2.1	ลักษณะของกุ้งสดแช่เยือกแข็งแบบผีเสื้อ	10
2.2	ลักษณะของกุ้งสดปอกเปลือกผ่าหลังเอาหางออกแช่เยือกแข็ง	10
2.3	ลักษณะของกุ้งยืดโนบาชิสดแช่เยือกแข็ง	11
2.4	ลักษณะของกุ้ง easy peel สดแช่เยือกแข็ง	11
2.5	ลักษณะของกุ้งสดปอกเปลือกผ่าหลังไว้หางแช่เยือกแข็ง	12
2.6	ลักษณะของเกี๊ยวกุ้งสดแช่เยือกแข็ง	12
2.7	ลักษณะของกุ้งชูชิสดแช่เยือกแข็ง	13
2.8	ลักษณะของกุ้งชุบแป้งทอดแช่แข็ง	13
2.9	ลักษณะของกุ้งสดทั้งตัวแช่เยือกแข็ง	14
2.10	ลักษณะของกุ้งสุกทั้งตัวแช่เยือกแข็ง	14
2.11	ตัวอย่างของเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบโลหะ	15
2.12	ตัวอย่างของเครื่องคัดขนาดกุ้งแบบลูกกลิ้ง	16
2.13	ตัวอย่างของเครื่องคัดขนาดกุ้งแบบชั่งน้ำหนัก	17
2.14	การวัดขนาดโดยใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสงโดยวางแหล่งกำเนิดแสงและตัวรับแสงในลักษณะของวงแหวน	17
2.15	การวัดขนาดโดยใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสงโดยวางแหล่งกำเนิดแสงและตัวรับแสงในลักษณะแนวตั้ง	18
2.16	การวัดขนาดโดยใช้เทคนิคการวัดค่าความจุไฟฟ้า	18
2.17	โครงสร้างของระบบวัดขนาดโดยใช้การวัดค่าความถี่รีโซแนนท์ของวัตถุ	19
2.18	ระบบการหาขนาดของแคนตาลูปด้วยเทคนิคการประมวณผลภาพ	20
2.19	ภาพถ่ายแคนตาลูปที่ได้มาทำการประมวลผลภาพ	20
2.20	ระบบบการคัดเกรดผลสตอเบอรี่ที่พัฒนาขึ้นโดย Xu Liming และ Zhao Yanchao	21
2.21	ภาพที่ได้จากการประมวลผลภาพโดยระบบบการคัดเกรดผลสตอเบอรี่ที่พัฒนาขึ้นโดย Xu Liming และ Zhao Yanchao	21
2.22	ระบบการวัดขนาดของผลแตงโมด้วยเทคนิคการประมวณผลภาพที่พัฒนาขึ้นโดย Ali Bulent Koc	22
2.23	ภาพที่ได้จากการประมวลผลภาพโดยระบบการวัดขนาดของผลแตงโมด้วยเทคนิคการประมวณผลภาพที่พัฒนาขึ้นโดย Ali Bulent Koc	22
3.1	ตัวอย่างของเซนเซอร์แบบซีซีดีของบริษัท Hamamatsu Photonics	24
3.2	ตัวอย่างของเซนเซอร์แบบโฟโตไดโอดอาร์เรย์ของบริษัท Hamamatsu Photonics	25
3.3	ตัวอย่างของ Line Scan Cameras ของบริษัท Hamamatsu Photonics	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.4	อุปกรณ์ให้แสงแบบArea Arrays แบบต่างๆ	26
3.5	อุปกรณ์ให้แสงแบบ Ring	27
3.6	อุปกรณ์ให้แสงแบบ Dark Field	28
3.7	ลักษณะของวัตถุที่ถูกให้แสงแบบ Dark Field	28
3.8	อุปกรณ์ให้แสงแบบ Dome	29
3.9	อุปกรณ์ให้แสงแบบ Backlights	29
3.10	ฟังก์ชันในการคำนวณเชิงเลขต่างๆ และการแสดงผลของโปรแกรม MATLAB	30
3.11	ตัวอย่างการเรียกดูข้อมูลผ่านการ์ดอินเตอร์เฟส	31
3.12	ตัวอย่างการใช้ฟังก์ชันและโมดูลสำเร็จรูปในการวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูล	31
3.13	ตัวอย่างการแสดงผลการคำนวณในรูปแบบของกราฟ 3 มิติ	32
3.14	ตัวอย่างหน้าจอการใช้งานของโปรแกรมที่พัฒนาโดยโปรแกรม LabVIEW	33
3.15	ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมในรูปแบบกราฟฟิกของโปรแกรม LabVIEW	33
3.16	ตัวอย่างฟังก์ชันสำเร็จรูปสำหรับใช้ในการพัฒนาอัลกอริธึมต่างๆ	34
3.17	ตัวอย่างกราฟฟิกสำเร็จรูปสำหรับการพัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานและแสดงผล	34
3.18	ตัวอย่างการ์ดอินเตอร์เฟสต่างๆ	35
3.19	ตัวอย่างโมดูลสำหรับการประมวลผลภาพ	35
3.20	การประยุกต์เทคนิคการทำเทรชโฮลด์ในการแยกภาพเมล็ดข้าวออกจากพื้นหลัง	36
3.21	การประยุกต์เทคนิคการทำเทรชโฮลด์ในการแยกภาพผลส้มออกจากพื้นหลัง	36
3.22	การประยุกต์เทคนิคการทำเทรชโฮลด์ในการแยกภาพสตอเบอรี่ออกจากพื้นหลัง	37
3.23	การประยุกต์เทคนิคการทำเทรชโฮลด์ในการแยกภาพแฮมออกจากพื้นหลัง	37
3.24	เทคนิคการทำเทรชโฮลด์แบบต่างๆ	38
3.25	ฮิสโตแกรมของรูปภาพขนาด 6X6 พิกเซล	39
3.26	กระจายของพิกเซลในส่วนของวัตถุที่ค่าระดับเทรชโฮลด์เท่ากับ 3	39
3.27	กระจายของพิกเซลในส่วนของพื้นหลังที่ค่าระดับเทรชโฮลด์เท่ากับ 3	40
3.28	กระจายของพิกเซลในส่วนของวัตถุและพื้นหลังที่ค่าระดับเทรชโฮลด์ระดับต่างๆ	40
3.29	ภาพที่ได้จากค่าระดับเทรชโฮลด์มีค่าเท่ากับ 3	41
3.30	ตัวอย่างการประยุกต์ใช้วิธีของ Otsu's ในภาพต่างๆ	41
4.1	บล็อคไดอะแกรมของระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ	43
4.2	โครงสร้างของระบบสายพานลำเลียงที่ใช้ในระบบระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ	44
4.3	การวางตำแหน่งของเซนเซอร์บนระบบสายพานลำเลียงที่ใช้ในระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ	45
4.4	กล้องเว็บแคม OKER OE-177	46
4.5	อัลกอริธึ่มในการประมวลผลภาพ	47
4.6	ส่วนคัดแยกกุ้งแปรรูปที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.7	ตัวอย่างปั๊มลมของบริษัท PUMA	48
4.8	ลักษณะของโซลีนอยด์วาล์วที่ใช้ในระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ	48
4.9	สูบแบบสองทางที่ใช้ในระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ	49
4.10	การต่อสายใช้งานของโฟโตอิเล็กทริกเซนเซอร์	50
4.11	ตำแหน่งติดตั้งกระบอกสูบสำหรับคัดแยกกุ้งแปรรูปที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว	51
4.12	วงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับควบคุมการทำงานของโซลินอยด์วาล์ว	52
4.13	วงจรที่ใช้งานจริงสำหรับควบคุมการทำงานของโซลินอยด์วาล์ว	52
4.14	วงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับควบคุมมอเตอร์หมุนสายพานลำเลียง	52
4.15	วงจรที่ใช้งานจริงสำหรับควบคุมมอเตอร์หมุนสายพานลำเลียง	53
4.16	วงจรสำหรับตรวจจับกุ้งแปรรูปโดยใช้อินฟราเรดเซนเซอร์ (Infrared Sensor)	53
4.17	วงจรที่ใช้งานจริงสำหรับตรวจจับกุ้งแปรรูปโดยใช้อินฟราเรดเซนเซอร์ (Infrared Sensor)	53
4.18	วงจรสำหรับตรวจจับตำแหน่งกุ้งแปรรูปโดยใช้โฟโตอิเล็กตริกเซนเซอร์ (Photoelectric Sensor)	54
4.19	วงจรที่ใช้งานจริงสำหรับตรวจจับตำแหน่งกุ้งแปรรูปโดยใช้โฟโตอิเล็กตริกเซนเซอร์ (Photoelectric Sensor)	54
4.20	การ์ดอินเตอร์เฟสรุ่น USB-6009	55
4.21	พอร์ตการเชื่อมต่อของการ์ดอินเตอร์เฟส	55
4.22	โครงสร้างของระบบระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ (ด้านหน้า)	57
4.23	โครงสร้างของระบบระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ (ด้านข้าง)	57
4.24	โครงสร้างของระบบระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ (ด้านหน้า) ที่สร้างขึ้นมา	58
4.25	โครงสร้างของระบบระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ (ด้านข้าง) ที่สร้างขึ้นมา	58
5.1	ตัวอย่างของวัตถุขนาดต่างๆ ที่นำมาใช้ทดสอบระบบ	59
5.2	ค่าความผิดพลาดของวัตถุขนาด 4 ตารางเซนติเมตร	60
5.3	ค่าความผิดพลาดของวัตถุขนาด 6 ตารางเซนติเมตร	60
5.4	ค่าความผิดพลาดของวัตถุขนาด 9 ตารางเซนติเมตร	61
5.5	ค่าความผิดพลาดของวัตถุขนาด 12 ตารางเซนติเมตร	61
5.6	ค่าความผิดพลาดของวัตถุขนาด 16 ตารางเซนติเมตร	62
5.7	ค่าความผิดพลาดของวัตถุขนาด 20 ตารางเซนติเมตร	62
5.8	ตัวอย่างของวัตถุรูปทรงสี่เหลี่ยมพื้นผ้าที่มีความหนาต่างๆ ที่ใช้ในการทดสอบ	63
5.9	ค่าความผิดพลาดของวัตถุที่มีความหนาต่างๆ	63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
5.10	ตัวอย่างกุ้งต้มไม่ปอกเปลือกที่ใช้ในการทดสอบระบบ	64
5.11	ภาพที่ได้จากการทดสอบระบบกับกุ้งต้มไม่ปอกเปลือกแบบที่ 1	65
5.12	ภาพที่ได้จากการทดสอบระบบกับกุ้งต้มไม่ปอกเปลือกแบบที่ 2	66
5.13	ภาพที่ได้จากการทดสอบระบบกับกุ้งต้มไม่ปอกเปลือกแบบที่ 3	67
5.14	ภาพที่ได้จากการทดสอบระบบกับกุ้งต้มไม่ปอกเปลือกแบบที่ 4	68
5.15	ตัวอย่างกุ้งต้มปอกเปลือกไว้หางที่ใช้ในการทดสอบระบบ	69
5.16	ภาพที่ได้จากการทดสอบระบบกับกุ้งต้มปอกเปลือกไว้หางแบบที่ 1	70
5.17	ภาพที่ได้จากการทดสอบระบบกับกุ้งต้มปอกเปลือกไว้หางแบบที่ 2	71
5.18	ภาพที่ได้จากการทดสอบระบบกับกุ้งต้มปอกเปลือกไว้หางแบบที่ 3	72
5.19	ภาพที่ได้จากการทดสอบระบบกับกุ้งต้มปอกเปลือกไว้หางแบบที่ 4	73
5.20	ตัวอย่างกุ้งต้มปอกเปลือกตัดหางที่ใช้ในการทดสอบระบบ	74
5.21	ภาพที่ได้จากการทดสอบระบบกับกุ้งต้มปอกเปลือกตัดหางแบบที่ 1	75
5.22	ภาพที่ได้จากการทดสอบระบบกับกุ้งต้มปอกเปลือกตัดหางแบบที่ 2	76
5.23	ภาพที่ได้จากการทดสอบระบบกับกุ้งต้มปอกเปลือกตัดหางแบบที่ 3	77
5.24	ภาพที่ได้จากการทดสอบระบบกับกุ้งต้มปอกเปลือกตัดหางแบบที่ 4	78
1ก	ระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งแปรรูปโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ (ด้านหน้า)	85
2ก	ระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งแปรรูปโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ (ด้านข้าง)	86

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันการส่งออกผลิตภัณฑ์อาหารไปยังต่างประเทศเป็นอุตสาหกรรมหนึ่งที่ทำรายได้เข้าประเทศปีหนึ่งๆ หลายหมื่นล้านบาท ประเทศไทยถือเป็นผู้นำการผลิตกุ้ง และเป็นผู้ส่งออกกุ้งรายใหญ่รายหนึ่งของโลก สำหรับประเทศไทยเริ่มต้นจากการเพาะเลี้ยง กุ้งกุลาดำเป็นหลัก ต่อมาเมื่อเลี้ยงกันมากขึ้นทำให้พ่อแม่พันธุ์จากธรรมชาติมีไม่เพียงพอต่อความต้องการ ประกอบกับ ขาดการพัฒนาสายพันธุ์ ส่งผลให้ผลผลิตกุ้งกุลาดำที่ได้มีขนาดเล็กลง โตช้า และมีต้นทุนการเลี้ยงสูงขึ้น ในขณะที่ราคากุ้งกลับถูกลง จนกระทั่งได้มีการนำกุ้งขาวแวนนาไมจาก ทวีปอเมริกาใต้ ที่มีการพัฒนาสายพันธุ์เป็นอย่างดี เลี้ยงง่าย โตเร็ว ต้นทุนการผลิตต่ำกว่า และเสียค่าบริหารจัดการน้อย แต่ได้ผลผลิตสูงเข้ามาเลี้ยง ด้วยเหตุผลดังกล่าวมาจึงทำให้คนไทยหันมาเลี้ยงกุ้งขาวกันมากขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งปัจจุบันประเทศไทยเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมที่สัดส่วนร้อยละ 99 และกุ้งกุลาดำเพียงร้อยละ 1 [1]

สำหรับสภาพการส่งออกผลิตภัณฑ์กุ้งในปัจจุบันจะมีรูปแบบในการแปรรูปเพื่อการส่งออกที่สำคัญอยู่ 2 รูปแบบใหญ่ๆ[2] คือ

1. กุ้งแช่เย็นแช่แข็ง(Frozen Fresh) คือ กุ้งสดที่ผ่านกรรมวิธีการล้างและการตัดแต่งก่อนนำไปแช่เยือกแข็ง
2. กุ้งแปรรูป(Frozen Cook) คือ กุ้งสดที่ผ่านกรรมวิธีการล้างและการตัดแต่งและทำให้สุกหรือเพิ่มส่วนประกอบต่างๆก่อนนำไปแช่แข็ง เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับสินค้าและตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค ได้แก่ กุ้งชุบแป้งทอด เกี๊ยวกุ้ง กุ้งเสียบไม้ กุ้งชุบเกล็ดขนมปัง กุ้งเปาะเปี๊ยะ กุ้งซูชิ กุ้งปังโกะ กุ้งโนบาชิ กุ้งคอกเทล เป็นต้น

สำหรับแนวโน้มการส่งออกผลิตภัณฑ์กุ้งในปัจจุบันมีแนวโน้มสูงขึ้น โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์อาหารพร้อมรับประทาน (ready-to-eat) ที่ผู้บริโภคซื้อมาแล้วสามารถนำไปอุ่นเพื่อรับประทานได้ทันที หรือเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการปรุงแต่งมาเรียบร้อยแล้วผู้บริโภคสามารถนำไปปรุงสุกเพื่อรับประทานได้อย่างสะดวก (ready-to-cook) ซึ่งสอดคล้องกับตัวเลขการส่งออกไปตลาดญี่ปุ่นในช่วงเดือนมกราคม - พฤษภาคม 2554 พบว่า การส่งออกกุ้งแปรรูปไปตลาดญี่ปุ่นเริ่มมีสัดส่วนที่สูงกว่ากุ้งแช่เย็นแช่แข็งอย่างเห็นได้ชัดในปีนี้ จึงประเมินว่า น่าจะเป็นโอกาสของผู้ส่งออกที่มีความพร้อมหันมาให้ความสนใจพัฒนาผลิตภัณฑ์ในกลุ่มผลิตภัณฑ์กุ้งแปรรูป หรือผลิตภัณฑ์กุ้งเพิ่มมูลค่าให้มากขึ้น[3-5] ซึ่งสิ่งหนึ่งที่จะส่งผลต่อความเชื่อมั่นในตลาดต่างประเทศก็คือคุณภาพของผลิตภัณฑ์กุ้งที่ผ่านการแปรรูป ไม่ว่าจะเป็น ขนาด สี รูปร่าง ของผลิตภัณฑ์กุ้งที่ผ่านการแปรรูปมาแล้วว่าได้คุณภาพตามต้องการหรือไม่ ด้วยเหตุนี้จึงต้องมีการใช้แรงงานคนในการตรวจสอบและคัดแยกผลิตภัณฑ์กุ้งที่ผ่านการแปรรูปที่ไม่ได้คุณภาพออกไป ทำให้สูญเสียเวลา แรงงานและค่าใช้จ่ายในการคัดแยกและตรวจสอบก่อนที่จะทำการบรรจุลงในบรรจุภัณฑ์ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากปัญหาดังที่กล่าวมา ทางผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดที่จะทำการพัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งแปรรูปโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพเข้ามาช่วยในการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์กุ้งที่ผ่านการแปรรูป ทั้งนี้เพื่อเป็นการประหยัดแรงงานและค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์กุ้งที่ผ่านการแปรรูปก่อนที่จะส่งลงบรรจุภัณฑ์

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. พัฒนาต้นแบบระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งแปรรูปโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพโดยใช้เทคโนโลยีและวัสดุภายในประเทศเพื่อใช้ในการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์กุ้งที่ผ่านการแปรรูปก่อนที่จะทำการบรรจุลงบรรจุภัณฑ์
2. พัฒนาเทคนิคในการตรวจสอบคุณภาพอาหารโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ
3. พัฒนาเทคโนโลยีในการตรวจสอบแบบไม่ทำลาย

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

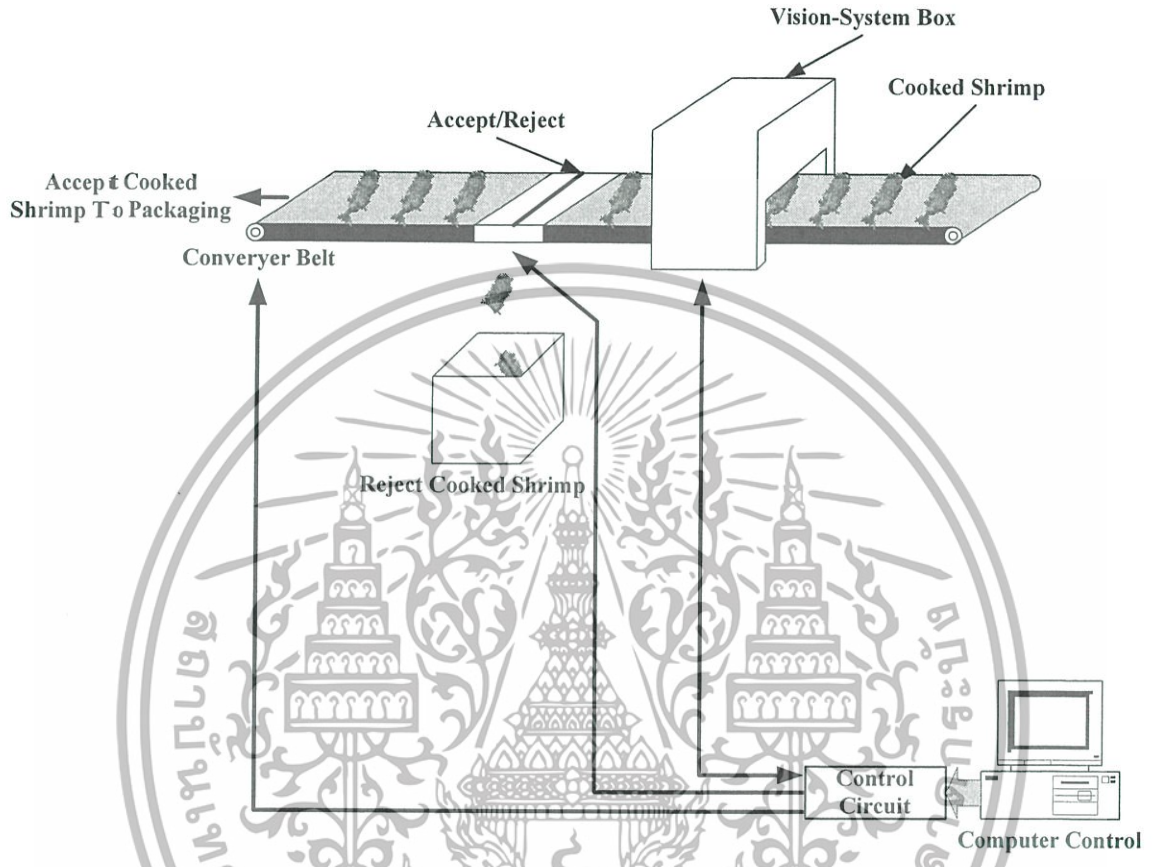
โครงการวิจัยนี้เป็นการพัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งแปรรูปโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพเข้ามาช่วยในการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์กุ้งที่ผ่านการแปรรูป ทั้งนี้เพื่อเป็นการประหยัดแรงงานและค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์กุ้งที่ผ่านการแปรรูปก่อนที่จะส่งลงบรรจุภัณฑ์

1.4 ทฤษฎี สมมติฐานหรือกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

ในโครงการวิจัยนี้เป็นการพัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งแปรรูปโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพเข้ามาช่วยในการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์กุ้งที่ผ่านการแปรรูป ทั้งนี้เพื่อเป็นการประหยัดแรงงานและค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์กุ้งที่ผ่านการแปรรูปก่อนที่จะส่งลงบรรจุภัณฑ์ สำหรับส่วนประกอบทั้งหมดของโครงสร้างระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งแปรรูปโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพที่จะทำการพัฒนาขึ้นมา สามารถแสดงดังรูปที่ 1.1 ซึ่งจากรูปที่ 1.1 โครงสร้างของระบบจะประกอบไปด้วยส่วนประกอบหลักคือ

- คอมพิวเตอร์สำหรับควบคุมการตรวจสอบและประมวลผลภาพ
- ระบบสายพานลำเลียงกุ้งแปรรูป
- วงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับควบคุมการทำงาน
- ตู้ตรวจสอบกุ้งแปรรูป
- โปรแกรมในการประมวลผลและควบคุมการทำงานของระบบ

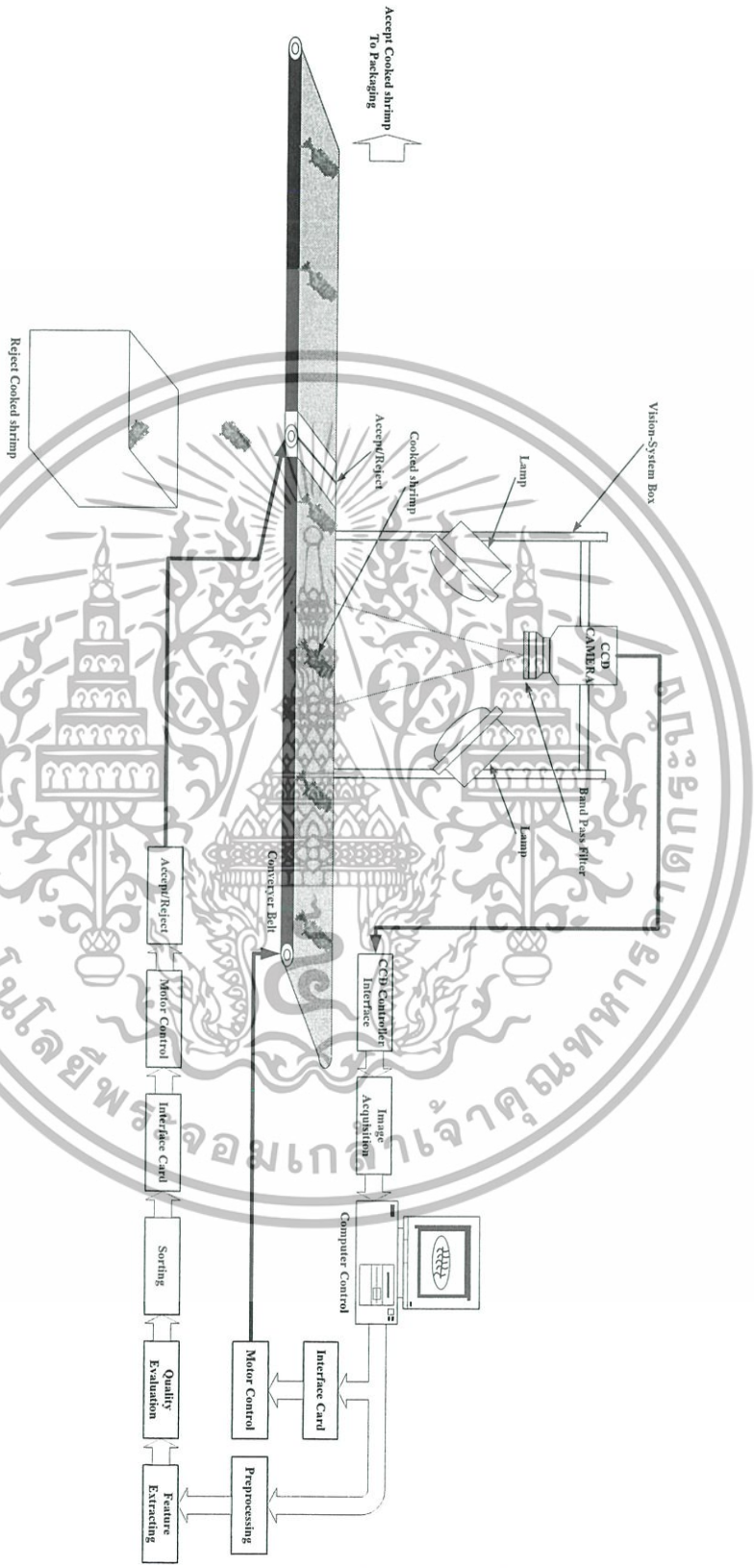
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.1 โครงสร้างของระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งแปรรูปโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ

โดยในการทำงาน คอมพิวเตอร์ถูกใช้สำหรับควบคุมการตรวจสอบและประมวลผลภาพ โดยสายพานจะหทำหน้าที่ลำเลียงกุ้งแปรรูปเข้าไปสู่ห้องสำหรับการตรวจสอบและประเมินคุณภาพกุ้งแปรรูป หากได้สีและขนาดของกุ้งที่ผ่านการแปรรูปที่มีคุณภาพตามต้องการก็จะลำเลียงผ่านไป แต่ถ้ากุ้งแปรรูปมีสีหรือขนาดไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ก็จะส่งสัญญาณผ่านวงจรควบคุมไปขับมอเตอร์เพื่อเปิดช่องให้กุ้งแปรรูปที่ไม่ได้คุณภาพตกลงไปในช่องที่เตรียมไว้สำหรับนำกุ้งแปรรูปที่ไม่ได้คุณภาพกลับไปทำการปรับปรุงคุณภาพให้ได้ตามเกณฑ์ที่ต้องการก่อนส่งกลับมาทำการตรวจสอบใหม่ โดยรายละเอียดของระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งแปรรูปโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 1.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.2 รายละเอียดของระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งแปรรูปโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 1.2 ระบบที่พัฒนาขึ้นจะประกอบไปด้วยส่วนประกอบหลัก 2 ส่วนด้วยกันคือ

1. ส่วนของฮาร์ดแวร์(Hardware) ที่ใช้ในการถ่ายภาพกุ้งแปรรูปที่นำมาตรวจสอบซึ่งจะประกอบด้วย

1.1 ระบบสายพานลำเลียงกุ้งแปรรูป

สำหรับระบบสายพานลำเลียงจะทำหน้าที่ในการนำกุ้งแปรรูปเข้าสู่ตู้สำหรับตรวจสอบกุ้งแปรรูปและนำกุ้งแปรรูปที่ผ่านการตรวจสอบแล้วออกไปยังส่วนบรรจุภัณฑ์ โดยการทำงานขอ งสายพานจะถูกควบคุมโดยคอมพิวเตอร์ที่ใช้ควบคุมระบบผ่านทางวงจรเชื่อมต่อ(Interface card)

2.2 ตู้ตรวจสอบกุ้งแปรรูป

สำหรับตู้ตรวจสอบกุ้งแปรรูปจะประกอบไปด้วยอุปกรณ์ต่างๆดังนี้

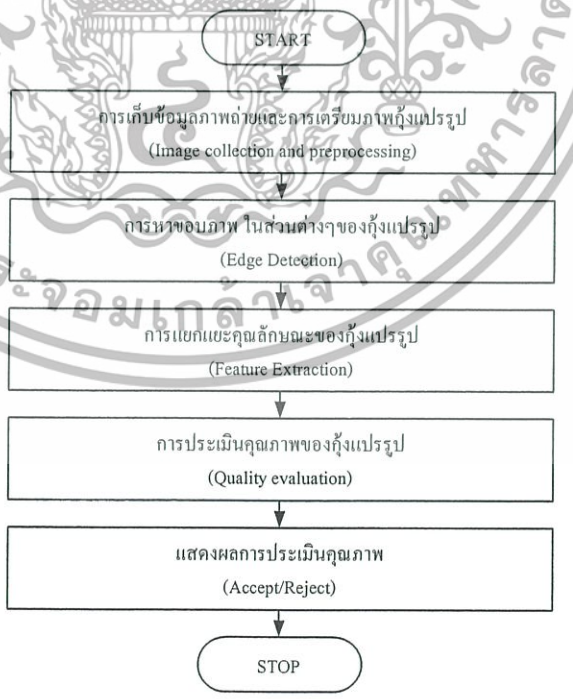
2.2.1 แหล่งกำเนิดแสง ซึ่งจะถูกควบคุมควบคุมโดยคอมพิวเตอร์ที่ใช้ควบคุมระ บบผ่านทางวงจรเชื่อมต่อ(Interface card)

2.2.2 กล้อง CCD (CCD Camera) สำหรับถ่ายภาพกุ้งแปรรูป

2.2.3 วงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับควบคุมการทำงานของกล้อง CCD, แหล่งกำเนิดแสง และการทำงานของสายพานลำเลียงผ่านวงจรเชื่อมต่อ(Interface card)

2.2.4 คอมพิวเตอร์สำหรับควบคุมการทำงานของระบบ

2. ส่วนของโปรแกรมในการประมวลผล ซึ่งจะรับข้อมูลรูปภาพที่ถ่ายมาจากกล้อง CCD มาทำการประมวลผลซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆดังรูปที่ 1.3



รูปที่ 1.3 ขั้นตอนในการประมวลผลการตรวจสอบคุณภาพกุ้งแปรรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 1.3 ขั้นตอนการประมวลผลของโปรแกรมที่จะพัฒนาขึ้นมาจะเริ่มตั้งแต่การนำข้อมูลภาพถ่ายกุ้งแปรรูป จากกล้อง CCD มาเตรียมการประมวลผล(Preprocessing) โดยจะทำการลดความละเอียดของภาพ (resolution)ลงเพื่อช่วยลดเวลาในการประมวลผล หลังจากนั้นจะนำภาพที่ได้มาทำการหาขอบภาพในส่วนต่างๆ ของกุ้งแปรรูป เมื่อได้ขอบภาพขององค์ประกอบกุ้งแปรรูปในส่วนต่างๆ ก็จะนำมาทำการประเมินคุณภาพกุ้งแปรรูปโดยเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้เช่น สี ขนาด เป็นต้น หากอยู่ในช่วงที่กำหนดก็จะแสดงผลยอมรับ (Accept)แต่ถ้าต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ก็จะแสดงผลไม่ยอมรับ(Reject) และทำการส่งสัญญาณควบคุมไปขับมอเตอร์เพื่อคัดกุ้งแปรรูปที่ตรวจสอบแล้วไม่ได้คุณภาพตามที่ต้องการออกไปในช่องที่เตรียมไว้สำหรับนำกุ้งแปรรูปที่ไม่ได้คุณภาพกลับไปทำการปรับปรุงคุณภาพให้ได้ตามเกณฑ์ที่ต้องการก่อนส่งกลับมาทำการตรวจสอบใหม่

1.5 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง

สำหรับการนำเทคโนโลยีในการประมวลผลภาพมาใช้ในการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ได้มีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง ดังตัวอย่างงานวิจัยดังนี้ เช่น การนำเอาเทคโนโลยีการประมวลผลภาพมาใช้ในการตรวจสอบคุณภาพ, การจำแนกชนิด และ การวัดขนาดของปลา[6-10], การนำเอาเทคโนโลยีในการประมวลผลภาพมาใช้ในการตรวจสอบและคัดแยกผลไม้[11-14], การนำเอาเทคโนโลยีในการประมวลผลภาพมาใช้ในการตรวจสอบและคัดแยกเนื้อสัตว์ต่างๆ[15-18], การนำเอาเทคโนโลยีในการประมวลผลภาพตรวจสอบคุณภาพอาหาร[19-22] นอกจากนี้ยังมีการนำเอาเทคโนโลยีในการประมวลผลภาพมาใช้ในการจำแนกชนิดยาเม็ด[23]อีกด้วย จากงานวิจัยทั้งหมดที่กล่าวถึงการนำเอาเทคโนโลยีในการประมวลผลภาพมาประยุกต์ใช้งานในการตรวจสอบคุณภาพต่างๆ ทางผู้วิจัยพบว่าส่วนประกอบที่สำคัญในการนำเอาเทคนิคการประมวลผลภาพมาใช้งานจะประกอบด้วยขั้นตนสำคัญ 3 อย่างคือ

1. การประมวลผลภาพเบื้องต้น(Preprocessing) และการหาขอบภาพ(edge detection)
2. การแยกคุณลักษณะของภาพ(Feature Extraction)
3. การจำแนกโดยใช้เครือข่ายใยประสาท(Neural network)

โดยในแต่ละงานวิจัยก็จะใช้รายละเอียดของเทคนิคที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งทางผู้วิจัยจะได้ทำการศึกษาข้อดีข้อเสียของแต่ละวิธีแล้วจะทำการเลือกวิธีที่เหมาะสมนำมาใช้ในการออกแบบและสร้างระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งแปรรูปโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพต่อไป

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ และหน่วยงานที่จะนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. ต้นแบบระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งแปรรูปโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพเพื่อใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของกุ้งแปรรูป ทั้งนี้เพื่อเป็นการประหยัดแรงงานและค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบกุ้งแปรรูปก่อนที่จะส่งลงบรรจุภัณฑ์
2. กระตุ้นให้เกิดการทำวิจัยและพัฒนาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์โดยใช้เทคโนโลยีและวัสดุภายในประเทศ
3. เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพสินค้าทางการเกษตรโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ
4. ช่วยประหยัดแรงงานและเวลาในการใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของกุ้งแปรรูป
5. สามารถนำเทคนิคที่พัฒนาขึ้นมาไปประยุกต์ใช้ในการตรวจสอบ คุณภาพสินค้าทางการเกษตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7 แผนการถ่ายทอดเทคโนโลยีหรือผลการวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย

นำเสนอรายงานผลงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ พร้อมทั้งนำเสนอบทความวิจัยในสถานที่ต่างๆ และถ่ายทอดเทคโนโลยีในการสร้างระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งแปรรูปโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพแก่บุคคลและหน่วยงานต่างๆ ที่สนใจนำระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งแปรรูปโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพไปใช้งานหรือพัฒนาต่อ เช่น

- นักศึกษา จากมหาวิทยาลัยหรือสถาบันต่างๆ
- นักวิจัยจากหน่วยงานต่างๆ
- หน่วยงานทางภาคเกษตรกรรม
- หน่วยงานทางภาคอุตสาหกรรม
- ผู้สนใจที่จะนำระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งแปรรูปโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพไปประยุกต์ใช้งาน
- ฯลฯ

1.8 วิธีการดำเนินการวิจัย และสถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

เพื่อให้การวิจัยสร้างระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งแปรรูปโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพสำเร็จรวดเร็วภายในระยะเวลาที่กำหนดประมาณ 12 เดือน จึงขอแบ่งวิธีการวิจัยดังขั้นตอนต่อไปนี้

1. ศึกษาข้อมูลทั่วไปของเทคนิคและวิธีการตลอดจนหลักเกณฑ์ในการการตรวจสอบคุณภาพกุ้งแปรรูปต่างๆ
2. ศึกษาข้อมูลเทคนิคในการตรวจสอบคุณภาพโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ
3. ออกแบบและสร้างระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งแปรรูปโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ
4. ทดสอบระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งแปรรูปโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพที่ได้ออกแบบสร้างขึ้นมา
5. ปรับปรุงคุณภาพของระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งแปรรูปโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพที่ได้ออกแบบสร้างขึ้นมา
6. สร้างต้นแบบระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งแปรรูปโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ
7. สรุปผลและเขียนรายงานฉบับสมบูรณ์

