สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาระบบตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ

System Development for Chicken Bone Inspection Using Image Processing

นาย อภินัย ฤกษ์รัตน์

RdH
ว 257ก
2556

สขหมู่.....
เลขทะเบียน 137853
วัน.เดือน.ปี 13 ส.ค. 2558

b 12701415
i.....

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2556

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) **"การพัฒนาระบบตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ"**

แหล่งเงิน งบประมาณแผ่นดิน

ประจำปีงบประมาณ 2556 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 499,000.- บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ ตุลาคม 2555 ถึง กันยายน 2556

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

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้นำเสนอการพัฒนาระบบตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพโดยระบบที่สร้างขึ้นมาจะประกอบไปด้วย ระบบสายพานลำเลียง แหล่งกำเนิดแสงอัลตราไวโอเลต กล้องเว็บแคม (WEBCAM) วงจรอิเล็กทรอนิกส์ การ์ดอินเตอร์เฟส และคอมพิวเตอร์ โดยอัลกอริธึมในการประมวลภาพจะอาศัยอัลกอริธึมแบบเคมีน (K-Means Clustering) มาทำการประมวลผลภาพในการแยกภาพเนื้อไก่และกระดูกไก่ออกจากกัน จากนั้นจึงนำภาพที่ได้มาทำการหาพื้นที่ของเนื้อไก่และกระดูกไก่เพื่อใช้ในการคำนวณหาปริมาณกระดูกไก่ที่ตกค้างอยู่ภายในเนื้อไก่ที่นำมาตรวจสอบ จากการทดสอบระบบตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพที่สร้างขึ้นมากับเนื้อไก่ที่มีการตกค้างของกระดูกในรูปแบบต่างๆ ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถที่จะตรวจสอบการตกค้างของกระดูกไก่ที่อยู่ในเนื้อไก่ที่นำมาทดสอบได้

คำสำคัญ : การตรวจสอบ, กระดูกไก่, เนื้อไก่, การประมวลผลภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Research Title: **"System Development for Chicken Bone Inspection Using Image Processing"**

Researcher: **Mr. Apinai Rerkratn**

Faculty: **Department of Instrumentation and Control Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang.**

ABSTRACT

This research project presents system development for chicken bone inspection using image processing. The proposed system consists of conveyer belt, ultraviolet light source, WEBCAM Camera, electronic circuits, interface card and computer. The algorithm is used for bone inspection of chicken meat. The clustering is performed by using K-means techniques. The image segments are used to calculated area of chicken meat and chicken bone. The result of proposed system is based on percentage of chicken meat and chicken bone area. In experimental with different shape of chicken bone shown the proposed system can be use to inspect chicken bone of test chicken meat.

Keywords : Inspection, Chicken bone, Chicken meat, Image Processing

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ดี ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณในความช่วยเหลือเป็นอย่างมากจากอาจารย์และเจ้าหน้าที่ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทั้งทางด้านเครื่องมือ อุปกรณ์ ตลอดจนคำแนะนำและเอื้อเฟื้อข้อมูลต่างๆ สำหรับใช้ในการเขียนรายงานโครงการวิจัย

ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่สนับสนุนเครื่องมือ อุปกรณ์ และสถานที่ในการทำโครงการวิจัยครั้งนี้

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จากแหล่งทุนเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2556

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณผู้แต่งและเอกสารอ้างอิงต่างๆ ที่ผู้วิจัยนำมาใช้อ้างอิงเพื่อทำการวิจัยและเขียนรายงานโครงการวิจัย

อภินัย ฤกษ์รัตน์

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ IV
สารบัญตาราง VII
สารบัญรูป VIII
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 7
1.7 แผนการถ่ายทอดเทคโนโลยีหรือผลการวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย 8
1.8 วิธีการดำเนินการวิจัยและสถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล 8
1.9 ระยะเวลาที่ทำการวิจัยและแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย 8
1.10 ปัจจัยที่เอื้อต่อการวิจัย 9

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 9
2.1 อุตสาหกรรมฆ่าและชำแหละเนื้อไก่ 10
2.2 การผลิตเนื้อไก่ส่งออกของไทย 12
2.2.1 ไก่สดแช่เย็น 12
2.2.2 ไก่แปรรูป 13
2.3 การตรวจสอบคุณภาพเนื้อไก่ 14
2.3.1 การตรวจสอบโลหะที่ตกค้างอยู่ในผลิตภัณฑ์ 14
2.3.2 การตรวจสอบการตกค้างของกระดูกไก่โดยใช้เอกเรย์ 15

บทที่ 3 ระบบตรวจสอบคุณภาพโดยใช้เทคนิคการประมวณผลภาพ 17
3.1 การประยุกต์ใช้งานระบบตรวจสอบคุณภาพโดยใช้เทคนิคการประมวณผลภาพในงานด้านต่างๆ 17
3.3.1 การประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวณผลภาพในอุตสากรรมการผลิตขนมปัง 17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ

หน้า

3.3.2 การประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวณผลภาพในการตรวจจับระดับของเหลวในขวด..18
3.3.3 การประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวณผลภาพในอุตสาหกรรมเกษตร.....19
3.2 เซนเซอร์สำหรับการประยุกต์ใช้งานในการตรวจสอบคุณภาพโดยใช้เทคนิคการประมวณผลภาพ.....21
3.3 การจัดแสงให้กับชิ้นงานที่นำมาตรวจสอบ(Lighting setup) 23

บทที่ 4 ระบบตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ.....30
4.1 โครงสร้างของระบบที่นำเสนอ.....30
4.2 วงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับควบคุมการทำงานของระบบ.....33
4.2.1 วงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับตรวจจับตำแหน่งของชิ้นเนื้อไก่บนสายพาน.....33
4.2.2 วงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับควบคุมการทำงานของมอเตอร์สำหรับหมุนสายพาน.....33
4.2.3 วงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับควบคุมเซอร์โวมอเตอร์เพื่อใช้ในการคัดแยกชิ้นเนื้อไก่....34
4.2.4 การ์ดอินเตอร์เฟส (Interface card) 34
4.2.5 วงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับแหล่งจ่ายไฟ.....37
4.3 ตู้ตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่.....39
4.3.1 ตู้ตรวจสอบ.....39
4.3.2 กล้องเว็บแคม.....39
4.3.3 แหล่งกำเนิดแสงอัลตราไวโอเลต.....40
4.4 ระบบสายพานลำเลียงเนื้อไก่.....42
4.5 ระบบคัดแยกชิ้นเนื้อไก่.....43
4.6 โปรแกรมตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ.....44
4.6.1 อัลกอริทึมในการแยกภาพของกระดูกไก่ออกจากเนื้อไก่.....44
4.6.2 อัลกอริทึมในการหาค่าพื้นที่ของกระดูกไก่.....43

บทที่ 5 การทดสอบระบบ.....46
5.1 การทดสอบหาค่าความผิดพลาดของการหาค่าพื้นที่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ.....46
5.1.1 การทดสอบหาค่าความผิดพลาดของการหาค่าพื้นที่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพในวัตถุที่มีขนาดต่างๆ.....46
5.1.2 การทดสอบหาค่าความผิดพลาดของการหาค่าพื้นที่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพในวัตถุที่มีความหนาต่างๆ.....47
5.2 การทดสอบระบบตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ.48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ

หน้า

บทที่ 6 บทสรุป.....61

บทที่ 7 สรุปผลผลิตที่ได้จากงานวิจัย.....62

เอกสารอ้างอิง.....63

ภาคผนวก ก ระบบตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ.....66

ภาคผนวก ข บทความวิจัย.....67

ภาคผนวก ค ข้อมูลประวัติผู้วิจัย.....72

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	ข้อดีข้อเสียของแต่ละวิธีในการแก้ปัญหาการจัดแสงด้านหน้า	29
4.1	หน้าที่ของอุปกรณ์ที่ติดตั้งใช้งานอยู่ในระบบที่นำเสนอ	31
4.2	คุณสมบัติของการ์ดอินเตอร์เฟสรุ่น USB-6009	36
4.3	คุณสมบัติของกล้องเว็บแคมที่เลือกใช้	40
5.1	ขนาดของเนื้อไก่ ขนาดของกระดูกไก่ และเปอร์เซนต์ของกระดูกไก่ ของเนื้อไก่ที่มีการตกค้างของกระดูกไก่ในรูปแบบต่างๆ ที่นำมาทดสอบ	60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1.1	โครงสร้างของระบบตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ	2
1.2	ระบบตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ	3
1.3	ขั้นตอนในการประมวลผลการตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่	5
1.4	ลักษณะความเข้มในการเปล่งแสงฟลูออเรสเซนต์ของกระดูกไก่เมื่อทำการฉายด้วยแสงยูวีความยาวคลื่น 340 nm	6
2.1	ภาพรวมอุตสาหกรรมฆ่าและชำแหละเนื้อไก่	11
2.2	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ไก่สดแช่แข็ง	12
2.3	กระบวนการผลิตไก่สดแช่แข็ง	13
2.4	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ไก่แปรรูป	14
2.5	ตัวอย่างของเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบโลหะ	15
2.6	ตัวอย่างเครื่องเอกเรย์ของบริษัท Marel	15
2.7	ตัวอย่างภาพของเนื้อไก่	16
2.8	ตัวอย่างภาพของเนื้อไก่ที่ได้จากเครื่องเอกเรย์ของบริษัท Marel	16
3.1	ตัวอย่างของระบบการตรวจสอบขนมปังที่ผ่านการอบ	17
3.2	ตัวอย่างภาพของขนมปังที่ผ่านการอบภายใต้เงื่อนไขต่างๆ	18
3.3	ตัวอย่างระบบตรวจจับระดับของเหลวในขวด ของบริษัท MIHO Inspektions systeme GmbHm	19
3.4	ตัวอย่างภาพที่ได้จากระบบตรวจจับระดับของเหลวในขวดของบริษัท MIHO Inspektions systeme GmbHm	19
3.5	ตัวอย่างของระบบคัดเกรดสตอเบอรรี่ด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพ	20
3.6	ตัวอย่างการคัดเกรดของสตอเบอรรี่	20
3.7	ตัวอย่างการนำเอาอัตราส่วนของพื้นที่(Criteria area ratio) มาใช้ในการคัดเกรดของสตอเบอรรี่ในรูปที่ 3.6	20
3.8	ตัวอย่างของเซนเซอร์แบบซีซีดีของบริษัท Truesense Imaging Inc	21
3.9	ตัวอย่างของเซนเซอร์แบบโฟโตไดโอดอาเรย์ของบริษัท Truesense Imaging Inc	21
3.10	ตัวอย่างของ Line scan cameras ของบริษัท JAI	22
3.11	รูปแบบการจัดแสงด้านหน้า	23
3.12	รูปแบบการจัดแสงด้านหลัง	24
3.13	รูปแบบการจัดแสงตามลักษณะโครงสร้างของวัตถุ	24
3.14	การแก้ปัญหาเนื่องจากการจัดแสงด้านหน้าวิธีที่ 1 แบบที่ 1	25
3.15	การแก้ปัญหาเนื่องจากการจัดแสงด้านหน้าวิธีที่ 1 แบบที่ 2	26
3.16	การแก้ปัญหาเนื่องจากการจัดแสงด้านหน้าวิธีที่ 2	26
3.17	การแก้ปัญหาเนื่องจากการจัดแสงด้านหน้าวิธีที่ 3 แบบที่ 1	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.18	การแก้ปัญหาเนื่องจากการจัดแสงด้านหน้าวิธีที่ 3 แบบที่ 2	27
3.19	การแก้ปัญหาเนื่องจากการจัดแสงด้านหน้าวิธีที่ 4	28
3.20	การแก้ปัญหาเนื่องจากการจัดแสงด้านหน้าวิธีที่ 5	28
4.1	ระบบตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ	30
4.2	ขั้นตอนการทำงานของระบบตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ	32
4.3	วงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับตรวจจับตำแหน่งของชิ้นเนื้อไก่บนสายพาน	33
4.4	วงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับควบคุมการทำงานของมอเตอร์สำหรับหมุนสายพาน	33
4.5	วงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับควบคุมเซอร์โวมอเตอร์เพื่อใช้ในการคัดแยกชิ้นเนื้อไก่	34
4.6	การ์ดอินเตอร์เฟสของบริษัท National Instruments รุ่น USB-6009	35
4.7	ลักษณะโครงสร้างของการ์ดอินเตอร์เฟสรุ่น USB-6009	35
4.8	การ์ดอินเตอร์เฟสในการควบคุมส่วนต่างๆ ของระบบที่พัฒนาขึ้นมา	37
4.9	วงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับแหล่งจ่ายไฟ	37
4.10	วงจรอิเล็กทรอนิกส์ทั้งหมดสำหรับระบบตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ	38
4.11	ลักษณะโครงสร้างของตู้ตรวจสอบ (หน่วย : มิลลิเมตร)	39
4.12	กล้องเว็บแคม (WEBCAM OKER OE-177)	40
4.13	ลักษณะความเข้มในการเปล่งแสงฟลูออเรสเซนต์ของกระดูกไก่เมื่อทำการฉายด้วยแสงยูวีความยาวคลื่น 340 nm	41
4.14	ตัวอย่างหลอดไฟที่ให้แสงอัลตราไวโอเลต	42
4.15	หลอดอัลตราไวโอเลตที่นำมาใช้ในโครงการวิจัย	42
4.16	รายละเอียดของโครงสร้างระบบสายพานลำเลียงเนื้อไก่	43
4.17	รายละเอียดของโครงสร้างระบบคัดแยกชิ้นเนื้อไก่	43
4.18	อัลกอริทึมในการแยกภาพของกระดูกไก่ออกจากเนื้อไก่	44
4.19	อัลกอริทึมในการหาค่าพื้นที่ของกระดูกไก่	45
5.1	ตัวอย่างของวัตถุรูปทรงสี่เหลี่ยมพื้นผ้าที่มีขนาดต่างๆ ที่ใช้ในการทดสอบ	46
5.2	ค่าความผิดพลาดของวัตถุขนาดต่างๆ	47
5.3	ตัวอย่างของวัตถุรูปทรงสี่เหลี่ยมพื้นผ้าที่มีความหนาต่างๆที่ใช้ในการทดสอบ	47
5.4	ค่าความผิดพลาดของวัตถุที่มีขนาดความหนาต่างๆ	48
5.5	เนื้อไก่ที่ไม่มีการตกค้างของกระดูกไก่	48
5.6	เนื้อไก่ที่นำมาทดสอบแบบที่ 1	49
5.7	ผลการทดสอบเนื้อไก่ที่นำมาทดสอบแบบที่ 1	49
5.8	เนื้อไก่ที่นำมาทดสอบแบบที่ 2	50
5.9	ผลการทดสอบเนื้อไก่ที่นำมาทดสอบแบบที่ 2	50
5.10	เนื้อไก่ที่นำมาทดสอบแบบที่ 3	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
5.11	ผลการทดสอบเนื้อไก่ที่นำมาทดสอบแบบที่ 3	51
5.12	เนื้อไก่ที่นำมาทดสอบแบบที่ 4	52
5.13	ผลการทดสอบเนื้อไก่ที่นำมาทดสอบแบบที่ 4	52
5.14	เนื้อไก่ที่นำมาทดสอบแบบที่ 5	53
5.15	ผลการทดสอบเนื้อไก่ที่นำมาทดสอบแบบที่ 5	53
5.16	เนื้อไก่ที่นำมาทดสอบแบบที่ 6	54
5.17	ผลการทดสอบเนื้อไก่ที่นำมาทดสอบแบบที่ 6	54
5.18	เนื้อไก่ที่นำมาทดสอบแบบที่ 7	55
5.19	ผลการทดสอบเนื้อไก่ที่นำมาทดสอบแบบที่ 7	55
5.20	เนื้อไก่ที่นำมาทดสอบแบบที่ 8	56
5.21	ผลการทดสอบเนื้อไก่ที่นำมาทดสอบแบบที่ 8	56
5.22	เนื้อไก่ที่นำมาทดสอบแบบที่ 9	57
5.23	ผลการทดสอบเนื้อไก่ที่นำมาทดสอบแบบที่ 9	57
5.24	เนื้อไก่ที่นำมาทดสอบแบบที่ 10	58
5.25	ผลการทดสอบเนื้อไก่ที่นำมาทดสอบแบบที่ 10	58
5.26	เนื้อไก่ที่นำมาทดสอบแบบที่ 11	59
5.27	ผลการทดสอบเนื้อไก่ที่นำมาทดสอบแบบที่ 11	59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยนับว่าเป็นประเทศหนึ่งที่มีมูลค่าการส่งออกไก่สดแช่เย็น แช่แข็ง และแปรรูป ติดอันดับต้นๆ ของโลก [1-2] จากตัวเลขการส่งออกไก่สดแช่เย็น แช่แข็ง และแปรรูป ในช่วงเดือน ม.ค.-ก.ย. 2553 เรามีปริมาณส่งออกรวม 311,716 ตัน ขยายตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 13.06 เมื่อเทียบกับช่วงเดียวกันของปี 2552 โดยแบ่งเป็นเนื้อไก่แปรรูป 292,053 ตัน และเนื้อไก่สดแช่เย็น แช่แข็ง 19,653 ตัน ขยายตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 13.14 และ 11.88 ตามลำดับ สำหรับมูลค่าส่งออกสินค้าไก่สด แช่เย็น แช่แข็งและแปรรูปในเดือน ม.ค.-ก.ย. 2553 มีมูลค่า 1,186.79 ล้านเหรียญสหรัฐ ขยายตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 13.35 เมื่อเทียบกับช่วงเวลาเดียวกันของปี 2552 โดยแบ่งเป็นไก่แปรรูป 1,148.95 ล้านเหรียญสหรัฐ ขยายตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 13.11 และไก่สดแช่เย็นแช่แข็ง 37.84 ล้านเหรียญสหรัฐ ขยายตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 20.93