สำหรับสถานที่ในการทำการทดลองและเก็บข้อมูลจะใช้สถานที่ของสาขาวิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1.9 ระยะเวลาที่ทำการวิจัย และแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย

เริ่มต้นตั้งแต่เดือนตุลาคม 2556 จนถึง กันยายน 2557 ซึ่งจะทำการวิจัยให้เสร็จภายในปีงบประมาณ 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนการดำเนินการตลอดโครงการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงาน	งบประมาณปี 2557											
	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
1. ศึกษาข้อมูลทั่วไปของเทคนิคและวิธีการตลอดจนหลักเกณฑ์ในการการตรวจสอบคุณภาพกุ้งแปรรูปต่างๆ	←	→										
2. ศึกษาข้อมูลเทคนิคในการตรวจสอบคุณภาพโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ		←	→									
3. ออกแบบและสร้างระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งแปรรูปโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ			←	—	—	→						
4. ทดสอบระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งแปรรูปโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพที่ได้ออกแบบสร้างขึ้นมา					←	—	—	→				
5.ปรับปรุงคุณภาพของระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งแปรรูปโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพที่ได้ออกแบบสร้างขึ้นมา								←	—	→		
6. สร้างต้นแบบระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งแปรรูปโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ										←	→	
7. สรุปผลและเขียนรายงานฉบับสมบูรณ์											←	→

1.10 ปัจจัยที่เอื้อต่อการวิจัย

1. อุปกรณ์, เครื่องมือวัด และเครื่องมือทดสอบที่ใช้ในการวิจัยส่วนใหญ่จะเป็นเครื่องมือและอุปกรณ์ที่มีอยู่แล้วภายในสาขาวิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สจล.
2. อุปกรณ์ส่วนใหญ่ที่ใช้ในการทำวิจัยส่วนใหญ่สามารถหาซื้อและจัดทำภายในประเทศได้ โดยมีบางส่วนที่จะต้องสั่งซื้อจากต่างๆ ประเทศ เช่น ไอซีสำเร็จรูปต่างๆ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 อุตสาหกรรมกุ้งในประเทศไทย [24]

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมกุ้งนับว่าเป็นอุตสาหกรรมหนึ่งที่สร้างรายได้เข้าประเทศปีหนึ่งเป็นจำนวนมาก แต่อย่างไรก็ตามในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมานี้ได้เกิดโรค EMS (Early Mortality Syndome) ทำให้ผลผลิตกุ้งในไทยลดลงเป็นอย่างมาก แต่จากการพยายามช่วยแก้ไขปัญหาจากหลายหน่วยงานต่างๆ ทำให้คาดว่าตั้งแต่ปี 2558 เป็นต้นไป แนวโน้วการผลิตและส่งออกกุ้งน่าจะปรับตัวดีขึ้น แต่อย่างไรก็ตามกลับมีปัญหาที่อาจส่งผลกระทบต่อ การฟื้นตัวของอุตสาหกรรมกุ้งไทยอันได้แก่

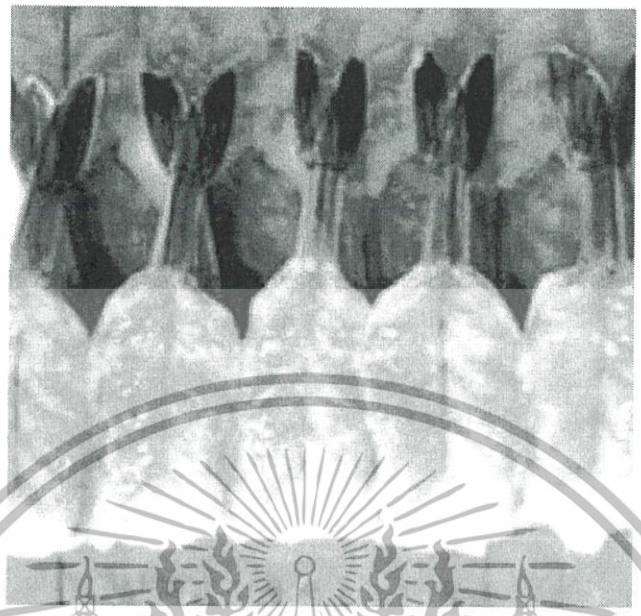
- ปัญหาการถูกตัดสิทธิทางด้านภาษี (GSP) จากสหภาพยุโรป ทั้งนี้เนื่องจากตั้งแต่วันที่ 1 มกราคมที่ผ่านมา อุตสาหกรรมการประมงและอาหารทะเลแปรรูปของไทยถูกตัดสิทธิพิเศษทางภาษีทำให้ประเทศไทยเสียภาษีนำเข้าในอัตราปกติที่ร้อยละ 12 จากเดิมที่ได้รับสิทธิเสียภาษีนำเข้าเพียงร้อยละ 4.2 ขณะที่ประเทศคู่แข่งรายใหญ่อย่าง อินโดนีเซีย อินเดีย และเวียดนามยังคงได้รับสิทธิพิเศษทางภาษีอยู่
- ปัญหาการค้ามนุษย์จากสหรัฐอเมริกา ซึ่งส่งผลกระทบต่อภาพลักษณ์และความเชื่อมั่นของคู่ค้าในสหรัฐอเมริกา และอาจถูกต่อต้านจากผู้บริโภคในต่างประเทศซึ่งประเทศคู่แข่งอย่างอินโดนีเซีย อินเดีย และเวียดนาม มีสถานะที่ดีกว่า
- ปัญหาการสูญเสียส่วนเสียส่วนแบ่งในตลาดการส่งออก เนื่องจากไทยเคยครองส่วนแบ่งในตลาดสหรัฐอเมริกาเป็นอันดับ 1 มีส่วนแบ่งทางการตลาดถึงร้อยละ 45 แต่ในปัจจุบันส่วนแบ่งในตลาดสหรัฐอเมริกาของไทยตกมาอยู่ลำดับที่ 5 รองจาก อินเดีย อินโดนีเซีย เอกวาดอร์ และเวียดนามด้วยส่วนแบ่งทางการตลาดร้อยละ 10 ทั้งนี้เนื่องจากปัญหาผลผลิตกุ้งภายในประเทศลดลง และขนาดของกุ้งไทยมีขนาดเล็กกว่ากุ้งของคู่แข่ง

จากปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นกับอุตสาหกรรมกุ้งไทย ดังนั้นผู้ผลิตกุ้งในไทยต้องพัฒนาศักยภาพในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารทั้งรสชาติและความอร่อย ความหลากหลายและความปลอดภัย โดยการพัฒนาผลิตภัณฑ์กุ้งแปรรูปแบบต่างๆ เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับอุตสาหกรรมกุ้งไทย ดังตัวอย่างของผลิตภัณฑ์กุ้งแปรรูปแบบต่างๆ ดังต่อไปนี้

2.1.1 กุ้งสดแช่เยือกแข็งแบบผีเสื้อ (Frozen Butterfly Shrimp) [2]

กุ้งสดแช่เยือกแข็งแบบผีเสื้อ จัดได้ว่าเป็นผลิตภัณฑ์กุ้งแปรรูปที่สำคัญชนิดหนึ่ง โดยการผลิตจะทำการนำกุ้งสดมาแกะหัว ปอกเปลือก เหลือหางไว้ ผ่าหลังให้ลึกตั้งแต่โคนหัวกุ้งถึงโคนหางกุ้ง แบะตัวกุ้งออกเป็นรูปคล้ายผีเสื้อดึงไส้ออกและนำไปแช่เยือกแข็ง (freezing) ซึ่งลักษณะของกุ้งสดแช่เยือกแข็งแบบผีเสื้อสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.1

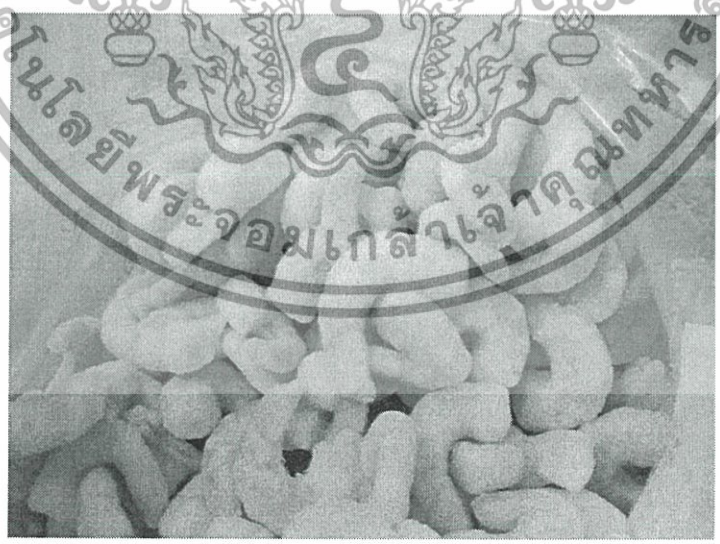
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 ลักษณะของกุ้งสดแช่เยือกแข็งแบบผีเสื้อ : http://www.21food.com

2.1.2 กุ้งสดปอกเปลือกผ่าหลังเอาหางออกแช่เยือกแข็ง (Frozen fresh Peeled and Devined Tail-Less shrimp) [2]

สำหรับกุ้งสดปอกเปลือกผ่าหลังเอาหางออกแช่เยือกแข็งเป็นผลิตภัณฑ์กุ้งสดแช่เยือกแข็งชนิดหนึ่ง โดยกระบวนการผลิตจะทำการแกะเปลือกกุ้งออก แล้วทำการผ่าหลังเอาไส้และหางออก ก่อนนำไปแช่แข็งลักษณะของกุ้งสดปอกเปลือกผ่าหลังเอาหางออกแช่เยือกแข็งสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.2

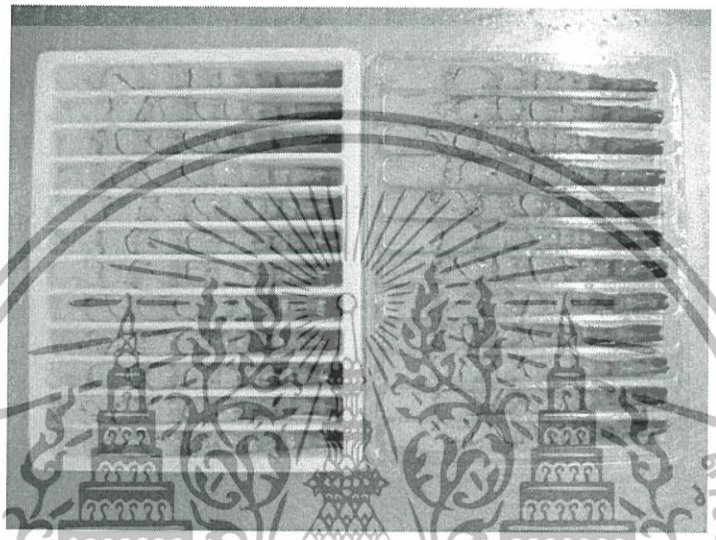


รูปที่ 2.2 ลักษณะของกุ้งสดปอกเปลือกผ่าหลังเอาหางออกแช่เยือกแข็ง : http://www.21food.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 กุ้งยืดโนบาชิสดแช่เยือกแข็ง (frozen fresh Nobashi shrimp) [2]

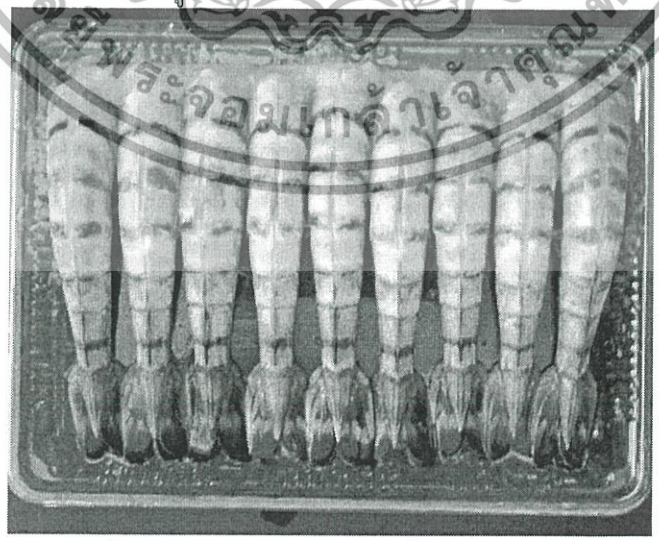
สำหรับการแปรรูปกุ้งโนบาชิสดแช่เยือกแข็ง (Frozen fresh Nobashi shrimp) จะทำการนำเอานำกุ้งสดมาแกะเปลือก ผ่าหลังเอาไส้และหางออก แล้วนำไปบั้ง โดยใช้มีดเฉือนกุ้งตามแนวขวางจำนวน 5 แนวให้ลึกประมาณ 1 ใน 3 ของลำตัว จากนั้นนำมายืดให้ตรงโดยอุปกรณ์ยืดกุ้งก่อนนำไปแช่เยือกแข็ง (freezing) โดยลักษณะของกุ้งยืดโนบาชิสดแช่เยือกแข็งสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 ลักษณะของกุ้งยืดโนบาชิสดแช่เยือกแข็ง: http://www.sss-canberra.com

2.1.4 กุ้ง easy peel สดแช่เยือกแข็ง (frozen fresh easy peel shrimp) [2]

กุ้ง easy peel สดแช่เยือกแข็งเป็นผลิตภัณฑ์จากการนำกุ้งสดมาแกะแต่หัวไม่ต้องปอกเปลือก ผ่าหลังตั้งแต่โคนหัวกุ้งถึงโคนหางกุ้ง ดึงไส้ออกและนำไปแช่เยือกแข็ง (freezing) โดยลักษณะของกุ้ง easy peel สดแช่เยือกแข็งสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 ลักษณะของกุ้ง easy peel สดแช่เยือกแข็ง: http://www.arkseafoods.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

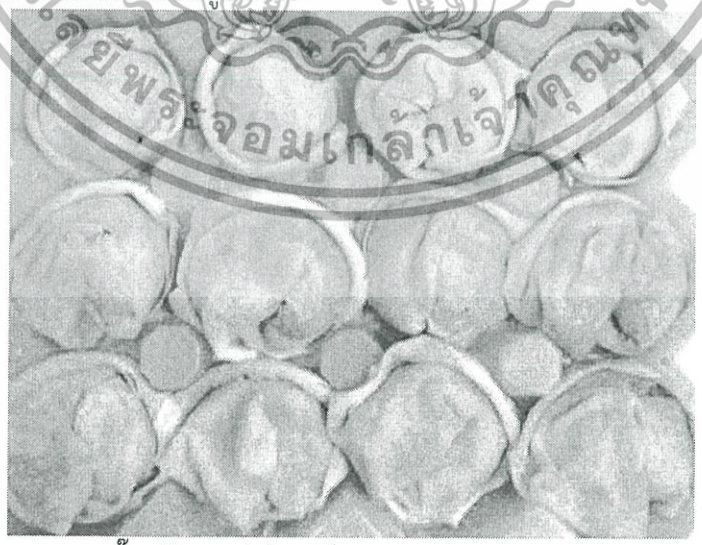
2.1.5 กุ้งสดปอกเปลือกผ่าหลังไว้หางแช่เยือกแข็ง (Frozen fresh Peeled and Devined Tail-On shrimp) [2]

สำหรับกุ้งสดปอกเปลือกผ่าหลังไว้หางแช่เยือกแข็ง เป็นผลิตภัณฑ์กุ้งแช่เยือกแข็ง โดยจะทำการนำกุ้งสดมาแกะเปลือก ผ่าหลังเอาไส้ออกแต่เหลือหางไว้ ก่อนนำไปแช่เยือกแข็ง (freezing) โดยลักษณะของกุ้งสดปอกเปลือกผ่าหลังไว้หางแช่เยือกแข็งสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.5

รูปที่ 2.5 ลักษณะของกุ้งสดปอกเปลือกผ่าหลังไว้หางแช่เยือกแข็ง: http://www.facesource.net/

2.1.6 เกี๊ยวกุ้งสดแช่เยือกแข็ง (frozen fresh shrimp wonton) [2]

สำหรับเกี๊ยวกุ้งสดแช่เยือกแข็งเป็นผลิตภัณฑ์เกี๊ยวกุ้งสดแช่เยือกแข็ง โดยจะทำการนำเอากุ้งสดมาทำการแกะเปลือก ผ่าหลังเอาไส้ออกและเอาหางออก ห่อแผ่นเกี๊ยว ก่อนนำไปแช่แข็งโดยลักษณะของเกี๊ยวกุ้งสดแช่เยือกแข็งสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.6

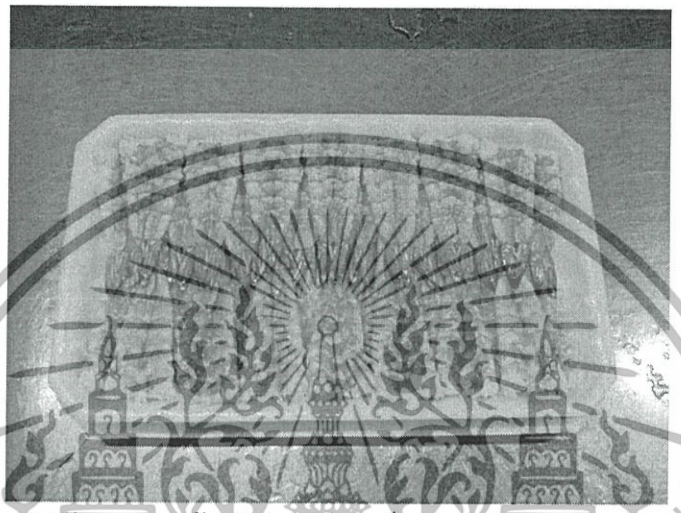


รูปที่ 2.6 ลักษณะของเกี๊ยวกุ้งสดแช่เยือกแข็ง: https://bohausiaw.files.wordpress.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.7 กุ้งซูชิสดแช่เยือกแข็ง (frozen fresh sushi shrimp) [2]

สำหรับกุ้งซูชิสดแช่เยือกเป็นผลิตภัณฑ์กุ้งแปรรูปแช่เยือกแข็ง (frozen shrimp) โดยนำกุ้งสดมาแกะ หัว ปอกเปลือก เหลือหางไว้ ผ่าหลังให้ลึกตั้งแต่โคนหัวกุ้งถึงโคนหางกุ้ง แบะตัวกุ้งออกเป็นรูปคล้ายผีเสื้อดึงไส้ออก ต้มให้สุก (cooking) และนำไปแช่เยือกแข็ง (freezing) โดยลักษณะของกุ้งซูชิสดแช่เยือกแข็งสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 ลักษณะของกุ้งซูชิสดแช่เยือกแข็ง: http://www.21food.com

2.1.8 กุ้งชุบแป้งทอดแช่แข็ง (Frozen Crispy fried shrimp) [2]

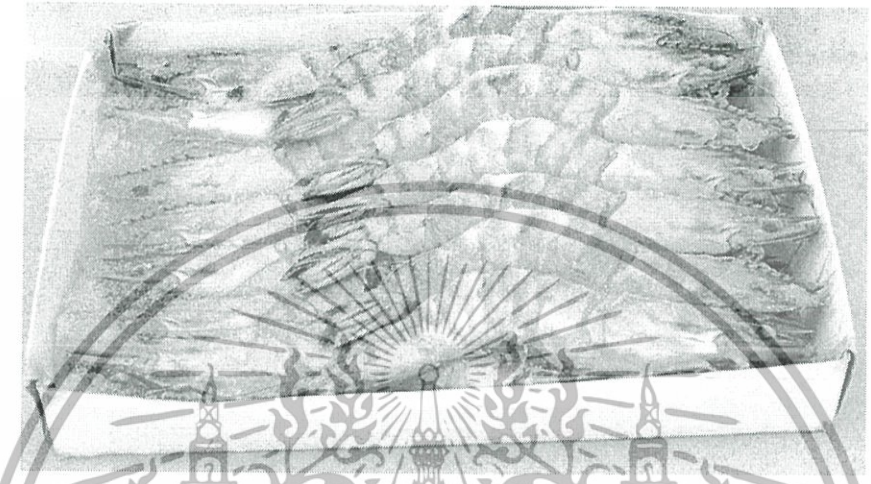
กุ้งชุบแป้งทอดแช่แข็งกุ้งชุบแป้งทอดแช่แข็ง เป็นผลิตภัณฑ์แปรรูปจากกุ้งโดยมีขั้นตอนการแปรรูปโดยเริ่มจากการนำกุ้งสดที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพมาทำการลวกในน้ำเดือดเป็นเวลา 10 วินาที จากนั้นจึงนำกุ้งมาคลุกแป้งสำหรับคลุกและชุบในน้ำแป้งที่เตรียมไว้ แล้วนำมาทอดที่ 175 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วินาที แช่เยือกแข็งด้วยระบบพ่นลมเย็น นำมาบรรจุถุง PE เก็บที่ -18 องศาเซลเซียส [25] โดยลักษณะของกุ้งชุบแป้งทอดแช่แข็งสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.8

รูปที่ 2.8 ลักษณะของกุ้งชุบแป้งทอดแช่แข็ง: http://www.21food.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.9 กุ้งสดทั้งตัวแช่เยือกแข็ง (Frozen fresh Head On Shell On shrimp) [2]

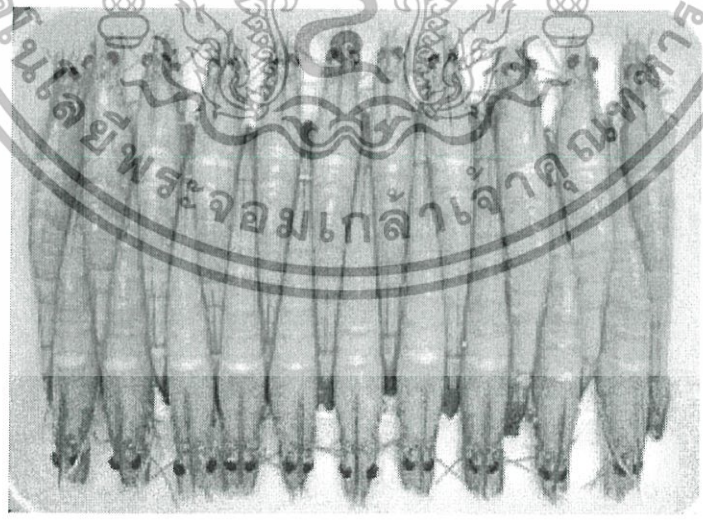
สำหรับกุ้งสดทั้งตัวแช่เยือกแข็ง เป็นผลิตภัณฑ์กุ้งสด แช่เยือกแข็ง โดยการนำกุ้งมาทำการล้างทำความส ะอาดก่อนนำไปแช่แข็งโดยลักษณะของกุ้งสดทั้งตัวแช่เยือกแข็งสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 ลักษณะของกุ้งสดทั้งตัวแช่เยือกแข็ง: http://www.21food.com/

2.1.10 กุ้งสุกทั้งตัวแช่เยือกแข็ง (Frozen fresh Cooked Head On Shell On shrimp) [2]

สำหรับกุ้งสดทั้งตัวแช่เยือกแข็งเป็นผลิตภัณฑ์กุ้งแปรรูป แช่เยือกแข็ง โดยทำการล้างทำความสะอาดต้มสุก ก่อนนำไปแช่แข็งโดยลักษณะของกุ้งสุกทั้งตัวแช่เยือกแข็งสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 ลักษณะของกุ้งสุกทั้งตัวแช่เยือกแข็ง: http://www.thawil.net

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การต รวจสอบคุณภาพกุ้งแปรรูป

จ ากวิธีการผลิตกุ้งแปรรูปแบบต่างๆ ดังที่กล่าวมาก่อนหน้านี้ สิ่งสำคัญที่สุดในการสร้างความเชื่อมั่นให้กับผู้บ ริโภคทั้งภายในและต่างประเทศ ก็คือคุณภาพและความปลอดภัย ซึ่งในปัจจุบันได้มีการนำเอาเทคโนโลยีใหม่ๆ มาใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์กุ้งแปรรูป ดังตัวอย่างต่อไปนี้

2.2.1 การตรวจสอบโลหะที่ตกค้างอยู่ในผลิตภัณฑ์กุ้งแปรรูป

เนื่องจากวิธีการผลิตกุ้งแปรรูปแบบต่างๆ มีการผ่านขั้นตอนการผลิตหลายขั้นตอน จึงทำให้เกิดการตกค้ า งของโลหะต่างๆ ที่อยู่ในขั้นตอนการผลิตที่อาจหลุดเข้าไปในผลิตภัณฑ์กุ้งแปรรูป ดังนั้นเพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภคจึงต้องมีการตรวจสอบโลหะที่ตกค้างอยู่ในผลิตภัณฑ์กุ้งแปรรูป สำหรับตัวอย่างของเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบโลหะต่างๆ สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.11

รูปที่ 2.11 ตัวอย่างของเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบโลหะ: http://www.tradekey.com/

2.2.2 การคัดขนาดของกุ้งแปรรรูป

การคัดขนาดของกุ้งแปรรูปนับได้ว่าเป็นสิ่งสำคัญในการกำหนดคุณภาพและราคาของผลิตภัณฑ์เนื่องจากราคาของผลิตภัณฑ์โดยเฉพาะกุ้งแปรรรูปจะขึ้นอยู่กับขนาดเป็นสิ่งสำคัญ นอกจากนี้การคัดขนาดยังมีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

- เพื่อให้ขนาดของกุ้งแปรรูปที่ได้มีความสม่ำเสมอเหมาะแก่การนำไปบรรจุลงบรรจุภัณฑ์
- เพื่อคัดแยกกุ้งแปรรูปที่มีการแตก หัก หรือไม่ได้ขนาดออก
- เพิ่มความสะดวกในการกำหนดขนาดบรรจุภัณฑ์

จากเหตุผลดังที่กล่าวมาการคัดขนาดของกุ้งแปรรูปจึงมีความสำคัญในอุตสาหกรรมแปรรูปกุ้ง ซึ่งในปัจจุบันได้มีการพัฒนาวิธีการคัดขนาดของกุ้งแปรรูปแบบต่างๆ ขึ้นมามากมายดังตัวอย่างต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.1 เครื่องคัดขนาดกุ้งแบบลูกกลิ้ง (Roller Grader) [26]

เครื่องคัดขนาดกุ้ง เป็นเครื่องจักรส่วนหนึ่งของสายการผลิตกุ้ง การคัดขนาดกุ้งถือเป็นกระบวนการตั้งต้นที่สำคัญของกระบวนการแปรรูปกุ้ง หลักการทำงานของเครื่องคัดขนาดกุ้งจะอาศัยช่องว่างของลูกกลิ้งที่มีความห่างไม่เท่ากันเป็นตัวแยกกุ้งโดยปล่อยให้ตกลงด้านล่าง ตัวเครื่องจะประกอบไปด้วย ลูกกลิ้งทำจากสเตนเลสสตีล หลายลูก จัดเป็นคู่ๆ วางห่างกันและกางออกจากกันเล็กน้อย ลูกกลิ้งแต่ละลูกจะหมุนขณะใช้งานกุ้งที่ผ่านการล้างมาแล้วจะถูกพาขึ้นสู่ด้านบนด้วยระบบสายพานลำเลียง Bulk Feed Conveyor สายพานจะเทกุ้งลงบนเครื่องคัดขนาดกุ้งที่แผ่นตะแกรงสั่นได้ (Vibrator) กุ้งจะถูกเขย่าและเคลื่อนตัวไปข้าง หน้า กุ้งที่กองอยู่บนแผ่นตะแกรงเมื่อถูกเขย่าจึงแยกตัวออกจากกันและกระจายตัวออกอย่างสม่ำเสมอ ก่อนที่จะถูกโรยลงชุดลูกกลิ้ง ลูกกลิ้งจะถูกวางทำมุมเอียงลาดลง 30° กุ้งหลายๆ ขนาดจะไหลลงตามช่องว่างระหว่างลูกกลิ้งที่วางไว้เป็นคู่ๆ ระยะห่างของช่องว่างระหว่างลูกกลิ้งจะไม่เท่ากัน ด้านบนจะแคบกว่าด้านล่าง ดังนั้นกุ้งตัวเล็กที่ไหลลงมาจากด้านบนก็จะตกก่อน กุ้งตัวใหญ่จะตกไกลออกไป กุ้งที่ตกลงจะถูกรองรับด้วยกระบะแยกขนาดกุ้ง หรือสายพานลำเลียงเพื่อส่งไปสู่กระบวนการแปรรูปต่อไป แต่อย่างไรก็ตามการคัดขนาดของกุ้งวิธีนี้จะได้ขนาดของกุ้งที่ค่อนข้างหยาบ สำหรับตัวอย่างของเครื่องคัดขนาดกุ้งแบบลูกกลิ้งสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.12

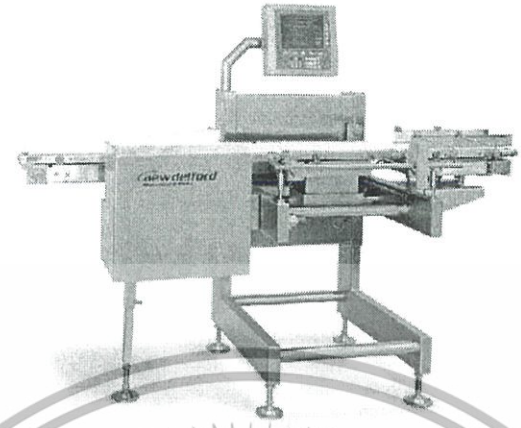
รูปที่ 2.12 ตัวอย่างของเครื่องคัดขนาดกุ้งแบบลูกกลิ้ง: http://www.patkol.com/

2.2.2.2 เครื่องคัดขนาดกุ้งแบบชั่งน้ำหนัก

การคัดขนาดแบบชั่งน้ำหนักมักนิยมใช้กับวัตถุดิบที่มีรูปร่างไม่เป็นทรงเรขาคณิตหรือวัตถุดิบที่มีมูลค่าสูง เช่น กุ้ง ปลา ไก่ โดยกำหนดเกณฑ์น้ำหนัก แล้วชั่งทุกชิ้นเพื่อประเมิน ซึ่งการคัดขนาดด้วยน้ำหนักกุ้งโดยใช้เครื่องชั่งมาคัดจะได้ความเที่ยงตรงที่สูงกว่าเครื่องคัดขนาดกุ้งแบบลูกกลิ้งมาก สำหรับตัวอย่างของเครื่องคัดขนาดกุ้งแบบชั่งน้ำหนักสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



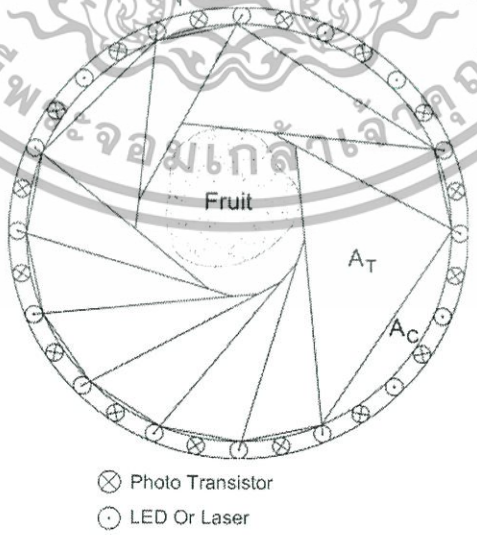
รูปที่ 2.13 ตัวอย่างของเครื่องคัดขนาดกุ้งแบบชั่งน้ำหนัก: http://marel.com/

2.3 การวัดขนาดด้วยเทคโนโลยีการตรวจสอบแบบไม่ทำลาย (Non-destructive technologies for size determination)

การวัดขนาดนับว่าเป็นสิ่งหนึ่งที่ใช้ในการกำหนดคุณภาพของสินค้าหรือวัตถุดิบทางการเกษตรที่สำคัญ ซึ่งโดยปกติแล้วการวัดขนาดของสินค้าหรือวัตถุดิบต่างๆ จะใช้คนทำการวัดทำให้ให้เกิดการล่าช้าและความผิดพลาดในการวัด ดังนั้นในปัจจุบันจึงได้มีการพัฒนาวิธีการวัดขนาดของสินค้าและวัตถุดิบแบบไม่ทำลายขึ้นมาหลายวิธีดังตัวอย่างต่อไปนี้

2.3.1 การวัดขนาดโดยใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง

การวัดขนาดโดยใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสงจะใช้เทคนิคการส่งผ่านแสงซึ่งจะอาศัยตัวกำเนิดแสงซึ่งอาจเป็น แอลอีดี (LED : Light Emitting Diode) หรือ เลเซอร์ไดโอด(Laser Diode) เป็นแหล่งกำเนิดแสง และใช้โฟโตทรานซิสเตอร์ (Photo transistor) เป็นตัวรับแสง ซึ่งแหล่งกำเนิดแสงและตัวรับแสงจะถูกวางในระนาบต่างๆ ขึ้นอยู่กับประเภทของวัตถุที่นำมาวัดขนาด ดังตัวอย่างในรูปที่ 2.14 และรูปที่ 2.15

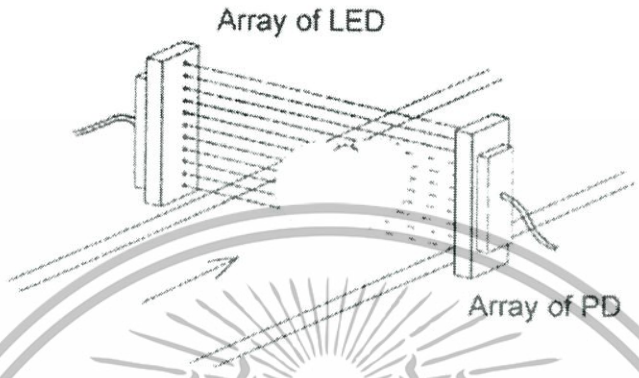


รูปที่ 2.14 การวัดขนาดโดยใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสงโดยวางแหล่งกำเนิดแสงและตัวรับแสงในลักษณะของวงแหวน [27]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

145325

จากรูปที่ 2.14 เป็นผลงานวิจัยของ Gall H และคณะ [27] โดยระบบจะวางแหล่งกำเนิดแสงและตัวรับแสงในลักษณะของวงแหวน สำหรับการวัดจะทำการวางวัตถุที่นำมาวัดขนาดไว้ตรงกลาง

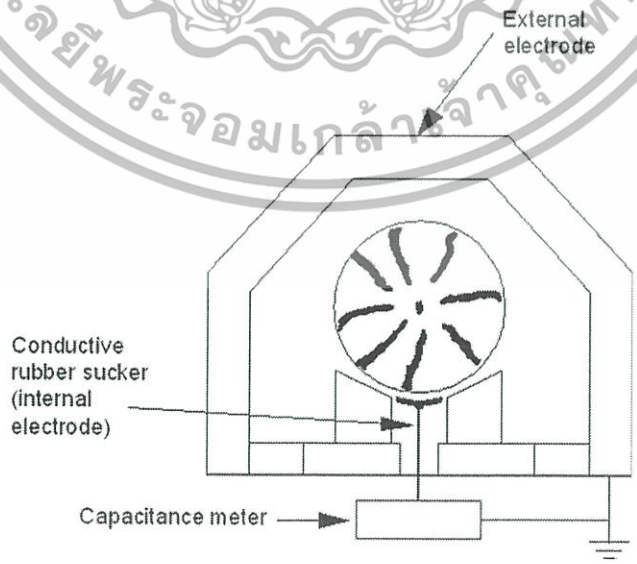


รูปที่ 2.15 การวัดขนาดโดยใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสงโดยวางแหล่งกำเนิดแสงและตัวรับแสงในลักษณะแนวตั้ง [28]

จากรูปที่ 2.15 เป็นผลงานวิจัยของ Iwamoto M และคณะ[28] โดยระบบจะวางแหล่งกำเนิดแสงและตัวรับแสงในลักษณะแนวตั้ง วัตถุที่ทำการวัดจะเคลื่อนที่ผ่านตัวตรวจวัดในแนวระนาบทำให้เกิดการบังแสงมากน้อยขึ้นอยู่กับขนาดของวัตถุ

2.3.2 การวัดขนาดโดยใช้การวัดคุณสมบัติทางไฟฟ้า

สำหรับการวัดขนาดโดยใช้เทคนิคการวัดคุณสมบัติทางไฟฟ้า จะใช้หลักการวัดคุณสมบัติต่างๆ ทางไฟฟ้า เช่น ค่าความต้านทาน ค่าความจุไฟฟ้า เป็นต้น สำหรับตัวอย่างของการวัดขนาดโดยใช้เทคนิคการวัดค่าความจุไฟฟ้าสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.16



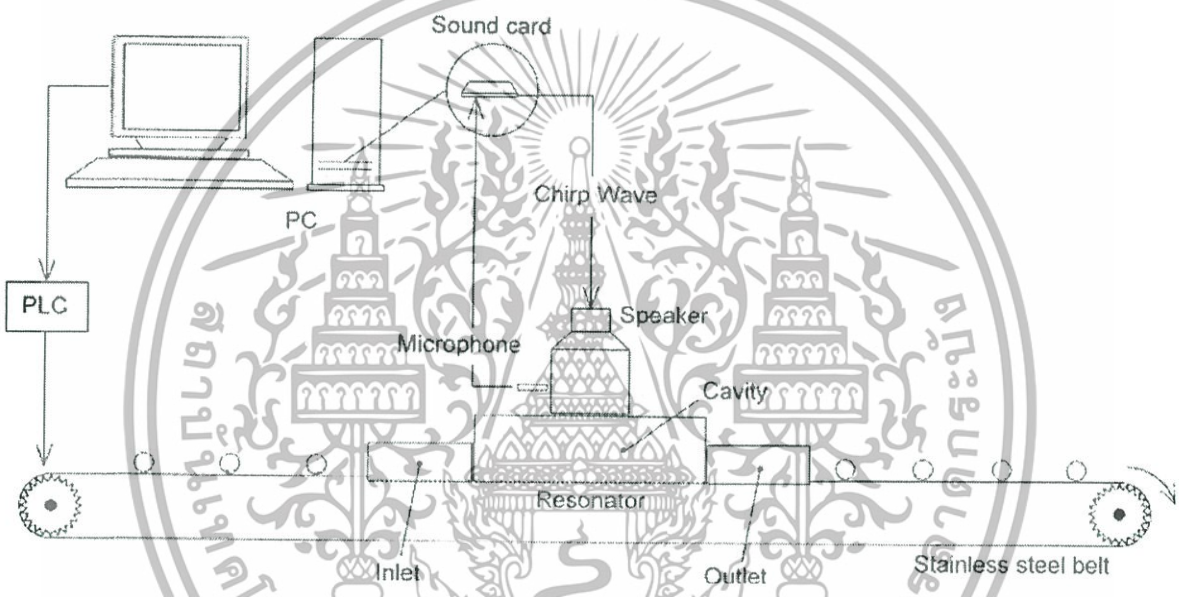
รูปที่ 2.16 การวัดขนาดโดยใช้เทคนิคการวัดค่าความจุไฟฟ้า [29]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.16 เป็นผลการวิจัยของ Kato, K. และคณะ [29] โดยระบบที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อวัดขนาดของเนื้อแตงโมโดยใช้การวัดค่าความจุไฟฟ้าของผลแตงโม

2.3.3 การวัดขนาดโดยใช้การวัดค่าความถี่รีโซแนนท์ของวัตถุ

สำหรับการวัดขนาดโดยใช้การวัดค่าความถี่รีโซแนนท์ของวัตถุ จะอาศัยการวัดค่าความถี่รีโซแนนท์ซึ่งจะแตกต่างกันไปตามขนาดของวัตถุ โดยตัวอย่างโครงสร้างของระบบวัดขนาดโดยใช้การวัดค่าความถี่รีโซแนนท์ของวัตถุสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.17 โครงสร้างของระบบวัดขนาดโดยใช้การวัดค่าความถี่รีโซแนนท์ของวัตถุ [30]

จากรูปที่ 2.17 เป็นผลการวิจัยของ Nishizu, T. และคณะ [30] โดยระบบที่พัฒนาขึ้นมาใช้การวัดขนาดโดยใช้การวัดค่าความถี่รีโซแนนท์ซึ่งจะแปรผันไปตามขนาดของวัตถุที่นำมาวัด

2.3.4 การวัดขนาดโดยใช้เทคนิคการประมวณผลภาพ

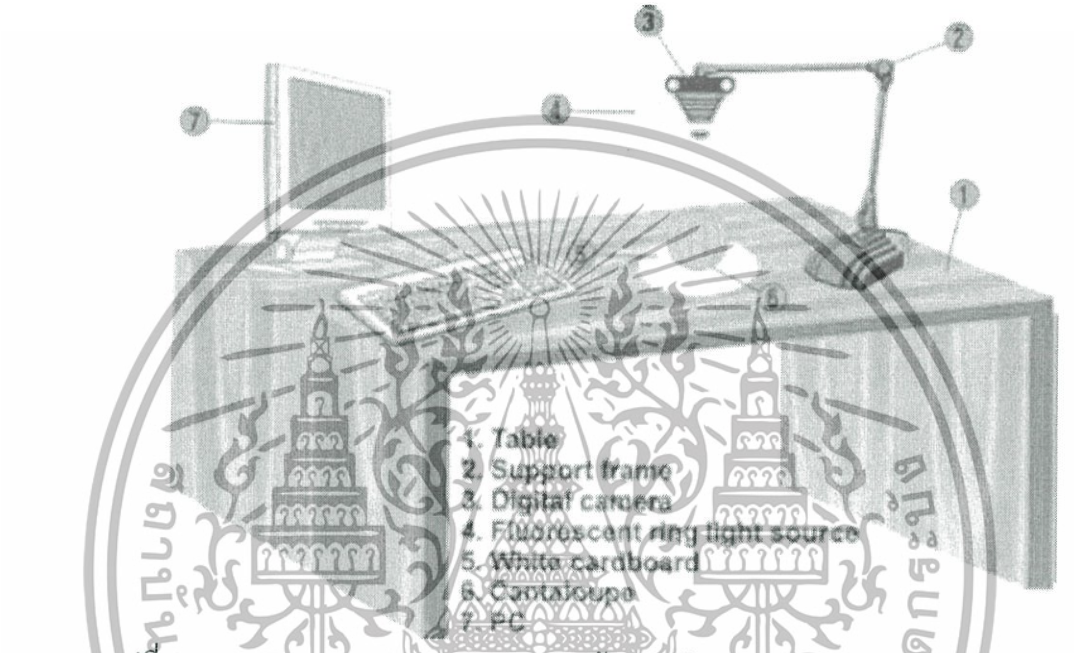
ในปัจจุบันเทคโนโลยีในการตรวจสอบคุณภาพโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพได้มีการนำมาประยุกต์ในอุตสาหกรรมต่างๆ มากมาย เนื่องจากช่วยประหยัดแรงงาน และเวลาในการตรวจสอบ นอกจากนี้การใช้คนทำหน้าที่ในการตรวจสอบทำให้เกิดปัญหาขึ้นมากมาย เช่น ความล่าช้าในการตรวจสอบ ความอ่อนล้าของผู้ทำการตรวจสอบ ผลของความสว่างของพื้นที่ที่ใช้ในการตรวจสอบ เป็นต้น

จากเหตุผลดังกล่าวทำให้ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาระบบวัดขนาดโดยใช้เทคนิคการประมวณผลภาพขึ้นมามากมายเพื่อนำมาประยุกต์ใช้งานในการตรวจสอบขนาดของสินค้าและวัตถุดิบสำหรับอุตสากหรรมต่างๆ สำหรับตัวอย่างการใช้เทคนิคการประมวณผลภาพในการหาขนาดวัตถุสามารถแสดงได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

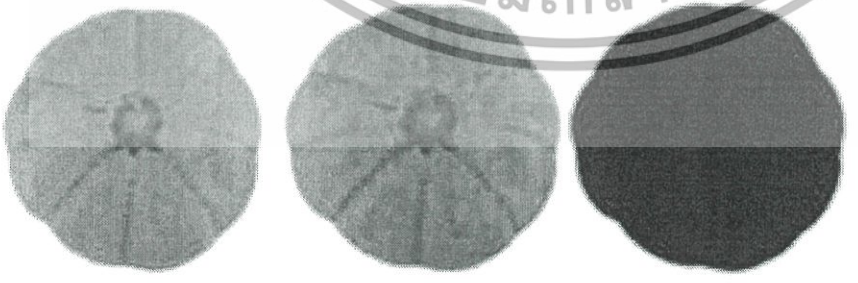
2.3.4.1 การหาขนาดของแคนตาลูปด้วยเทคนิคการประมวณผลภาพ [31]

สำหรับการหาขนาดของแคนตาลูปด้วยเทคนิคการประมวณผลภาพนี้ เป็นผลงานการวิจัยของ Fereydoun Keshavarzpour และ Abdul Kabir Khan Achakzai [31] โดยลักษณะของระบบจะประกอบไปด้วยส่วนประกอบที่สำคัญคือ กล้องถ่ายภาพดิจิตอล แหล่งกำเนิดแสง ลูกแคนตาลูปที่นำมาวัดขนาด และคอมพิวเตอร์สำหรับการควบคุมและประมวลผลภาพ ซึ่งสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 ระบบการหาขนาดของแคนตาลูปด้วยเทคนิคการประมวณผลภาพ [31]

จากรูปที่ 2.18 แสดงระบบการหาขนาดของแคนตาลูปด้วยเทคนิคการประมวณผลภาพที่พัฒนาโดย Fereydoun Keshavarzpour และ Abdul Kabir Khan Achakzai [31] ซึ่งการทำงานของระบบจะเริ่มจากการถ่ายรูปผลแคนตาลูป จากนั้นจึงนำภาพถ่ายที่ได้มาทำการประมวลผลภาพดังรูปที่ 2.19 ซึ่งภาพที่ได้จะถูกนำไปเพื่อคำนวณขนาดของผลแคนตาลูปต่อไป



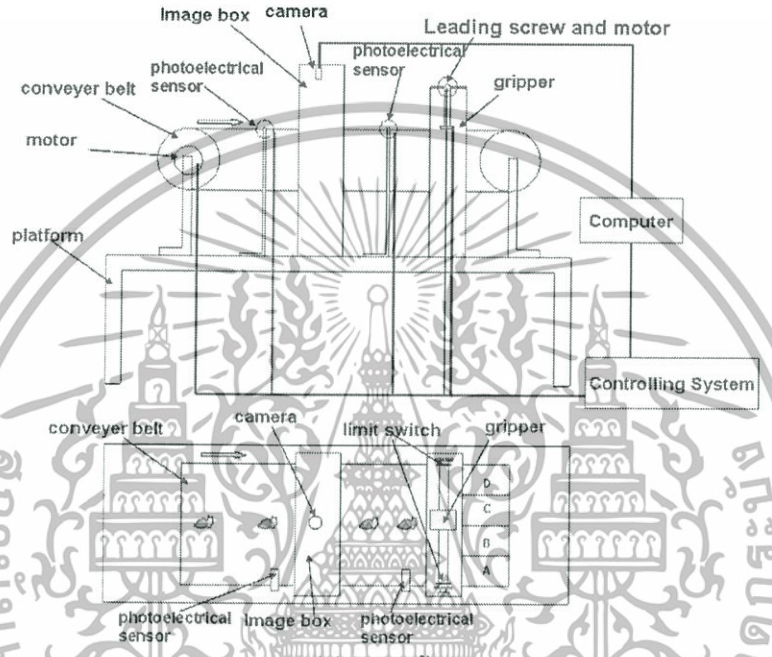
(ก) (ข) (ค) (ง)

รูปที่ 2.19 ภาพถ่ายแคนตาลูปที่ได้มาทำการประมวลผลภาพ [31]
(ก) Original RGB color (ข) grayscale (ค) black-and-white (ง) outline images of a cantaloupe

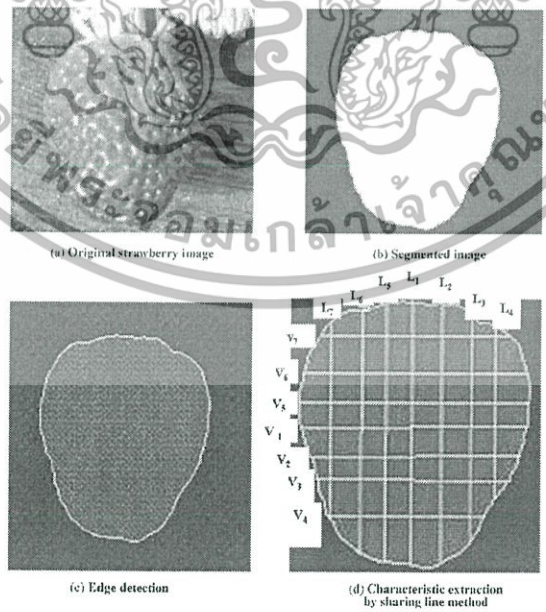
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4.2 การหาขนาดของผลสตอเบอรี่ด้วยเทคนิคการประมวณผลภาพ [32]

สำหรับการหาขนาดของผลสตอเบอรี่ด้วยเทคนิคการประมวณผลภาพนี้เป็นผลงานการวิจัยของ Xu Liming และ Zhao Yanchao [32] ซึ่งได้นำเอาเทคนิคการประมวลผลภาพมาใช้ในการวัดขนาดของผลสตอเบอรี่เพื่อใช้ในการคัดเกรดของผลสตอเบอรี่ โดยลักษณะของระบบการคัดเกรดผลสตอเบอรี่ที่พัฒนาขึ้นโดย Xu Liming และ Zhao Yanchao สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.20 และรูปที่ 2.21



รูปที่ 2.20 ระบบบการคัดเกรดผลสตอเบอรี่ที่พัฒนาขึ้นโดย Xu Liming และ Zhao Yanchao [32]



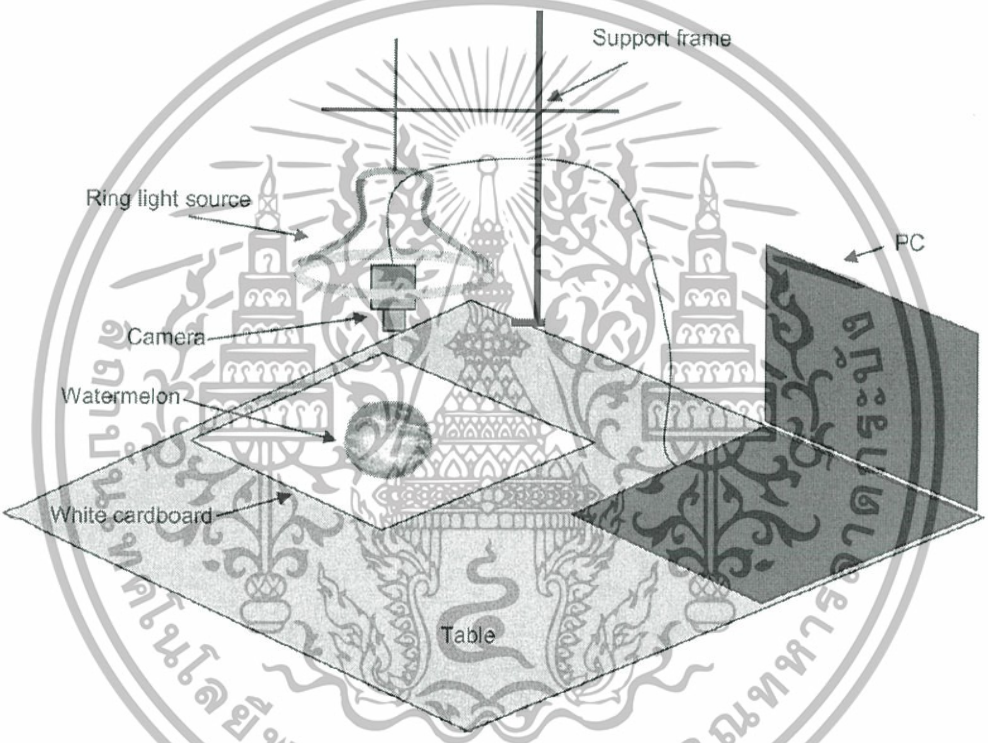
รูปที่ 2.21 ภาพที่ได้จากการประมวลผลภาพโดยระบบบการคัดเกรดผลสตอเบอรี่ที่พัฒนาขึ้นโดย Xu Liming และ Zhao Yanchao [32]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

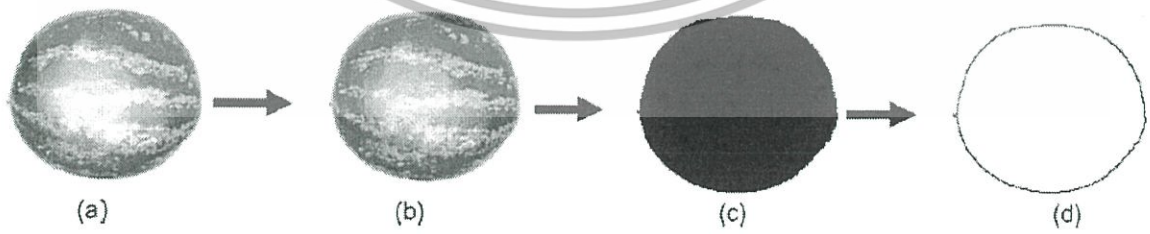
ภาพที่ได้จากการประมวลผลภาพในรูปที่ 2.21 จะถูกนำไปคำนวณเพื่อหาขนาดของผลสตอเบอรี่ ซึ่งผลการคำนวณที่ได้จะถูกนำไปใช้ในการคัดแยกตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

2.3.4.3 การหาขนาดของผลแตงโมด้วยเทคนิคการประมวณผลภาพ [33]

สำหรับการหาขนาดของผลแตงโมด้วยเทคนิคการประมวณผลภาพนี้ เป็นผลงานการวิจัยของ Ali Bulent Koc [33] ซึ่งได้นำเอาเทคนิคการประมวลผลภาพมาใช้ในการวัดขนาดของผลแตงโม เพื่อใช้ในการคัดเกรดของผลแตงโม โดยลักษณะของระบบการวัดขนาดของผลแตงโมด้วยเทคนิคการประมวณผลภาพที่พัฒนาขึ้นโดย Ali Bulent Koc [33] สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.22 และรูปที่ 2.23



รูปที่ 2.22 ระบบการวัดขนาดของผลแตงโมด้วยเทคนิคการประมวณผลภาพที่พัฒนาขึ้นโดย Ali Bulent Koc [33]



รูปที่ 2.23 ภาพที่ได้จากการประมวลผลภาพโดยระบบการวัดขนาดของผลแตงโมด้วยเทคนิคการประมวณผลภาพที่พัฒนาขึ้นโดย Ali Bulent Koc [33]

ภาพที่ได้จากการประมวลผลภาพในรูปที่ 2.23 จะถูกนำไปคำนวณเพื่อหาขนาดของผลแตงโม ซึ่งผลการคำนวณที่ได้จะถูกนำไปใช้ในการคัดแยกตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 บทสรุป

สำหรับบทนี้ได้กล่าวถึงรายละเอียดของอุตสาหกรรมกุ้งแปรรูป การตรวจสอบคุณภาพกุ้งแปรรูปและเทคนิคกา รวัดขนาดด้วยเทคโนโลยีการตรวจสอบแบบไม่ทำลายแบบต่างๆ ซึ่งทางผู้วิจัยจะได้นำองค์ความรู้ต่างๆ ดังที่กล่าวมา มาใช้ในการพัฒนาโครงการวิจัยระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งแปรรูปโดยใช้เทคนิคการประมวลผ ลภาพต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

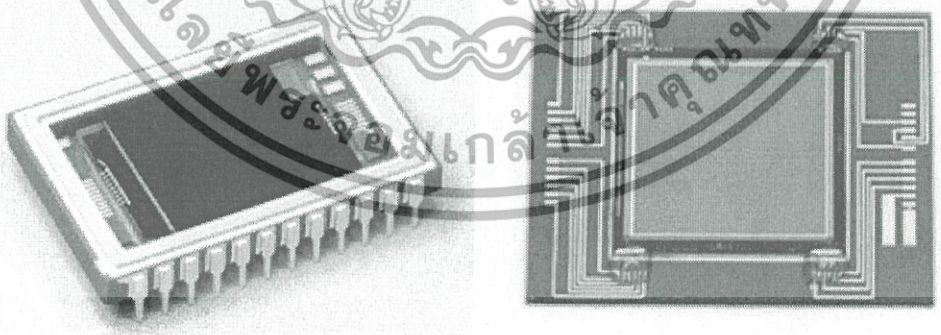
บทที่ 3
ระบบตรวจสอบคุณภาพโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ

เทคโนโลยีการประมวลผลภาพ (Image Processing) เป็นการนำเอาภาพถ่ายจากระบบต่างๆ มาทำการประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์ด้วยเทคนิค วิธีการหรืออัลกอริธึมต่างๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ต้องการทั้งในเชิงคุณภาพและปริมาณ โดยมีขั้นตอนต่างๆ ที่สำคัญคือ การทำให้ภาพมีความคมชัดมากขึ้น การกำจัดสัญญาณรบกวนออกจากภาพ การแบ่งส่วนของวัตถุที่สนใจออกมาจากภาพ เพื่อนำภาพวัตถุที่ได้ไปวิเคราะห์หาข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น ขนาด รูปร่าง นอกจากนี้ยังสามารถนำเอาข้อมูลเชิงปริมาณที่ได้มาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ เพื่อให้ได้ข้อมูลในการตัดสินใจสำหรับใช้ประโยชน์ในการการควบคุมหรือคัดแยก หรือตรวจสอบคุณภาพในงานด้านต่างๆ

จากตัวอย่างการประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยีการประมวลผลภาพในงานด้านต่างๆ จะเห็นว่าระบบตรวจสอบคุณภาพที่ใช้เทคโนโลยีการประมวลผลภาพจะให้ความเร็วและคุณภาพการตรวจสอบที่สูง ซึ่งต่อไปจะได้อธิบายถึงส่วนประกอบของระบบการประมวลผลภาพต่อไป

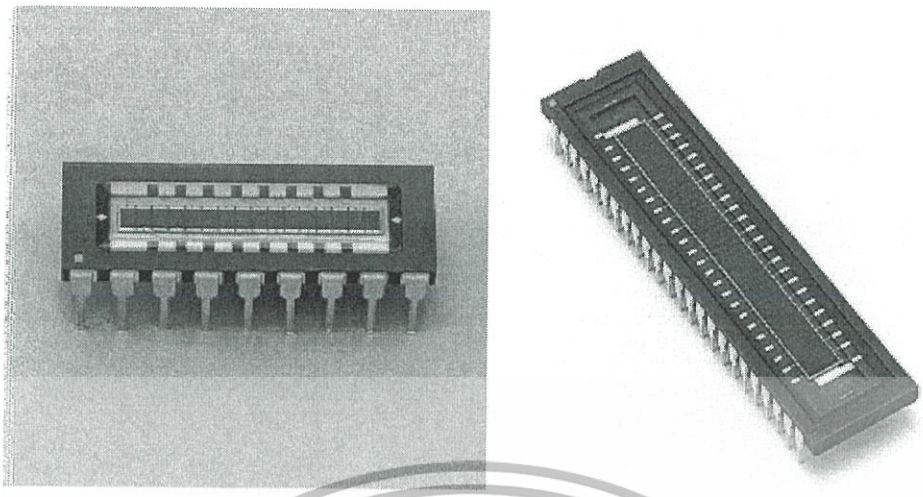
3.1 เซนเซอร์สำหรับการประยุกต์ใช้งานในการตรวจสอบคุณภาพโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ

โดยปกติแล้วเซนเซอร์ที่ใช้ทั่วไปในการตรวจสอบคุณภาพจะใช้เป็นเซนเซอร์ประเภทโซลิดสเตต (Solid State Sensor) ทั้งแบบซีซีดี (CCD) และแบบโฟโตไดโอดอาร์เรย์ (Photo Diode Arrays) นอกจากนี้ในงานบางประเภทยังมีการใช้กล้องวีดีโอ (Video Cameras : VIDICON) และ Line Scan Cameras อีกด้วย ดังตัวอย่างในรูปที่ 3.1 ถึงรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.1 ตัวอย่างของเซนเซอร์แบบซีซีดีของบริษัท Hamamatsu Photonics
http://www.hamamatsu.com/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 ตัวอย่างของเซนเซอร์แบบโฟโตไดโอดอาร์เรย์ของบริษัท Hamamatsu Photonics http://www.hamamatsu.com/

รูปที่ 3.3 ตัวอย่างของ Line Scan Cameras ของบริษัท Hamamatsu Photonics http://www.hamamatsu.com/

จากรูปที่ 3.1 ถึงรูปที่ 3.2 แสดงตัวอย่างของเซนเซอร์แบบต่างๆ ที่นิยมนำมาประยุกต์ใช้ในการประมวลผลภาพ ดังนั้นในการการเลือกใช้เซนเซอร์แบบต่างๆ มาประยุกต์ใช้งานจะต้องคำนึงถึงความเหมาะสมกับประเภทของการประยุกต์ใช้งาน ซึ่งโดยปกติแล้วคุณสมบัติหลักของเซนเซอร์ที่นำมาใช้ในการพิจารณามีดังนี้

1. ขนาดและรูปแบบเซนเซอร์ (Shape of Sensor)

ถึงแม้ว่า Line Scan Cameras จะเหมาะสมในงานทางด้านอุตสาหกรรม แต่สำหรับในการตรวจสอบคุณภาพทางอุตสาหกรรมที่อาจมีความต้องการซิงโครไนซ์ (Synchronization) กันระหว่างสายพานลำเลียงและกล้อง ดังนั้นจึงทำให้ยากในการใช้งาน

2. ความเร็วในการอ่านค่า (Readout Speed)

สำหรับความเร็วในการอ่านค่าของเซนเซอร์นับว่าเป็นพารามิเตอร์ที่สำคัญมากของการตรวจสอบด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพ เนื่องจากระบบต้องการความเร็วในการประมวลผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือการตรวจสอบที่สูง ซึ่งเซนเซอร์แบบกล้องวิดีโอจะให้ความเร็วในการอ่านค่าสูงกว่ากล้องแบบโซลิดสเตต

3. ช่วงความสามารถในการเก็บรายละเอียดของแสง (Dynamic Range)

สำหรับค่าไดนามิกเรนจ์ของเซนเซอร์ที่นำมาใช้ในการตรวจสอบคุณภาพด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพ ระบบต้องการค่าไดนามิกเรนจ์ที่สูง ซึ่งในกล้องประเภทโซลิดสเตตจะให้ค่าไดนามิกเรนจ์ที่สูงกว่ากล้องวิดีโอทั่วไป

4. ย่านการตอบสนองของเซนเซอร์ (Spectral Sensitivity)

สำหรับย่านการตอบสนองของเซนเซอร์ที่นำมาใช้จะขึ้นอยู่กับประเภทของการตรวจสอบด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพ

3.2 ระบบให้แสงสว่าง [34]

แสงสว่างเป็นสิ่งสำคัญ แต่มักจะถูกมองข้ามในแง่ของการเก็บข้อมูลภาพแสงสามารถสร้างหรือทำลายระบบได้ ลักษณะของแสงสว่างที่ใช้กับ Machine Vision จะมีหลายรูปร่างและหลายชนิด แต่แบบที่พบมากที่สุดคือ Area Arrays, Ring, Dark Field, DomeและBacklight

3.2.1 Area Arrays

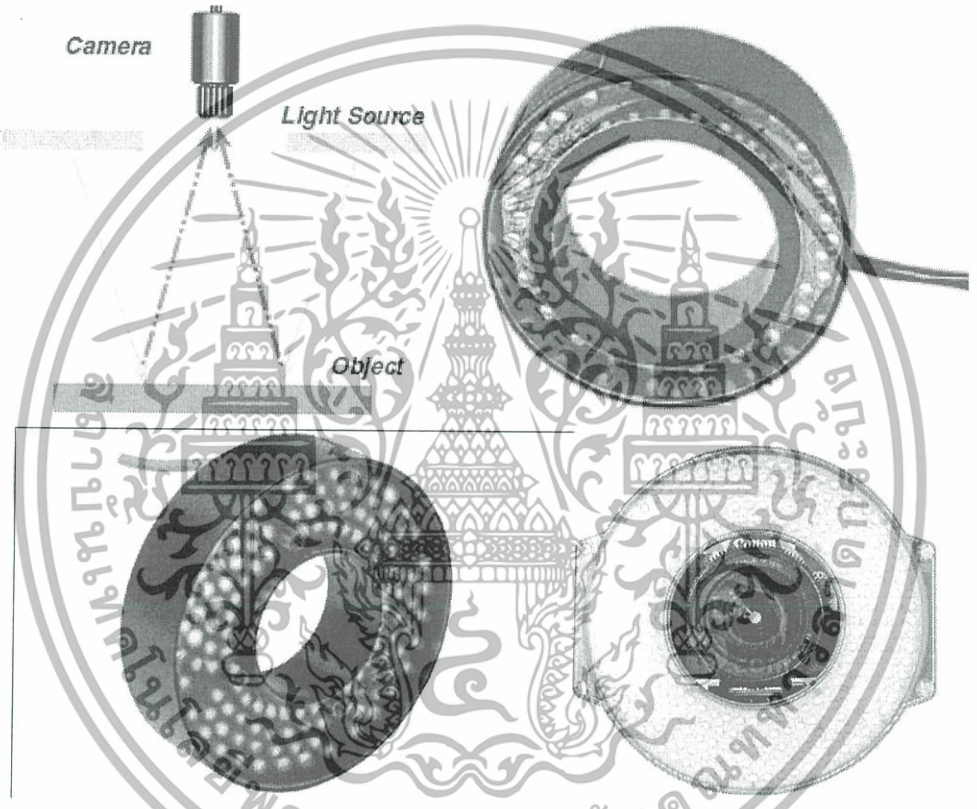
อุปกรณ์ให้แสงแบบ Area Arrays เป็นอุปกรณ์ที่พบมากที่สุดและมักจะใช้กับวัตถุที่พื้นผิวไม่มีการสะท้อนหรือการสะท้อนต่ำ โดยลักษณะทางกายภาพของอุปกรณ์ชนิดนี้จะเป็นเมทริกซ์ของไฟขนาดเล็ก (LEDs) ที่ครอบคลุมพื้นที่ขนาดใหญ่ ดังนั้นจึงมีการสร้างลำแสงที่กว้างไปยังวัตถุ ชนิดของ Area Arrays ที่พบมากที่สุดคือแบบจุดและแบบพื้นที่ราบ ชนิดแบบพื้นที่ราบเหมาะกับการใช้งานทั่วไป และแบบจุดมีประโยชน์มากในกรณีที่แหล่งกำเนิดแสงต้องอยู่ห่างจากวัตถุ

รูปที่ 3.4 อุปกรณ์ให้แสงแบบArea Arrays แบบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
http://www.directindustry.com, http://viscon.com.tr/

3.2.2 Ring

ไฟส่องสว่างแบบ Ring เป็นทางเลือกที่เป็นที่นิยมสำหรับการใช้งานที่ต้องใช้แสงคู่และสามารถผลิตไฟส่องสว่างสม่ำเสมอเมื่อใช้ในระยะที่เหมาะสม เป็นแหวนที่สามารถอยู่รอบแกนดูวัตถุที่ถูกฉายรังสีราวกับว่าแสงจะโผล่ออกมาจากกล้องเองเมื่อใช้วิธีนี้ภาพที่เกิดโดยทั่วไปจะเกิดเงาน้อย ไฟส่องสว่างแบบ Ring เป็นประโยชน์เฉพาะเมื่อส่องสว่างกับพื้นผิวที่ไม่สะท้อนมักจะใช้ในพื้นที่จำพวกกล้องจุลทรรศน์, เครื่องถ่ายเอกสาร,การวิจัยทางการแพทย์และชีวภาพ, โลหะและการตรวจสอบทางนิติวิทยาศาสตร์, เซมิคอนดักเตอร์การแกะสลักและการตรวจสอบการพิมพ์ อุปกรณ์ชนิดนี้มีประโยชน์อย่างยิ่งเมื่อวัตถุที่ให้แสงสว่างในระยะสั้น

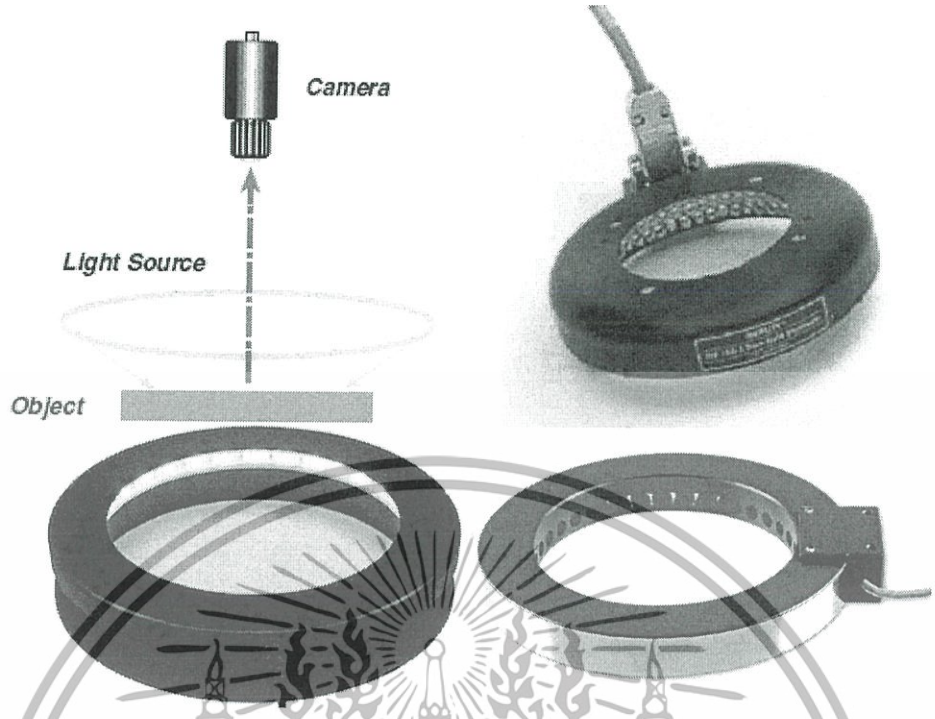


รูปที่ 3.5 อุปกรณ์ให้แสงแบบ Ring
http://www.metronhk.com/, http://cdn.cvp.com/

3.2.3 Dark Field

แสงที่ปล่อยออกมาจากการส่องสว่างของ Dark Field ให้แสงสว่างมุมต่ำเพื่อเพิ่มความคมชัดของลักษณะพื้นผิวและการแสดงรูปทรงของวัตถุรวมทั้งเครื่องหมายสลักและข้อบกพร่องบนพื้นผิว รูปแบบทางกายภาพของ Dark Field คล้ายกับแบบ Ring ต่างที่ไฟจะอยู่ใกล้ชิดกับวัตถุและแสงส่องเป็นมุมเข้าด้านใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



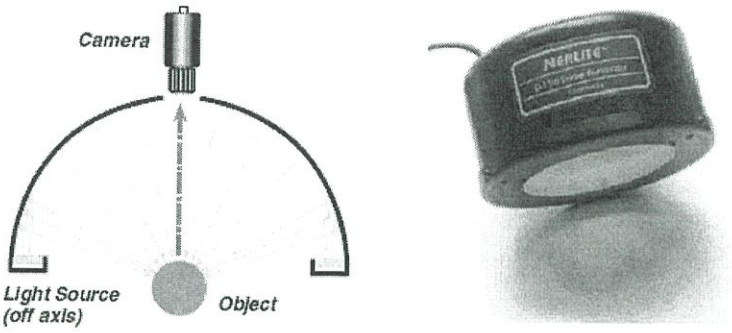
รูปที่ 3.6 อุปกรณ์ให้แสงแบบ Dark Field
http://www.deltapix.dk/, http://www.volpi.ch/

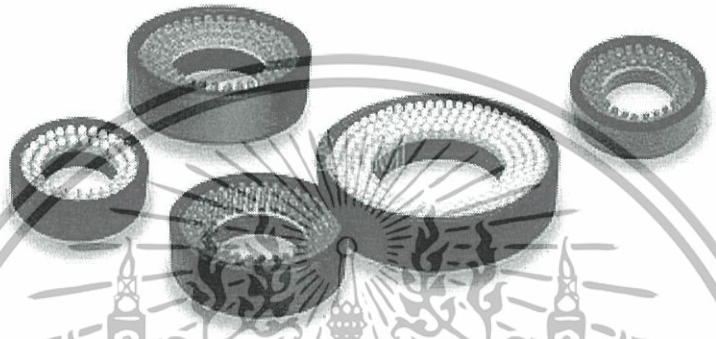
รูปที่ 3.7 ลักษณะของวัตถุที่ถูกให้แสงแบบ Dark Field [34]

3.2.4 Dome

อุปกรณ์ให้แสงแบบ Dome จะให้แสงสว่างออกมาแบบสม่ำเสมอ เหมาะกับให้แสงกับพื้นผิวสามมิติและเกิดเงาน้อยมาก อุปกรณ์ชนิดนี้จะติดตั้งค่อนข้างใกล้กับวัตถุที่อยู่ภายใต้การตรวจสอบ กรณีที่ย้ายแสงสว่างหรือตาของกล้องที่จับภาพย้ายออกจากแนวรูของโดม (On-axis) 100% แล้ว ถ้าพื้นที่ส่วนนั้นไม่ใช่พื้นที่ส่วนที่พิจารณา สามารถเลื่อนโดมให้แสงเพื่อหาจุดที่เหมาะสมในการให้แสงแก่วัตถุได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

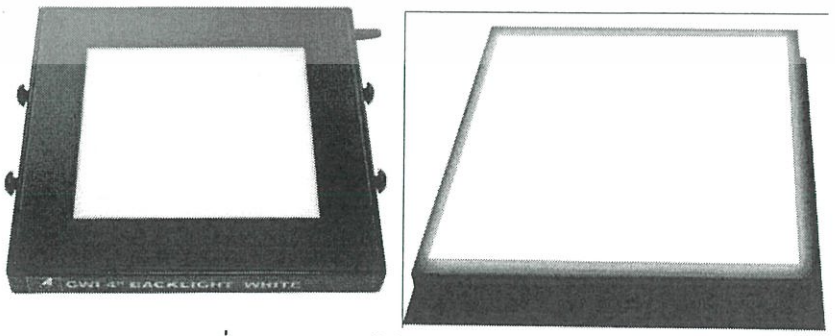




รูปที่ 3.8 อุปกรณ์ให้แสงแบบ Dome
http://im01.taiwantrade.org/

3.2.5 Backlights

Backlights มีประโยชน์ในการทำให้เกิดภาพเงาดำและความชัดเจนของภาพที่เพิ่มขึ้น



รูปที่ 3.9 อุปกรณ์ให้แสงแบบ Backlights
http://www.machinevision.ca/, http://www.metaphase-tech.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