การส่งออกสินค้าไก่ที่ในช่วงนี้มีอัตราการขยายตัวค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับช่วงต้นปีที่มีอัตราการขยายตัวค่อนข้างต่ำ เนื่องจาก การส่งออกไปตลาดญี่ปุ่น ซึ่งเป็นตลาดส่งออกหลักมีอัตราการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นผลจากการแข็งค่าขึ้นของเงินเยน ทำให้ผู้นำเข้ามีต้นทุนนำเข้าสินค้าที่ต่ำลง และผู้ส่งออกไทยสามารถเจรจาขอปรับราคาสินค้าขึ้นได้ ในส่วนตลาดสหภาพยุโรปซึ่งเป็นตลาดส่งออกหลักเช่นกัน ยังไม่สามารถขยายการส่งออกได้มากนัก เนื่องจากมีการกำหนดโควตานำเข้า กอปรกับค่าเงินยูโรมีการอ่อนค่าลง ทำให้การเจรจาตกลงราคาซื้อขายสินค้าเป็นไปได้ยากขึ้น ในส่วนตลาดรัสเซีย ยังอยู่ระหว่างเจรจาต่อรองเรื่องราคาสินค้า เนื่องจากราคาสินค้าที่ผู้นำเข้ารัสเซียซื้อจากสหรัฐอเมริกามีราคาที่ต่ำมากเมื่อเทียบกับราคาและต้นทุนสินค้าของไทย กอปรกับ คุณสมบัติ ของสินค้าไม่สอดคล้องกับกระบวนการผลิตของไทย ทำให้ยังไม่สามารถเจรจาตกลงซื้อขายสินค้ากันได้

สำหรับการส่งออกไก่สดแช่แข็ง (Frozen chicken) นั้นจะทำการนำไก่เนื้อที่โตเต็มที่แล้วไปทำการชำแหละและแช่แข็งในอุณหภูมิประมาณ -45 องศาเซลเซียส โดยต้องผ่านกระบวนการทำความสะอาด และบรรจุด้วยความละเอียดประณีตอย่างมาก โดยไก่สดแช่แข็งของไทยจะเป็นไก่สดแช่แข็งประเภทถอดกระดูก (Boneless) ซึ่งประกอบด้วยเนื้ออก เนื้อน่อง และสะโพก ซึ่งจัดเป็นอุตสาหกรรมที่มุ่งผลิตเพื่อการส่งออกเป็นหลัก ส่วนไก่แปรรูปนั้นจะเป็นไก่สดแช่แข็งที่ผ่านการแปรรูปตามกระบวนการแปรรูปต่างๆ ซึ่งประกอบด้วย ไก่แปรรูปแช่แข็งที่ผ่านกรรมวิธีทอด,ไก่แปรรูปแช่แข็งที่ผ่านกรรมวิธีการนึ่ง และไก่แปรรูปแช่แข็งที่ผ่านกรรมวิธีการย่าง แล้วจึงนำไปแช่เย็นหรือแช่แข็งในอุณหภูมิประมาณ -20 องศาเซลเซียส

จากที่กล่าวมาจะเห็นว่าในอุตสาหกรรมการส่งออกเนื้อไก่สดแช่แข็งของไทยจะเป็นไก่สดแช่แข็งประเภทถอดกระดูก (Boneless) ซึ่งประกอบด้วยเนื้ออก เนื้อน่อง และสะโพก เป็นหลักดังนั้นปัญหาที่สำคัญก็คือการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่ที่ทำการแล่โดยเครื่องจักรหรือเครื่องมือต่างๆ ดังนั้นเพื่อให้ได้เนื้อไก่ที่ดีมีคุณภาพปราศจากการตกค้างของกระดูกก่อนที่นำไปแปรรูปหรือบรรจุลงบรรจุภัณฑ์ จึงต้องมีการตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่ที่ผ่านการแล่แล้ว ซึ่งโดยปกติแล้วการตรวจสอบหาการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่จะใช้คนในการตรวจสอบทำให้เกิดความล่าช้าและสูญเสียเวลาในการตรวจสอบมาก นอกจากนี้ยังอาจมีการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่ ทำให้คุณภาพของเนื้อไก่ที่ได้ไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคส่งผลให้ขาดความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

น่าเชื่อถือในการนำเข้าของเหล่าประเทศผู้นำเข้าเนื้อไก่สดแช่แข็งจากไทย ดังนั้นเพื่อเป็นการสร้างภาพลักษณ์ที่ดีให้กับวงการส่งออกเนื้อไก่ไทย การพัฒนาคุณภาพและความปลอดภัยของเนื้อไก่ไทยที่นำส่งออกจึงเป็นสิ่งสำคัญที่สุดที่จะเข้าไปทำการเจาะขยายตลาดการส่งออกเนื้อไก่ไทยไปยังต่างประเทศ ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญของการตรวจสอบคุณภาพและความปลอดภัยของเนื้อไก่ไทยก่อนที่จะนำส่งออกจำหน่ายหรือส่งออกไปยังต่างประเทศ ทางผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดที่จะพัฒนาระบบตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพเพื่อประยุกต์ใช้ในการตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่ก่อนที่จะส่งลงบรรจุภัณฑ์เพื่อนำส่งออกจำหน่ายหรือส่งออกไปยังต่างประเทศ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

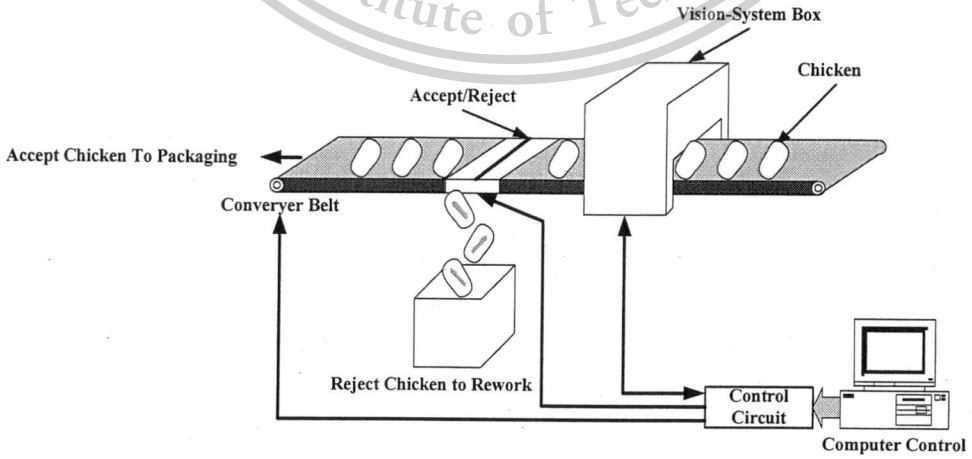
1. พัฒนาเทคนิคในการตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่แบบไม่ทำลายเพื่อประยุกต์ใช้งานในการตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อก่อนที่จะส่งลงบรรจุภัณฑ์เพื่อนำส่งออกจำหน่ายหรือส่งออกไปยังต่างประเทศ
2. พัฒนาระบบตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ
3. พัฒนาเทคนิคในการตรวจสอบแบบไม่ทำลาย

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

โครงการวิจัยนี้เป็นการพัฒนาระบบตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพเพื่อประยุกต์ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของเนื้อไก่ก่อนที่จะส่งลงบรรจุภัณฑ์เพื่อนำส่งออกจำหน่ายหรือส่งออกไปยังต่างประเทศ

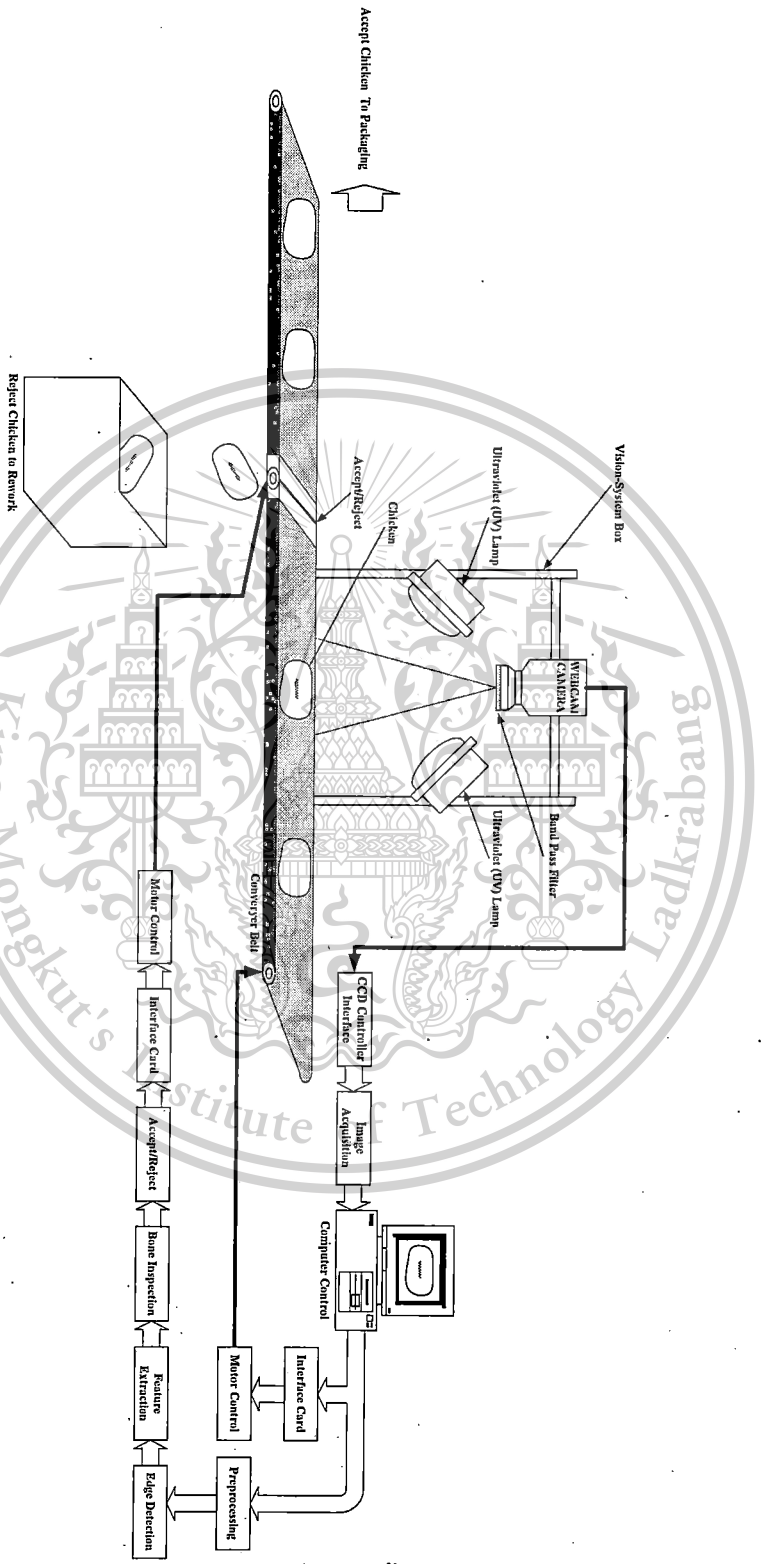
1.4 ทฤษฎี สมมติฐานหรือกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

ในโครงการวิจัยนี้กล่าวถึงการพัฒนาระบบตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพเข้ามาช่วยในการตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่ทั้งนี้เพื่อเป็นการประหยัดแรงงานและค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่ก่อนที่จะส่งลงบรรจุภัณฑ์เพื่อนำส่งออกจำหน่ายหรือส่งออกไปต่างประเทศ สำหรับส่วนประกอบทั้งหมดของโครงสร้างของระบบตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพที่จะทำการพัฒนาขึ้นมา สามารถแสดงดังรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 โครงสร้างของระบบตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 1.2 ระบบตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากรูปที่ 1.1 โครงสร้างของระบบจะประกอบไปด้วยส่วนประกอบหลักคือคอมพิวเตอร์สำหรับควบคุมการตรวจสอบและประมวลผลภาพ, สายพานสำหรับลำเลียงชิ้นเนื้อไก่เข้าไปสู่ห้องสำหรับการตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่ หากไม่มีการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่ตามต้องการก็จะลำเลียงผ่านไป แต่ถ้าหากชิ้นเนื้อไก่มีการตกค้างของกระดูกระบบจะทำการส่งสัญญาณผ่านวงจรควบคุมไปขับมอเตอร์เพื่อเปิดช่องให้ชิ้นเนื้อไก่ที่มีการตกค้างของกระดูกตกลงไปในช่องที่จัดเตรียมไว้สำหรับนำเนื้อไก่ที่มีการตกค้างของกระดูกกลับไปทำการคัดแยกกระดูกออกจากเนื้อไก่ ก่อนที่จะถูกส่งกลับมาทำการตรวจสอบใหม่ โดยรายละเอียดของระบบตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 1.2 ซึ่งจากรูปที่ 1.2 ระบบที่พัฒนาขึ้นจะประกอบไปด้วยส่วนประกอบหลัก 2 ส่วนด้วยกันคือ