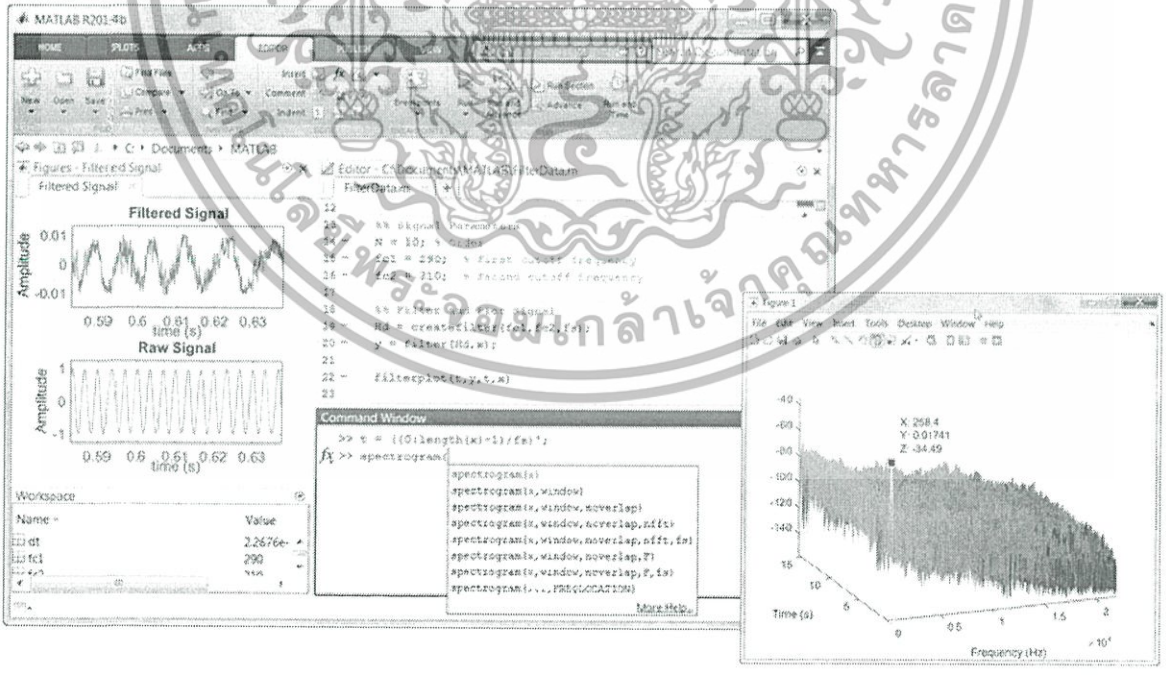
3.3 โปรแกรมสำหรับการประมวลผลภาพ

ในปัจจุบันมีการพัฒนาโปรแกรมสำหรับการประมวลผลภาพขึ้นมามากมายซึ่งอำนวยความสะดวกต่ อผู้พัฒนาโปรแกรมสำหรับการวิเคราะห์และประมวลผผภาพและสัญญาณต่างๆ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

3.3.1 MATLAB

MATLAB ย่อมาจาก Matrix Laboratory เป็นโปรแกรมสำหรับการคำนวณเชิงเลขซึ่งพัฒนาโด ยบริษัท MATH WORK โปรแกรม MATLAB เป็นโปรแกรมหนึ่งที่นิยมใช้ในการคำนวณและออกแบบ ทางวิศวกรรมต่างๆ เช่น การออกแบบและวิเคราะห์สัญญาณไฟฟ้า การออกแบบและวิเคราะห์สัญญาณในระบบควมคุม การจำลองการทำงานและผลตอบสนองในระบบควบคุม การวิเคราะห์ข้อมูลแบบต่าง ๆ เป็นต้น โดยผลการวิเคราะห์และประมวลผลต่างๆ สามารถแสดงผลออกมาในรูปแบบของกราฟฟิก (Graphic) หรือตัวเลขให้กับผู้ใช้งาน นอกจากนี้โปรแกรม MATLAB ยังจัดเตรียมเครื่องมือ (Toolbox) และฟังก์ชันพื้นฐานจำนวนมากเพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้งานในการคำนวณหรือวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ ทำให้ผู้ใช้สามารถพัฒนาโปรแกรม การจำลองการทำงานของระบบต่างๆ ได้อย่างรวดเร็ว อีกทั้งยังสามารถเชื่อมต่อโปรแกรมและแอพพลิเคชั่นที่พัฒนาขึ้นมากับอินพุทและเอาท์พุทภายนอกโดยผ่านวางจรเชื่อมต่อ สำหรับคุณสมบัติที่สำคัญของโปรแกรม MATLAB สามารถแสดงได้ดังนี้

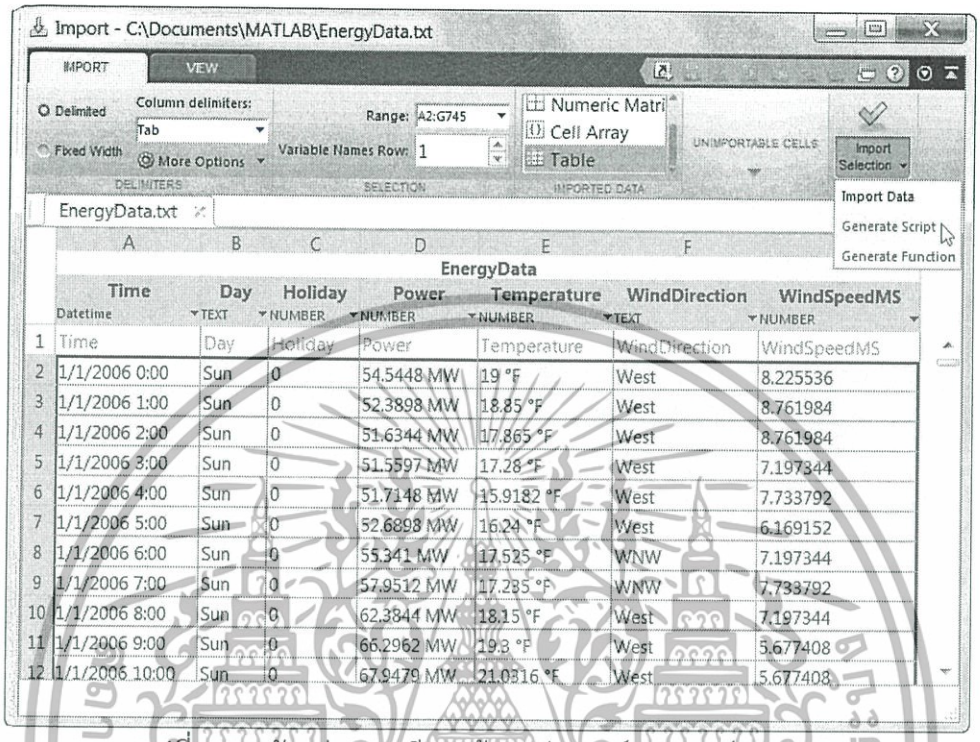
- มีฟังก์ชันในการคำนวณเชิงเลขต่างๆ เช่น Interpolation and regression, Differentiation and integration, Linear systems of equations, Fourier analysis, Eigenvalues and singular values, Ordinary differential equations (ODEs) และ Sparse matrices เป็นต้น โดยผลการคำนวณสามารถแสดงอยู่ในรูปกราฟฟิก (Graphic) หรือตัวเลขดังตัวอย่างในรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 ฟังก์ชันในการคำนวณเชิงเลขต่างๆ และการแสดงผลของโปรแกรม MATLAB [35]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

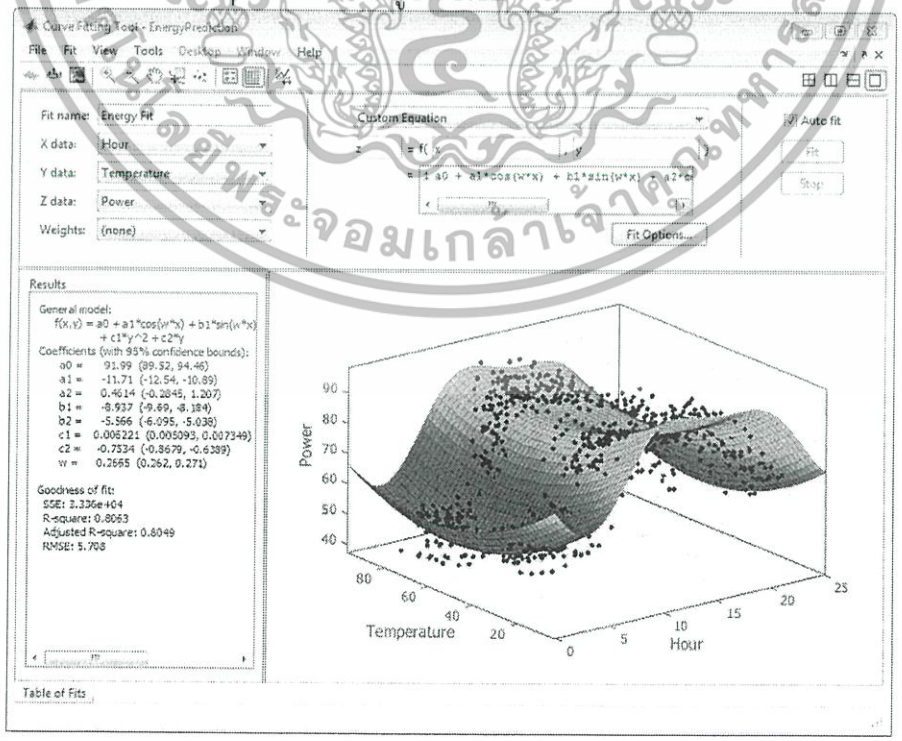
– สามารถเข้าถึงข้อมูลในรูปแบบต่างๆ เช่น ไฟล์เอกเซล (Exel file) ไฟล์ไบนารี (Binary file) เป็นต้น นอกจากนี้ยังสามารถรับข้อมูลทางอินพุทและส่งข้อมูลไปยังเอาท์พุทโดยผ่านการ์ดอินเตอร์เฟส ดังตัวอย่างในรูปที่ 3.11



	Time	Day	Holiday	Power	Temperature	WindDirection	WindSpeedMS
	Datetime	TEXT	NUMBER	NUMBER	NUMBER	TEXT	NUMBER
1	Time	Day	Holiday	Power	Temperature	WindDirection	WindSpeedMS
2	1/1/2006 0:00	Sun	0	54.5448 MW	19 °F	West	8.225536
3	1/1/2006 1:00	Sun	0	52.3898 MW	18.85 °F	West	8.761984
4	1/1/2006 2:00	Sun	0	51.6344 MW	17.865 °F	West	8.761984
5	1/1/2006 3:00	Sun	0	51.5597 MW	17.28 °F	West	7.197344
6	1/1/2006 4:00	Sun	0	51.7148 MW	15.9182 °F	West	7.733792
7	1/1/2006 5:00	Sun	0	52.6898 MW	16.24 °F	West	6.169152
8	1/1/2006 6:00	Sun	0	55.341 MW	17.525 °F	WNW	7.197344
9	1/1/2006 7:00	Sun	0	57.9512 MW	17.285 °F	WNW	7.733792
10	1/1/2006 8:00	Sun	0	62.3844 MW	18.15 °F	West	7.197344
11	1/1/2006 9:00	Sun	0	66.2962 MW	19.3 °F	West	5.677408
12	1/1/2006 10:00	Sun	0	67.9479 MW	21.0316 °F	West	5.677408

รูปที่ 3.11 ตัวอย่างการเรียกดูข้อมูลผ่านการ์ดอินเตอร์เฟส [35]

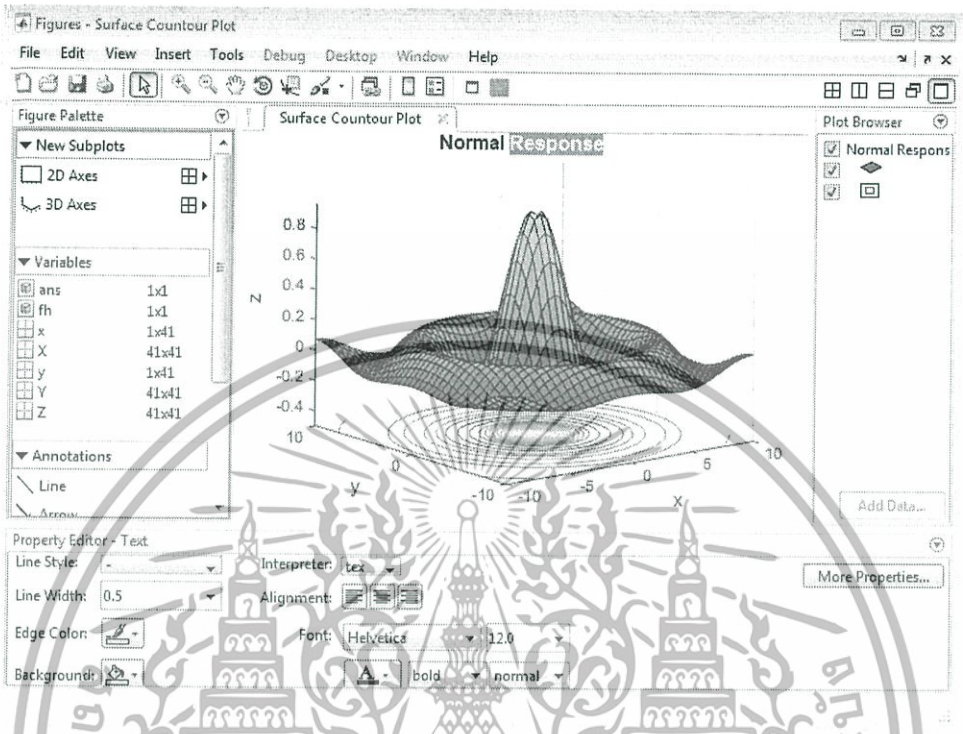
- มีฟังก์ชันและโมดูลสำเร็จรูปในการวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูลเพื่ออำนวยความสะดวกกับผู้ใช้ในการพัฒนาอัลกอริธึมต่างๆ ดังตัวอย่างในรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 ตัวอย่างการใช้ฟังก์ชันและโมดูลสำเร็จรูปในการวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูล [35]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สนับสนุนการแสดงผลการคำนวณในรูปแบบของกราฟ 2 มิติ และกราฟ 3 มิติเพื่ออำนวยความสะดวกในการวิเคราะห์ข้อมูลของผู้ใช้ดังตัวอย่างในรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 ตัวอย่างการแสดงผลการคำนวณในรูปแบบของกราฟ 3 มิติ [35]

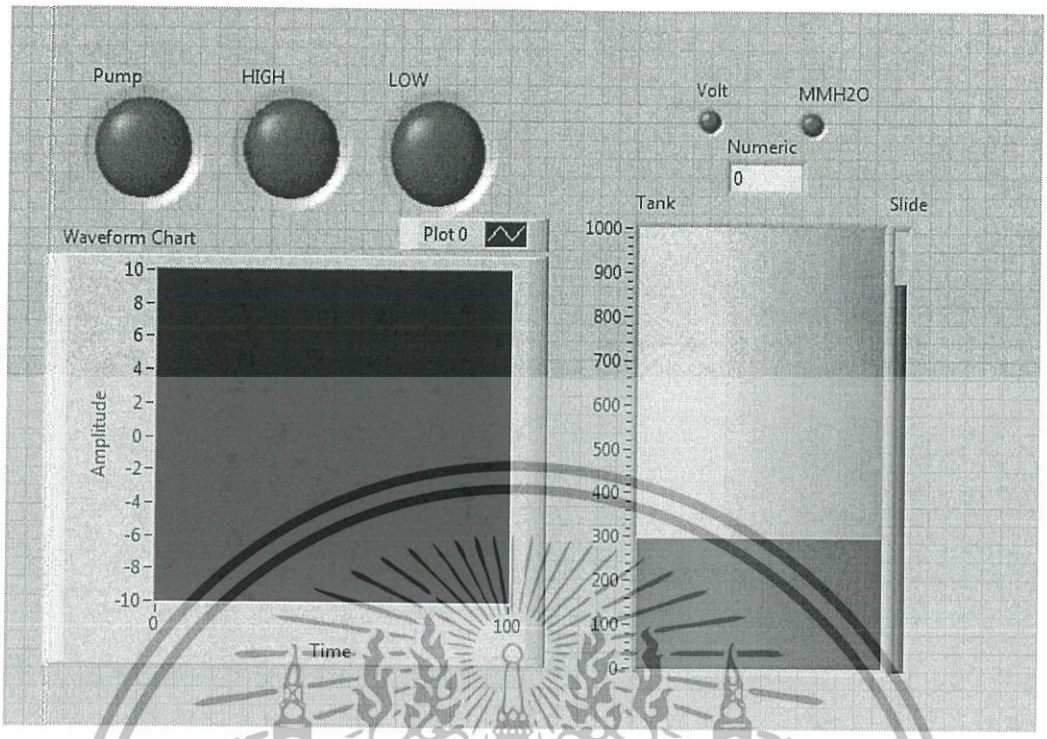
จากคุณสมบัติที่สำคัญของโปรแกรม MATLAB ที่กล่าวมาจะเห็นว่าโปรแกรม MATLAB นี้มีประสิทธิภาพและความสะดวกในการใช้งานสูงจึงทำให้เป็นโปรแกรมที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลายในการคำนวณและออกแบบทางวิศกรรมต่างๆ

3.3.2 LabVIEW [3]

LabVIEW เป็นโปรแกรมสำหรับการพัฒนาระบบเครื่องมือวัดและควบคุมโปรแกรมหนึ่งที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยการออกแบบและพัฒนาโดยบริษัทเนชั่นแนลอินสทรูเม้นทส์ (National Instrument: NI) โปรแกรม LabVIEW ย่อมาจาก Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench เป็นโปรแกรมที่ใช้ลักษณะการเขียนโปรแกรมในรูปแบบกราฟฟิก คือการนำเอาฟังก์ชันต่างๆ มาเชื่อต่อกัน ทำให้ผู้ใช้มีความสะดวกรวดเร็วในการเขียนหรือพัฒนาโปรแกรมซึ่งเป็นที่นิยมใช้ในการพัฒนาโปรแกรมสำหรับการตรวจวัดและทดสอบต่างๆ ทั้งในห้องปฏิบัติการและอุตสาหกรรมต่างๆ โดยโปรแกรม LabVIEW มีการเตรียมฟังก์ชันในการคำนวณ วิเคราะห์ และประมวลผล ตลอดจนการติดต่อเพื่อรับข้อมูลจากภายนอกเพื่อนำมาประมวลผลและส่งข้อมูลที่ประมวลผลแล้วออกไปควบคุมหรือแสดงผลให้ผู้ใช้งานโดยผ่านการ์ดอินเตอร์เฟสต่างๆ ทำให้โปรแกรม LabVIEW เป็นที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง โดยคุณสมบัติที่สำคัญของโปรแกรมสามารถแสดงได้ดังนี้

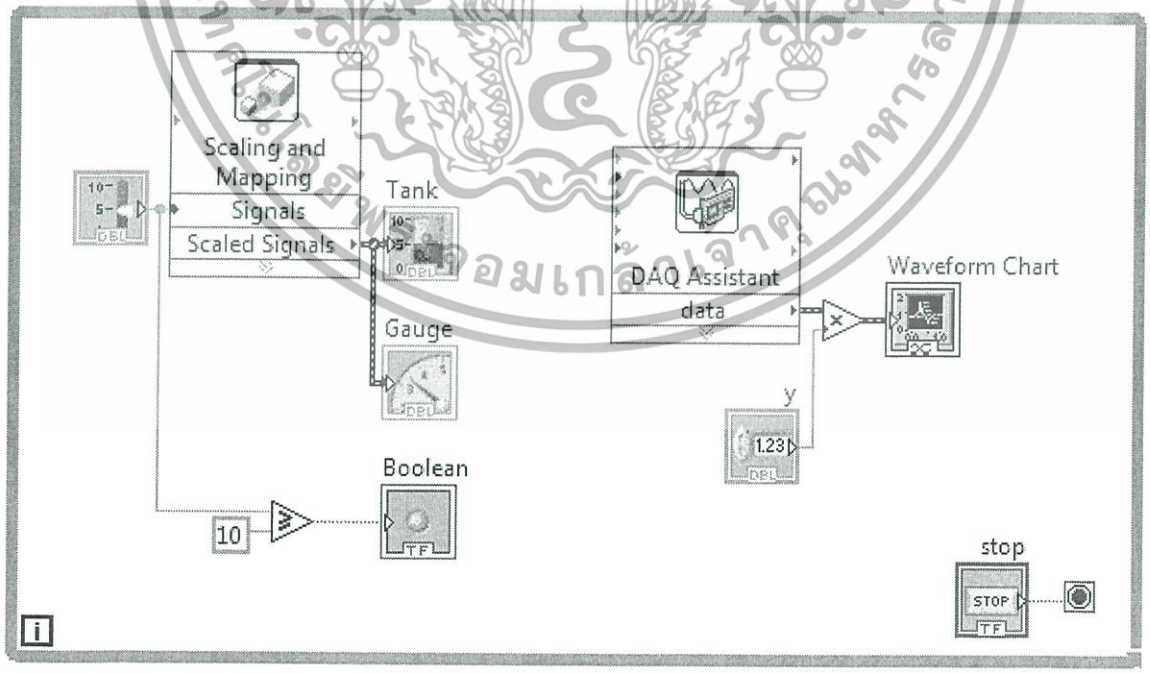
- สามารถสร้างออกแบบระบบครื่องมือวัดและควบคุมเสมือนจริง (Virtual Instrument) เพื่อความสะดวกในการใช้งาน ดังตัวอย่างในรูปที่ 3.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 ตัวอย่างหน้าจอการใช้งานของโปรแกรมที่พัฒนาโดยโปรแกรม LabVIEW

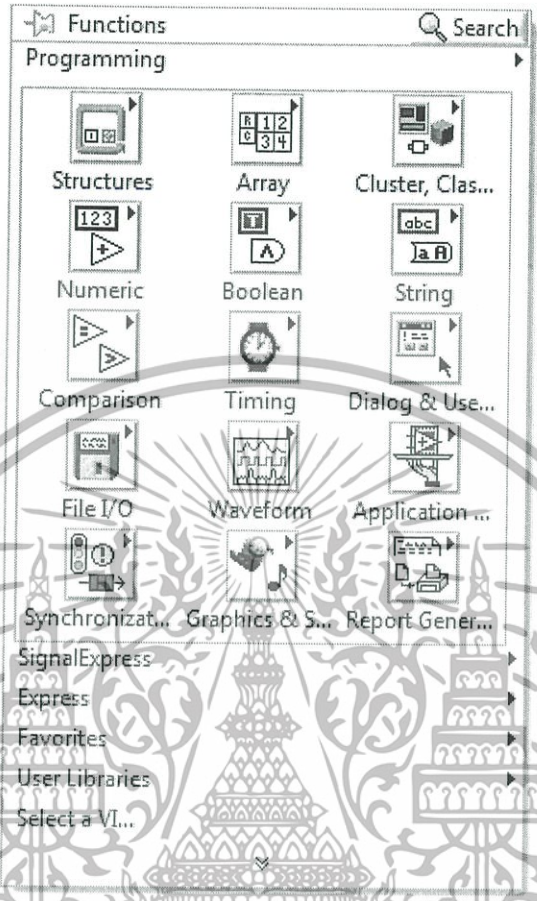
- เป็นโปรแกรมที่ใช้ลักษณะการเขียนโปรแกรมในรูปแบบกราฟฟิก โดยการนำเอาฟังก์ชันต่างๆ มาประกอบกันเพื่อให้ได้อัลกอริธึมตามที่ต้องการ



รูปที่ 3.15 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมในรูปแบบกราฟฟิกของโปรแกรม LabVIEW

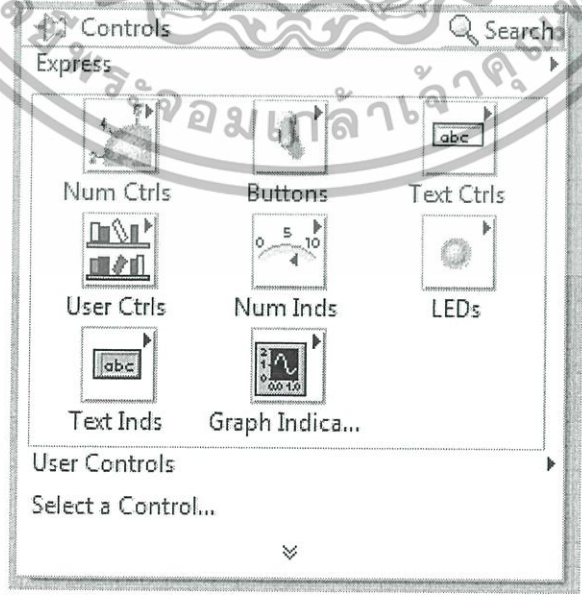
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-มีฟังก์ชันสำเร็จรูปสำหรับใช้ในการพัฒนาอัลกอริธึมต่างๆ มากมายให้ผู้เขียนโปรแกรมได้เลือกใช้งานในรูปแบบของกราฟฟิก



รูปที่ 3.16 ตัวอย่างฟังก์ชันสำเร็จรูปสำหรับใช้ในการพัฒนาอัลกอริธึมต่างๆ

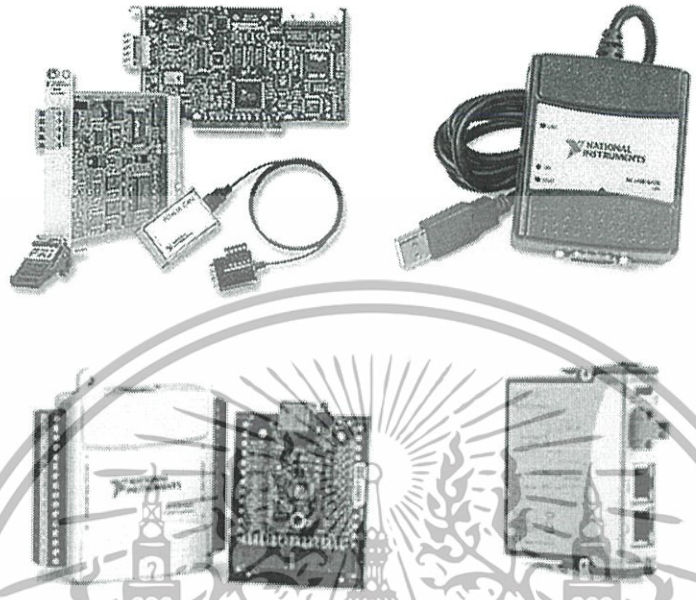
- มีกราฟฟิกสำเร็จรูปสำหรับการพัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานและแสดงผล



รูปที่ 3.17 ตัวอย่างกราฟฟิกสำเร็จรูปสำหรับการพัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานและแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สามารถทำการติดต่อเพื่อรับข้อมูลจากภายนอกเพื่อนำมาประมวลผลและส่งข้อมูลที่ประมวลผลแล้วออกไปควบคุมหรือแสดงผลให้ผู้ใช้งานโดยผ่านการ์ดอินเตอร์เฟสต่างๆ ดังตัวอย่างในรูปที่ 3.18



รูปที่ 3.18 ตัวอย่างการ์ดอินเตอร์เฟสต่างๆ

- มีโมดูลสนับสนุนการคำนวณและประมวลผลขั้นสูง เช่น โมดูลสำหรับการประมวลผลภาพ การวัดและวิเคราะห์สัญญาณทางไฟฟ้า

รูปที่ 3.19 ตัวอย่างโมดูลสำหรับการประมวลผลภาพ

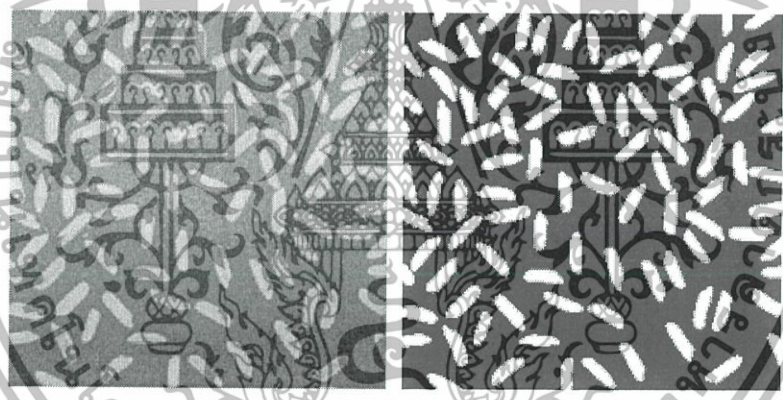
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรายละเอียดคุณสมบัติของโปรแกรม LabVIEW ที่กล่าวมาทำให้มีการประยุกต์ใช้งานโปรแกรม LabVIEW ในงานด้านต่างๆ มากมาย

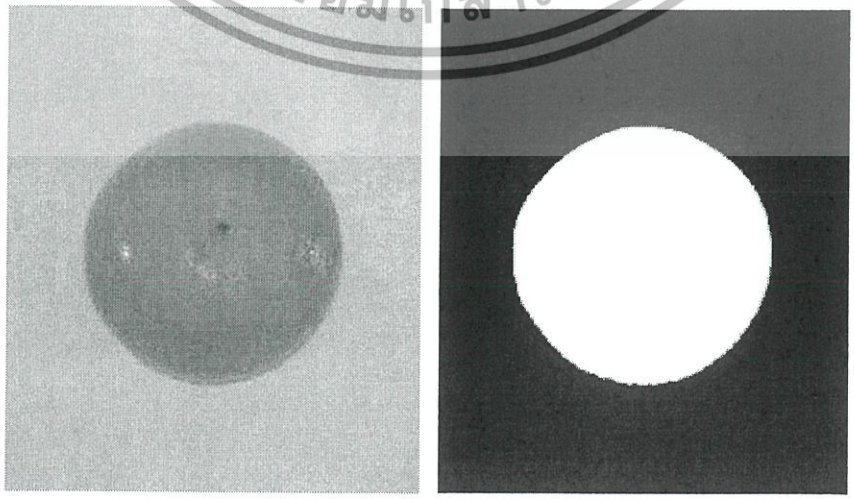
3.4 อัลกอริธึมในการประมวลผลภาพ

อัลกอริธึมในการประมวลผลภาพนับว่าเป็นส่วนสำคัญของระบบตรวจสอบคุณภาพวัตถุโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ สำหรับในการประยุกต์ใช้งานเทคนิคการประมวลผลภาพในงานด้านต่างๆ จะนิยมใช้ภาพระดับเทา (Gray scale) มาประยุกต์ใช้งาน ซึ่งโดยปกติแล้วภาพของวัตถุที่เราสนใจจะถูกออกแบบให้มีค่าความแตกต่างของระดับเทาในภาพเมื่อเทียบกับพื้นหลัง (Background) เพื่อให้ง่ายต่อการแยกแยะหรือหาองค์ประกอบของวัตถุในภาพ โดยเทคนิคที่นิยมนำมาใช้ในการแยกพื้นที่ของวัตถุกับพื้นหลังก็คือการทำเทรชโฮลด์ (Thresholding)

การแยกภาพวัตถุออกจากพื้นหลังโดยใช้เทคนิคการทำเทรชโฮลด์เป็นวิธีการแยกองค์ประกอบของภาพวิธีหนึ่งที่มีสะดวกและรวดเร็วแต่ให้ประสิทธิภาพในการแยกแยะองค์ประกอบของวัตถุออกจากพื้นหลังสูง วิธีการนี้จึงเป็นที่นิยมในการประยุกต์ใช้ในการประมวลผลภาพในงานด้านต่างๆ มากมาย เช่น การตรวจสอบคุณภาพของวัตถุแบบไม่ทำลายแบบต่างๆ การวิเคราะห์ภาพที่ได้จากเครื่องฉายรังสีเอ็กซ์ ภาพที่ได้จากเทคนิคอัลตราโซนิกส์ ภาพที่ได้จากกล้องถ่ายภาพความร้อน เป็นต้น

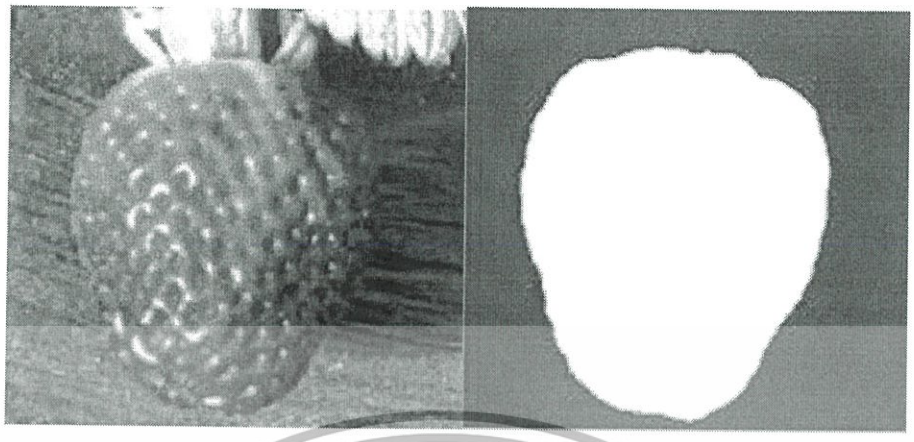


รูปที่ 3.20 การประยุกต์เทคนิคการทำเทรชโฮลด์ในการแยกภาพเมล็ดข้าวออกจากพื้นหลัง: http://www.mathworks.com/discovery/image-segmentation.html



รูปที่ 3.21 การประยุกต์เทคนิคการทำเทรชโฮลด์ในการแยกภาพผลส้มออกจากพื้นหลัง [36]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.22 การประยุกต์เทคนิคการทำเทรชโฮลด์ในการแยกภาพสตอเบอรี่ออกจากพื้นหลัง [32]

รูปที่ 3.23 การประยุกต์เทคนิคการทำเทรชโฮลด์ในการแยกภาพแฮมออกจากพื้นหลัง [37]

จากการประยุกต์ใช้งานเทคนิคการทำเทรชโฮลด์ในงานด้านต่างๆ ดังที่ยกตัวอย่างมาข้างต้น ทำให้ในปัจจุบันได้มีการวิจัยและพัฒนาเทคนิคการทำเทรชโฮลด์แบบต่างๆ ออกมามากมาย

สำหรับพื้นฐานของเทคนิคการทำเทรชโฮลด์ [38-39] สามารถแสดงได้ดังสมการที่ (1)

$$T = T[x, y, p(x,y), f(x,y)] \qquad (1)$$

เมื่อ T คือ ค่าระดับเทรชโฮลด์

x, y คือ ค่าพิกัดต่างๆ ของภาพ

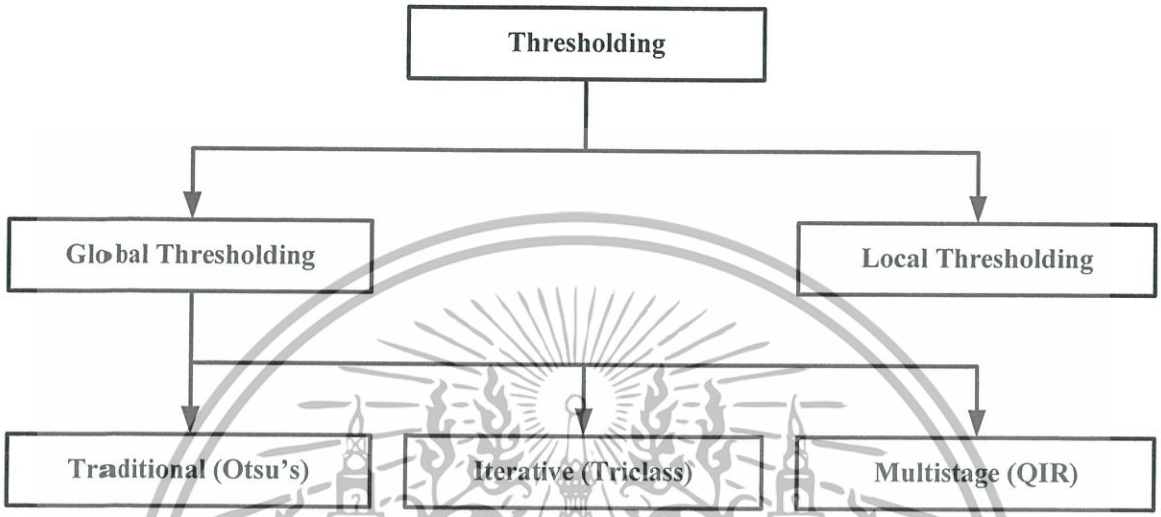
$p(x,y),\ f(x,y)$ คือ ค่าระดับเทาของภาพ

โดยเราสามารถแสดงภาพภายหลังการทำเทรช์โฮลด์ $(g(x,y))$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$g(x,y)=\begin{cases}1 & if \quad f(x,y) > T \\ 0 & if \quad f(x,y) \leq T\end{cases} \qquad (2)$$

เทคนิคการทำเทรชโฮลด์สามารถแยกออกเป็นแบบต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.24



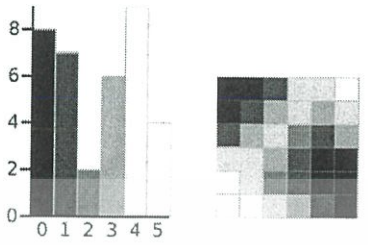
รูปที่ 3.24 เทคนิคการทำเทรชโฮลด์แบบต่างๆ [38]

จากรูปที่ 3.24 แสดงวิธีการทำเทรชโฮลด์แบบต่างๆ ซึ่งในขั้นตอนการประมวลผลภาพ การแยกบริเวณรูปภาพ (Image Segmentation) นับว่าเป็นขั้นตอนสำคัญ โดยจะใช้วิธีการทำเทรชโฮลด์ในการแยกองค์ประกอบของวัตถุออกจากพื้นหลังก่อนที่จะนำภาพที่ได้ไปทำการวิเคราะห์ต่อไปโดย สำหรับวิธีการทำเทรชโฮลด์ที่นิยมใช้กันทั่วไปคือ วิธีของ Otsu's (Otsu method) ซึ่งนิยมใช้กันทั่วไปในงานด้านต่างๆ เช่น การรู้จำรูปแบบ (Pattern recognition) คอมพิวเตอร์วิทัศน์ (Computer vision) เป็นต้น โดยในงานด้านต่างๆ ที่กล่าวมาจะใช้วิธีของ Otsu's ในการทำการประมวลผลภาพเบื้องต้นก่อนที่จะนำภาพที่ได้ไปวิเคราะห์ด้วยวิการอื่นๆ ต่อไป เช่น Feature analysis และ Qualification เป็นต้น โดยวิธีของ Otsu's เป็นเทคนิคการทำเทรชโฮลด์แบบ Global Thresholding ที่นิยมใช้ในกรณีที่ค่าความแตกต่างของระดับเทาระหว่างวัตถุที่เราสนใจกับพื้นหลังมีความแตกต่างกันมาก เนื่องจากหากค่าระดับเทาของวัตถุกับพื้นหลังมีค่ามาก เราสามารถใช้ค่าระดับเทรชโฮลด์เพียงค่าเดียวในการแยกองค์ประกอบของวัตถุออกจากพื้นหลัง โดยวิธีของ Otsu's จะใช้การหาค่าระดับเทรชโฮลด์ที่ให้ผลในการแยกแยะวัตถุดีที่สุด ซึ่งหากเรามองข้อมูลของภาพในรูปแบบฮิสโตแกรม (Histrogram) เราจะพบว่ามีค่าระดับสูงสุดของพิกเซลอยู่สองจุด ซึ่งหนึ่งในนั้นก็คือระดับของพิกเซลพื้นหลัง และอีกจุดหนึ่งก็คือพิกเซลในส่วนของวัตถุที่เราสนใจ

วิธีของ Otsu's ถูกพัฒนาขึ้นโดย Nobuyuki Otsu เพื่อใช้ในการแปลงรูปภาพในระบบเทาให้เป็นภาพที่มีสองระดับโดยอาศัยเทคนิคในการคำนวณซ้ำ (Iteration Method) โดยอาศัยการหาค่าระดับเทรชโฮลด์ที่เป็นไปได้และทำการคำนวณหาค่าการกระจายของระดับความเข้มของแต่ละค่าของระดับเทรชโฮลด์ พิกเซลต่างๆที่คำนวณได้จากค่าเทรชโฮลด์แต่ละค่าจะอยู่ในช่วงที่เป็นพื้นที่ของวัตถุและพื้นหลัง โดยจุดมุ่งหมายวิธีของ Otsu's คือการหาค่าระดับเทรชโฮลด์ที่ทำให้การกระจายตัวของพิกเซลที่อยู่

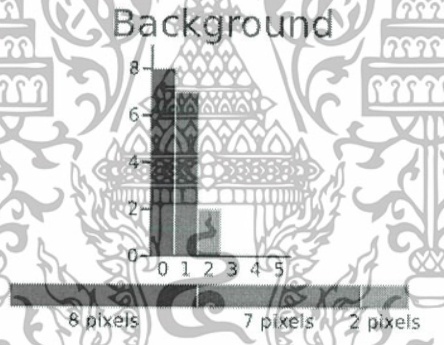
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในช่วงพื้นที่วัตถุและพื้นหลังมีค่าน้อยที่สุด เพื่อให้ทำความเข้าใจในวิธีของ Otsu's มากขึ้นผู้วิจัยขอยกตัวอย่างจากบทความ [39] มาใช้ในการอธิบายดังนี้ สำหรับตัวอย่างของการใช้วิธีของ Otsu's ในการหาค่าระดับเทรชโฮลด์ที่เหมาะสมจะใช้รูปภาพขนาด 6X6 พิกเซลดังแสดงในรูปที่ 3.25



รูปที่ 3.25 ฮิสโตแกรมของรูปภาพขนาด 6X6 พิกเซล [39]

จากรูปที่ 3.25 แสดงรูปภาพขนาด 6X6 พิกเซล และฮิสโตแกรมของรูปภาพซึ่งเราจะนำมาใช้ในการคำนวณหาค่าการกระจายของพิกเซลในส่วนของวัตถุ (Foreground) และพื้นหลัง (Background) โดยตัวอย่างของกระจายของพิกเซลในส่วนของวัตถุและพื้นหลังที่ค่าระดับเทรชโฮลด์เท่ากับ 3 สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.26 และ รูปที่ 3.27



$$\text{Weight} \quad W_b = \frac{8+7+2}{36} = 0.4722$$

$$\text{Mean} \quad \mu_b = \frac{(0x8)+(1x7)+(2x2)}{17} = 0.6471$$

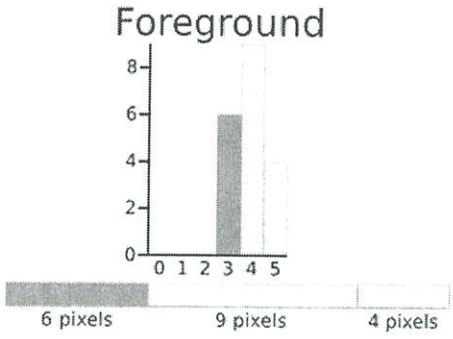
$$\text{Varience} \quad \sigma_b^2 = \frac{\left((0-0.6471)^2 x8\right)+\left((1-0.6471)^2 x7\right)+\left((2-0.6471)^2 x2\right)}{17}$$

$$= \frac{(0.4187x8)+(0.1246x7)+(1.8304x2)}{17}$$

$$= 0.4637$$

รูปที่ 3.26 กระจายของพิกเซลในส่วนของวัตถุที่ค่าระดับเทรชโฮลด์เท่ากับ 3 [39]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



$$\text{Weight} \quad W_f = \frac{6+9+4}{36} = 0.5278$$

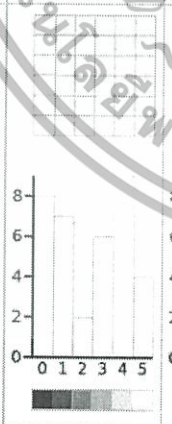
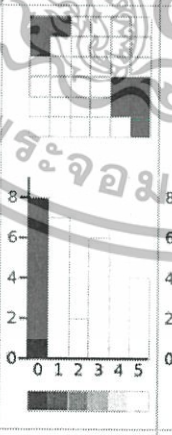
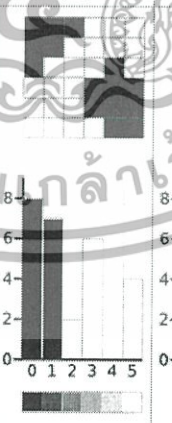
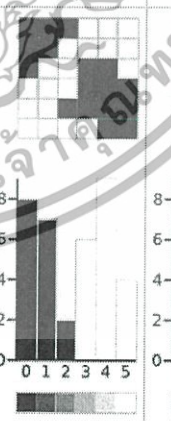
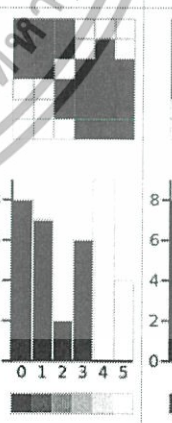
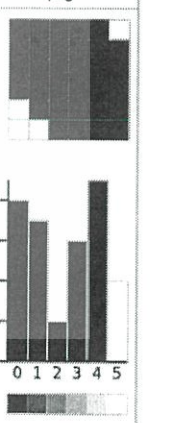
$$\text{Mean} \quad \mu_f = \frac{(3x6)+(4x9)+(5x4)}{19} = 3.8947$$

$$\text{Varience} \quad \sigma_f^2 = \frac{\left((3-3.8947)^2 x6\right)+\left((4-3.8947)^2 x9\right)+\left((5-3.8947)^2 x4\right)}{17}$$

$$= \frac{(4.8033x6)+(0.0997x9)+(4.8864x4)}{17}$$

$$= 0.5152$$

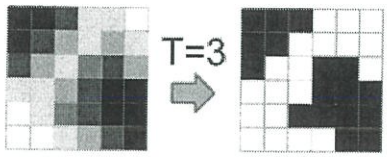
รูปที่ 3.27 กระจายของพิกเซลในส่วนของพื้นหลังที่ค่าระดับเทรชโฮลด์เท่ากับ 3 [39]

Threshold	T=0	T=1	T=2	T=3	T=4	T=5
						
Weight, Background	$W_b = 0$	$W_b = 0.222$	$W_b = 0.4167$	$W_b = 0.4722$	$W_b = 0.6389$	$W_b = 0.8889$
Mean, Background	$M_b = 0$	$M_b = 0$	$M_b = 0.4667$	$M_b = 0.6471$	$M_b = 1.2609$	$M_b = 2.0313$
Variance, Background	$\sigma^2_b = 0$	$\sigma^2_b = 0$	$\sigma^2_b = 0.2489$	$\sigma^2_b = 0.4637$	$\sigma^2_b = 1.4102$	$\sigma^2_b = 2.5303$
Weight, Foreground	$W_f = 1$	$W_f = 0.7778$	$W_f = 0.5833$	$W_f = 0.5278$	$W_f = 0.3611$	$W_f = 0.1111$
Mean, Foreground	$M_f = 2.3611$	$M_f = 3.0357$	$M_f = 3.7143$	$M_f = 3.8947$	$M_f = 4.3077$	$M_f = 5.000$
Variance, Foreground	$\sigma^2_f = 3.1196$	$\sigma^2_f = 1.9639$	$\sigma^2_f = 0.7755$	$\sigma^2_f = 0.5152$	$\sigma^2_f = 0.2130$	$\sigma^2_f = 0$
Within Class Variance	$\sigma^2_W = 3.1196$	$\sigma^2_W = 1.5268$	$\sigma^2_W = 0.5561$	$\sigma^2_W = 0.4909$	$\sigma^2_W = 0.9779$	$\sigma^2_W = 2.2491$

รูปที่ 3.28 กระจายของพิกเซลในส่วนของวัตถุและพื้นหลังที่ค่าระดับเทรชโฮลด์ระดับต่างๆ [39]

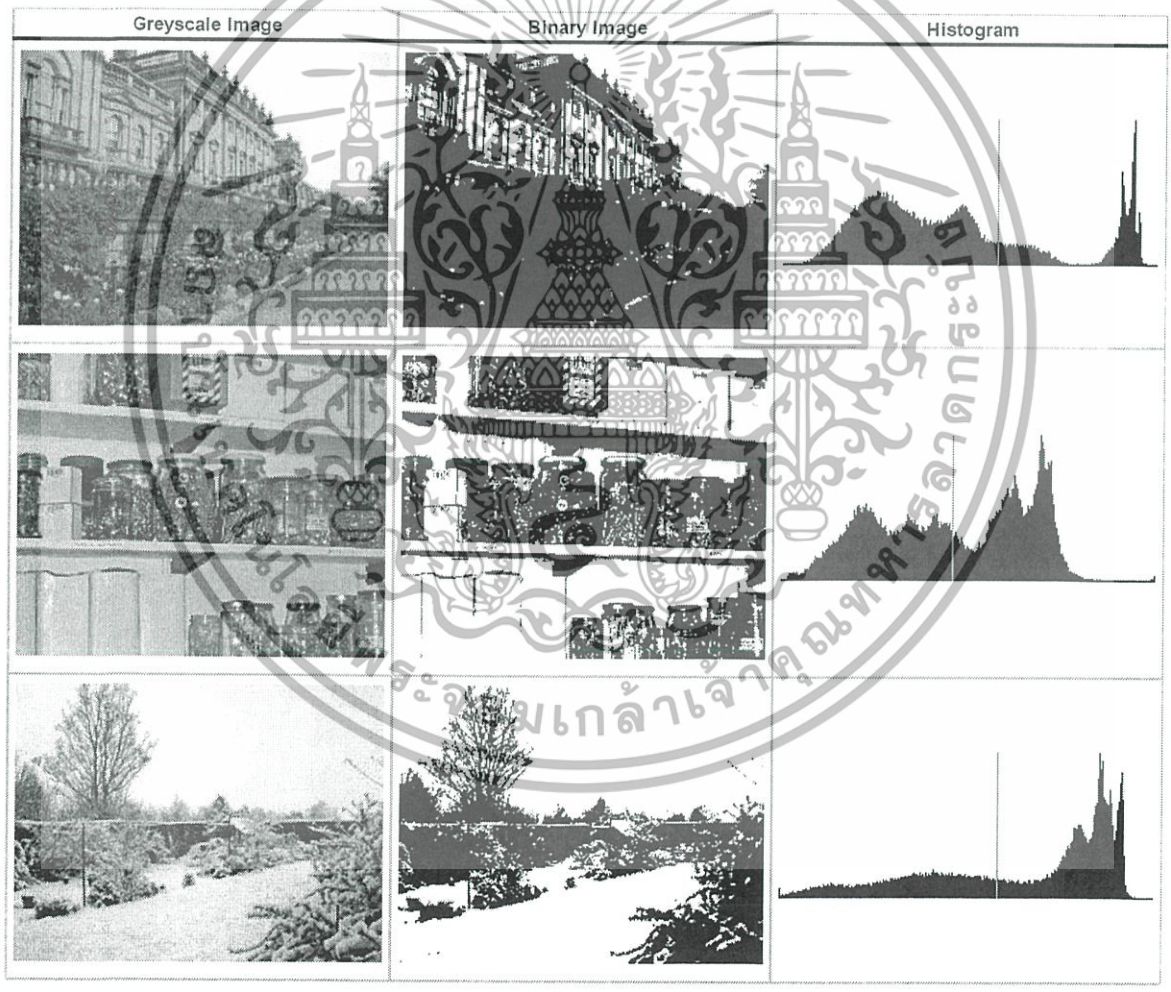
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.28 จะเห็นว่าที่ค่าระดับเทรชโฮลด์มีค่าเท่ากับ 3 จะให้ค่ากระจายของพิกเซลในส่วนของวัตถุและพื้นหลังต่ำสุด ซึ่งภาพที่ได้จากค่าระดับเทรชโฮลด์มีค่าเท่ากับ 3 สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.29



รูปที่ 3.29 ภาพที่ได้จากค่าระดับเทรชโฮลด์มีค่าเท่ากับ 3 [39]

สำหรับตัวอย่างการประยุกต์ใช้วิธีของ Otsu's ในภาพต่างๆ สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.30



รูปที่ 3.30 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้วิธีของ Otsu's ในภาพต่างๆ [39]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

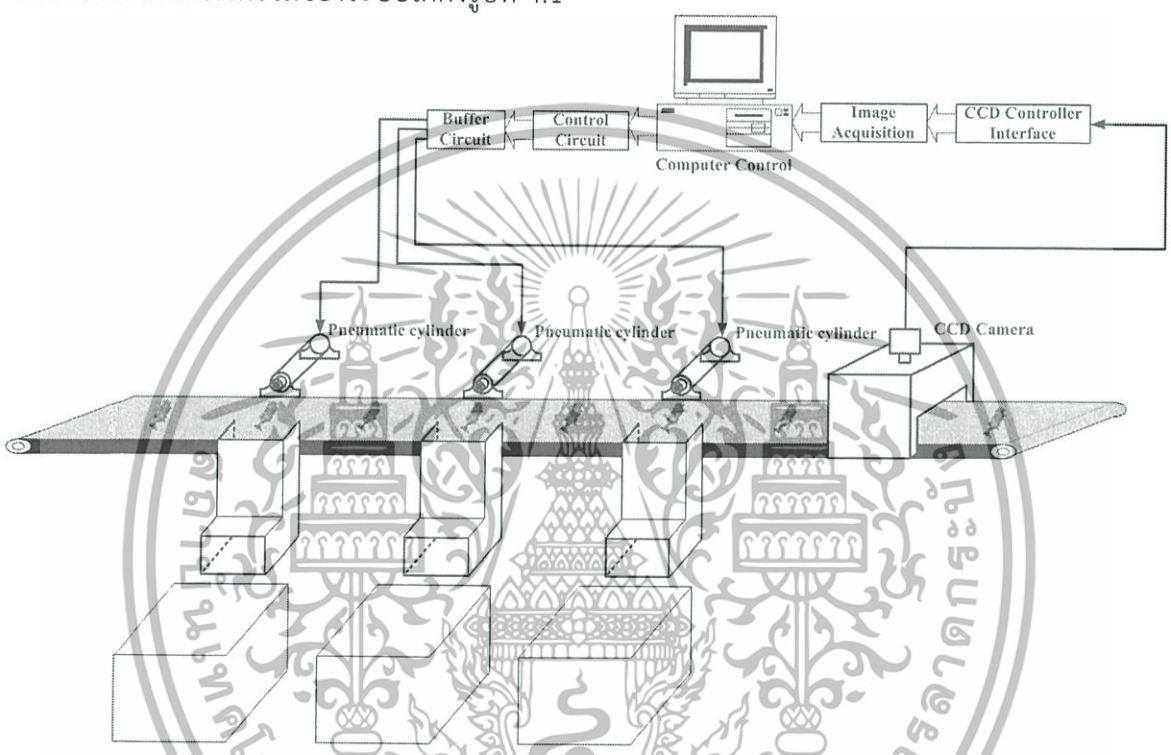
3.5 บทสรุป

ในบทนี้ทางผู้วิจัยได้กล่าวถึงส่วนประกอบต่างๆ ของระบบตรวจสอบคุณภาพโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพซึ่งประกอบไปด้วยเซนเซอร์สำหรับตรวจจับภาพ ระบบให้แสงสว่าง โปรแกรมสำหรับการประมวลผลภาพ อัลกอริธึมในการประมวลผลภาพ ซึ่งองค์ประกอบแต่ละส่วนล้วนแล้วแต่มีความจำเป็นต่อระบบ โดยผู้วิจัยจะนำเอารายละเอียดและเทคนิคต่างๆ ที่ได้กล่าวมาไปใช้ในการพัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งแปรรูปโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ

จากรายละเอียดในบทที่ 3 ได้กล่าวถึงรายละเอียดและส่วนประกอบต่างๆ ของระบบตรวจสอบคุณภาพโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ สำหรับในบทนี้ทางผู้วิจัยจะกล่าวถึงรายละเอียดของระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพที่ทางผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นมา โดยสามารถแสดงบล็อคไดอะแกรมภาพรวมของระบบได้ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 บล็อคไดอะแกรมของระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ

จากบล็อคไดอะแกรมของระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพที่ได้ทำการพัฒนาขึ้นมา จะประกอบไปด้วยส่วนประกอบใหญ่ๆ 4 ส่วน ที่สำคัญดังนี้

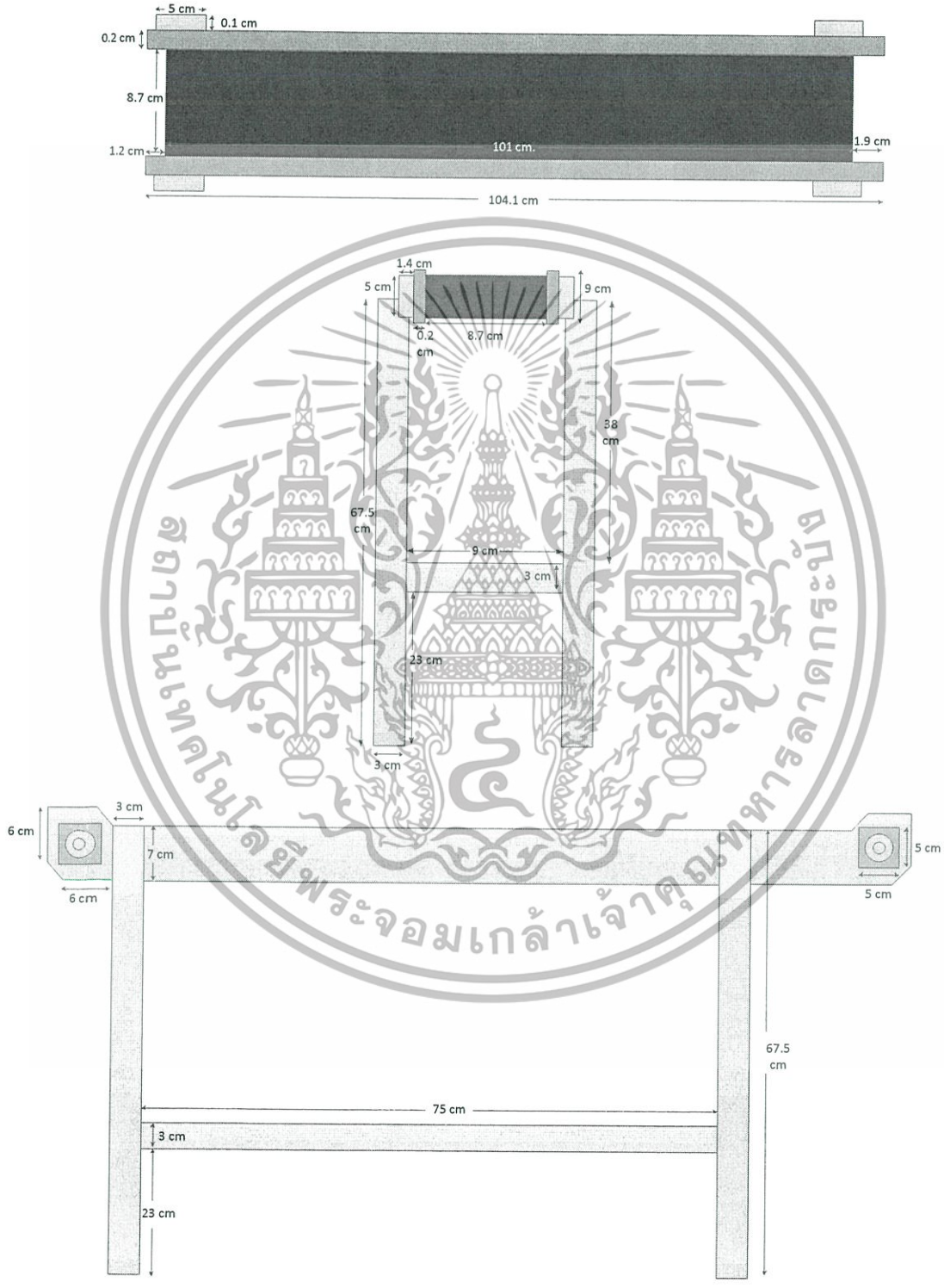
- ส่วนระบบสายพานลำเลียงกุ้งแปรรูป
- เซนเซอร์สำหรับการตรวจสอบตำแหน่งกุ้งแปรรูป
- ส่วนตรวจสอบคุณภาพกุ้งแปรรูป
- ส่วนคัดแยกกุ้งแปรรูปที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ
- วงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับควบคุมระบบ

4.1 ส่วนระบบสายพานลำเลียงกุ้งแปรรูป

สำหรับระบบสายพานลำเลียงจะทำหน้าที่ในการนำกุ้งแปรรูปเข้าสู่ส่วนตรวจสอบกุ้งแปรรูปและนำกุ้งแปรรูปที่ผ่านการตรวจสอบแล้วออกไปยังส่วนบรรจุภัณฑ์หรือส่วนคัดแยกกุ้งแปรรูปที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ โดยการทำงานของสายพานจะถูกควบคุมโดยคอมพิวเตอร์ที่ใช้ควบคุมระบบผ่านทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรเชื่อ มต่อ (Interface card) โดยใช้บอร์ดอินเตอร์เฟสของบริษัท National Instruments รุ่น USB-6009 (NI USB 6009) สำหรับโครงสร้างของระบบสายพานลำเลียงที่ใช้ในระบบระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.2

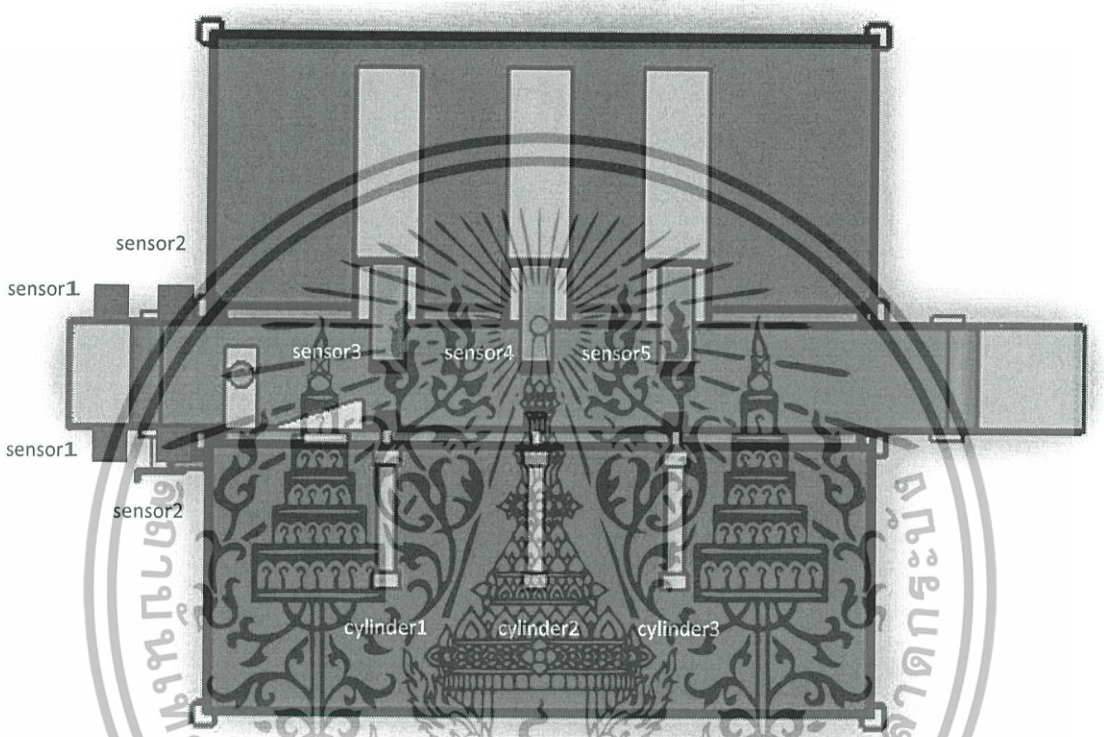


รูปที่ 4.2 โครงสร้างของระบบสายพานลำเลียงที่ใช้ในระบบระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 เซนเซอร์สำหรับการตรวจสอบตำแหน่งกุ้งแปรรูป

สำหรับเซนเซอร์สำหรับการตรวจสอบตำแหน่งกุ้งแปรรูปทำหน้าที่ในการตรวจสอบตำแหน่งของกุ้งแปรรูป โดยเซนเซอร์ตรวจสอบตำแหน่งกุ้งแปรรูปจะถูกติดตั้งอยู่บนระบบสายพานลำเลียงที่ใช้ในระบบระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพจำนวน 5 ตำแหน่งดังรูปที่ 4.3 และตารางที่ 4.1



รูปที่ 4.3 การวางตำแหน่งของเซนเซอร์บนระบบสายพานลำเลียงที่ใช้ในระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ

ตารางที่ 4.1 ตำแหน่งของเซนเซอร์และหน้าที่การทำงาน

เซนเซอร์	หน้าที่การทำงาน
1	ตรวจเช็คตำแหน่งกุ้งแปรรูปบริเวณต้นสายพาน
2	ตรวจเช็คตำแหน่งกุ้งแปรรูปบริเวณหน้ากล้องเว็บแคม
3	ตรวจเช็คตำแหน่งกุ้งแปรรูปบริเวณหน้าช่องคัดแยกที่ 1
4	ตรวจเช็คตำแหน่งกุ้งแปรรูปบริเวณหน้าช่องคัดแยกที่ 2
5	ตรวจเช็คตำแหน่งกุ้งแปรรูปบริเวณหน้าช่องคัดแยกที่ 3

ตำแหน่งของกุ้งแปรรูปที่อยู่บนสายพานจะถูกส่งเข้าสู่คอมพิวเตอร์โดยผ่านการ์ดอินเตอร์เฟส NI USB 6009 เพื่อทำการประมวลผลต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ส่วนการตรวจสอบคุณภาพกุ้งแปรรูป

สำหรับส่วนการตรวจสอบคุณภาพกุ้งแปรรูปจะประกอบไปด้วยกล้องสำหรับถ่ายภาพกุ้งแปรรูป โปรแกรมสำหรับการประมวลภาพ และแหล่งกำเนิดแสง โดยสำหรับในโครงการวิจัยนี้จะใช้เทคนิคการทำเทรสโฮลด์ (Thresholding) ในการตัดแสงรบกวนและตรวจสอบคุณภาพ โดยรายละเอียดส่วนประกอบต่างๆ ของส่วนการตรวจสอบคุณภาพกุ้งแปรรูปสามารถแสดงได้ดังนี้

4.3.1 กล้องเว็บแคม

สำหรับในโครงการวิจัยนี้ใช้กล้องเว็บแคม OKER OE-177 สามารถแสดงผลได้ไวมาก มีระบบปรับความสมดุลของภาพเพื่อให้ได้สีเป็นธรรมชาติสมจริง และยังสามารถหมุนปรับโฟกัสหน้าเลนส์ได้ ซึ่งลักษณะของกล้องเว็บแคมแสดงดังรูปที่ 4.4

รูปที่ 4.4 กล้องเว็บแคม OKER OE-177 [15]

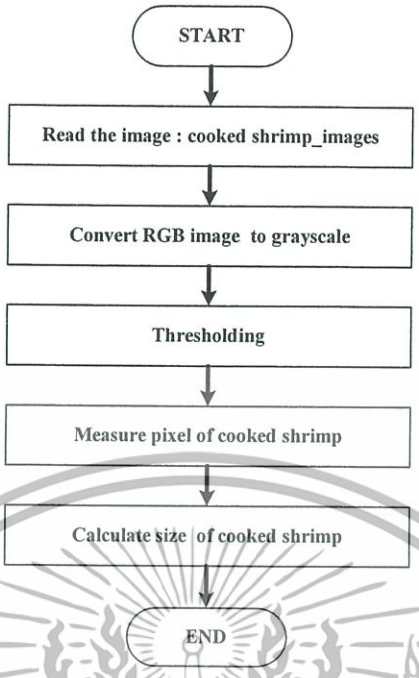
ตารางที่ 4.2 คุณสมบัติของกล้องเว็บแคมรุ่น OKER OE-177

Resolution	16 Mega Pixels
Frame Rate	60 fps
Interface	USB 2.0
Info Noise Rate	48 dB
Lens	High quality glass lens
Focus Range	30 mm-infinitive
OS	Windows NT, 2000, XP, Vista, Windows 7(32/64 bit), Mac OS X

4.3.2 อัลกอริธึ่มในการประมวลผลภาพ

หลังจากทำการถ่ายรูปกุ้งแปรรูปที่นำมาตรวจสอบแล้ว ภาพที่ได้จะถูกนำไปวิเคราะห์และประมวลผลเพื่อทำการคำนวณหาพื้นที่ของเนื้อกุ้งแปรรูปโดยใช้อัลกอริธึ่มที่อธิบายรายละเอียดไว้ในบทที่ 3 จากนั้นจะนำพื้นที่ของเนื้อกุ้งแปรรูปที่คำนวณได้มาใช้ในการคัดแยกต่อไป สำหรับขั้นตอนการทำงานของอัลกอริธึ่มในการประมวลผลภาพสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.5

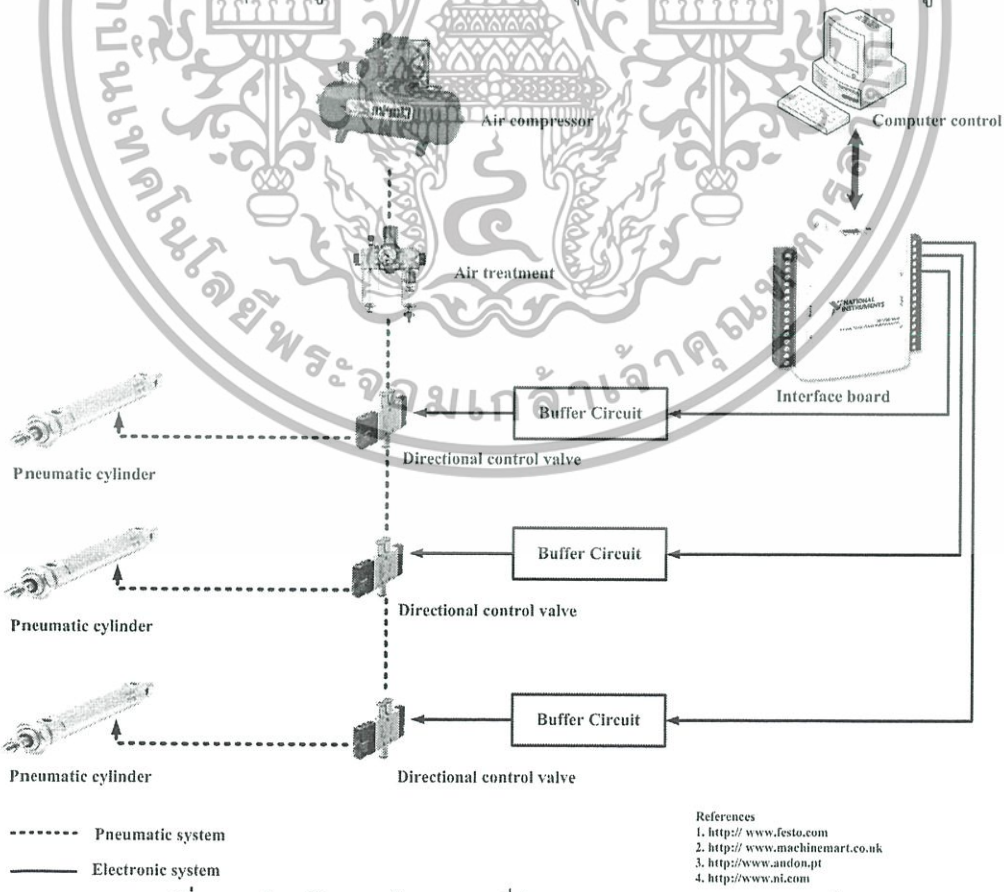
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 อัลกอริธึ่มในการประมวลผลภาพ

4.4 ส่วนคัดแยกกุ้งแปรรูปที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ

สำหรับส่วนคัดแยกกุ้งแปรรูปที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.6



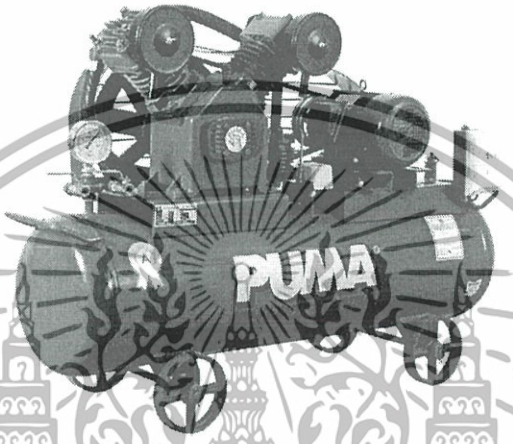
รูปที่ 4.6 ส่วนคัดแยกกุ้งแปรรูปที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากส่วนประกอบของส่วนคัดแยกกุ้งแปรรูปที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพดังรูปที่ 4.6 จะประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้

4.4.1 ปั๊มลม (Air compressor)

ปั๊มลมทำหน้าที่ในการนำเอาอากาศมาอัดให้เกิดความดันสูงเพื่อนำไปใช้ในการควบคุมการทำงา นของกระบอกสูบให้เคลื่อนที่เข้าออกในการคัดแยกกุ้งแปรรูป ลักษณะของปั๊มลมสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 ตัวอย่างปั๊มลมของบริษัท PUMA : http://www.pumathailand.com/

4.4.2 โซลีนอยด์วาล์ว (Solenoid valve)