1. ส่วนของฮาร์ดแวร์(Hardware) ที่ใช้ในการถ่ายภาพเนื้อไก่ที่นำมาตรวจสอบซึ่งจะประกอบด้วย

1.1 ระบบสายพานลำเลียงเนื้อไก่

สำหรับระบบสายพานลำเลียงจะทำหน้าที่ในการนำเนื้อไก่เข้าสู่ตู้สำหรับตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่และนำเนื้อไก่ที่ผ่านการตรวจสอบแล้วออกไปยังส่วนบรรจุภัณฑ์ โดยการทำงานของสายพานจะถูกควบคุมโดยคอมพิวเตอร์ที่ใช้ควบคุมระบบผ่านทางวงจรเชื่อมต่อ (Interface card)

2.2 ตู้ตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่

สำหรับตู้ตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่จะประกอบไปด้วยอุปกรณ์ต่างๆดังนี้

2.2.1 แหล่งกำเนิดแสงอัลตราไวโอเลต(Ultraviolet : UV Light source) ที่มีความยาวคลื่นประมาณ 340 nm ซึ่งจะถูกควบคุมโดยคอมพิวเตอร์ที่ใช้ควบคุมระบบผ่านทางวงจรเชื่อมต่อ (Interface card)

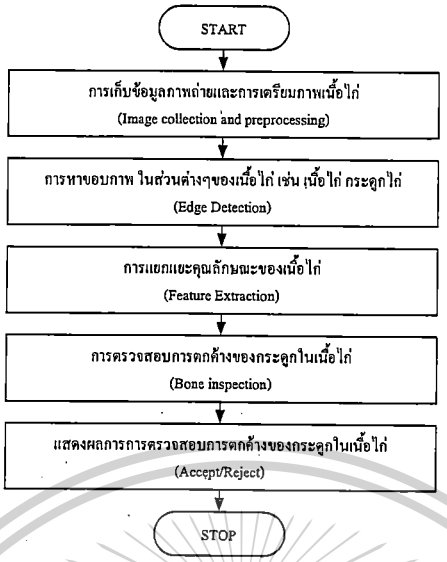
2.2.2 กล้องเวบแคม(WEBCAM Camera) สำหรับถ่ายภาพชิ้นเนื้อไก่

2.2.3 วงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับควบคุมการทำงานของกล้องเวบแคม, แหล่งกำเนิดแสงอัลตราไวโอเลต และการทำงานของสายพานลำเลียงผ่านวงจรเชื่อมต่อ(Interface card)

2.2.4 คอมพิวเตอร์สำหรับควบคุมการทำงานของระบบ

2. ส่วนของโปรแกรมในการประมวลผล ซึ่งจะรับข้อมูลรูปภาพที่ถ่ายมาจากกล้องเวบแคมมาทำการประมวลผลซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆดังรูปที่ 1.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



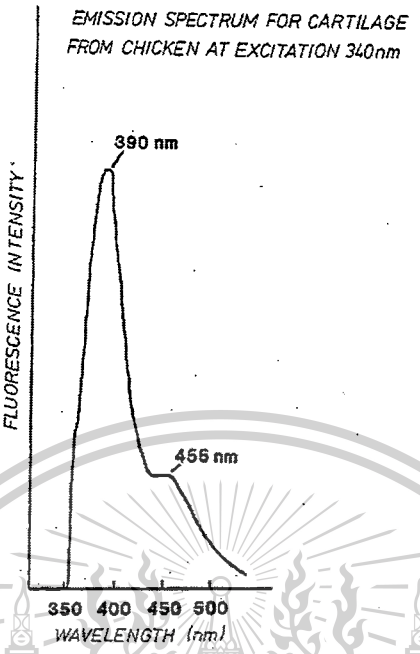
รูปที่ 1.3 ขั้นตอนในการประมวลผลการตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่

จากรูปที่ 1.3 ขั้นตอนการประมวลผลของโปรแกรมที่จะพัฒนาขึ้นมาจะเริ่มตั้งแต่การนำข้อมูลภาพถ่ายเนื้อไก่จากกล้องเวบแคมมาเตรียมการประมวลผล (Preprocessing) โดยจะทำการลดความละเอียดของภาพ (resolution) ลงเพื่อช่วยลดเวลาในการประมวลผล หลังจากนั้นจะนำภาพที่ได้มาทำการหาขอบภาพในส่วนต่างๆ เช่น เนื้อไก่ กระดูกไก่ เป็นต้น เมื่อได้ขอบภาพขององค์ประกอบเนื้อไก่ในส่วนต่างๆ ก็จะนำมาทำการตรวจสอบหาการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่ โดยเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากอยู่ในช่วงที่กำหนดก็จะแสดงผลยอมรับ (Accept) แต่ถ้าต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ก็จะแสดงผลไม่ยอมรับ (Reject) และทำการส่งสัญญาณควบคุมไปขับมอเตอร์เพื่อเปิดช่องให้ชิ้นเนื้อไก่ที่มีการตกค้างของกระดูกตกลงไปในช่องที่จัดเตรียมไว้สำหรับนำเนื้อไก่ที่มีการตกค้างของกระดูกกลับไปทำการคัดแยกกระดูกออกจากเนื้อไก่อีกครั้ง

<u>เทคนิคที่จะนำไปใช้ในการตรวจสอบหาการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่</u>

ปัญหาการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่นับว่าเป็นปัญหาสำคัญปัญหาหนึ่งที่ส่งผลต่อคุณภาพและความปลอดภัยของเนื้อไก่ ดังนั้นเพื่อให้เกิดความเชื่อมั่นต่อผู้บริโภคเนื้อไก่จึงทำให้มีการพัฒนากรรมวิธีการตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่ขึ้นมามากมาย [3-7] แต่วิธีที่น่าสนใจและเหมาะแก่การนำมาพัฒนาต่อได้แก่ การใช้แสงอัลตราไวโอเลตหรือแสงยูวี (Ultraviolet : UV) สำหรับการใช้แสงยูวีในการตรวจสอบหาการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่ [3] จะทำโดยการฉายแสงยูวีในช่วงความยาวคลื่น 325-360 nm (ช่วงที่เหมาะสมคือย่านความยาวคลื่นประมาณ 340 nm) ลงบนชิ้นเนื้อไก่ที่นำมาตรวจสอบ แสงยูวีที่ฉายลงไปบนเนื้อไก่จะทำให้เกิดการเปล่งแสงฟลูออเรสเซนต์(Fluorescent)จากเนื้อไก่และกระดูกไก่ในย่านความยาวคลื่นประมาณ 365-450 nm โดยจากการศึกษา [3] ด้วยเครื่องสเปกโทรฟลูออโรมิเตอร์ (Spectrofluorometer) พบว่าเมื่อทำการฉายแสงยูวีที่ความยาวคลื่น 340 nm ลงบนกระดูกไก่จะเกิดการเปล่งแสงฟลูออเรสเซนต์ที่ความยาวคลื่น 390 nm สูงมากดังแสดงในรูปที่ 1.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 1.4 ลักษณะความเข้มในการเปล่งแสงฟลูออเรสเซนต์ของกระดูกไก่เมื่อทำการฉายด้วยแสงยูวี ความยาวคลื่น 340 nm [3]

จากรูปที่ 1.4 จะเห็นว่าเมื่อทำการฉายแสงยูวีความยาวคลื่น 340 nm ลงบนกระดูกไก่จะมีการเปล่งแสงฟลูออเรสเซนต์ที่ความยาวคลื่น 390 nm สูงมาก ดังนั้นหากเราสร้างฟิลเตอร์โดยให้แสงที่ความยาวคลื่นประมาณ 390 nm ผ่าน แล้วนำกล้องเวบแคมมาจับภาพเนื้อไก่ที่นำมาทดสอบ (โดยใช้ฟิลเตอร์ตัดความยาวคลื่นที่ไม่ต้องการออกไป) เราก็จะได้ภาพของกระดูกไก่ที่มีความสว่างมากกว่าส่วนที่เป็นเนื้อไก่) จากนั้นจึงนำภาพถ่ายที่ได้นำมาทำการตรวจหาการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพซึ่งจะเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ หากอยู่ในช่วงที่กำหนดก็จะแสดงผลยอมรับ (Accept) แต่ถ้าต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้จะแสดงผลไม่ยอมรับ (Reject) และทำการส่งสัญญาณควบคุมไปขับมอเตอร์เพื่อคัดชิ้นเนื้อไก่ที่มีการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่ที่ตรวจสอบแล้วไม่ได้คุณภาพตามที่ต้องการออกไปยังภาชนะสำหรับนำเนื้อไก่ที่มีการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่ไปทำการคัดแยกกระดูกออกจากเนื้อไก่อีกครั้ง

1.5 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง

สำหรับเทคนิคในการตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่นั้น ได้มีการทำการวิจัยพัฒนาและนำเสนอในบทความวิชาการต่างๆ ดังตัวอย่าง เช่น มีการนำคลื่นอัลตราโซนิกส์ (Ultrasonic wave) มาประยุกต์ใช้ในการตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่ [4], การใช้ภาพถ่ายการส่งผ่านของแสงผ่านชิ้นเนื้อไก่และการภาพถ่ายจากการสะท้อนของแสงร่วมกันแล้วจึงภาพถ่ายทั้งสองแบบมาทำการประมวลผลเพื่อวิเคราะห์หาตกค้างของกระดูกไก่ [5-6], การนำระบบเอกซ์เรย์ (X-Ray system) มาใช้ในการตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่ [7] เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สำหรับในโครงการวิจัยการพัฒนาระบบตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพนี้ที่ผู้วิจัยนำเสนอนี้ จะเป็นการประยุกต์ใช้แสงยูวีร่วมกับเทคโนโลยีการประมวลผลภาพมาใช้ในการตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่ สำหรับการนำเทคโนโลยีในการประมวลผลภาพมาใช้ในการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ได้มีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง ดังตัวอย่างงานวิจัยดังนี้ เช่น การนำเอาเทคโนโลยีการประมวลผลภาพมาใช้ในการตรวจสอบคุณภาพ, การจำแนกชนิด และ การวัดขนาดของปลา [8-11], การนำเอาเทคโนโลยีในการประมวลผลภาพมาใช้ในการตรวจสอบและคัดแยกผลไม้ [12-15], การนำเอาเทคโนโลยีในการประมวลผลภาพมาใช้ในการตรวจสอบและคัดแยกเนื้อสัตว์ต่างๆ [16-19], การนำเอาเทคโนโลยีในการประมวลผลภาพตรวจสอบคุณภาพอาหาร [20-23] นอกจากนี้ยังมีการนำเอาเทคโนโลยีในการประมวลผลภาพมาใช้ในการจำแนกชนิดยาเม็ด [24] อีกด้วย จากงานวิจัยทั้งหมดที่กล่าวถึงเป็นการนำเอาเทคโนโลยีในการประมวลผลภาพมาประยุกต์ใช้งานในการตรวจสอบคุณภาพต่างๆ ซึ่งทางผู้วิจัยพบว่าส่วนประกอบที่สำคัญในการนำเอาเทคนิคการประมวลผลภาพมาใช้งานจะประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 3 ส่วนคือ

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

โดยในแต่ละงานวิจัยก็จะใช้รายละเอียดของเทคนิคที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งทางผู้วิจัยจะได้ทำการศึกษาข้อดีข้อเสียของแต่ละวิธีแล้วจะทำการเลือกวิธีที่เหมาะสมในการนำมาใช้ออกแบบและสร้างระบบตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพเพื่อประยุกต์ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของเนื้อไก่ก่อนที่จะส่งลงบรรจุภัณฑ์เพื่อนำส่งออกจำหน่ายหรือส่งออกไปยังต่างประเทศ

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ และหน่วยงานที่จะนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. ต้นแบบระบบตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพเพื่อประยุกต์ใช้ในการตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่ก่อนที่จะส่งลงบรรจุภัณฑ์เพื่อนำส่งออกจำหน่ายหรือส่งออกไปยังต่างประเทศ
2. กระตุ้นให้เกิดการทำวิจัยและพัฒนาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์โดยใช้เทคโนโลยีและวัสดุภายในประเทศ
3. เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพสินค้าทางการเกษตรโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ
4. ช่วยประหยัดแรงงานและเวลาที่ใช้ในการตรวจสอบตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่
5. สามารถนำเทคนิคที่พัฒนาขึ้นมาไปประยุกต์ใช้ในการตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อสัตว์อื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

1.7 แผนการถ่ายทอดเทคโนโลยีหรือผลการวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย

นำเสนอรายงานผลงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ พร้อมทั้งนำเสนอบทความวิจัยในสถานที่ต่างๆ และถ่ายทอดเทคโนโลยีในการสร้างระบบตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพแก่บุคคลและหน่วยงานต่างๆ ที่สนใจนำระบบตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพไปใช้งานหรือพัฒนาต่อ เช่น

- นักศึกษา จากมหาวิทยาลัยหรือสถาบันต่างๆ
- นักวิจัยจากหน่วยงานต่างๆ
- หน่วยงานทางภาคเกษตรกรรม
- หน่วยงานทางภาคอุตสาหกรรม
- ผู้สนใจที่จะนำระบบตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพไปประยุกต์ใช้งาน
- ฯลฯ

1.8 วิธีการดำเนินการวิจัย และสถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

เพื่อให้การวิจัยสร้างระบบตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพสำเร็จรวดเร็วภายในระยะเวลาที่กำหนดประมาณ 12 เดือน จึงขอแบ่งวิธีการวิจัยดังขั้นตอนต่อไปนี้

1. ศึกษาข้อมูลทั่วไปของเทคนิคและวิธีการตลอดจนหลักเกณฑ์ในการตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่แบบต่างๆ
2. ศึกษาข้อมูลเทคนิคในการตรวจสอบคุณภาพโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ
3. ออกแบบและสร้างระบบตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ
4. ทดสอบระบบตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพที่ได้ออกแบบสร้างขึ้นมา
5. ปรับปรุงคุณภาพของระบบตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพที่ได้ออกแบบสร้างขึ้นมา
6. สร้างต้นแบบระบบตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ
7. สรุปผลและเขียนรายงานฉบับสมบูรณ์

สำหรับสถานที่ในการทำการทดลองและเก็บข้อมูลจะใช้สถานที่ของภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1.9 ระยะเวลาที่ทำการวิจัย และแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย

เริ่มต้นตั้งแต่เดือนตุลาคม 2555 จนถึง กันยายน 2556 ซึ่งจะทำการวิจัยให้เสร็จภายในปีงบประมาณ 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

แผนการดำเนินการตลอดโครงการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงาน	งบประมาณปี 2556											
	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. ศึกษาข้อมูลทั่วไปของเทคนิคและวิธีการตลอดจนหลักเกณฑ์ในการตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่แบบต่างๆ	←	—	→									
2. ศึกษาข้อมูลเทคนิคในการตรวจสอบคุณภาพโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ		←	—	→								
3. ออกแบบและสร้างระบบตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ			←	—	—	→						
4. ทดสอบระบบตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพที่ได้ออกแบบสร้างขึ้นมา					←	—	—	→				
5.ปรับปรุงคุณภาพของระบบตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพที่ได้ออกแบบสร้างขึ้นมา								←	—	→		
6. สร้างต้นแบบระบบตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ										←	—	→
7. สรุปผลและเขียนรายงานฉบับสมบูรณ์											←	— →

1.10 ปัจจัยที่เอื้อต่อการวิจัย

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

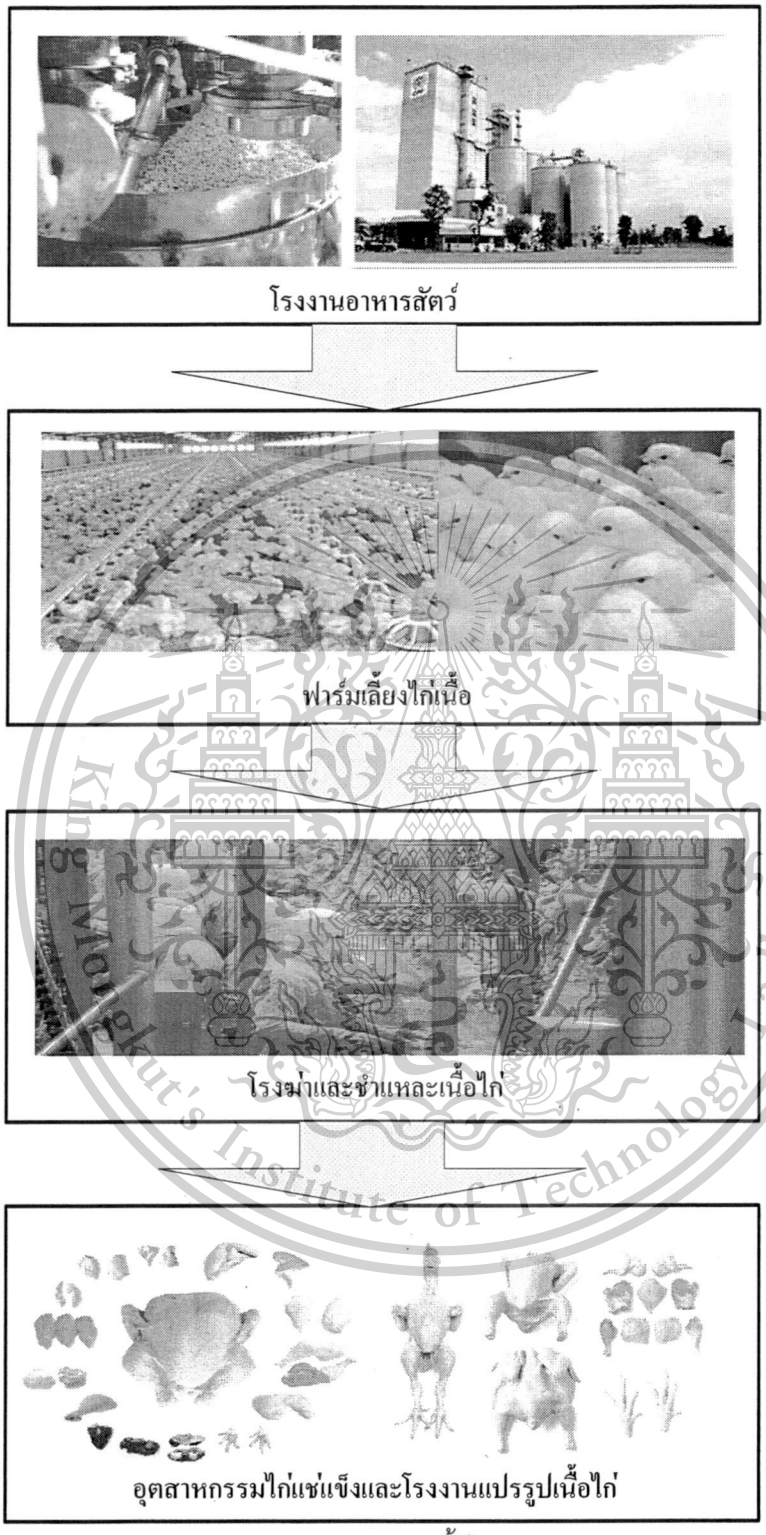
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 อุตสาหกรรมฆ่าและชำแหละเนื้อไก่ [25]

อุตสาหกรรมฆ่าและชำแหละเนื้อไก่มีบทบาทสำคัญในการนำเข้าเงินตราต่างประเทศอย่างต่อเนื่อง มีการขยายตัวสูงขึ้นเรื่อยๆ ตามความต้องการของผู้บริโภค ประเทศไทยมีการส่งออกเนื้อไก่มานานกว่าสามทศวรรษเนื่องจากต้นทุนในการผลิตและราคาขายต่ำกว่า ในระยะ 5 ปีที่ผ่านมา (2551-2555) การผลิตเนื้อไก่ของโลกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 3.45 ต่อปี สหรัฐอเมริกาเป็นผู้ผลิตรายใหญ่ที่สุด รองลงมาได้แก่ จีน บราซิล และสหภาพยุโรป ปี 2555 การผลิตเนื้อไก่ของโลกมีปริมาณ 82.42 ล้านตัน เพิ่มขึ้นจาก 80.66 ล้านตันในปี 2554 ร้อยละ 2.18 ในปัจจุบันประเทศไทยนับเป็นผู้ส่งออกไก่รายใหญ่อันดับสี่ของโลกรองจากสหรัฐฯ บราซิลและสหภาพยุโรป และจัดเป็นอันดับหนึ่งของอาเซียน อุตสาหกรรมไก่ของไทยมีมูลค่าการส่งออกเกือบเจ็ดหมื่นล้านบาท โดยในปี 2555 (มค.-ธค.) ประเทศไทยมีการส่งออกไก่และผลิตภัณฑ์จำนวน 561,421.4 ตัน มูลค่า 69,851.7 ล้านบาท เพิ่มขึ้นจากช่วงเดียวกันของปีที่ผ่านมาร้อยละ 20.26 และ 15.85 ตามลำดับ คิดเป็นสัดส่วนไก่สด : ไก่ปรุงสุก ในเชิงปริมาณ เท่ากับ 21 : 79 แบ่งเป็นไก่ปรุงสุก 445,242.7 ตัน มูลค่า 61,968.5 ล้านบาท ไก่สดแช่เย็นแช่แข็ง 92,849.6 ตัน มูลค่า 5,879.2 ล้านบาท ไก่หมักเกลือ 23,329.1 ตัน มูลค่า 2,004 ล้านบาท ซึ่งประเทศไทยมีการเลี้ยงไก่ปีละ 1,100 - 1,200 ล้านตัว ซึ่งแยกเป็นการเลี้ยงไก่เนื้อเพื่อตอบสนองความต้องการของตลาดภายในประเทศและตลาดส่งออกประมาณร้อยละ 96 และเป็นการเลี้ยงไก่ไข่ร้อยละ 4 ทั้งนี้มีแหล่งเลี้ยงสำคัญอยู่ที่ภาคกลางกว่าร้อยละ 75 โดยเลี้ยงมากในบริเวณกลุ่มจังหวัดชลบุรีและฉะเชิงเทรา กลุ่มจังหวัดสระบุรีและลพบุรี รวมทั้งกลุ่มจังหวัดสุพรรณบุรีและกาญจนบุรี รองลงมาเป็นภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือและภาคใต้ ตามลำดับ สินค้าไก่ที่ส่งออกจำแนกเป็นไก่สดแช่เย็นแช่แข็ง ไก่แปรรูป และไข่ไก่ โดยปีพ.ศ. 2551 การส่งออกไก่แปรรูป มีมูลค่าคิดเป็นสัดส่วนประมาณร้อยละ 96 สำหรับการส่งออกไก่สดแช่เย็นแช่แข็งมีสัดส่วนร้อยละ 3 โดยมีตลาดส่งออกที่สำคัญอยู่ที่สหภาพยุโรป ญี่ปุ่น สิงคโปร์ และเกาหลีใต้ตามลำดับ ส่วนไข่ไก่มีการส่งออกคิดเป็นมูลค่าเพียงร้อยละ 1 เท่านั้น โครงสร้างอุตสาหกรรมฆ่าและชำแหละเนื้อไก่ของไทยมีลักษณะครบวงจร ครอบคลุมตั้งแต่อุตสาหกรรมผลิตอาหารสัตว์ อุตสาหกรรมเพาะเลี้ยงลูกไก่ อุตสาหกรรมผลิตไก่เนื้อ (ฟาร์มเลี้ยงไก่เนื้อ) อุตสาหกรรมฆ่าและชำแหละเนื้อไก่ และอุตสาหกรรมไก่แช่แข็งและแปรรูปเนื้อไก่ ดังนั้นอุตสาหกรรมฆ่าและชำแหละเนื้อไก่จึงจัดเป็นอุตสาหกรรมขั้นกลางในวงจรอุตสาหกรรมดังกล่าวดังรูปที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.1 ภาพรวมอุตสาหกรรมฆ่าและชำแหละเนื้อไก่ : http://www.cpffeed.com, http://www.thaifoodnfi.com, http://www.stock2morrow.com, http://www.chiangraifocus.com, http://thaitnutrition.wordpress.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.2 การผลิตเนื้อไก่ส่งออกของไทย

อุตสาหกรรมการผลิตเนื้อไก่ในไทยนับว่าเป็นอุตสาหกรรรมหนึ่งที่ทำรายได้ทำรายได้เข้าประเทศปีหนึ่งๆหลายหมื่นล้านบาท โดยผลิตภัณฑ์เนื้อไก่เพื่อการส่งออกของไทยนั้น อาจจำแนกตามลักษณะสินค้าที่ผลิตได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ ไก่สดแช่แข็ง และ ไก่แปรรูป ซึ่งในแต่ละประเภทจะมีรายละเอียดแยกย่อยออกไปดังนี้

2.2.1 ไก่สดแช่แข็ง มีสัดส่วนการส่งออกปี 2548 ประมาณร้อยละ 2 ของมูลค่าการส่งออกทั้งหมด โดยจะใช้ไก่ทั้งตัวมาชำแหละเป็นชิ้นส่วน ได้แก่ หัว คอ ขา น่อง สะโพก ปีก อก และเครื่องใน ซึ่งส่วนใหญ่จะส่งออกเป็นเนื้อไก่ถอดกระดูก ส่วนการส่งออกไก่ชำแหละแช่แข็งทั้งตัว มีสัดส่วนน้อยมาก เนื่องจากไทยมีต้นทุนด้านวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่สูงกว่าคู่แข่งที่สำคัญ บราซิล สาธารณรัฐประชาชนจีน และสหรัฐอเมริกา

สำหรับผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนไก่สดแช่แข็งที่ไทยผลิตเพื่อการส่งออกสามารถแบ่งออกได้เป็นแบบต่างๆ ดังนี้

- ไก่ทั้งตัวมีหลายซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลายรูปแบบ
- เนื้ออก ชำแหละเป็นรูปแบบต่างๆ
- เนื้อปีก ชำแหละออกเป็นลักษณะต่างๆ
- เนื้อสะโพกและน่อง ซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลายรูปแบบ
- ผลิตภัณฑ์จากเนื้อไก่
- ฯลฯ

รูปที่ 2.2 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ไก่สดแช่แข็ง : http://www.thaiagrinews.com/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ 2.3 กระบวนการผลิตไก่สดแช่แข็ง [25]

2.2.2 ไก่แปรรูป มีสัดส่วนการส่งออกประมาณร้อยละ 98 ของมูลค่าการส่งออกทั้งหมด สินค้าไก่แปรรูปส่งออกของไทย ประกอบด้วย ไก่ชุบแป้งทอดแบบญี่ปุ่น ขาไก่ย่าง ลูกชิ้นไก่ ไก่เสียบไม้ย่าง อกไก่ทอด นักเก็ตไก่ สเต็กไก่ แกงไก่ต่างๆ เป็นต้น ซึ่งส่วนใหญ่จะส่งออกเป็นอาหารแช่แข็ง ซึ่งผู้บริโภคสามารถไปอุ่นรับประทานได้ทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ 2.4 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ไก่แปรรูป : www.cpthailand.com

สำหรับลักษณะของผลิตภัณฑ์สินค้าเนื้อไก่แปรรูปที่ไทยผลิตเพื่อการส่งออกนั้น กระบวนการผลิตสามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภทหลัก คือ ทอด นึ่ง ย่าง ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ไก่แปรรูปแช่แข็งที่ผ่านกรรมวิธีทอด (Coated pre-fried chicken meat) ตัวอย่างเช่น ไก่ชุบแป้งทอดคาราเกะ เป็นต้น

2. ไก่แปรรูปแช่แข็งที่ผ่านกรรมวิธีการนึ่ง (Steam - cooked chicken meat) ตัวอย่างเช่น เนื้ออกไก่ไร้กระดูกและหนัง (Steam Skinless Boneless Breast) เป็นต้น

3. ไก่แปรรูปแช่แข็งที่ผ่านกรรมวิธีการย่าง (Roasted / oven-cooked chicken meat) ตัวอย่างเช่น ไก่ปิ้งเสียบไม้แช่เย็นยากิโทริ เป็นต้น

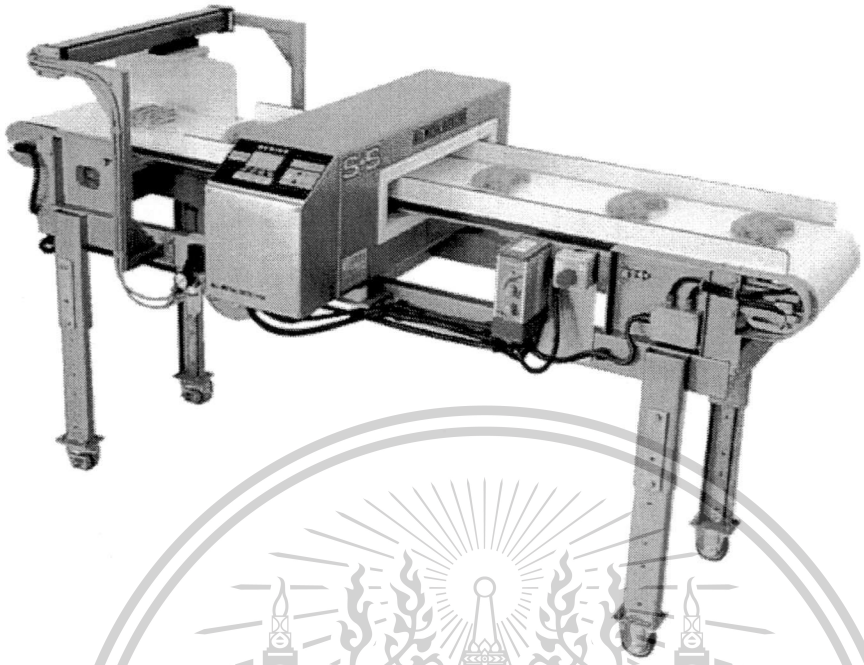
2.3 การตรวจสอบคุณภาพเนื้อไก่

จากการผลิตเนื้อไก่สำหรับการส่งออกในรูปแบบต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นไก่สดแช่แข็งหรือเนื้อไก่แปรรูป สิ่งสำคัญของผลิตภัณฑ์ก็คือคุณภาพและความปลอดภัยของผู้บริโภค ซึ่งในปัจจุบันได้มีการนำเอาเทคโนโลยีใหม่ๆ มาใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้มาจากไก่ ดังตัวอย่างดังนี้

2.3.1 การตรวจสอบโลหะที่ตกค้างอยู่ในผลิตภัณฑ์

ปัญหาที่สำคัญของผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปไม่ว่าจะเป็นไก่สดแช่แข็งหรือเนื้อไก่แปรรูปก็คือการตกค้างของโลหะต่างๆที่อยู่ในขั้นตอนขบวนการผลิตที่อาจหลุดเข้าไปในผลิตภัณฑ์ ดังนั้นเพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภคจึงต้องมีการตรวจสอบโลหะที่ตกค้างอยู่ในผลิตภัณฑ์ สำหรับตัวอย่างของเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบโลหะต่างๆ สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



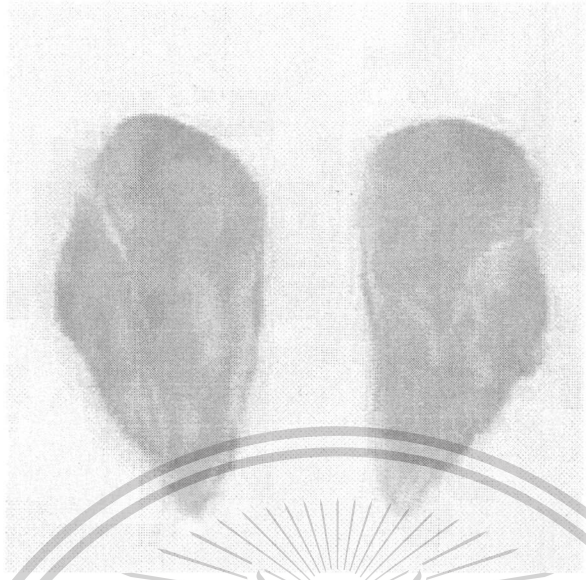
รูปที่ 2.5 ตัวอย่างของเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบโลหะ : http://www.packaging-equipment-sales.com/

2.3.2 การตรวจสอบการตกค้างของกระดูกไก่โดยใช้เอกเรย์

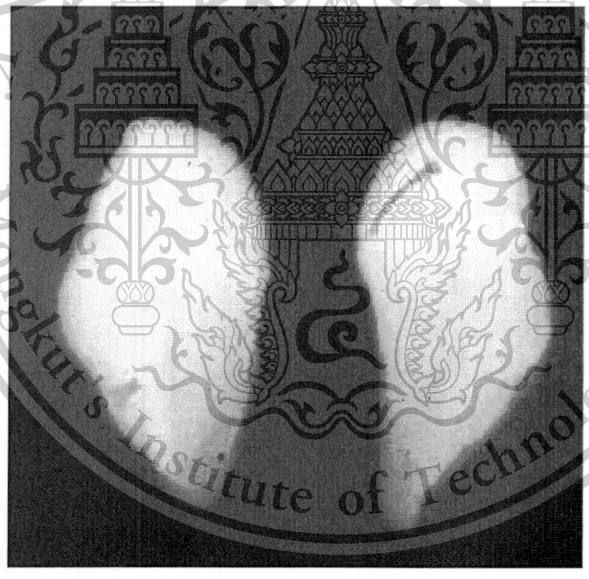
โดยปกติแล้วกระดูกไก่ที่อยู่ในเนื้อไก่ส่วนใหญ่จะถูกกำจัดออกจากเนื้อไก่โดยเครื่องมือที่ใช้ในการผลิต แต่อย่างไรก็ตามอาจจะมีการตกค้างของกระดูกไก่อยู่บ้าง ซึ่งอาจส่งผลอันตรายแก่ผู้บริโภคได้ โดยเฉพาะเด็กและผู้สูงอายุ ดังนั้นจึงได้มีการพยายามพัฒนากรรมวิธีในการตรวจสอบหาการตกค้างของกระดูกไก่ที่อาจตกค้างอยู่ในเนื้อไก่ด้วยวิธีต่างๆ เช่น การใช้เอกเรย์เข้ามาใช้ในการตรวจสอบ (X-ray detection) เป็นต้น

รูปที่ 2.6 ตัวอย่างเครื่องเอกเรย์ของบริษัท Marel : http:// www.marel.com/sensorX-poultry

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.7 ตัวอย่างภาพภาพของเนื้อไก่ : http:// www.marel.com/sensorX-poultry



รูปที่ 2.8 ตัวอย่างภาพภาพของเนื้อไก่ที่ได้จากเครื่องเอกเรย์ของบริษัท Marel : http:// www.marel.com/sensorX-poultry

จากตัวอย่างของเครื่องเอกเรย์และภาพที่ได้จะเห็นว่าภาพที่ได้มีความสามารถในการแยกแยะสูง สามารถเห็นกระดูกที่ตกค้างอยู่ในเนื้อไก่อย่างชัดเจน แต่อย่างไรก็ตามเนื่องจากราคาของเครื่องที่มีราคาค่อนข้างสูงทำให้มีการประยุกต์ใช้เฉพาะโรงงานผลิตขนาดใหญ่ๆ เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

บทที่ 3
ระบบตรวจสอบคุณภาพโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ

ปัจจุบันเทคโนโลยีในการตรวจสอบคุณภาพโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพได้มีการนำมาประยุกต์ในอุตสาหกรรมต่างๆ มากมาย เนื่องจากช่วยประหยัดแรงงาน และเวลาในการตรวจสอบ นอกจากนี้การใช้คนทำหน้าที่ในการตรวจสอบทำให้เกิดปัญหาขึ้นมากมาย เช่น

- ความล่าช้าในการตรวจสอบ
- ความอ่อนล้าของผู้ทำการตรวจสอบ
- ผลของความสว่างของพื้นที่ที่ใช้ในการตรวจสอบ

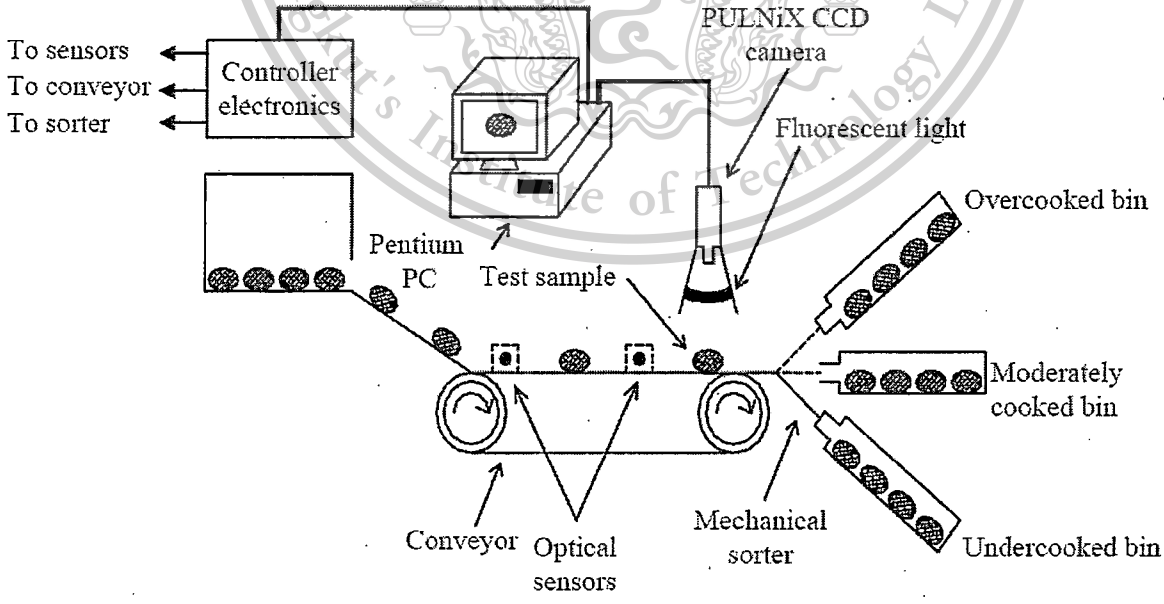
จากเหตุผลดังกล่าวทำให้ในปัจจุบันมีการพัฒนาระบบสำหรับใช้ตรวจสอบคุณภาพโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพขึ้นมามากมายเพื่อนำมาประยุกต์ใช้งานในการตรวจสอบคุณภาพของอุตสากหรรมต่างๆ

3.1 การประยุกต์ใช้งานระบบตรวจสอบคุณภาพโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพในงานด้านต่างๆ

สำหรับในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงตัวอย่างการประยุกต์ใช้งานเทคนิคการประมวลผลภาพในงานด้านต่างๆ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

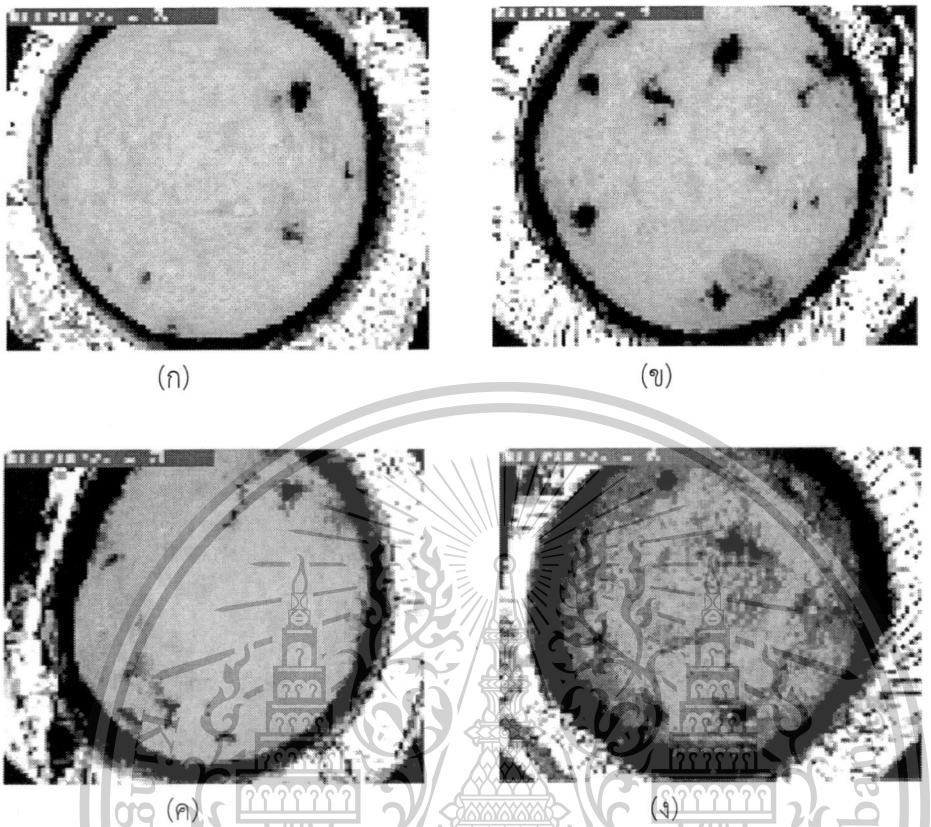
3.1.1 การประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพในอุตสากรรมการผลิตขนมปัง

สำหรับการประยุกต์ใช้งานเทคนิคการประมวลผลภาพในอุตสากรรมการผลิตขนมปังจะนิยมนำมาใช้ในการตรวจสอบคุณสมบัติของขนมปังต่างๆ เช่น การตรวจสอบขนมปังที่ผ่านการอบว่าเหมาะสมในการนำไปจำหน่ายหรือไม่ การตรวจสอบขนมปังที่ผ่านการอบว่ามีการแตกหักหรือไม่ เป็นต้น ดังตัวอย่างในรูปที่ 3.1 และรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.1 ตัวอย่างของระบบการตรวจสอบขนมปังที่ผ่านการอบ [26]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.
137853



รูปที่ 3.2 ตัวอย่างภาพของขนมปังที่ผ่านการอบภายใต้เงื่อนไขต่างๆ [26]
(ก) ขนมปังที่ผ่านการอบด้วยเวลาที่น้อยไป
(ข) ขนมปังที่ผ่านการอบด้วยเวลาพอดี
(ค) ขนมปังที่ผ่านการอบด้วยเวลามากเกินไปเล็กน้อย
(ง) ขนมปังที่ผ่านการอบด้วยเวลามากเกินไป

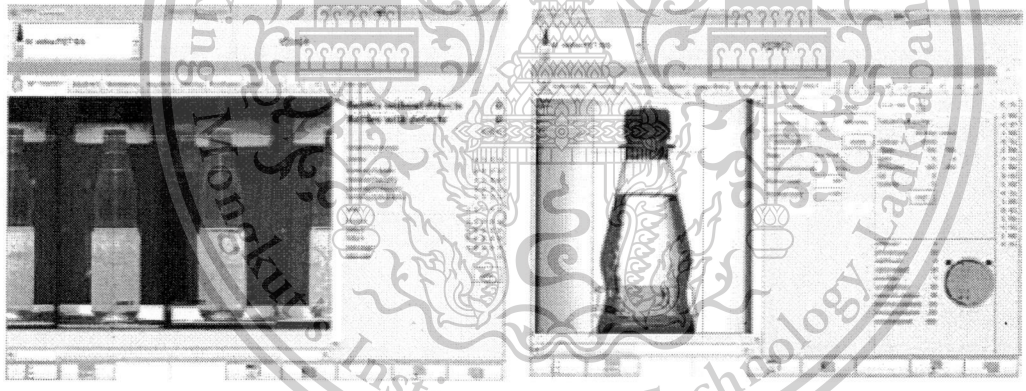
จากรูปที่ 3.1 แสดงระบบการตรวจสอบขนมปังที่ผ่านการอบ โดยระบบจะประกอบด้วยส่วนประกอบหลักคือคอมพิวเตอร์สำหรับควบคุมการตรวจสอบและประมวลผลภาพ, สายพานสำหรับลำเลียงชิ้นขนมปังเข้าไปตรวจสอบ หลังจากทำการตรวจสอบแล้วก็จะทำการส่งสัญญาณผ่านวงจรควบคุมไปยังระบบคัดแยกตามประเภทของขนมปังว่าเป็นขนมปังที่ผ่านการอบด้วยเวลาที่น้อยไป ขนมปังที่ผ่านการอบด้วยเวลาพอดี หรือขนมปังที่ผ่านการอบด้วยเวลามากเกินไป เป็นต้น