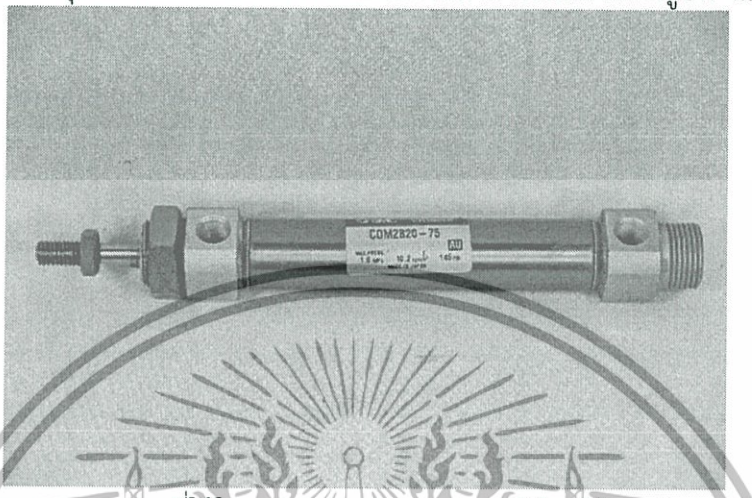
สำหรับในโครงการวิจัยนี้จะใช้โซลีนอยด์วาล์วในการควบคุมการทำงานของกระบอกสูบให้เลื่อนเข้าออกในการคัดแยกชิ้นเนื้อกุ้งแปรรูปโดยลักษณะของโซลีนอยด์วาล์วที่ใช้ในตรวจสอบคุณภาพกุ้งโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.8

รูปที่ 4.8 ลักษณะของโซลีนอยด์วาล์วที่ใช้ในระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า : www.amazon.com
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.3 กระบอกสูบแบบสองทาง (Double-acting Cylinder)

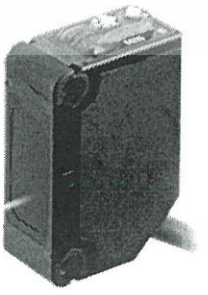
สำหรับกระบอกสูบแบบสองทางจะทำหน้าที่ในการเปลี่ยนพลังงานลมให้เป็นพลังงานกล เพื่อขับตัวคัดแยกชิ้นเนื้อกุ้งให้ตกลงไปในช่องที่ต้องการ โดยลักษณะของกระบอกสูบแบบสองทางที่ใช้ในระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 กระบอกสูบแบบสองทางที่ใช้ในระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ : www.ebay.com

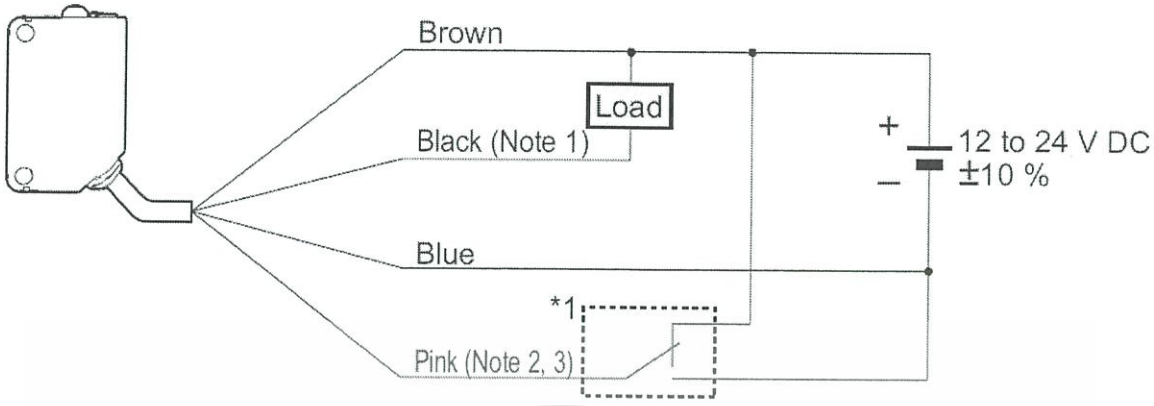
4.4.4 โฟโตอิเล็กทริกเซนเซอร์ (Photoelectric Sensor)

ในโครงการวิจัยนี้เลือกใช้เซนเซอร์ของ Panasonic รุ่น CX-421-P มาใช้ในการตรวจจับกุ้งแปรรูปก่อนทำการคัดแยก โดยติดตั้งที่หน้าช่องคัดแยกซึ่งเซนเซอร์รุ่นนี้เป็นเซนเซอร์ชนิดใช้แสงประเภทตรวจจับโดยตรง (Diffuse–reflective Optical Sensor) มีลักษณะเป็นแบบ PNP ใช้ Infrared LED เป็นตัวรับและตัวส่งแสงจะติดตั้งรวมอยู่ภายในตัวเดียวกัน ตรวจจับโดยการสะท้อนลำแสงโดยตรงกับวัตถุและใช้วัตถุนั้นเป็นตัวสะท้อนลำแสงกลับมายังตัวรับแสงมีระยะการตรวจจับไกลสุด 300 มิลลิเมตร สามารถตรวจจับวัตถุได้เกือบทุกชนิด ยกเว้นวัตถุที่โปร่งแสง และวัตถุที่มีลักษณะพื้นผิวด้านหรือดูดกลืนแสง เหมาะสำหรับการตรวจจับวัตถุที่มีลักษณะพื้นผิวเรียบ เป็นมันวาวและทึบแสง อีกทั้งยังมีหลอดไฟ LED แสดงสถานะของเซนเซอร์ ถ้าหลอดไฟ LED แสดงเป็นสีเขียวคือไม่มีการตรวจจับวัตถุ (สถานะปกติ) หากหลอดไฟ LED แสดงเป็นสีส้มคือมีการตรวจจับวัตถุลักษณะของเซนเซอร์ที่เลือกใช้แสดงได้ดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 โฟโตอิเล็กทริกเซนเซอร์ Panasonic รุ่น CX-421-P : http://sigma.octopart.com/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



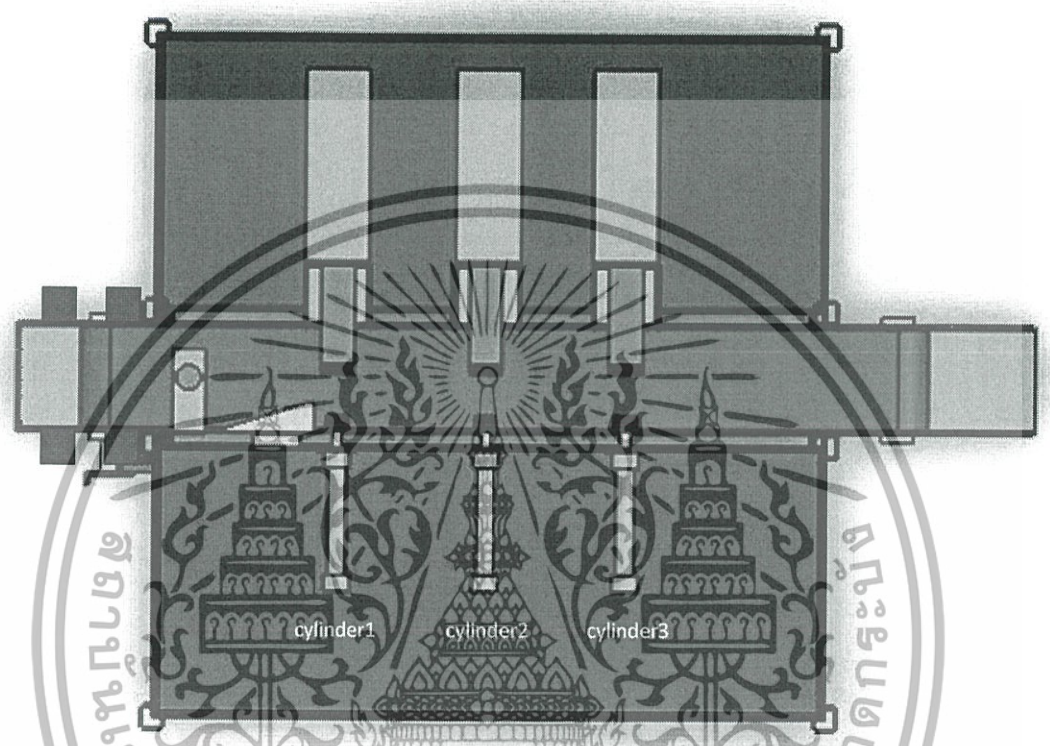
รูปที่ 4.10 การต่อสายใช้งานของโฟโตอิเล็กทริกเซนเซอร์ [40]

ตารางที่ 4.3 คุณสมบัติของโฟโตอิเล็กทริกเซนเซอร์ Panasonic รุ่น CX-421-P

Model No.	CX-421-P
Type	PNP Output
Sensing Range	300 mm. (11.811 in)
Sensing Object	Opaque, translucent or transparent object
Supply Voltage	12 to 24 VDC ± 10% Ripple P-P 10% or less
Current Consumption	25 mA or less
Output	- Maximum source current: 100 mA - Applied voltage: 30 VDC or less (between output and +V) - Residual voltage: 1 V or less (at 100 mA source current) 0.4 V or less (at 16 mA source current)
Emitting Element (Modulated)	Infrared LED

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากส่วนประกอบของส่วนคัดแยกกุ้งแปรรูปที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพดังที่กล่าวมา จะประกอบด้วยชิ้นส่วนหลักคือกระบอกสูบในการคัดแยกกุ้งแปรรูปโดยลักษณะการติดตั้งสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.1 1



รูปที่ 4.11 ตำแหน่งติดตั้งกระบอกสูบสำหรับคัดแยกกุ้งแปรรูปที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว

จากรูปที่ 4.11 แสดงโครงสร้างและตำแหน่งติดตั้งกระบอกลมสำหรับคัดแยกกุ้งแปรรูปที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว โดยเมื่อกุ้งแปรรูปผ่านขั้นตอนการประมวลผลภาพแล้ว เราจะทราบขนาดพื้นที่ของกุ้งแปรรูป ซึ่งเราสามารถกำหนดขนาดของกุ้งแปรรูปที่ต้องการเพื่อให้กระบอกลมทำการผลักลงไปในแต่ละช่องได้สูงสุด 3 ขนาด ส่วนกกุ้งแปรรูปที่มีขนาดไม่เป็นไปตามต้องการก็จะถูกส่งไปยังช่องสำหรับเก็บกุ้งแปรรูปที่ไม่ได้ขนาดตามที่ต้องการ

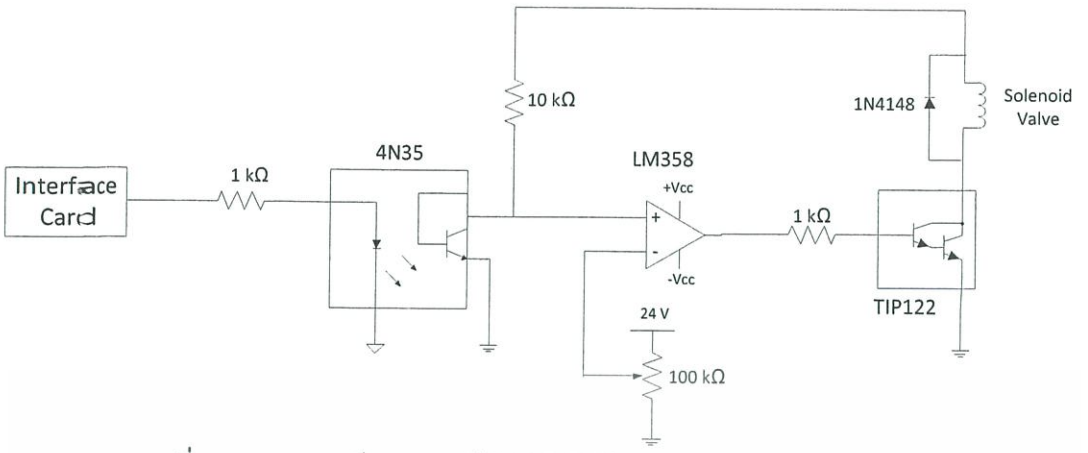
4.5 วงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับควบคุมการทำงานของระบบ

สำหรับวงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับควบคุมการทำงานของระบบระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ จะประกอบด้วยวงจรย่อยต่างๆ ดังต่อไปนี้

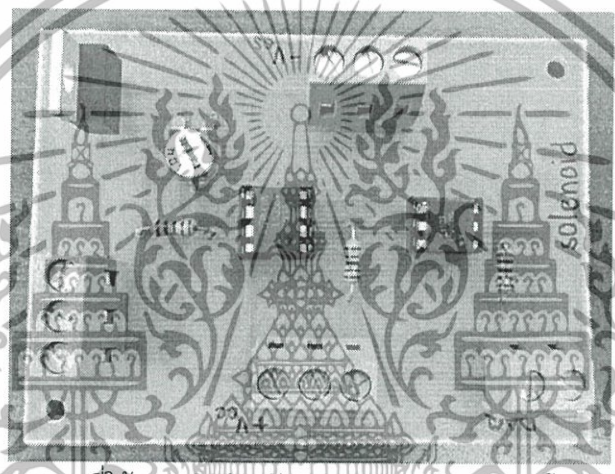
4.5.1 วงจรสำหรับควบคุมการทำงานของโซลินอยด์วาล์ว

วงจรอิเล็กทรอนิส์ส่วนนี้เป็นวงจรสำหรับควบคุมการทำงานของโซลินอยด์วาล์วเพื่อควบคุมการทำงานของกระบอกสูบในการผลักกุ้งแปรรูปให้ลงช่องต่างๆ ตามต้องการ โดยวงจรควบคุมการทำงานของโซลินอยด์วาล์วชุดนี้จะมีทั้งหมด 3 ชุด ใช้แรงดันอ้างอิงที่ 21 โวลต์ โดยลักษณะของวงจรที่ออกแบบและสร้างขึ้นมาสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.12 และ รูปที่ 4.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



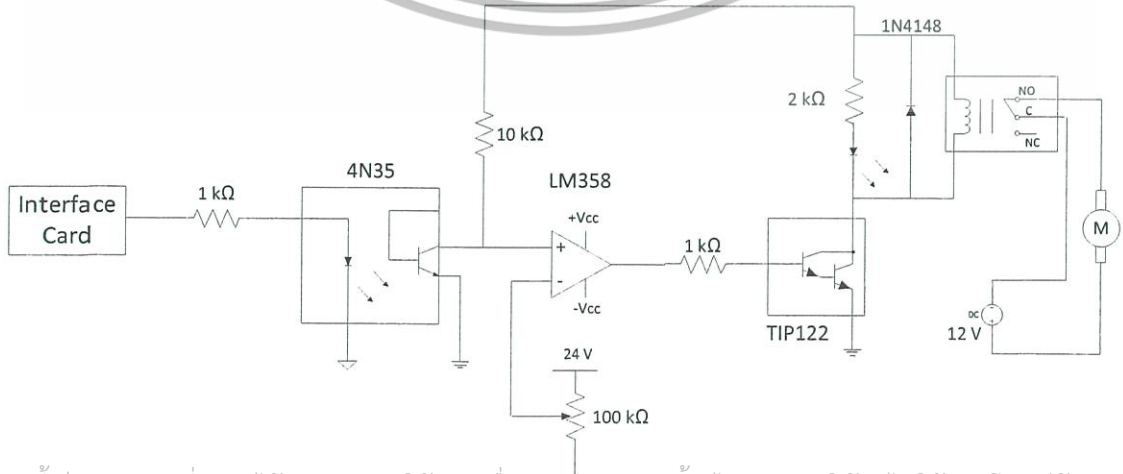
รูปที่ 4.12 วงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับควบคุมการทำงานของโซลินอยด์วาล์ว



รูปที่ 4.13 วงจรที่ใช้งานจริงสำหรับควบคุมการทำงานของโซลินอยด์วาล์ว

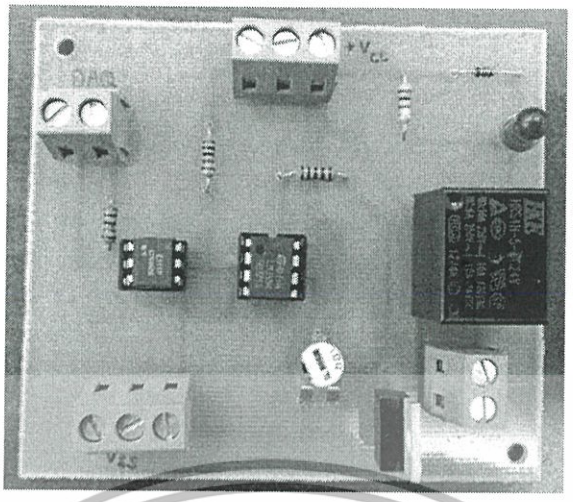
4.5.2 วงจรสำหรับควบคุมมอเตอร์หมุนสายพานลำเลียง

วงจรอิเล็กทรอนิกส์ส่วนนี้เป็นวงจรสำหรับควบคุมการทำงานของมอเตอร์หมุนสายพานลำเลียงในการเคลื่อนกุ้งแปรรูปเข้าและออกจากระบบ โดยใช้แรงดันอ้างอิงที่ 21 โวลต์ โดยลักษณะของวงจรที่ออกแบบและสร้างขึ้นมาสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.14 และรูปที่ 4.15



รูปที่ 4.14 วงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับควบคุมมอเตอร์หมุนสายพานลำเลียง

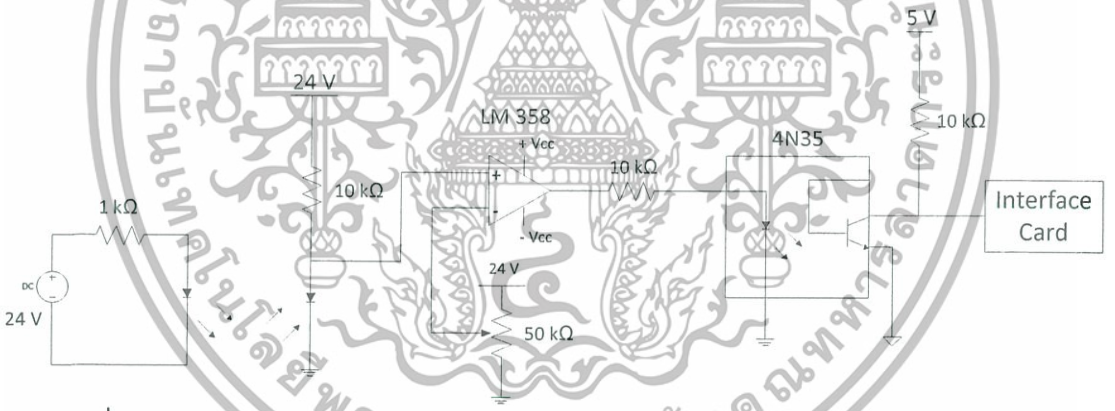
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



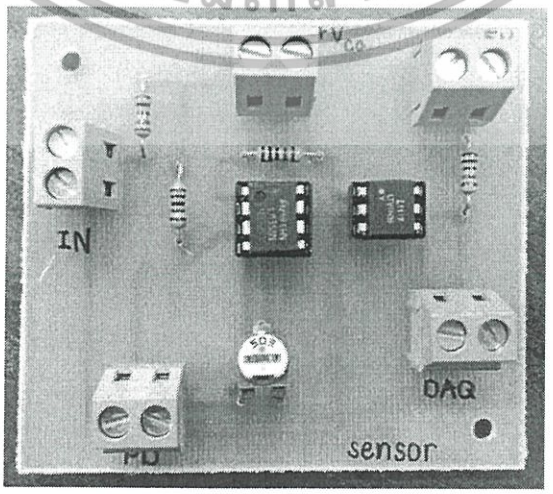
รูปที่ 4.15 วงจรที่ใช้งานจริงสำหรับควบคุมมอเตอร์หมุนสายพานลำเลียง

4.5.3 วงจรสำหรับตรวจจับตำแหน่งกุ้งแปรรูปโดยใช้อินฟราเรดเซนเซอร์ (Infrared Sensor)

วงจรอิเล็กทรอนิกส์ส่วนนี้เป็นวงจรสำหรับตรวจจับกุ้งแปรรูปโดยใช้อินฟราเรดเซนเซอร์ในระบบจะมีด้วยกันทั้งหมด 2 ชุด โดยจะทำการติดตั้งที่ตำแหน่งต้นสายพานและตำแหน่งหน้ากล้องเว็บแคม ซึ่งใช้แรงดันอ้างอิงที่ 12 โวลต์ โดยลักษณะของวงจรที่ออกแบบและสร้างขึ้นมาสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.16 และรูปที่ 4.17



รูปที่ 4.16 วงจรสำหรับตรวจจับกุ้งแปรรูปโดยใช้อินฟราเรดเซนเซอร์ (Infrared Sensor)

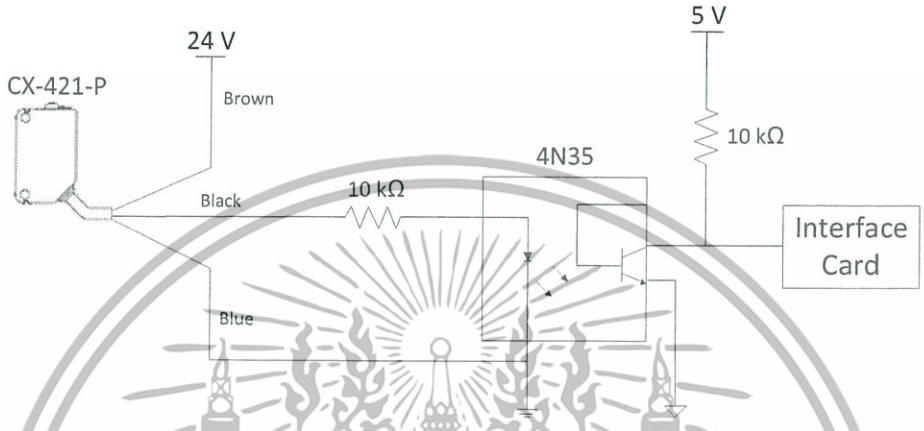


รูปที่ 4.17 วงจรที่ใช้งานจริงสำหรับตรวจจับกุ้งแปรรูปโดยใช้อินฟราเรดเซนเซอร์ (Infrared Sensor)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.4 วงจรสำหรับตรวจจับตำแหน่งกุ้งแปรรูปโดยใช้โฟโตอิเล็กตริกเซนเซอร์ (Photoelectric Sensor)

วงจรอิลิกทรอนิกส์ส่วนนี้เป็นวงจรสำหรับตรวจจับตำแหน่งกุ้งแปรรูปโดยใช้โฟโตอิเล็กตริกเซนเซอร์ในการตรวจหาตำแหน่งของกุ้งแปรรูป โดยในระบบจะมีด้วยกันทั้งหมด 3 ชุด โดยลักษณะของวงจร ที่ออกแบบและสร้างขึ้นมาสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.18 และรูปที่ 4.19



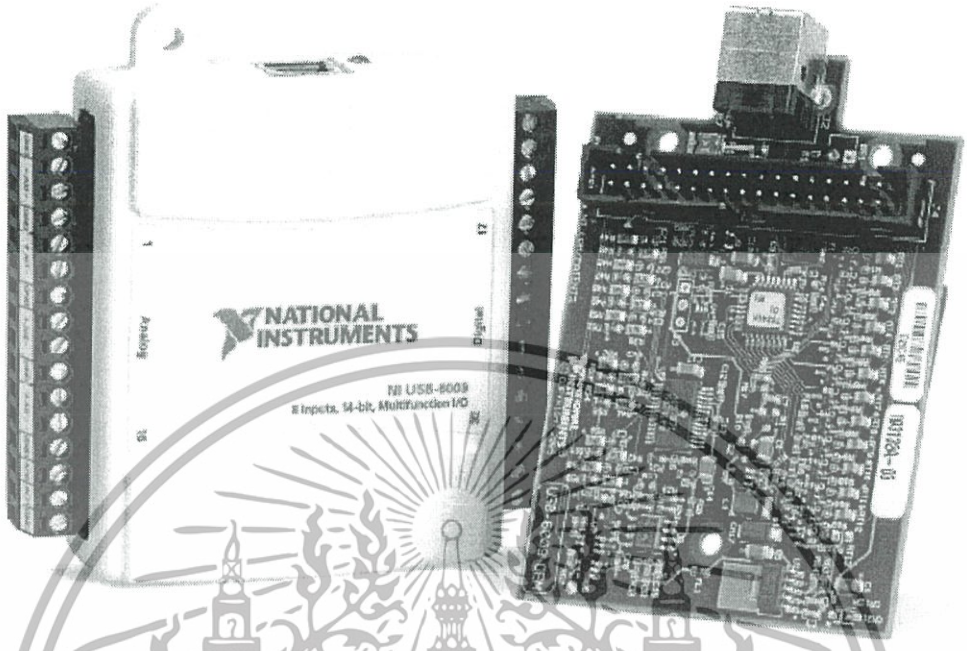
รูปที่ 4.18 วงจรสำหรับตรวจจับตำแหน่งกุ้งแปรรูปโดยใช้โฟโตอิเล็กตริกเซนเซอร์ (Photoelectric Sensor)

รูปที่ 4.19 วงจรที่ใช้งานจริงสำหรับตรวจจับตำแหน่งกุ้งแปรรูปโดยใช้โฟโตอิเล็กตริกเซนเซอร์ (Photoelectric Sensor)

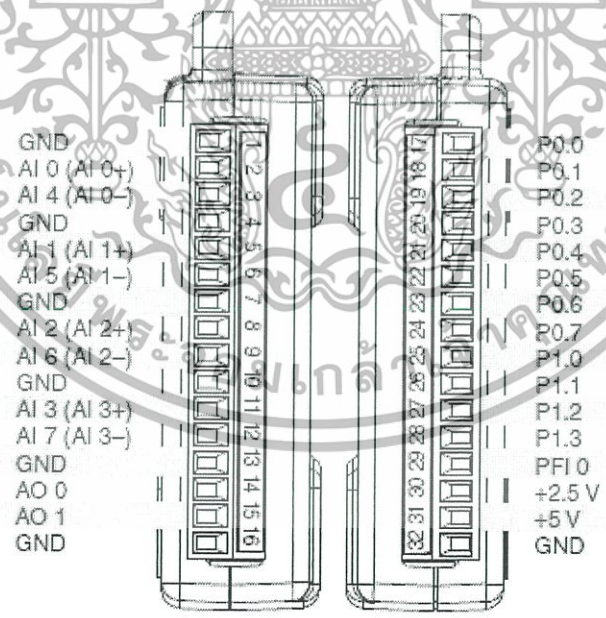
4.5.5 การ์ดอินเตอร์เฟส (Interface Card)

การ์ดอินเตอร์เฟสทำหน้าที่ในเชื่อมต่อสัญญาณจากเซนเซอร์ต่างๆ เข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ และส่งสัญญาณจากคอมพิวเตอร์ไปควบคุมการทำงานของระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งโดยใช้เทคนิคการประมวลผล โดยในโครงการวิจัยนี้เลือกใช้การ์ดอินเตอร์เฟสของบริษัท National Instruments รุ่น USB-6009 ซึ่งมีลักษณะดังรูปที่ 4.20 และมีพอร์ตการเชื่อมต่อดังแสดงในรูปที่ 4.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.20 การ์ดอินเตอร์เฟสรุ่น USB-6009 : http://mindtrans.narod.ru/



รูปที่ 4.21 พอร์ตการเชื่อมต่อของการ์ดอินเตอร์เฟส [41]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

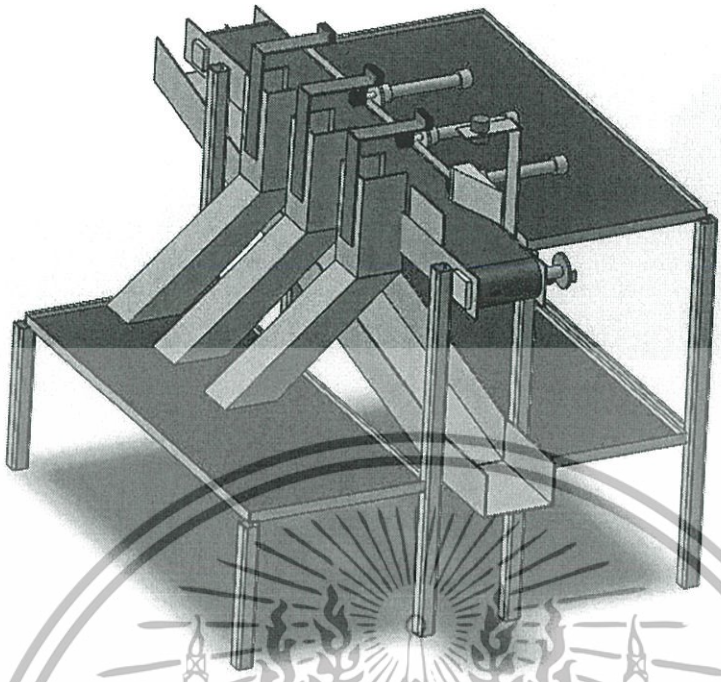
ตารางที่ 4.4 คุณสมบัติของการ์ดอินเตอร์เฟสรุ่น USB-6009 [41]

Analog inputs	Differential = 4 Channels Single-ended = Channels
Input resolution	Differential = 14 bits Single-ended = 13 bits
Max sample rate	48 kS/s
Input range	Differential = ±20 V2, ±10 V, ±5 V, ±4 V, ±2.5 V, ±2 V, ±1.25 V, ±1 V Single-ended = ±10 V
Analog outputs	2
Output resolution	12 bits
Output range	0 to +5 V
Output impedance	50 Ω
Output current drive	5 mA
Digital I/O lines	P0.<0..7> 8 lines P1.<0..3> 4 lines
Direction control	Each channel individually programmable as input or output
Output driver type	Each channel individually programmable as open collector or active drive
Compatibility	TTL, LVTTL, CMOS
USB specification	USB 2.0 full-speed
USB bus speed	12 Mb/s

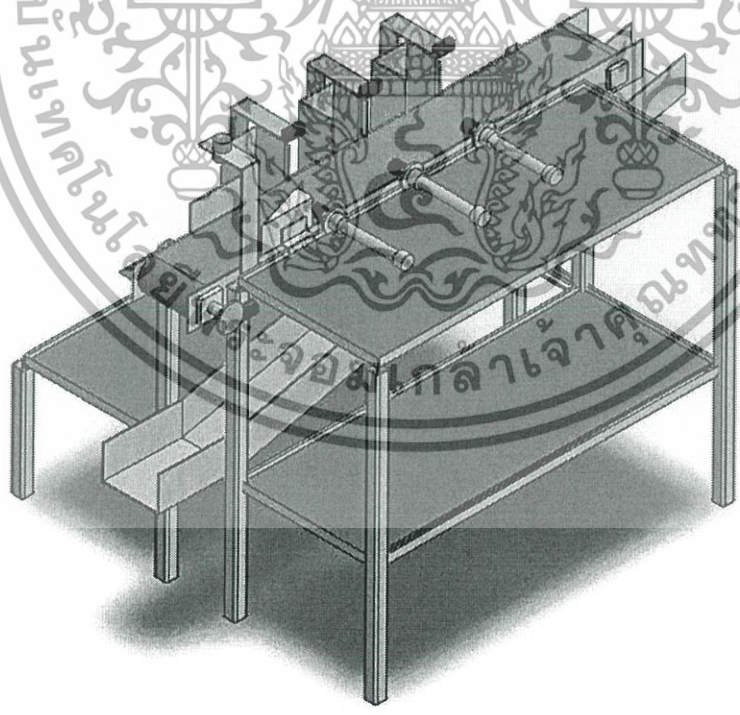
4.6 โครงสร้างของระบบระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ

จากส่วนประกอบทั้งหมดของโครงสร้างของระบบระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพที่ได้ออกแบบขึ้นมา โดยเราสามารถแสดงโครงสร้างของระบบระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพท่พัฒนาขึ้นมาได้ดังรูปที่ 4.22 ถึงรูปที่ 4.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

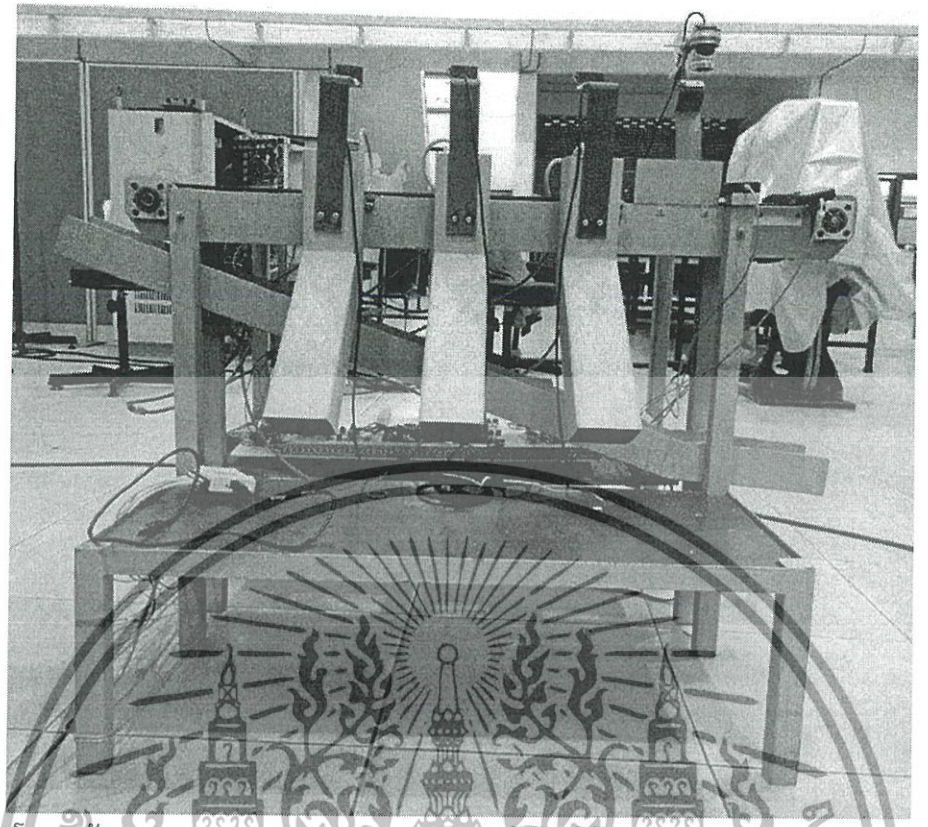


รูปที่ 4.22 โครงสร้างของระบบระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ (ด้านหน้า)

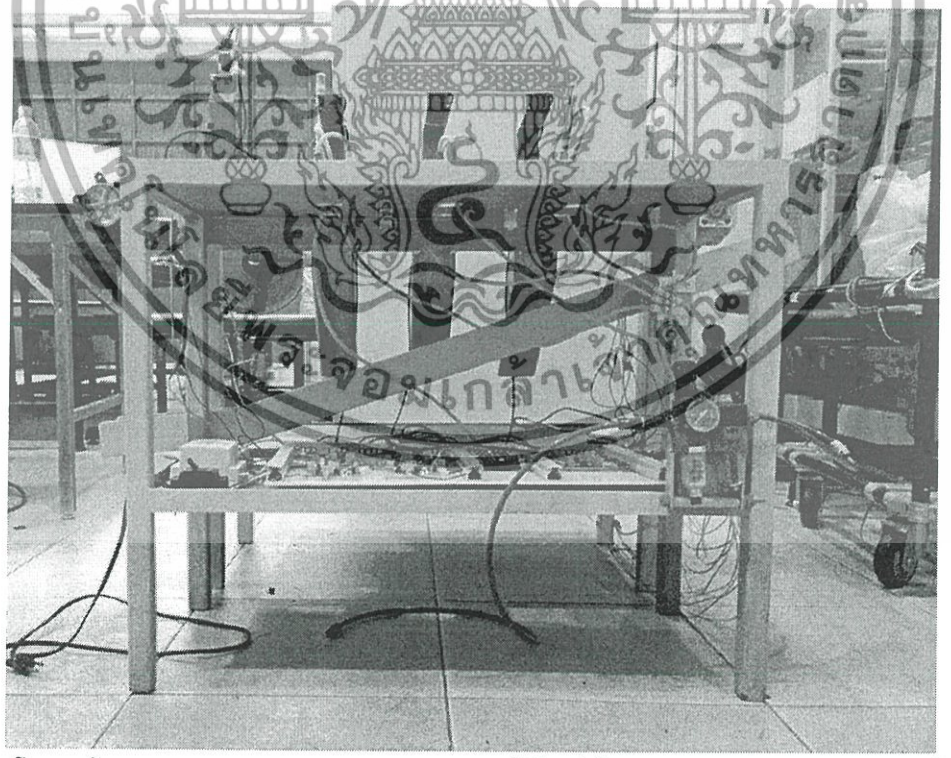


รูปที่ 4.23 โครงสร้างของระบบระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ (ด้านข้าง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.24 โครงสร้างของระบบระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ (ด้านหน้า) ที่สร้างขึ้นมา



รูปที่ 4.25 โครงสร้างของระบบระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ (ด้านข้าง) ที่สร้างขึ้นมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
การทดลองและผลการทดลอง

สำหรับในบทนี้จะกล่าวถึงการทดสอบระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งแปรรูปโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพที่ได้พัฒนาขึ้นมา โดยการทดสอบระบบจะแยกเป็นส่วนต่างๆ ดังนี้

5.1 การทดสอบหาค่าความผิดพลาดของการหาค่าพื้นที่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ

จากการพัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งแปรรูปโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ ซึ่งส่วนที่สำคัญได้แก่การคำนวณหาขนาดพื้นที่เนื้อกุ้งแปรรูปโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพเข้ามาช่วย ดังนั้นค่าความถูกต้องของขนาดพื้นที่ที่วัดได้โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพจะส่งผลต่อความน่าเชื่อถือของระบบที่พัฒนาขึ้นมา โดยในการทดสอบจะนำวัตถุที่ทราบขนาดพื้นที่แน่นอนมาการทำการทดสอบ โดยในการทดสอบจะใช้ผลการคำนวณค่าพื้นที่โดยโปรแกรมประมวลผลภาพที่พัฒนาขึ้นมาเทียบกับค่าพื้นที่จริงของวัตถุที่นำมาทดสอบภายใต้รูปแบบของชิ้นงานต่างๆ ดังนี้

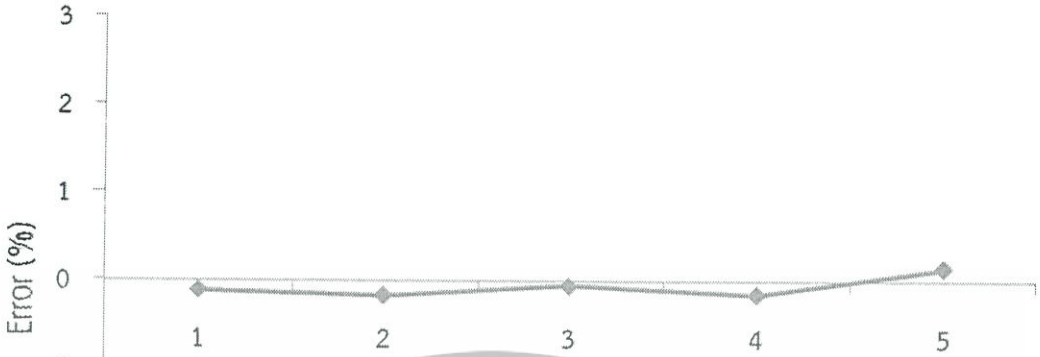
5.1.1 การทดสอบหาค่าความผิดพลาดของการหาค่าพื้นที่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพในวัตถุที่มีขนาดต่างๆ

สำหรับการทดสอบนี้จะเป็นการทดสอบหาค่าความผิดพลาดของการหาค่าพื้นที่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพที่พัฒนาขึ้นมาในวัตถุที่มีขนาดต่างๆ โดยในการทดสอบจะกำหนดความหนาวัตถุให้คงที่ แต่เปลี่ยนขนาดของพื้นที่หน้าตัดของสี่เหลี่ยมที่นำมาทดสอบที่ขนาดต่างๆ ซึ่งวัตถุที่นำมาทดสอบจะถูกนำมาหาค่าพื้นที่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพที่พัฒนาขึ้นมา จากนั้นจึงนำค่าพื้นที่ที่ได้มาคำนวณหาความผิดพลาดเมื่อเทียบกับค่าพื้นที่จริงของวัตถุนั้น ซึ่งในการทดสอบจะทำการทดสอบซ้ำทั้งหมดจำนวน 5 ครั้ง ในวัตถุแต่ละชิ้น โดยตัวอย่างของวัตถุที่นำมาใช้ทดสอบระบบสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5.1

รูปที่ 5.1 ตัวอย่างของวัตถุขนาดต่างๆ ที่นำมาใช้ทดสอบระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

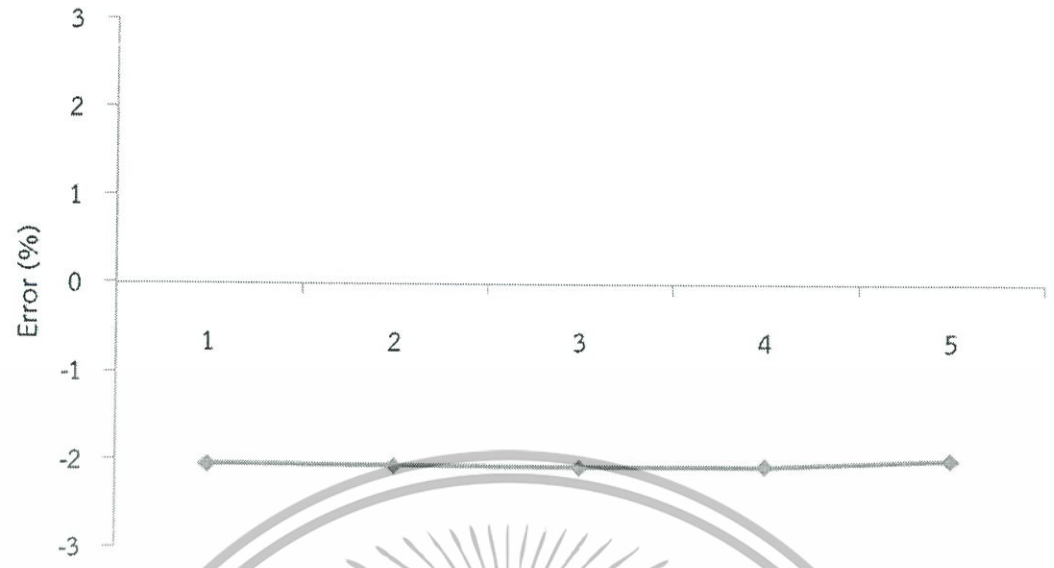
โดยค่าความผิดพลาดของวัตถุที่ขนาดต่างๆ สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5.2 ถึงรูปที่



รูปที่ 5.2 ค่าความผิดพลาดของวัตถุขนาด 4 ตารางเซนติเมตร

รูปที่ 5.3 ค่าความผิดพลาดของวัตถุขนาด 6 ตารางเซนติเมตร

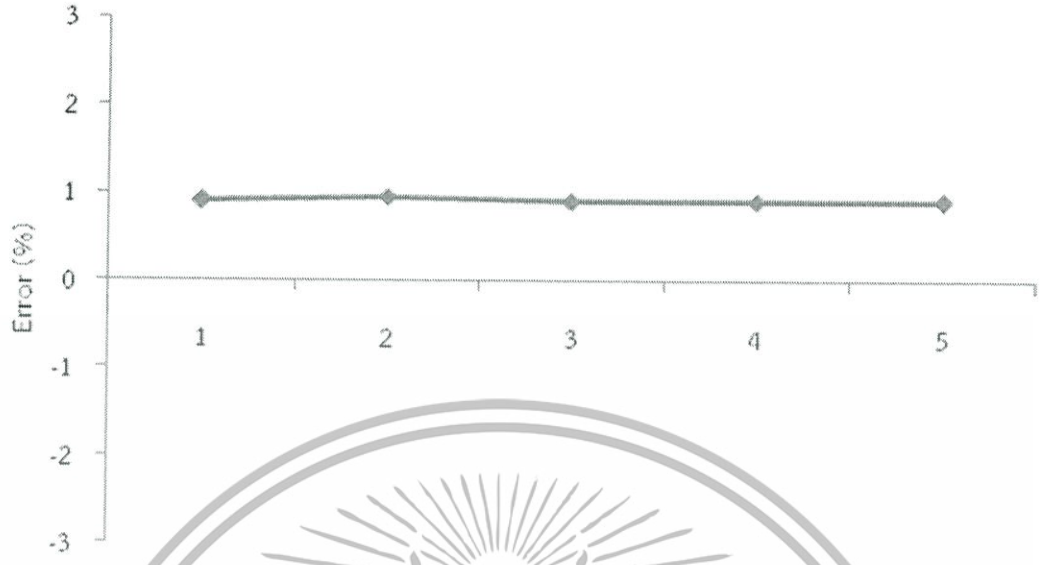
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.4 ค่าความผิดพลาดของวัตถุขนาด 9 ตารางเซนติเมตร

รูปที่ 5.5 ค่าความผิดพลาดของวัตถุขนาด 12 ตารางเซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



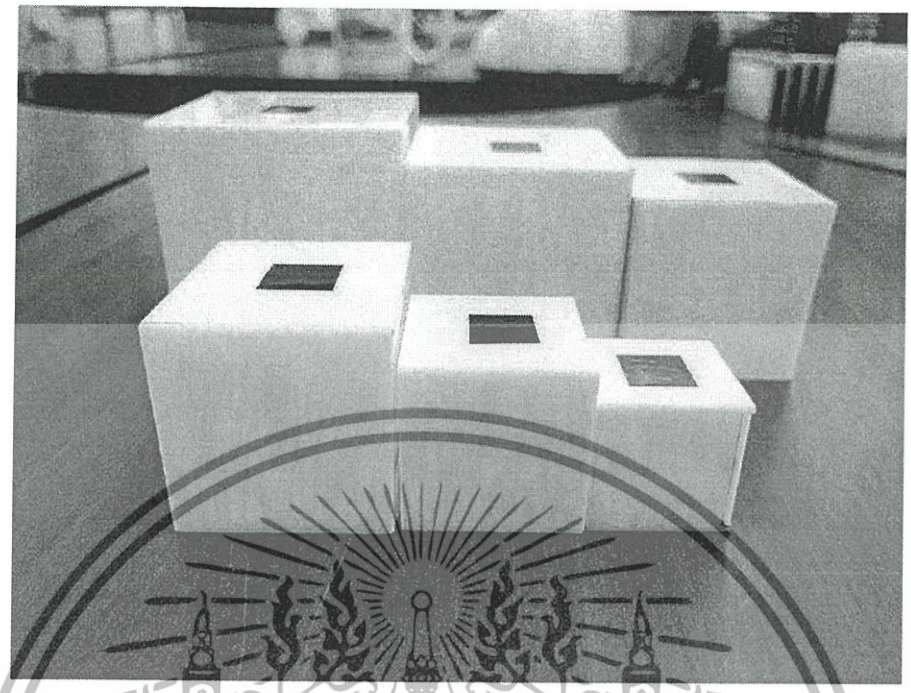
รูปที่ 5.6 ค่าความผิดพลาดของวัตถุขนาด 16 ตารางเซนติเมตร

รูปที่ 5.7 ค่าความผิดพลาดของวัตถุขนาด 20 ตารางเซนติเมตร

5.1.2 การทดสอบหาค่าความผิดพลาดของการหาค่าพื้นที่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพในวัตถุที่มีความหนาต่างๆ

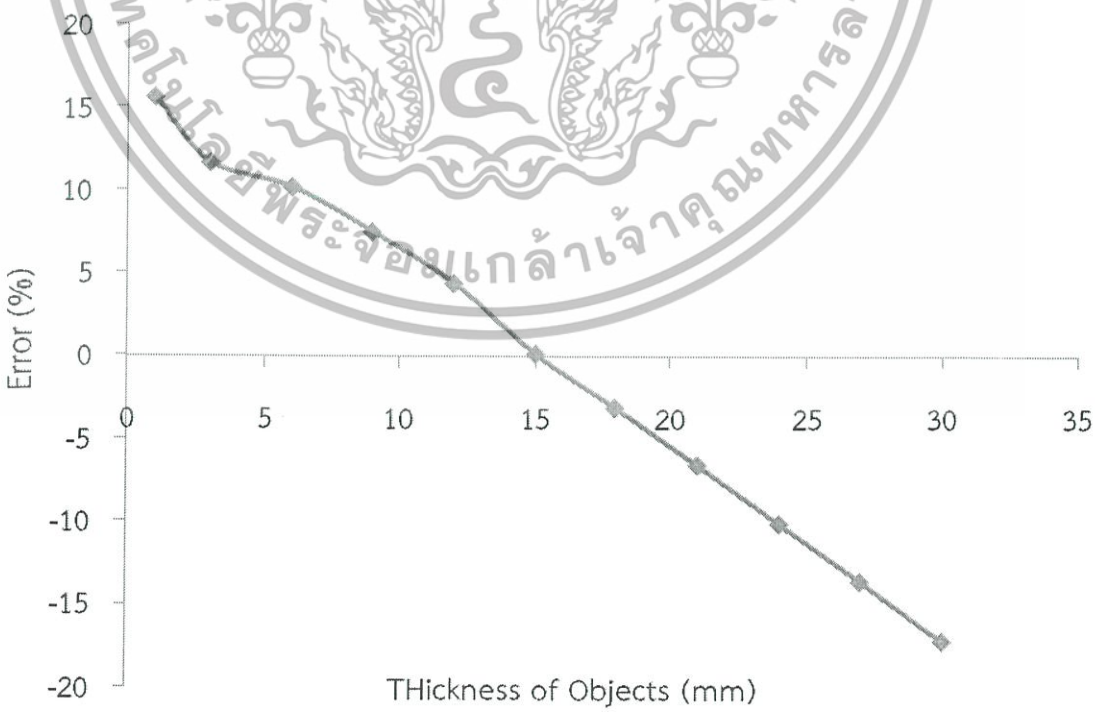
สำหรับการทดสอบนี้จะเป็นการทดสอบหาค่าความผิดพลาดของการหาค่าพื้นที่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพในวัตถุที่มีความหนาต่างๆ โดยในการทดสอบจะนำวัตถุรูปทรงสี่เหลี่ยมพื้นผ้าที่มีความหนาตั้งแต่ 1-30 มิลลิเมตร ซึ่งแสดงในรูปที่ 5.8 มาใช้ในการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.8 ตัวอย่างของวัตถุรูปทรงสี่เหลี่ยมพื้นผ้าที่มีความหนาต่างๆ ที่ใช้ในการทดสอบ

จากรูปที่ 5.8 วัตถุรูปทรงสี่เหลี่ยมพื้นผ้าที่มีความหนาตั้งแต่ 1-30 มิลลิเมตรจะถูกนำมาหาค่าพื้นที่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพที่พัฒนาขึ้นมา จากนั้นจึงนำค่าพื้นที่ที่ได้มาคำนวณหาความผิดพลาดเมื่อเทียบกับค่าพื้นที่จริงของวัตถุนั้น โดยค่าความผิดพลาดของวัตถุที่มีความหนาต่างๆ สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5.9



รูปที่ 5.9 ค่าความผิดพลาดของวัตถุที่มีความหนาต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลองทั้งสองตารางพบว่าการวัดขนาดพื้นที่หน้าตัดของวัตถุรูปทรงสี่เหลี่ยมที่ต่างกันแต่มีความหนาเท่ากันพบว่า ค่าความผิดพลาดไม่เป็นเชิงเส้นแต่มีช่วงความผิดพลาดไม่กว้างมากนักแต่ในส่วนของรูปทรงสี่เหลี่ยมที่มีขนาดพื้นที่หน้าตัดเท่ากันแต่ความหนาต่างกันค่าความผิดพลาดจะมีลักษณะเป็นเชิงเส้นโดยที่ค่าความผิดพลาดในความหนาที่ใช้เป็นค่าอ้างอิงในการทดลองจะมีค่าเข้าใกล้ศูนย์มากที่สุดและค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจะมีช่วงค่อนข้างกว้างจะเห็นได้ว่ายิ่งมีความหนามากขึ้นค่าพื้นที่ที่วัดได้ยิ่งมีขนาดใหญ่ขึ้น ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นมาจากหลายสาเหตุได้แก่ วัตถุที่นำมาทดลองถูกจัดทำขึ้นด้วยมือจึงทำให้มีขนาดที่ไม่ถูกต้อง สาเหตุมาจากประสิทธิภาพในการจับภาพของกล้องและแสงรบกวนจากภายนอก

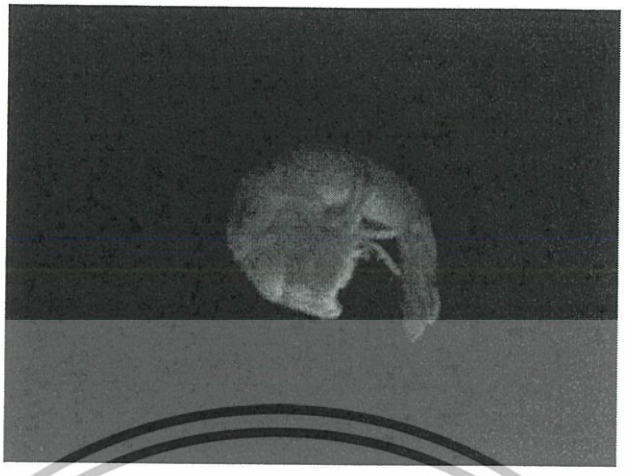
5.2 การทดสอบระบบกับกุ้งแปรรูปในรูปแบบต่างๆ

สำหรับการทดสอบนี้จะเป็นการทดสอบตรวจสอบคุณภาพกุ้งแปรรูปโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพที่ได้พัฒนาขึ้นมา กับกุ้งแปรรูปแบบต่างๆ

5.2.1 การทดสอบระบบกับกุ้งต้มไม่ปอกเปลือก (Cooked peel shrimp)

รูปที่ 5.10 ตัวอย่างกุ้งต้มไม่ปอกเปลือกที่ใช้ในการทดสอบระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



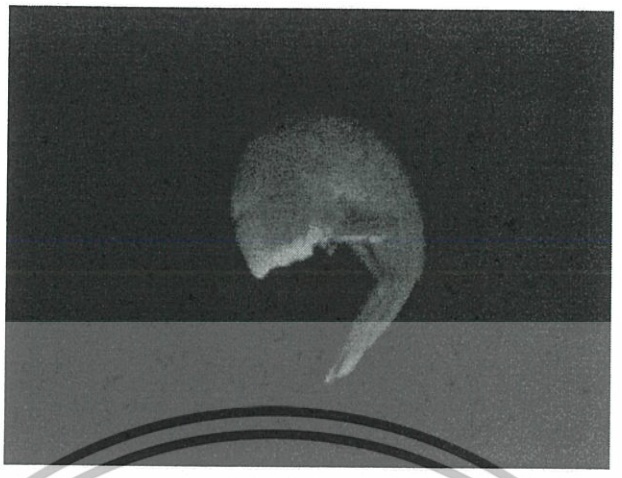
(ก) ภาพสีของกุ้งต้มไม่ปอกเปลือกที่นำมาทดสอบ

(ข) ภาพเกรย์สเกลของกุ้งต้มไม่ปอกเปลือกที่นำมาทดสอบ

(ค) ภาพภายหลังการทำเทรชโฮลด์ของกุ้งต้มไม่ปอกเปลือกที่นำมาทดสอบ

รูปที่ 5.11 ภาพที่ได้จากการทดสอบระบบกับกุ้งต้มไม่ปอกเปลือกแบบที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) ภาพสีของกุ้งต้มไม่ปอกเปลือกที่นำมาทดสอบ

(ข) ภาพเกรย์สเกลของกุ้งต้มไม่ปอกเปลือกที่นำมาทดสอบ

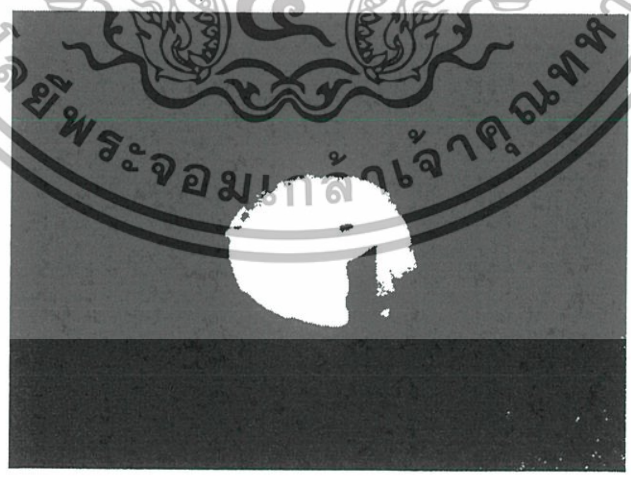
(ค) ภาพภายหลังการทำเทรชโฮลด์ของกุ้งต้มไม่ปอกเปลือกที่นำมาทดสอบ

รูปที่ 5.12 ภาพที่ได้จากการทดสอบระบบกับกุ้งต้มไม่ปอกเปลือกแบบที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ก) ภาพสีของกุ้งต้มแช่เยือกแข็งไม่ปอกเปลือกที่นำมาทดสอบ

(ข) ภาพเกรย์สเกลของกุ้งต้มแช่เยือกแข็งไม่ปอกเปลือกที่นำมาทดสอบ



(ค) ภาพภายหลังการทำเทรชโฮลด์ของกุ้งต้มไม่ปอกเปลือกที่นำมาทดสอบ

รูปที่ 5.13 ภาพที่ได้จากการทดสอบระบบกับกุ้งต้มไม่ปอกเปลือกแบบที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ก) ภาพสีของกุ้งต้มไม่ปอกเปลือกที่นำมาทดสอบ

(ข) ภาพเกรย์สเกลของกุ้งต้มไม่ปอกเปลือกที่นำมาทดสอบ

(ค) ภาพภายหลังการทำเทรชโฮลด์ของกุ้งต้มไม่ปอกเปลือกที่นำมาทดสอบ

รูปที่ 5.14 ภาพที่ได้จากการทดสอบระบบกับกุ้งต้มไม่ปอกเปลือกแบบที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดสอบตรวจสอบคุณภาพกุ้งแปรรูปโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพที่ได้พัฒนาขึ้นมา กับกุ้งต้มไม่ปอกเปลือกดังแสดงในรูปที่ 5.11 ถึงรูปที่ 5.14 ภาพที่ได้จากหลังการทำเทรชโฮลด์ของกุ้งต้มไม่ปอกเปลือกที่นำมาทดสอบจะถูกนำไปคำนวณหาขนาดของกุ้งต้มไม่ปอกเปลือก ซึ่งผลการคำนวณที่ได้สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ผลการคำนวณหาขนาดกุ้งต้มไม่ปอกเปลือกแบบต่างๆ

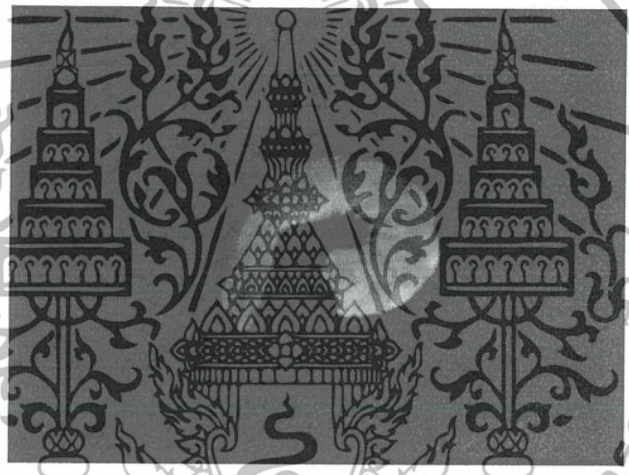
แบบที่	จำนวนพิกเซล (Pixels)	ขนาดพื้นที่ของกุ้งต้มไม่ปอกเปลือก (ตารางเซนติเมตร)
1	27,819	9.78
2	29,415	10.34
3	20,988	7.37
4	24,062	8.46

5.2.2 การทดสอบระบบกับกุ้งต้มปอกเปลือกไว้หาง (Tail-on cooked shrimp)

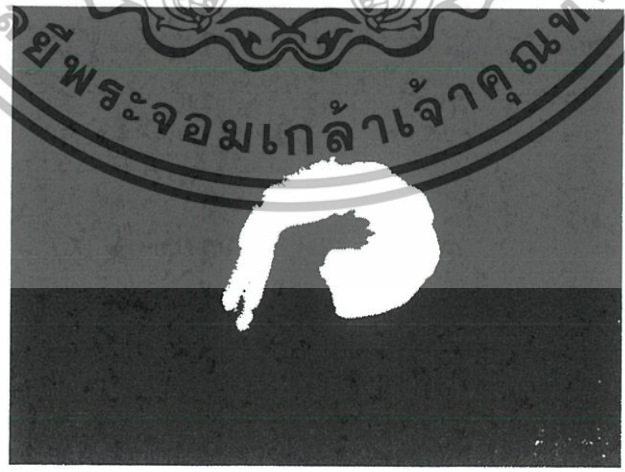
รูปที่ 5.15 ตัวอย่างกุ้งต้มปอกเปลือกไว้หางที่ใช้ในการทดสอบระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ก) ภาพสีของกุ้งต้มปอกเปลือกไว้หางที่นำมาทดสอบ



(ข) ภาพเกรย์สเกลของกุ้งต้มปอกเปลือกไว้หางที่นำมาทดสอบ

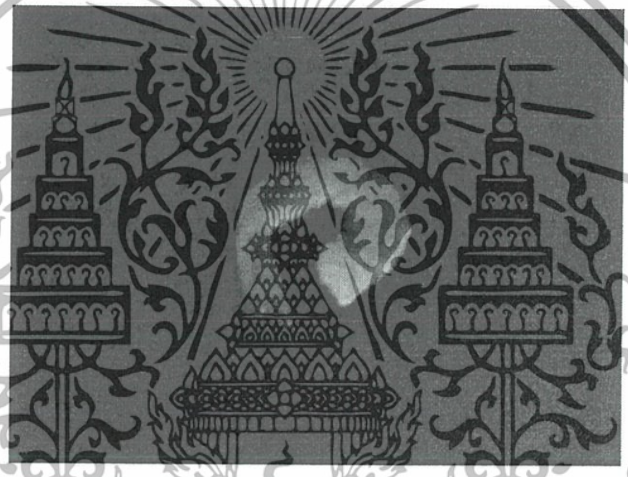


(ค) ภาพภายหลังการทำเทรชโฮลด์ของกุ้งต้มปอกเปลือกไว้หางที่นำมาทดสอบ

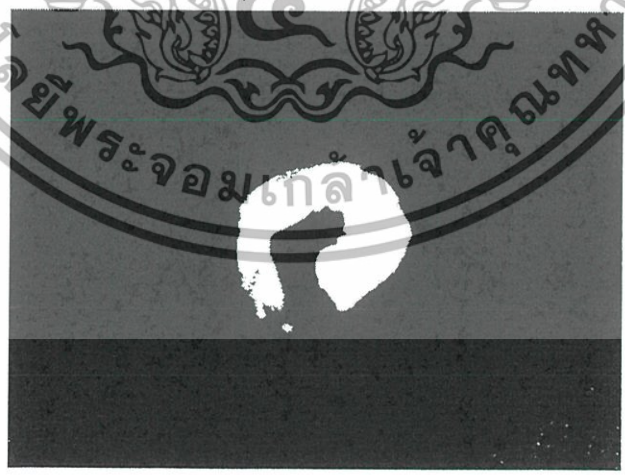
รูปที่ 5.16 ภาพที่ได้จากการทดสอบระบบกับกุ้งต้มปอกเปลือกไว้หางแบบที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ก) ภาพสีของกุ้งต้มปอกเปลือกไว้หางที่นำมาทดสอบ



(ข) ภาพเกรย์สเกลของกุ้งต้มปอกเปลือกไว้หางที่นำมาทดสอบ



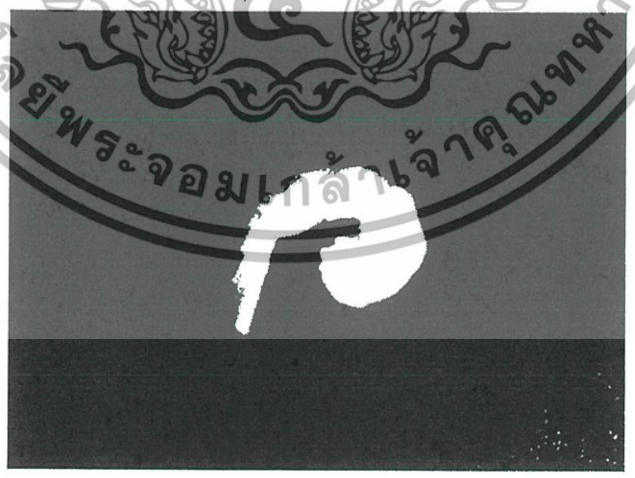
(ค) ภาพภายหลังการทำเทรชโฮลด์ของกุ้งต้มปอกเปลือกไว้หางที่นำมาทดสอบ

รูปที่ 5.17 ภาพที่ได้จากการทดสอบระบบกับกุ้งต้มปอกเปลือกไว้หางแบบที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ก) ภาพสีของกุ้งต้มปอกเปลือกไว้หางที่นำมาทดสอบ

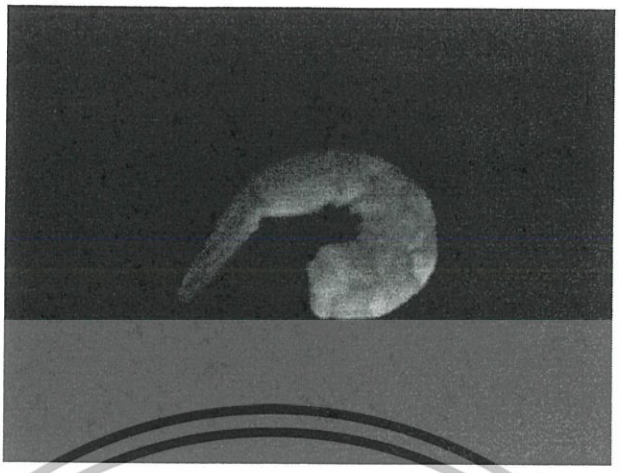
(ข) ภาพเกรย์สเกลของกุ้งต้มปอกเปลือกไว้หางที่นำมาทดสอบ



(ค) ภาพภายหลังการทำเทรชโฮลด์ของกุ้งต้มปอกเปลือกไว้หางที่นำมาทดสอบ

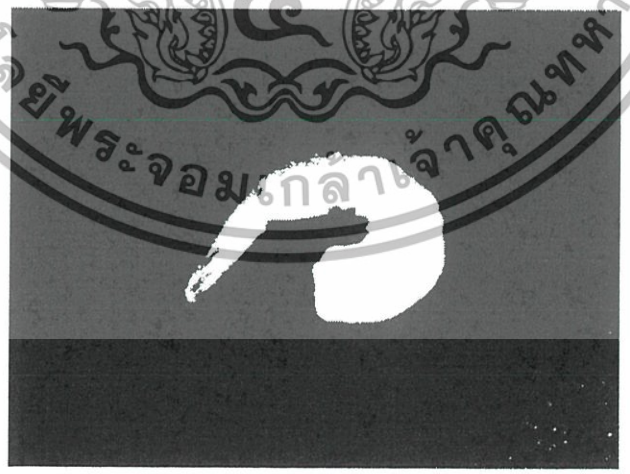
รูปที่ 5.18 ภาพที่ได้จากการทดสอบระบบกับกุ้งต้มปอกเปลือกไว้หางแบบที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) ภาพสีของกุ้งต้มปอกเปลือกไว้หางที่นำมาทดสอบ

(ข) ภาพเกรย์สเกลของกุ้งต้มปอกเปลือกไว้หางที่นำมาทดสอบ



(ค) ภาพภายหลังการทำเทรชโฮลด์ของกุ้งต้มปอกเปลือกไว้หางที่นำมาทดสอบ

รูปที่ 5.19 ภาพที่ได้จากการทดสอบระบบกับกุ้งต้มปอกเปลือกไว้หางแบบที่ 4

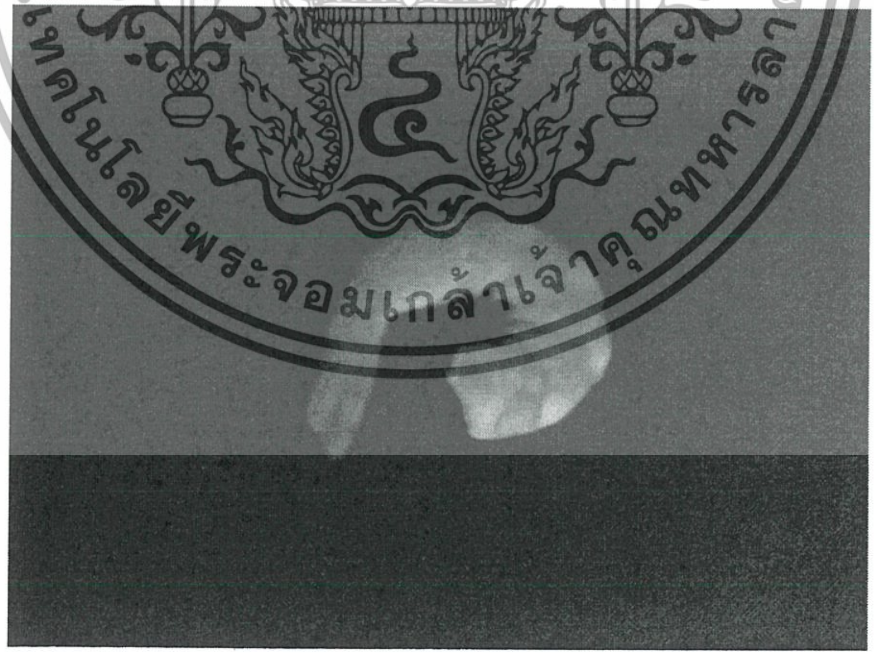
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดสอบตรวจสอบคุณภาพกุ้งแปรรูปโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพที่ได้พัฒนาขึ้นมา กับกุ้งต้มปอกเปลือกไว้หางดังแสดงในรูปที่ 5.16 ถึงรูปที่ 5.19 ภาพที่ได้จากหลังการทำเทรชโฮลด์ของกุ้งต้มปอกเปลือกไว้หางที่นำมาทดสอบจะถูกนำไปคำนวณหาขนาดของกุ้งต้มปอกเปลือกไว้หาง ซึ่งผลการคำนวณที่ได้สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 ผลการคำนวณหาขนาดกุ้งต้มปอกเปลือกไว้หางแบบต่างๆ

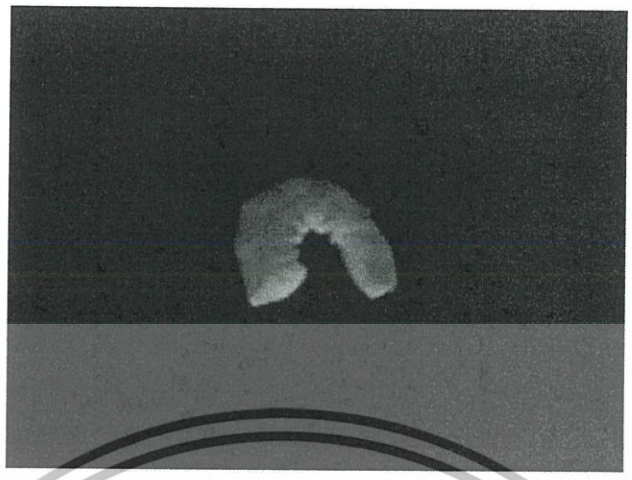
แบบที่	จำนวนพิกเซล (Pixels)	ขนาดพื้นที่ของกุ้งต้มปอกเปลือกไว้หาง (ตารางเซนติเมตร)
1	21,753	7.65
2	17,099	6.01
3	17,527	6.16
4	24,245	8.52

5.2.3 การทดสอบระบบกับกุ้งต้มปอกเปลือกตัดหาง (Tail-off cooked shrimp)



รูปที่ 5.20 ตัวอย่างกุ้งต้มปอกเปลือกตัดหางที่ใช้ในการทดสอบระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) ภาพสีของกุ้งต้มปอกเปลือกตัดหางที่นำมาทดสอบ

(ข) ภาพเกรย์สเกลของกุ้งต้มปอกเปลือกตัดหางที่นำมาทดสอบ

(ค) ภาพภายหลังการทำเทรชโฮลด์ของกุ้งต้มปอกเปลือกตัดหางที่นำมาทดสอบ

รูปที่ 5.21 ภาพที่ได้จากการทดสอบระบบกับกุ้งต้มปอกเปลือกตัดหางแบบที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ก) ภาพสีของกุ้งต้มปอกเปลือกตัดหางที่นำมาทดสอบ

(ข) ภาพเกรย์สเกลของกุ้งต้มปอกเปลือกตัดหางที่นำมาทดสอบ

(ค) ภาพภายหลังการทำเทรชโฮลด์ของกุ้งต้มปอกเปลือกตัดหางที่นำมาทดสอบ

รูปที่ 5.22 ภาพที่ได้จากการทดสอบระบบกับกุ้งต้มปอกเปลือกตัดหางแบบที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

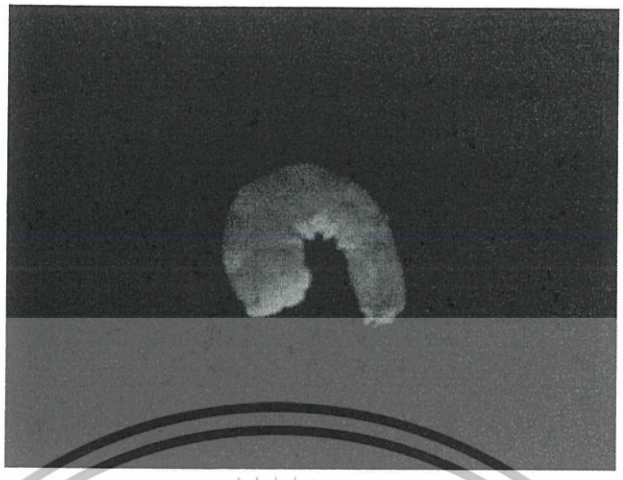
(ก) ภาพสีของกุ้งต้มปอกเปลือกตัดหางที่นำมาทดสอบ

(ข) ภาพเกรย์สเกลของกุ้งต้มปอกเปลือกตัดหางที่นำมาทดสอบ

(ค) ภาพภายหลังการทำเทรชโฮลด์ของกุ้งต้มปอกเปลือกตัดหางที่นำมาทดสอบ

รูปที่ 5.23 ภาพที่ได้จากการทดสอบระบบกับกุ้งต้มปอกเปลือกตัดหางแบบที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) ภาพสีของกุ้งต้มปอกเปลือกตัดหางที่นำมาทดสอบ

(ข) ภาพเกรย์สเกลของกุ้งต้มปอกเปลือกตัดหางที่นำมาทดสอบ

(ค) ภาพภายหลังการทำเทรชโฮลด์ของกุ้งต้มปอกเปลือกตัดหางที่นำมาทดสอบ

รูปที่ 5.24 ภาพที่ได้จากการทดสอบระบบกับกุ้งต้มปอกเปลือกตัดหางแบบที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดสอบตรวจสอบคุณภาพกุ้งแปรรูปโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพที่ได้พัฒนาขึ้นมา กับกุ้งต้มปอกเปลือกตัดหางดังแสดงในรูปที่ 5.16 ถึงรูปที่ 5.19 ภาพที่ได้จากหลังการทำเทรชโฮลด์ของกุ้งต้มปอกเปลือกตัดหางที่นำมาทดสอบจะถูกนำไปคำนวณหาขนาดของกุ้งต้มปอกเปลือกตัดหาง ซึ่งผลการคำนวณที่ได้สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.3 ผลการคำนวณหาขนาดกุ้งต้มปอกเปลือกตัดหางแบบต่างๆ

แบบที่	จำนวนพิกเซล (Pixels)	ขนาดพื้นที่ของกุ้งต้มปอกเปลือกตัดหาง (ตารางเซนติเมตร)
1	14,249	5.01
2	15,253	5.36
3	17,729	6.23
4	21,166	7.44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
บทสรุป

จากการทดสอบระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งแปรรูปโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพที่ได้ทำการพัฒนาขึ้นมา ผลปรากฏว่าระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถที่จะใช้ตรวจสอบคุณภาพกุ้งแปรรูปที่นำมาทดสอบได้ โดยใช้ขนาดพื้นที่ของกุ้งแปรรูปที่นำมาทดสอบมาใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดแยกคุณภาพ แต่อย่างไรก็ตามจากการทดสอบระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งแปรรูปโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ ผลการที่ได้ยังคงมีความผิดพลาดในเรื่องขนาดกุ้งแปรรูปที่วัดได้อยู่บ้างเนื่องจากผลของขนาดความหนาของกุ้งแปรรูปที่นำมาทดสอบไม่เท่ากัน ซึ่งทางผู้วิจัยสามารถสรุปข้อแนะนำแก่ผู้สนใจที่จะนำระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งแปรรูปโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพที่ทำการสร้างขึ้น ไปพัฒนาต่อดังนี้

1. จากผลค่าความผิดพลาดในเรื่องของขนาดของกุ้งแปรรูปที่วัดได้ในโครงการวิจัยนี้ อาจหาวิธีการชดเชยผลของความหนาของกุ้งแปรรูปที่นำมาวัด ซึ่งจะทำให้ขนาดของกุ้งแปรรูปที่วัดได้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น
2. ผู้สนใจสามารถนำเทคนิคที่พัฒนาขึ้นไปใช้กับผลิตภัณฑ์อื่นๆ ได้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7
สรุปผลผลิตที่ได้จากงานวิจัย

จากผลการพัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งแปรรูปโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพเข้ามาช่วยในกาตรว จสอบคุณภาพกุ้งแปรรูปทั้งนี้เพื่อเป็นการประหยัดแรงงานและค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบก่อนที่จะส่งลงบรรจุภัณฑ์ ทางผู้วิจัยได้ทำการนำเทคนิคและผลการทดลองของระบบที่พัฒนาขึ้นมาทำการเขียนบทความและได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ในงานประชุมวิชาการระดับนานาชาติ 3rd Annual Conference on Engineering and Information Technology (ACEAIT 2015), Osaka, JAPAN, March 22 - 24 2015 ในหัวข้อเรื่อง "System Development for Size Estimation of Cooked Shrimp Using Image Processing" ดังรายละเอียดในภาคผนวก ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] "ทิศทางการส่งออกกุ้งไทย ปี 2554" ถนอมจิตร สิริภคพร เศรษฐกรอาวุโส ส่วนเศรษฐกิจภาคกรกฎาคม 2554

[2] http://www.foodnetworksolution.com

[3] "โครงสร้างการผลิตอุตสาหกรรมอาหารทะเลแปรรูป" ดร.ทัศนีย์ วัฒนชัยยงค์ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย

[4] "ตลาดกุ้งแช่แข็ง-กุ้งแปรรูปในแคนาดา" TFFA Newsletter January 2012

[5] สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้ม ปี 2555สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

[6] Svend A.K. Jensen, Lars Munck, Poul Sigsgaard, andHans H. Huss. "Method for quality control of products from fish, cattle, swine and poultry", United States Patent : Dec. 23,1986.