3.1.2 การประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพในการตรวจจับระดับของเหลวในขวด

สำหรับในอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องดื่มต่างๆ การตรวจจับระดับของเหลวในขวดนับว่ามีความสำคัญมาก ซึ่งในกระบวนการผลิตต้องต้องมีการตรวจสอบระดับของของเหลวที่บรรจุอยู่ในขวดว่าได้ระดับที่ถูกต้องหรือไม่ ดังตัวอย่างในรูปที่ 3.3 และรูปที่ 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ 3.3 ตัวอย่างระบบตรวจจับระดับของเหลวในขวด ของบริษัท MIHO Inspektions systeme GmbHm : www.miho.de

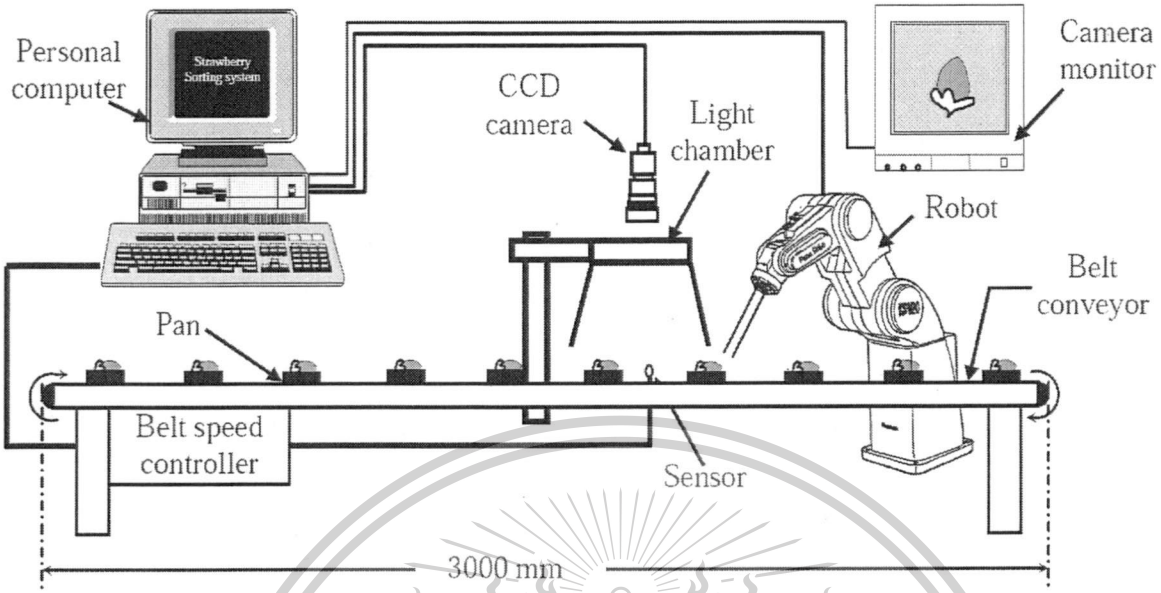


รูปที่ 3.4 ตัวอย่างภาพที่ได้จากระบบตรวจจับระดับของเหลวในขวด ของบริษัท MIHO Inspektions systeme GmbHm : www.miho.de

3.1.3 การประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพในอุตสาหกรรมเกษตร

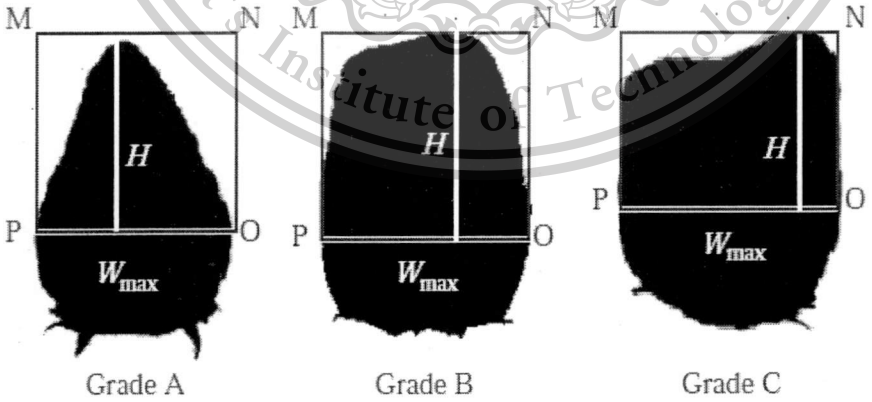
สำหรับในอุตสาหกรรมการผลิตสินค้าทางด้านการเกษตร สิ่งหนึ่งที่ต้องคำนึงถึงก็คือคุณภาพและความปลอดภัยของสินค้า ซึ่งในปัจจุบันได้มีการนำเอาเทคนิคการประมวลผลภาพมาประยุกต์ใช้ในการผลิตสินค้าด้านการเกษตรมากมาย เช่น การคัดเกรดของผลไม้ต่างๆ เช่น ส้ม สตอเบอรรี่ มะนาว เป็นต้น การคัดแยกขนาดของผลไม้ต่างๆ การตรวจหารอยช้ำของผลไม้ต่างๆ ซึ่งตัวอย่างของการประยุกต์เทคนิคการประมวลผลภาพในอุตสาหกรรมเกษตร สามารถแสดงได้ดังในรูปที่ 3.5 ถึงรูปที่ 3.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.5 ตัวอย่างของระบบคัดเกรดสตอเบอรรี่ด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพ [26]

รูปที่ 3.6 ตัวอย่างการคัดเกรดของสตอเบอรรี่ [26]



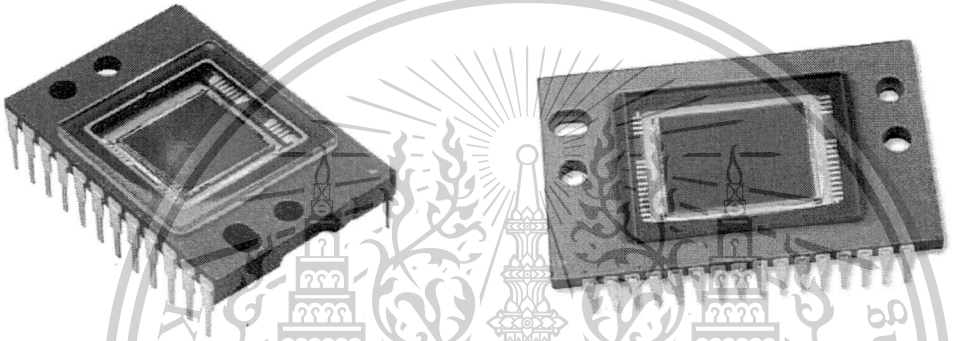
รูปที่ 3.7 ตัวอย่างการนำเอาอัตราส่วนของพื้นที่(Criteria area ratio) มาใช้ในการคัดเกรดของสตอเบอรรี่ใน รูปที่ 3.6 [26]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

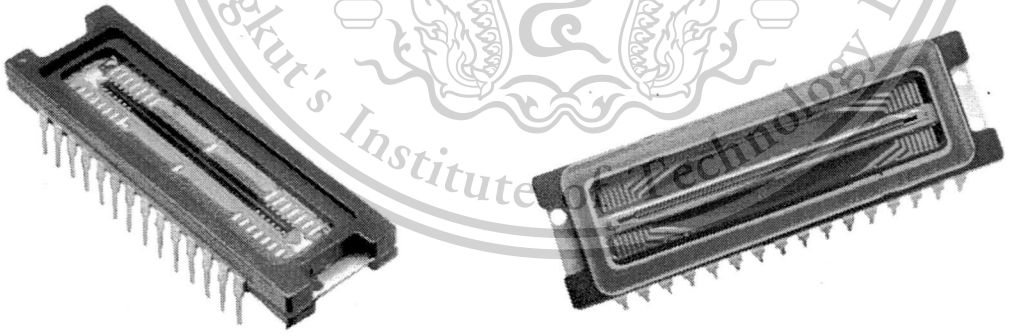
จากตัวอย่างการประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยีการประมวลผลภาพในงานด้านต่างๆ จะเห็นว่าระบบตรวจสอบคุณภาพที่ใช้เทคโนโลยีการประมวลผลภาพจะให้ความเร็วและคุณภาพการตรวจสอบที่สูง ซึ่งต่อไปผู้วิจัยจะได้อธิบายถึงส่วนประกอบของระบบการประมวลผลภาพต่อไป

3.2 เซนเซอร์สำหรับการประยุกต์ใช้งานในการตรวจสอบคุณภาพโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ

โดยปกติแล้วเซนเซอร์ที่ใช้ทั่วไปในการตรวจสอบคุณภาพจะใช้เซนเซอร์ประเภทโซลิดสเตรท (Solid state sensor) ทั้งแบบซีซีดี (CCD) และแบบโฟโตไดโอดอาเรย์ (Photo diode arrays) นอกจากนี้ในงานบางประเภทยังมีการใช้กล้องวีดีโอ (Video cameras : VIDICON) และ Line scan cameras อีกด้วย ดังตัวอย่างในรูปที่ 3.8 ถึงรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.8 ตัวอย่างของเซนเซอร์แบบซีซีดีของบริษัท Truesense Imaging Inc. : http://www.truesenseimaging.com/



รูปที่ 3.9 ตัวอย่างของเซนเซอร์แบบโฟโตไดโอดอาเรย์ของบริษัท Truesense Imaging Inc. : http://www.truesenseimaging.com/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ 3.10 ตัวอย่างของ Line scan cameras ของบริษัท JAI : http://www.jai.com/

จากรูปที่ 3.8 ถึงรูปที่ 3.10 แสดงตัวอย่างของเซนเซอร์แบบต่างๆ ที่นิยมนำมาประยุกต์ใช้ในการประมวลผลภาพ ดังนั้นในการการเลือกใช้เซนเซอร์แบบต่างๆ มาประยุกต์ใช้งานจะต้องคำนึงถึงความเหมาะสมกับประเภทของการประยุกต์ใช้งาน ซึ่งโดยปกติแล้วคุณสมบัติหลักของเซนเซอร์ที่นำมาใช้ในการพิจารณามีดังนี้

1. ขนาดและรูปแบบเซนเซอร์ (Shape of sensor)

ถึงแม้ว่า Line scan cameras จะเหมาะสมในงานทางด้านอุตสาหกรรม แต่สำหรับในการตรวจสอบคุณภาพทางอุตสาหกรรมที่อาจมีความต้องการซิงโครไนส์ (Synchronization) กันระหว่างสายพานลำเลียงและกล้อง ดังนั้นจึงทำให้ยากในการใช้งาน

2. ความเร็วในการอ่านค่า (Readout speed)

สำหรับความเร็วในการอ่านค่าของเซนเซอร์นับว่าเป็นพารามิเตอร์ที่สำคัญมากของการตรวจสอบด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพ เนื่องจากระบบต้องการความเร็วในการประมวลผลหรือการตรวจสอบที่สูง ซึ่งเซนเซอร์แบบกล้องวีดีโอจะให้ความเร็วในการอ่านค่าสูงกว่ากล้องแบบโซลิดสเตรท

3. ไดนามิกเรนจ์ (Dynamic range)

สำหรับค่าไดนามิกเรนจ์ของเซนเซอร์ที่นำมาใช้ในการตรวจสอบคุณภาพด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพ ระบบต้องการค่าไดนามิกเรนจ์ที่สูง ซึ่งในกล้องประเภทโซลิดสเตรทจะให้ค่าไดนามิกเรนจ์ที่สูงกว่ากล้องวีดีโอทั่วไป

4. ย่านการตอบสนองของเซนเซอร์ (Spectral sensitivity)

สำหรับย่านการตอบสนองของเซนเซอร์ที่นำมาใช้จะขึ้นอยู่กับประเภทของการตรวจสอบด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.3 การจัดแสงให้กับชิ้นงานที่นำมาตรวจสอบ (Lighting setup)

สำหรับการจัดแสงให้กับวัตถุที่นำมาทดสอบนับว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญมากในการถ่ายรูปวัตถุที่นำมาทดสอบ เนื่องจากการถ่ายรูปวัตถุที่นำมาทดสอบให้มีความชัดเจนจะต้องอาศัยการจัดวางแหล่งกำเนิดแสง ตลอดอุปกรณ์ประกอบต่างๆ ให้เหมาะสมกับตำแหน่งของวัตถุ ทั้งนี้เพื่อให้ได้ภาพถ่ายที่มีความชัดเจน ปราศจากเงา เพื่อนำภาพถ่ายที่ได้ไปใช้ในการประมวลผลภาพและตรวจสอบได้อย่างถูกต้อง ซึ่งการจัดแสงจะประกอบด้วยองค์ประกอบที่จะต้องทำการพิจารณาดังต่อไปนี้

- ความเข้มของแหล่งกำเนิดแสง
- เสถียรภาพของแหล่งกำเนิดแสง
- ความยาวคลื่นของแสงที่ใช้
- ความยาวคลื่นของตัวกรองความถี่แสงและอุปกรณ์ประกอบ
- ค่าดัชนีการหักเหของแสงในวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้
- รูปแบบของแหล่งกำเนิดแสงที่ใช้ แบบคงที่ (Steady) แบบแฟลช (Flashing) หรือ แบบอิมพัลส์ (Impulse)
- โพลาไรเซชั่น (Polarization) ของแสง
- สภาพแวดล้อมที่ทำการติดตั้ง

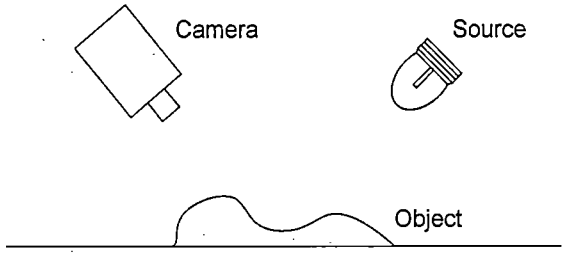
จากองค์ประกอบต่างๆ ของการจัดแสง ดังที่กล่าวมาข้างต้น เราต้องนำมาใช้ประกอบในการพิจารณาเลือกใช้แหล่งกำเนิดแสงตลอดจนอุปกรณ์ประกอบต่างๆ ให้เหมาะสม สำหรับรูปแบบในการจัดแสงที่สำคัญมีด้วยกัน 3 แบบ คือ

1. การจัดแสงด้านหน้า (Front lighting)
2. การจัดแสงด้านหลัง (Back lighting)
3. การจัดแสงตามโครงสร้างของวัตถุ (Structured lighting)

สำหรับรายละเอียดการจัดแสงแต่ละแบบสามารถแสดงได้ดังนี้

3.3.1 การจัดแสงด้านหน้า

สำหรับรูปแบบการจัดแสงด้านหน้าสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.11



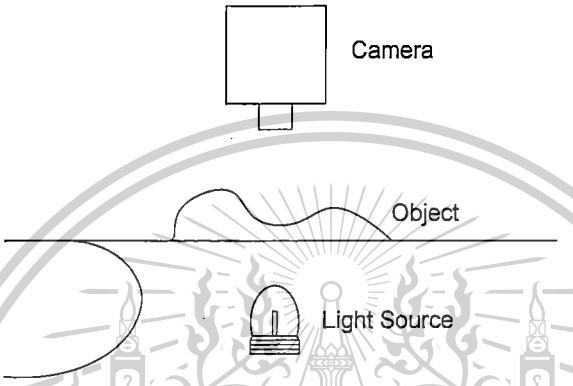
รูปที่ 3.11 รูปแบบการจัดแสงด้านหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากรูปที่ 3.11 แสดงลักษณะการจัดรูปแบบการจัดแสงด้านหน้า สำหรับการจัดแสงแบบนี้ตัวกล้องและแหล่งกำเนิดแสงจะถูกติดตั้งอยู่ด้านเดียวกัน

3.3.2 การจัดแสงด้านหลัง

สำหรับรูปแบบการจัดแสงด้านหลังสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.12

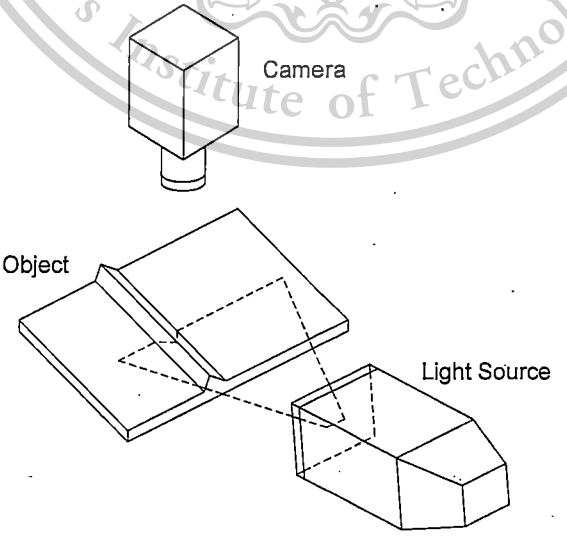


รูปที่ 3.12 รูปแบบการจัดแสงด้านหลัง

จากรูปที่ 3.12 แสดงลักษณะการจัดรูปแบบการจัดแสงด้านหลัง สำหรับการจัดแสงแบบนี้ตัวกล้องและแหล่งกำเนิดแสงจะถูกติดตั้งอยู่ด้านตรงข้ามกัน การจัดรูปแบบการให้แสงแบบนี้จะให้ความสามารถในการแยกแยะองค์ประกอบภายในของวัตถุได้ดี แต่อย่างไรก็ตามการจัดแสงแบบนี้ไม่เหมาะสำหรับการตรวจรอยบกพร่องบนผิวของวัตถุ

3.3.3 การจัดแสงตามลักษณะโครงสร้างของวัตถุ

สำหรับรูปแบบการจัดแสงตามลักษณะโครงสร้างของวัตถุ สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.12



รูปที่ 3.13 รูปแบบการจัดแสงตามลักษณะโครงสร้างของวัตถุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากรูปที่ 3.13 แสดงลักษณะรูปแบบการจัดแสงตามลักษณะโครงสร้างของวัตถุ การจัดแสงแบบนี้จะใช้กับแหล่งกำเนิดแสงที่มีลักษณะเป็น Dot array ซึ่งจะจ่ายแสงให้กับวัตถุโดยตรงตามแนวระนาบของแหล่งกำเนิดแสงด้วยค่ามุมที่แตกต่างจากตัวกล้องที่ทำหน้าที่จับภาพ ซึ่งรูปแบบการให้แสงแบบนี้จะเหมาะสำหรับการตรวจสอบลักษณะพื้นผิวของวัตถุ (Contour)

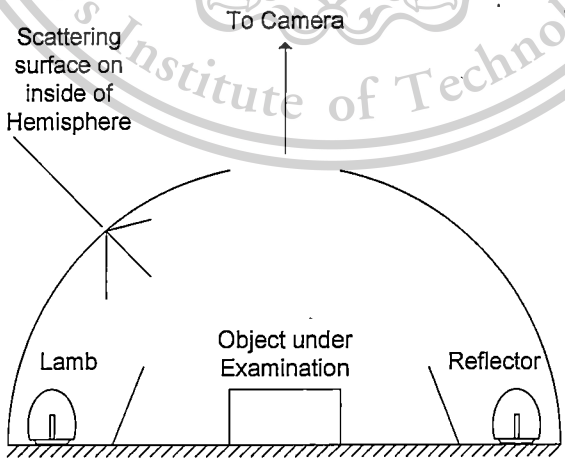
3.3.4 การแก้ปัญหาเรื่องแสงสำหรับรูปแบบการจัดแสงด้านหน้า

จากรูปแบบการจัดแสงแบบต่างๆ ดังที่กล่าวมา รูปแบบการจัดแสงด้านหน้าจะมีการใช้งานมากที่สุด และถูกเลือกนำมาใช้ในการจัดแสงสำหรับโครงการวิจัยนี้ ดังนั้นเราจะทำการพิจารณาถึงปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบที่ใช้รูปแบบการจัดแสงด้านหน้าเป็นหลัก โดยในการจัดแสงด้านหน้าจะมีปัญหาหลักอยู่ 4 ประการ คือ

- การสะท้อนแสงของพื้นผิว (Glinting) เนื่องจากผิวของวัตถุที่นำมาตรวจสอบมีความมันเงา
- เงาที่เกิดจากวัตถุ
- ความไม่คมชัดของมุม (Edges) ระหว่างวัตถุส่วนต่างๆ
- ความไม่คมชัดของมุมระหว่างวัตถุกับสายพานที่ใช้ในการเคลื่อนวัตถุเข้ามาทำการตรวจสอบ

จากปัญหาต่างๆ ดังที่กล่าวมา จึงได้มีการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาดังที่กล่าวมาทั้ง 4 ประการ ด้วยวิธีต่างๆ ดังนี้

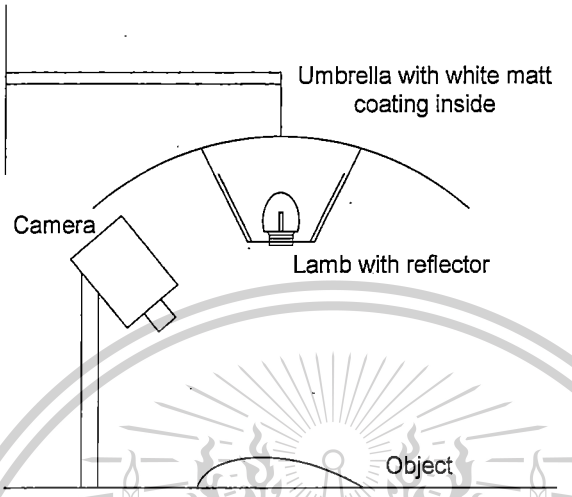
<u>วิธีที่ 1</u> การจัดแสงโดยใช้แหล่งกำเนิดแสงที่มีลักษณะโค้งครึ่งวงกลม (Circular) เช่น หลอดฟลูออเรสเซนต์แบบวงกลม ใช้แผงสะท้อนแบบครึ่งวงกลม เป็นต้น โดยลักษณะการจัดแสงแบบนี้สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 การแก้ปัญหาเนื่องจากการจัดแสงด้านหน้าวิธีที่ 1 แบบที่ 1

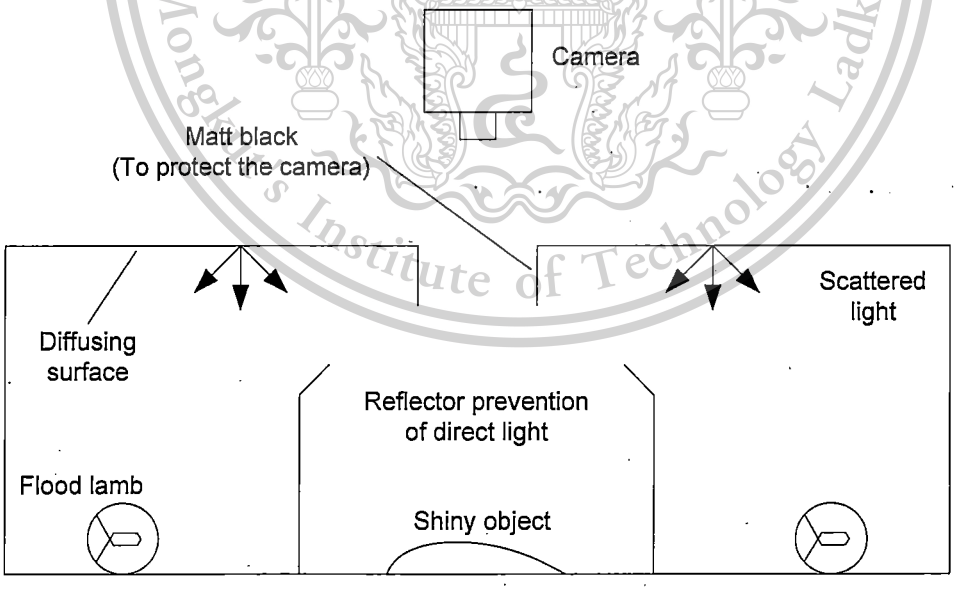
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากรูปที่ 3.14 จะเห็นว่าตัวกล้องสำหรับจับภาพจะถูกติดตั้งอยู่บริเวณกึ่งกลางของแหล่งกำเนิดแสง ซึ่งรูปแบบการจัดแสงแบบนี้จะช่วยแก้ปัญหาเรื่องเงาที่เกิดขึ้นกับภาพถ่ายวัตถุที่ถ่ายได้ สำหรับการแก้ปัญหาเรื่องเงาที่เกิดขึ้นด้วยวิธีที่ 1 สามารถจัดรูปแบบการให้แสงได้อีกแบบหนึ่งดังแสดงในรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 การแก้ปัญหาเนื่องจากการจัดแสงด้านหน้าวิธีที่ 1 แบบที่ 2

วิธีที่ 2 สำหรับการแก้ปัญหาของการจัดแสงด้านหน้าวิธีที่ 2 นี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อแก้ปัญหาการสะท้อนแสงของผิววัตถุโดยลักษณะการจัดแสงสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.16

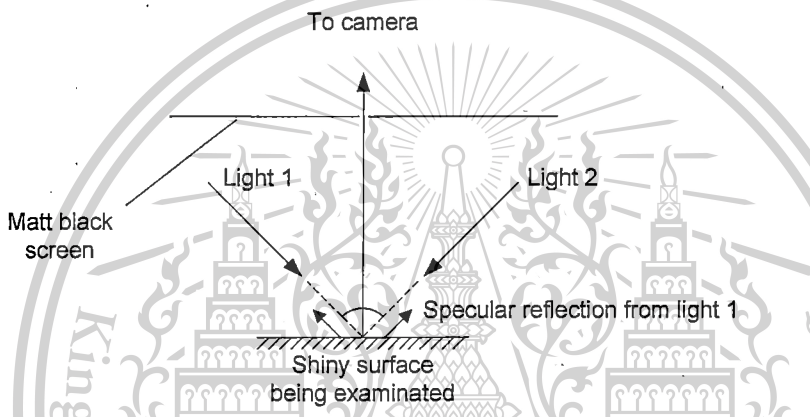


รูปที่ 3.16 การแก้ปัญหาเนื่องจากการจัดแสงด้านหน้าวิธีที่ 2

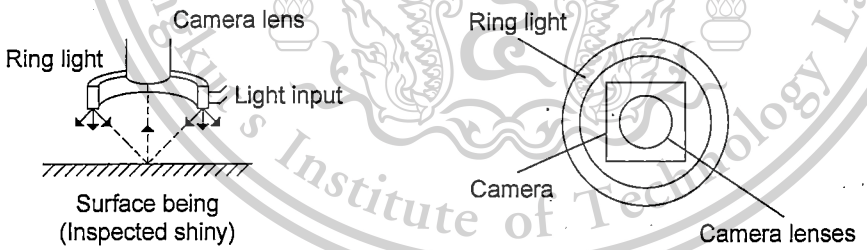
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากรูปที่ 3.16 สำหรับการแก้ปัญหาเนื่องจากการจัดแสงด้านหน้าวิธีที่ 2 นี้ เราทำการจัดแสงให้กับวัตถุทางอ้อมโดยอาศัยการสะท้อนของแสงแทนการให้แสงโดยตรงกับวัตถุ ซึ่งวิธีการนี้จะช่วยลดแสงสะท้อนที่เกิดจากวัตถุต่างๆ ได้

<u>วิธีที่ 3</u> สำหรับวิธีการแก้ปัญหาของการจัดแสงวิธีที่ 3 นี้ จะช่วยแก้ปัญหาการสะท้อนของแสงที่ตกกระทบวัตถุ โดยรูปแบบการให้แสงกับวัตถุจะทำการให้แสงไปที่วัตถุในลักษณะทำมุม 45 องศา โดยไม่ต้องอาศัยการสะท้อนเหมือนในแบบวิธีที่ 2 ซึ่งลักษณะรูปแบบการแก้ปัญหาการจัดแสงด้วยวิธีที่ 3 สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.17 และรูปที่ 3.18



รูปที่ 3.17 การแก้ปัญหาเนื่องจากการจัดแสงด้านหน้าวิธีที่ 3 แบบที่ 1



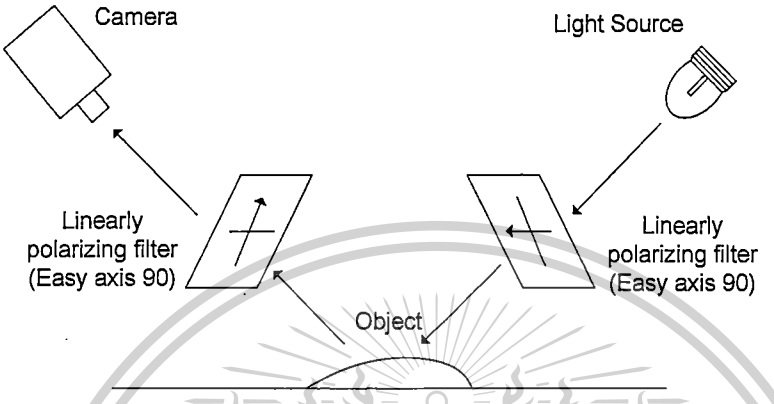
รูปที่ 3.18 การแก้ปัญหาเนื่องจากการจัดแสงด้านหน้าวิธีที่ 3 แบบที่ 2

จากรูปที่ 3.17 และรูปที่ 3.18 แสดงการแก้ปัญหาเนื่องจากการจัดแสงด้านหน้าวิธีที่ 3 โดยแบบที่ 1 จะใช้หลอดไฟสำหรับจ่ายแสงจำนวน 2 ดวง ให้แสงที่มุม 45 องศา และแบบที่ 2 จะใช้หลอดไฟชนิดวงแหวน (Ring light) เพียงดวงเดียวในการให้แสงกับวัตถุ

<u>วิธีที่ 4</u> สำหรับวิธีการแก้ปัญหาของการจัดแสงวิธีที่ 4 นี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อลดทอนการสะท้อนของแสงเช่นเดียวกัน แต่จะเน้นไปที่วัสดุที่ทำหน้าที่รองรับวัตถุ เช่น โลหะ พลาสติก เซรามิก เป็นต้น โดย