[7] B. Zion, A. Shklyar and I. Karplus. "Sorting fish by computer vision", Computers and Electronics in Agriculture, 23 (1999) 175–187.

[8] Frank Storbeck and Berent Daan. "Fish species recognition using computer vision anda neural network", Fisheries Research, 51 (2001) 11-15.

[9] Achim Kohler, A. Skaga, G. Hjelme and H.J. Skarpeid. "Sorting salted cod fillets by computer vision: a pilot study", Computers and Electronics in Agriculture, 36 (2002) 3-16.

[10] D.J. White, C. Svellingen and N.J.C. Strachan. "Automated measurement of species and length of fish by computer vision", Fisheries Research, 80 (2006) 203–210.

[11] N. Aleixos, J. Blasco, F. Navarro´n and E. Molto, "Multispectral inspection of citrus in real-time using machine vision and digital signal processors", Computers and Electronics in Agriculture, 33 (2002) 121–137.

[12] V. Leemans and M.-F. Destain, "A real-time grading method of apples based on features extracted from defects" Journal of Food Engineering, 61 (2004) 83–89.

[13] J. Blasco, N. Aleixos and E. Molto, "Computer vision detection of peel defects in citrus by means of a region oriented segmentation algorithm", Journal of Food Engineering, 81 (2007) 535–543.

[14] J. Blasco, N. Aleixos, S. Cubero, J. Gomez-Sanchs and E. Molt, "Automatic sorting of satsuma (Citrus unshiu) segments using computer vision and morphological features", computers and electronics in agriculture, 66 (2009) I-8.

[15] J. Lu, J. Tan, P. Shatadal and D.E. Gerrard, "Evaluation of pork color by using computer vision", Meat Science, 56 (2000) 57-60.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[16] A. Fortin, A.K.W. Tong, W.M. Robertson, S.M. Zawadski, S.J. Landry, D.J. Robinson, T. Liu and R.J. Mockford, "A novel approach to grading pork carcasses: computer vision and ultrasound" Meat Science, 63 (2003) 451–462.

[17] K. Chen and Ch. Qin, "Segmentation of beef marbling based on vision threshold", computers and electronics in agriculture, 62 (2008) 223-230.

[18] Jinglu Tan, "Meat quality evaluation by computer vision", Journal of Food Engineering, 61 (2004) 27–35.

[19] Sundaram Gunasekaran, "Computer vision technology for food quality assurance", Trend in food science&Technology, August 1996 (Vol.7) 245-256.

[20] Tadhg Brosnan and Da-Wen Sun, "Inspection and grading of agricultural and food products by computer vision systems-a review", Computers and Electronics in Agriculture, 36 (2002) 193-213.

[21] Cheng-Jin Du and Da-Wen Sun, "Learning techniques used in computer vision for food quality evaluation: a review", Journal of Food Engineering, 72 (2006) 39–55.

[22] Per Munkevik, Gunnar Hall, and Tom Duckett, "A computer vision system for appearance-based descriptive sensory evaluation of meals", Journal of Food Engineering 78 (2007) 246–256.

[23] จารวี ฉันทสิทธิพร, "การจำแนกชนิดยาเม็ดจากภาพถ่าย โดยใช้เทคนิคเครือข่ายใยประสาท"วิทยานิพนธ์ สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ภาควิชาคอมพิวเตอร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ปีการศึกษา 2548

[24] สุนิษฐา เศรษฐีธร "มองอุตสาหกรรมกุ้งไทย"ศูนย์อัจฉริยะเพื่ออุตสาหกรรมอาหาร สถาบันอาหาร กุมภาพันธ์ 2558

[25] http://www.arda.or.th/kasetinfo/south/shrimp/used/01-02.php

[26] http://www.most.go.th/

[27] Gall, H., Muir, A., Fleming, J., Pohlmann, R., Göcke, L., Hossack, W., 1998. A ring sensor system for the determination of volume and axis measurements of irregular objects. Measurement Science and Technology 9 (11), 1809–1820.

[28] Iwamoto, M., Chuma, Y., 1981. Recent studies on development in automated citrus packinghouse facility in Japan. Proceedings of the International Society of Citriculture 2, 831–834.

[29] Kato, K., 1997. Electrical density sorting and estimation of soluble solids content of watermelon. Journal of Agricultural Engineering Research 67 (2), 161–170.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[30] Nishizu, T., Ikeda, Y., Torikata, Y., Manmoto, S., Umehara, T., Mizukami, T., 2001.Automatic, continuous food volume measurement with a Helmholtz resonator.The CIGR Journal of Scientific Research and Development (e-journal).

[31] Fereydoun Keshavarzpour and Abdul Kabir Khan Achakzai, "Cantaloupe Volume Determination Using Image Processing Method" World Engineering & Applied Sciences Journal 4 (2): 17-22, 2013.

[32] Xu Liming and Zhao Yanchao, "Automated strawberry grading system based on image processing" Computers and Electronics in Agriculture 71S (2010) S32–S39.

[33] Ali Bulent Koc, "Determination of watermelon volume using ellipsoid approximation and image processing" Postharvest Biology and Technology 45 (2007) 366–371.

[34] Christopher G. Relf, "Image Acquisition and Processing with LabVIEW™."[Online] Available :http://bookzz.org/book/850163/917441 2003.

[35] http://www.mathworks.com

[36] Reza Fellegari and Hosein Navid, "Determining the orange volume using image processing" 2011 International Conference on Food Engineering and Biotechnology IPCBEE vol.9 (2011) © (2011)IACSIT Press, Singapore, pp. 180-184.

[37] Cheng-Jin Du and Da-Wen Sun, "Estimating the surface area and volume of ellipsoidal ham using computer vision", Journal of Food Engineering 73 (2006) pp. 260–268.

[38] Priyanka G. Kumbhar and Sushilkumar N. Holambe, "A Review of Image Thresholding Techniques", International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering, Volume 5, Issue 6, June 2015, pp. 160-163.

[39] http://www.labbookpages.co.uk/software/imgProc/otsuThreshold.html

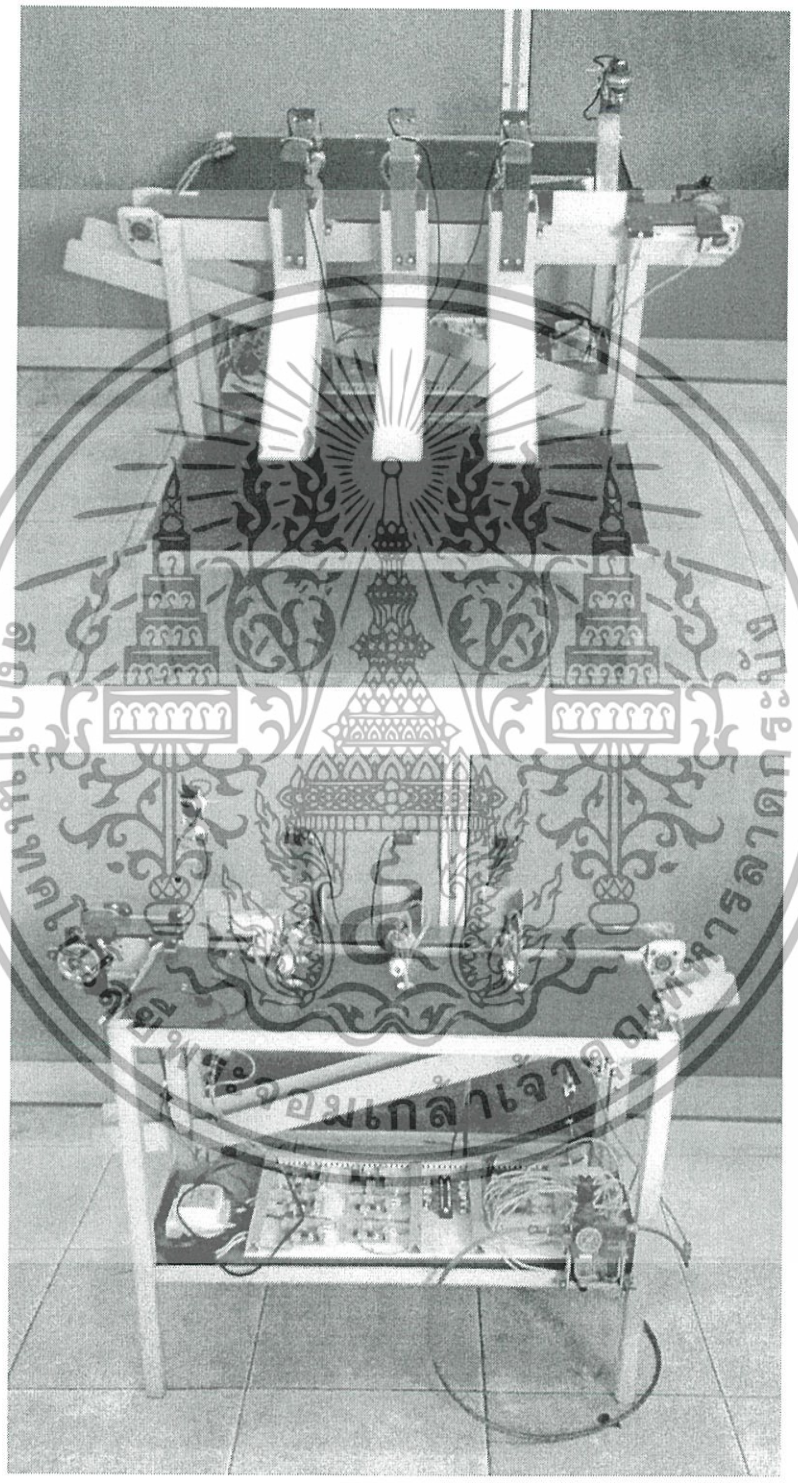
[40] "Compact Photoelectric Sensor CX-400 SERIES Ver.2" Panasonic Electric Works SUNX Co., Ltd. November, 2010.

[41] www.ni.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งแปรรูปโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ



รูปที่ 1ก ระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งแปรรูปโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ (ด้านหน้า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2ก ระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งแปรรูปโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ (ด้านข้าง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
บทความวิจัย

[1] Apinai Rerkratn and Anucha Kaewppoonsuk. **"System Development for Size Estimation of Cooked Shrimp Using Image Processing"** 3rd Annual Conference on Engineering and Information Technology (ACEAIT 2015), Osaka, JAPAN, March 22 - 24 2015 pp. 317-324.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Computer Engineering and Technology (2)

Room C, 2F
2015/3/23 Monday 16:30-18:00
Session Chair: *Shi-Jinn Horng*

ACEAIT-3753
OpenFlow Pipeline Processing: Applications and Modeling
Chi-Sheng Su | *National Chung-Hsing University*
Shang-Juh Kao | *National Chung-Hsing University*

ACEAIT-3762
A Smartphone Image Sensor with Light Blinking ID-Beacon for Identity Checking System
Thanavit Anuwongpinit | *King Mongkut's Institute of Technology*
Boonchana Purahong | *King Mongkut's Institute of Technology*
Sarayut Tattakittiya | *King Mongkut's Institute of Technology*
Vanvisa Chutchavong | *King Mongkut's Institute of Technology*

ACEAIT-3784
Gesture Recognition Applications in Embedded Systems
Shi-Jinn Horng | *National Taiwan University of Science and Technology*
Yan-Ting Li | *National Taiwan University of Science and Technology*
Tianrui Li | *Southwest Jiaotong University*

ACEAIT-3792
System Development for Size Estimation of Cooked Shrimp Using Image Processing
Apinai Rerkratn | *King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang*
Anucha Kaewpoonsuk | *Naresuan University*

ACEAIT-3804
On-Board Diagnostics Geocasting with Direction Assistance in VANETs
Sheng-Wei Fang | *National Chung-Hsing University*
Shang-Juh Kao | *National Chung-Hsing University*
Hsiu-Lang Wang | *National Chung Hsing University*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ACEAIT-3792
System Development for Size Estimation of Cooked Shrimp Using Image Processing

Apinai Rerkratn
Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang,
Ladkrabang, Bangkok, 10520, Thailand
Email address : apinai@gmail.com

Anucha Kaewpoonsuk
Department of Physics, Naresuan University, Phitsanulok 65000, Thailand
Email address : anuchak@nu.ac.th
The corresponding author : Apinai Rerkratn

Abstract
This paper presents system development for size estimation of cooked shrimp using image processing. The proposed system consists of conveyor belt, fluorescent lamp, WEBCAM camera, electronic circuits, interface card and computer. Image processing and thresholding techniques are used for size estimation of cooked shrimp. The image after thresholding is used to calculate area of cooked shrimp. The quality of cooked shrimp is based on cooked shrimp area. The experimental results show that the proposed system can estimate size of cooked shrimp.

Keyword: Size Estimation, Cooked shrimp, Thresholding technique, Image processing

1. Introduction
Computer vision and image processing techniques are widely used in many industrial applications [1-3] such as food manufacturing, electronic manufacturing, product inspection, industrial automation, remote sensing etc. For food industry and food manufacturing, computer vision and image processing are used to quality evaluation of many food products such as grading of potatoes, classification and quality evaluation of table olives, quality evaluation of strawberries, citrus fruits, apples and seafood, quality measurement of cooked meats, quality inspection of poultry carcasses, quality evaluation of meat cuts etc.

Shrimp are important types of food that are consumed worldwide. Many products are made from shrimp such as white boiled shrimp, fried shrimp, drunken shrimp etc. Shrimp grading are based weight, color and uniformity of them. For shrimp are graded according to their count per weight in units per kilogram such as 30/40, 40/50, 50/60, etc. pcs/kg. Major problem in shrimp grading by weight is remained the error of shrimp size. Many researchers propose image processing method for size grading [4-6]. Mahdi M. Ali et al. used image processing method

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

for measuring a number of leaf dimension parameters including height, width, average width, perimeter and area [4]. Majid Rashidi et al. used image processing method for determination of kiwifruit volume [5]. D.J. White et al. proposed system for automated measurement of species and length of fish by computer vision [6]. However the above mentioned system is very expensive. In this paper presents low-cost system for size estimation of cooked shrimp using image processing.

2. The Proposed System

The schematic diagram of proposed system for size estimation of cooked shrimp using image processing is shown in Fig.1.

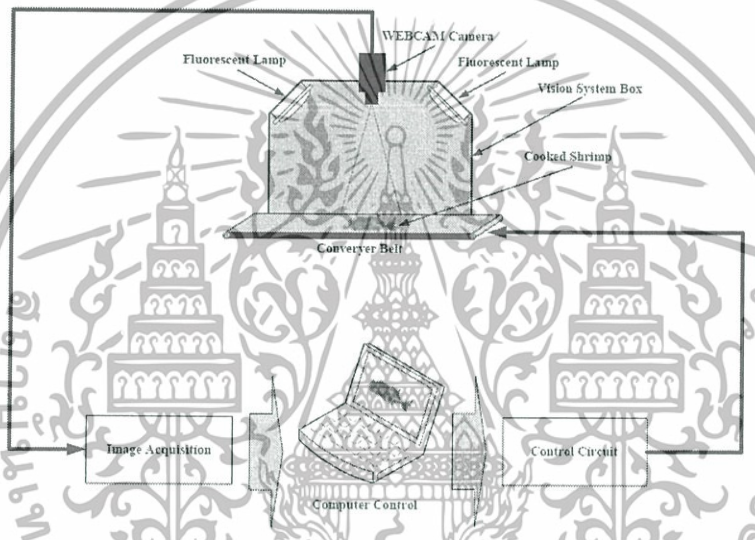


Fig.1 The proposed system for size estimation of cooked shrimp using image processing.

From Fig. 1, the proposed system consists of conveyer belt, fluorescent lamp, webcam camera, control circuits, interface card and computer. Conveyer belt uses for transport cooked shrimp to vision system box. Fluorescent lamp uses to exposed lights with a color temperature of 6500K to cooked shrimp sample. Webcam camera employs for image capture. Computer employs for control system and image analysis.

2.1 Image acquisition system

Image acquisition system is used for image capture. A digital image of cooked shrimp is captured and stored in the computer before analysis by proposed algorithm. The image acquisition system consist of :

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. A webcam camera with 5 megapixels of resolution, transmission rate 30 fps (WEBCAM OKER Model OE-183) with USB interface for image capture.
2. DELL INSPIRON N4010 notebook computer system is used for image stored and image analysis.
3. Two natural daylight 8-W fluorescent lights with a color temperature of 6500K (Philips, Daylight, 8W, T5 fluorescent Tubes).
4. A wood box where the illuminating tubes and the webcam camera are placed. The interior walls of the box are painted black to minimize background light.

2.2 Image analysis

Cooked shrimp image from the image acquisition system is used for estimate size by image analysis. Image analysis for use in proposed system is shown in Fig. 2.

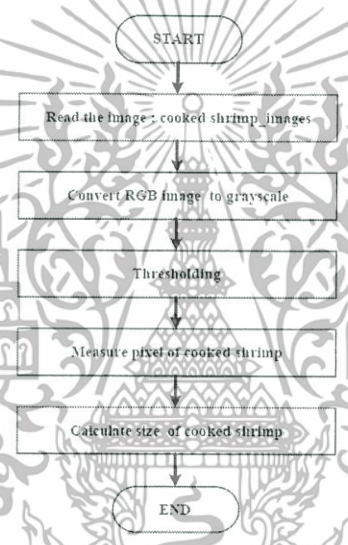


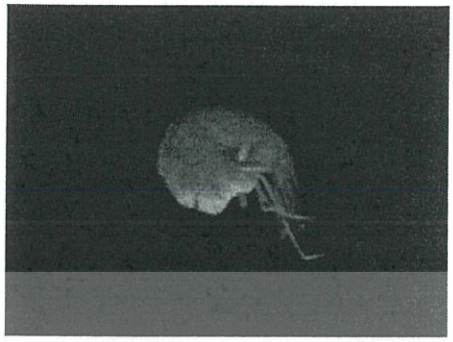
Fig. 2. Image processing algorithm for size estimation of cooked shrimp.

Fig. 2 shows image processing algorithm for size estimation of cooked shrimp. The algorithm is based on image processing and thresholding technique [1,7-8]. Three classify images were generated by this algorithm. Cooked shrimp image in RGB color, Cooked shrimp image in grayscale color and cooked shrimp image after thresholding. The cooked shrimp image after thresholding is used for size estimation.

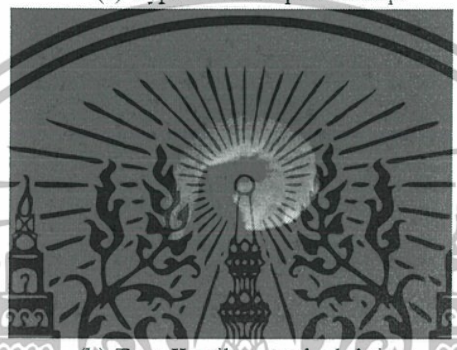
3. Experimental results

To verify the performance of the proposed system, three types of cooked shrimps with different sizes are used for experiment. Figs. 3(a), 3(b) and 3(c) show cooked peel shrimp, tail-on cooked shrimp and tail-off cooked shrimp for testing the proposed system, respectively.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(a) Type I: cooked peel shrimp.



(b) Type II: tail-on cooked shrimp.

(c) Type III: tail-off cooked shrimp.

Fig. 3. Cooked shrimp sample for experiments.

Fig. 4 shows cooked shrimp in color images. cooked shrimp in grayscale images and cooked shrimp images after using thresholding technique of sample I. II, III and IV, respectively. Calculable area of each cooked shrimp sample is shown in table 1.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

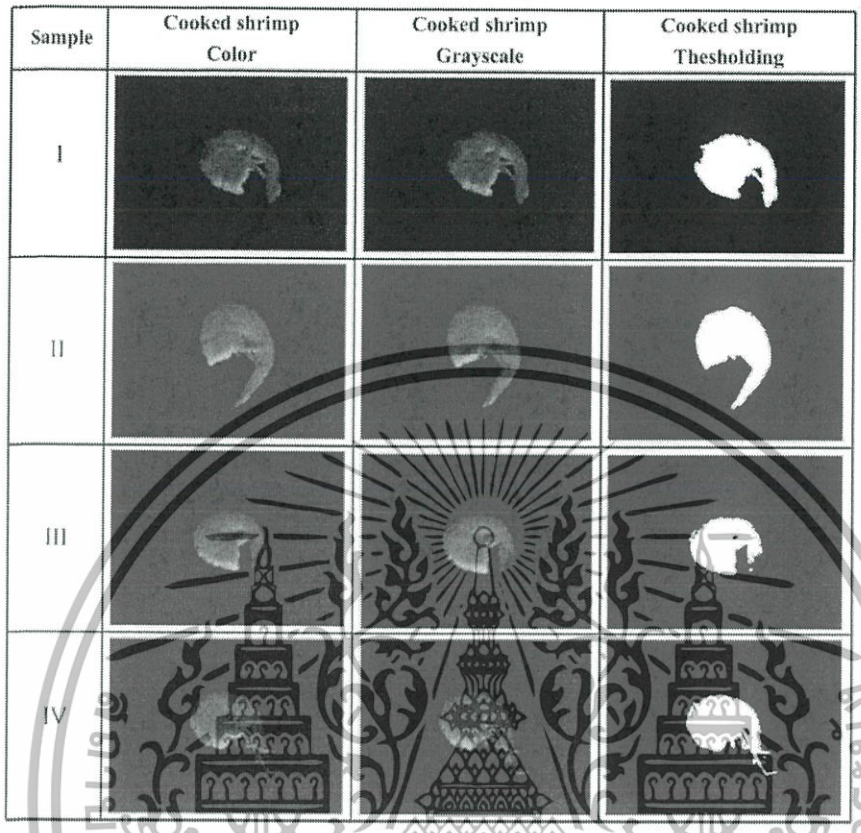


Fig. 4 cooked shrimp in color images, cooked shrimp in grayscale images and cooked shrimp images after using thresholding technique.

Table 1 show calculable area of each cooked shrimp sample.

Sample	Total number of on pixels in the image (pixels)	Area of cooked shrimp sample (cm^2)
I	27,819	9.78
II	29,415	10.34
III	20,988	7.37
IV	24,062	8.46

Fig. 5 shows tail-on cooked shrimp in color images, tail-on cooked shrimp in grayscale images and tail-on cooked shrimp images after using thresholding technique of sample V, VI, VII and VIII, respectively. Calculable area of each tail-on cooked sample is shown in table 2.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

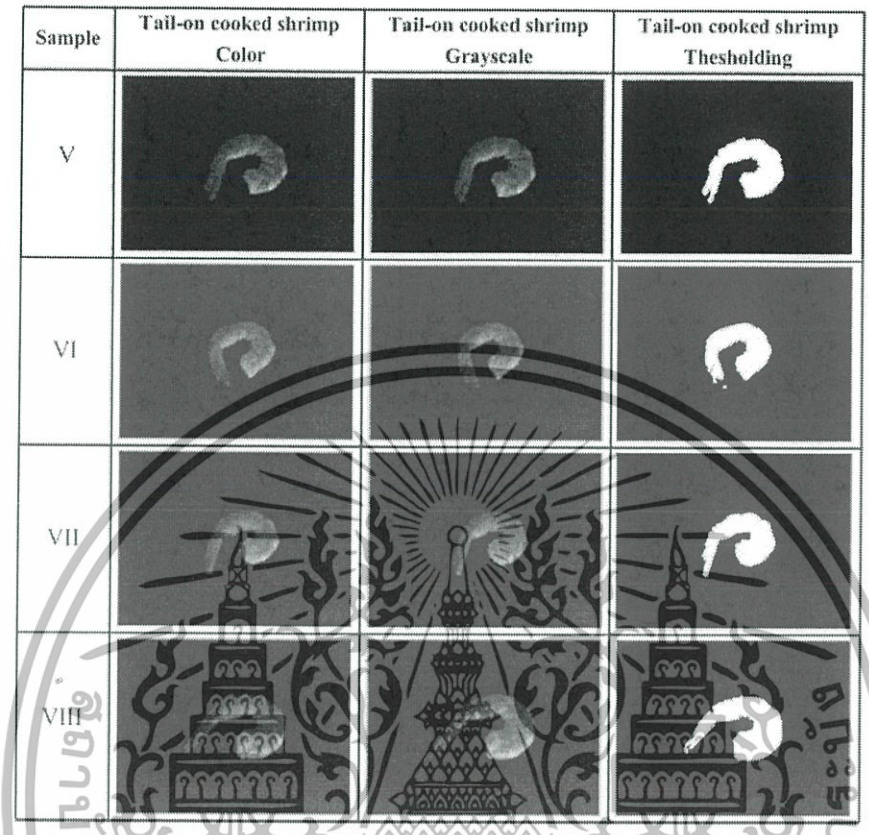


Fig. 5 Tail-on cooked shrimp in color images, tail-on cooked shrimp in grayscale images and tail-on cooked shrimp images after using thresholding technique.

Table 2 show calculable area of each tail-on cooked shrimp sample.

Sample	Total number of on pixels in the image (pixels)	Area of tail-on cooked shrimp sample (cm^2)
V	21,753	7.65
VI	17,099	6.01
VII	17,527	6.16
VIII	24,245	8.52

Fig. 6 shows tail-off cooked shrimp in color images, tail-off cooked shrimp in grayscale images and tail-off cooked shrimp images after using thresholding technique of sample IX, X, XI and XII, respectively. Calculable area of each tail-off cooked sample is shown in table 3.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

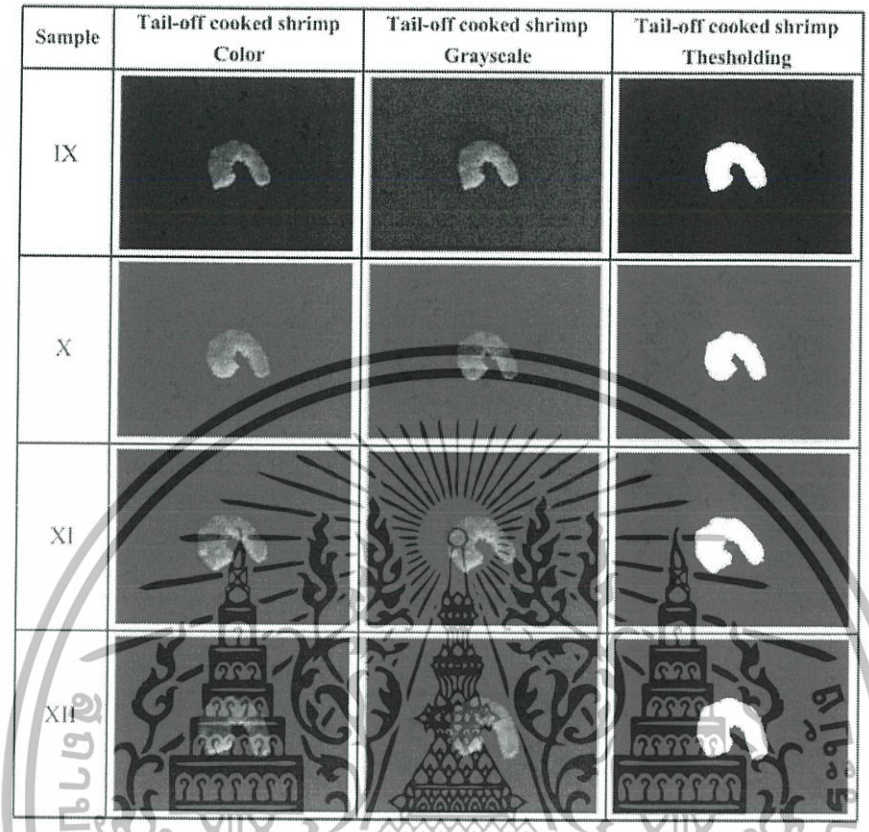


Fig. 6 tail-off cooked shrimp in color images, tail-off cooked shrimp in grayscale images and tail-off cooked shrimp images after using thresholding technique.

Table 3 show calculable area of each tail-off cooked shrimp sample.

Sample	Total number of on pixels in the image (pixels)	Area of tail-off cooked shrimp sample (cm^2)
V	14,249	5.01
VI	15,253	5.36
VII	17,729	6.23
VIII	21,166	7.44

Figs. 4-6 show experimental results of the proposed system with the samples of cooked peel shrimp, tail-on cooked shrimp and tail-off cooked shrimp. respectively. Tables 1-3 show area of each cooked shrimp sample. In experimental results shown the proposed system can estimate size cooked shrimp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. Conclusion

System development for size estimation of cooked shrimp using image processing has been detailed in this paper. Results of some preliminary experiments with three types of cooked shrimp have been shown satisfy evaluation of the proposed system. In experimental results shown the proposed system can estimate size cooked shrimp.

5. Acknowledgement

This work is supported by Higher Education Research Promotion (HERP).

6. References

[1] Da-Een Sun. "Computer Vision Technology for Food Quality Evaluation", Elsevier Inc. 2008.

[2] Sundaram Gunasekaran. "Computer vision technology for food quality assurance", Trend in food science&Technology, August 1996 (Vol.7) 245-256.

[3] Tadhg Brosnan and Da-Wen Sun. "Inspection and grading of agricultural and food products by computer vision systems-a review", Computers and Electronics in Agriculture. 36 (2002) 193-213.

[4] Ahmed Al-Ani, Derek Eamus and Daniel K.Y. Tan. "A New Image-Processing-Based Technique for Measuring Leaf Dimensions. American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci., 12 (12): 1588-1594, 2012.

[5] Majid Rashidi, Keyvan Seyfi and Mohammad Gholami. "Determination of kiwifruit volume using image processing" ARPN Journal of Agricultural and Biological Science. VOL. 2. NO. 6 November 2007.

[5] D.J. White, C. Svellingen, N.J.C. Strachan." Automated measurement of species and length of fish by computer vision" Fisheries Research, 80 (2006) 203–210.

[7] Ali Salem Bin Samma and Rosalina Abdul Salam. "Adaptation of K-Means Algorithm for Image Segmentation" World Academy of Science, Engineering and Technology. 50 (2009). 58-62.

[8] Anil Z Chitade and Dr. S.K. Katiyar. "Color Based Image Segmentation Using K-Means Clustering" International Journal of Engineering Science and Technology. Vol. 2(10). 2010. 5319-5325.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
ข้อมูลประวัติผู้วิจัย

1. ชื่อ-สกุล (ภาษาไทย) นายอภินัย ฤกษ์รัตน์
(ภาษาอังกฤษ) Mr. Apinai Rerkratn

2. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์

3. หน่วยงานที่สังกัดและที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก

คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520
โทรศัพท์ 02-329-8347 โทรสาร 02-329-8349
E-mail : apinai@yahoo.com

4. ประวัติการศึกษา

วุฒิ	ปี พ.ศ. ที่จบ	ชื่อสถานศึกษา
วิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต วศ.ด. (วิศวกรรมไฟฟ้า)	2556	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต วศ.ม. (วิศวกรรมไฟฟ้า)	2545	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต วศ.บ. (วิศวกรรมโทรคมนาคม)	2541	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

5. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ

ด้านวงจรอิเล็กทรอนิกส์, ระบบเครื่องมือวัดและควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายงานสรุปการเงิน ประจำปีงบประมาณ 2557
รหัสโครงการ สกอ.-2557A11862015
โครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษาและพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ
สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา

ชื่อมหาวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ชื่อโครงการ (ไทย) การพัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพกุ้งแปรรูปโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ
(อังกฤษ) System Development for Cooked Shrimp Quality Inspection Using Image Processing

ชื่อ-สกุลหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน/ผู้วิจัย ดร.อภินัย ฤกษ์รัตน์
รายงานในช่วงตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2556 ถึงวันที่ 30 สิงหาคม 2559
ระยะเวลาดำเนินการ 1 ปี - เดือน ตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2556 ถึงวันที่ 30 กันยายน 2557

รายจ่าย

หมวด	งบประมาณรวมทั้งโครงการ (บาท)	ค่าใช้จ่าย งวดปัจจุบัน	คงเหลือ (หรือเกิน)
1. ค่าตอบแทน			
2. ค่าจ้าง			
3. ค่าวัสดุ	250,000	250,000	0
4. ค่าใช้สอยอื่นๆ (โปรดระบุเป็นข้อย่อย)			
รวม	250,000	250,000	**0**

จำนวนเงินที่ได้รับและจำนวนเงินคงเหลือ

จำนวนเงินที่ได้รับ 250,000 บาท
งวดที่ 1 150,000 บาท เมื่อ 10/6/2557
งวดที่ 2 100,000 บาท เมื่อ 6/3/2558
รวม 250,000 บาท

ลงนามหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน
30 / สิงหาคม / 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้