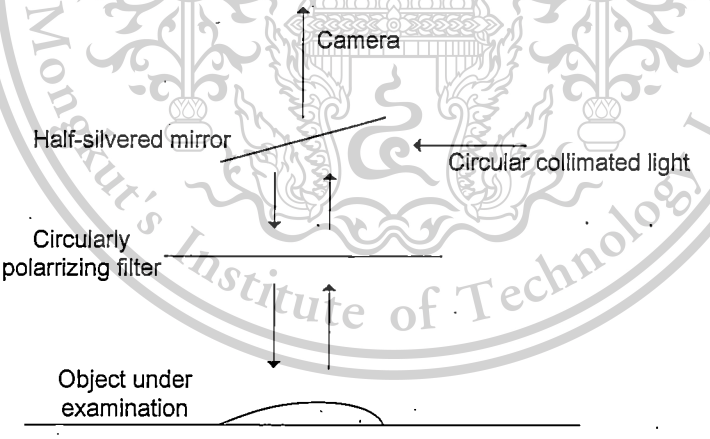
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ลักษณะการจัดแสงจะใช้แผ่นโพลาไรส์ 2 แผ่น ในการกำหนดโพลาไรส์ของแสงทั้งทางด้านแหล่งกำเนิดแสง และทางด้านกล้องสำหรับถ่ายภาพ โดยลักษณะการแก้ไขปัญหาเรื่องแสงด้วยวิธีที่ 4 นี้สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.19



รูปที่ 3.19 การแก้ปัญหาเนื่องจากการจัดแสงด้านหน้าวิธีที่ 4

<u>วิธีที่ 5</u> สำหรับการแก้ปัญหาเนื่องจากการจัดแสงด้านหน้าวิธีที่ 5 นี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อลดแสงสะท้อนที่เกิดจากวัตถุ โดยลักษณะของการจัดแสงสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.20



รูปที่ 3.20 การแก้ปัญหาเนื่องจากการจัดแสงด้านหน้าวิธีที่ 5

จากรูปแบบการแก้ไขปัญหาของการจัดแสงด้านหน้าทั้ง 5 วิธีที่ได้กล่าวมาข้างต้น เราสามารถสรุปข้อดีข้อเสียของแต่ละวิธีได้ดังตารางที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 3.1 ข้อดีข้อเสียของแต่ละวิธีในการแก้ปัญหาการจัดแสงด้านหน้า

Criteria	Method 1		Method 2	Method 3		Method 4	Method 5
	Fig. 3.14	Fig. 3.15	Fig. 3.16	Fig. 3.17	Fig. 3.18	Fig. 3.19	Fig. 3.20
Shadow free	++	+	+	-	-	+	++
No glinting	+	+	++	+	+	++	++
Sharp edges	+	+	+	+	+	+	++
Parasitic effects	++	+	-	+	+	-	-
Reliability	-	++	++	-	-	-	-
Maintenance	-	+	+	+	-	-	-
Price	-	+	-	-	-	--	--

+ = Good, - = Bad

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

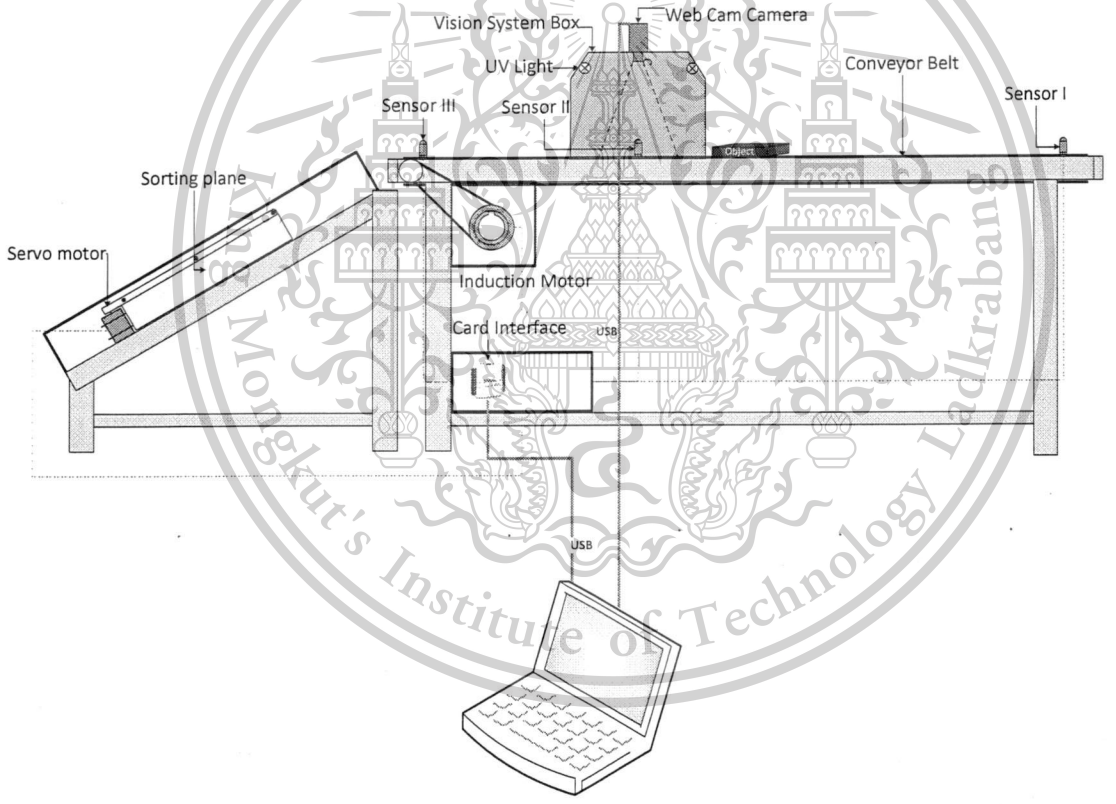
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 4
ระบบตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ

สำหรับในบทนี้จะกล่าวถึงการออกแบบและสร้างระบบเก็บข้อมูลภาพเพื่อใช้ในตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ โดยระบบที่พัฒนาขึ้นมาจะประกอบด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับควบคุมการทำงานของระบบ ตู้ตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่ ระบบสายพานลำเลียงเนื้อไก่ ระบบคัดแยกชิ้นเนื้อไก่ และโปรแกรมสำหรับควบคุมการทำงานของระบบและประมวลผลภาพ โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1 โครงสร้างของระบบที่นำเสนอ

สำหรับส่วนประกอบทั้งหมดของระบบตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 ระบบตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ

จากรูปที่ 4.1 ระบบตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพจะประกอบด้วยเซนเซอร์ (Sensor) จำนวน 3 ชุดเพื่อตรวจสอบตำแหน่งของชิ้นเนื้อไก่ และอุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งหน้าที่ของอุปกรณ์ต่างๆ ที่ติดตั้งใช้งานอยู่ในระบบที่นำเสนอ สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4.1

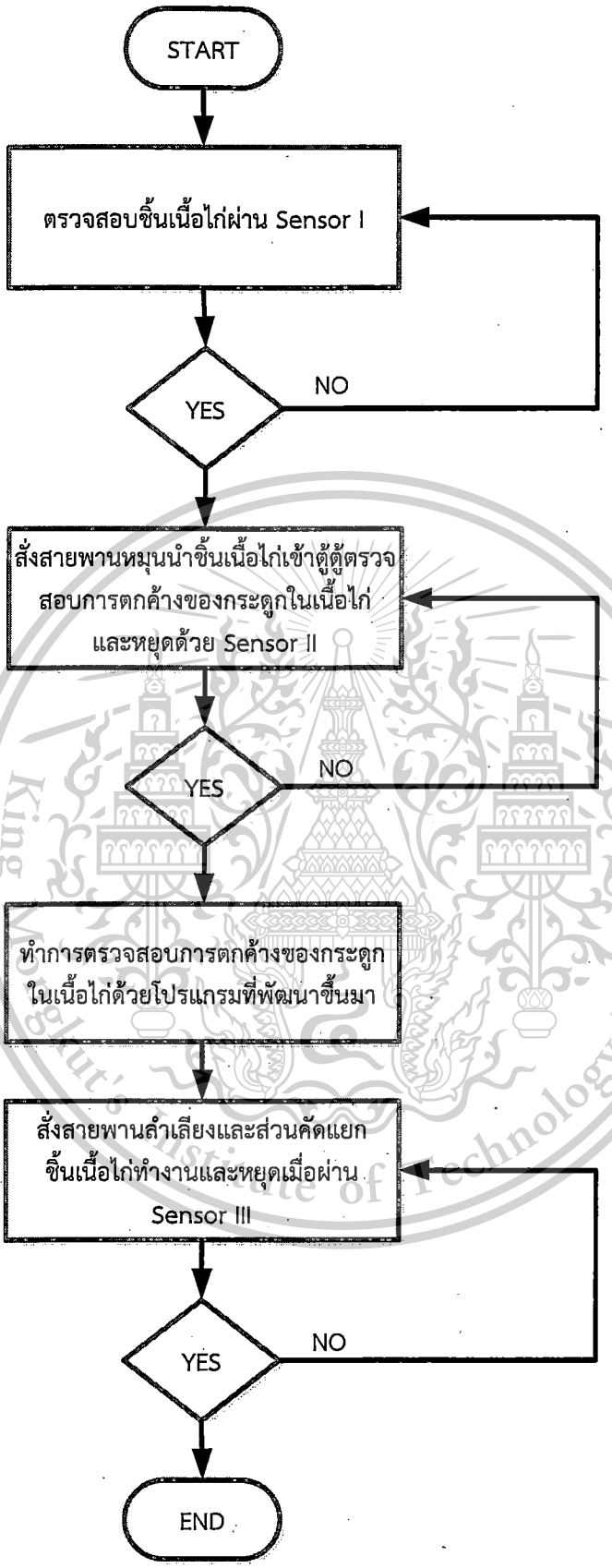
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 4.1 หน้าที่ของอุปกรณ์ที่ติดตั้งใช้งานอยู่ในระบบที่นำเสนอ

อุปกรณ์	หน้าที่การทำงาน
Sensor I	ติดตั้งบริเวณด้านหน้าของสายพานสำหรับตรวจเช็คชิ้นเนื้อไก่ก่อนเข้าตู้ตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่
Sensor II	ติดตั้งภายในตู้ตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่
Sensor III	ติดตั้งอยู่หน้าระบบคัดแยกชิ้นเนื้อไก่
Vision system box	ตู้ซึ่งติดตั้งกล้องเว็บแคม และ หลอดกำเนิดแสงอัลตราไวโอเลตสำหรับใช้ตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่
Conveyor Belt	สายพานลำเลียงซึ่งติดตั้งอินดักชันมอเตอร์เพื่อขับเคลื่อนสายพานลำเลียง
Sorting plane	ส่วนซึ่งต่อจากสายพานลำเลียงทำหน้าที่คัดแยกชิ้นเนื้อไก่ตามเงื่อนไขที่กำหนดด้วยเซอร์โวมอเตอร์
Interface Card	อุปกรณ์แปลงสัญญาณและส่งค่าระหว่างคอมพิวเตอร์กับวงจรอิเล็กทรอนิกส์เพื่อควบคุมการทำงานของระบบ
Computer	ควบคุมการทำงานของระบบและประมวลผลภาพรวมถึงแสดงผลด้วยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นโดยซอฟต์แวร์ MATLAB

สำหรับขั้นตอนการทำงานของระบบตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพจะมีขั้นตอนในการทำงานดังนี้ เริ่มจากเซนเซอร์ตัวแรก (Sensor I) ซึ่งติดตั้งอยู่ด้านหน้าของสายพาน เพื่อทำหน้าที่ในการตรวจจับชิ้นเนื้อไก่ เพื่อสั่งการให้มอเตอร์ควบคุมสายพานเคลื่อนนำชิ้นเนื้อไก่เข้าตู้ตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่ ซึ่งจะมีเซนเซอร์ตัวที่สอง (Sensor II) เพื่อทำหน้าที่ตรวจสอบชิ้นเนื้อไก่ให้หยุดพอดีกับระยะเก็บภาพของกล้องเว็บแคม (WEBCAM) และเก็บภาพเพื่อนำไปประมวลผลด้วยโปรแกรมตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่ที่พัฒนาขึ้นมา และเมื่อคอมพิวเตอร์ประมวลผลภาพเสร็จจึงสั่งงานมอเตอร์ควบคุมสายพานทำงานเพื่อนำชิ้นงานออกไปยังระบบคัดแยกชิ้นเนื้อไก่ทำการคัดแยกชิ้นเนื้อไก่ไปยังกล่องรับชิ้นเนื้อไก่และหยุดการทำงานของสายพานเมื่อชิ้นงานเคลื่อนผ่านเซนเซอร์ตัวที่สาม (Sensor III) และรอจนกว่าจะมีชิ้นเนื้อไก่ใหม่เข้ามาให้ทำการตรวจสอบ ซึ่งขั้นตอนการทำงานของระบบตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.2 ขั้นตอนการทำงานของระบบตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ

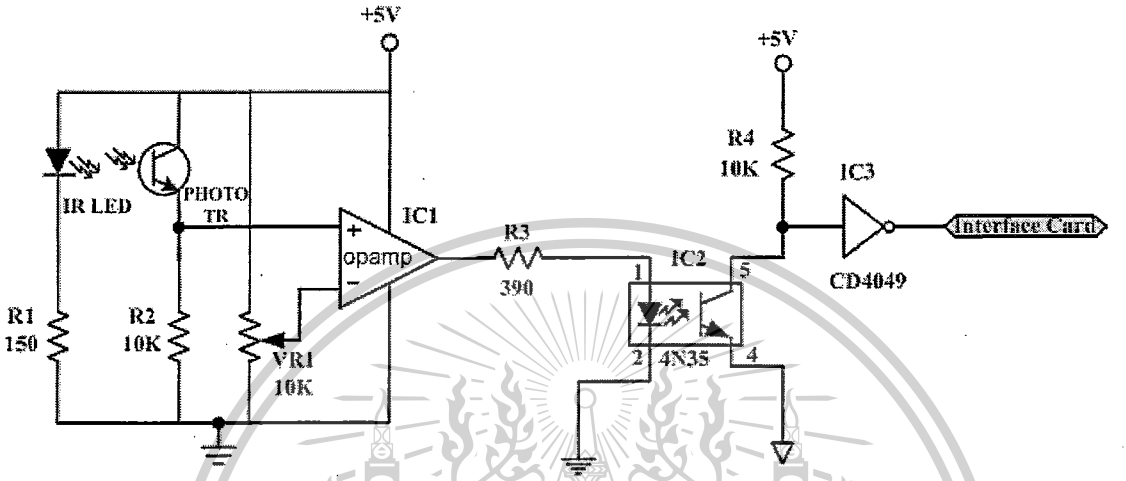
เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.2 วงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับควบคุมการทำงานของระบบ

สำหรับในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงวงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับควบคุมการทำงานของระบบซึ่งจะประกอบด้วยวงจรย่อยต่างๆ ดังนี้

4.2.1 วงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับตรวจจับตำแหน่งของชิ้นเนื้อไก่บนสายพาน

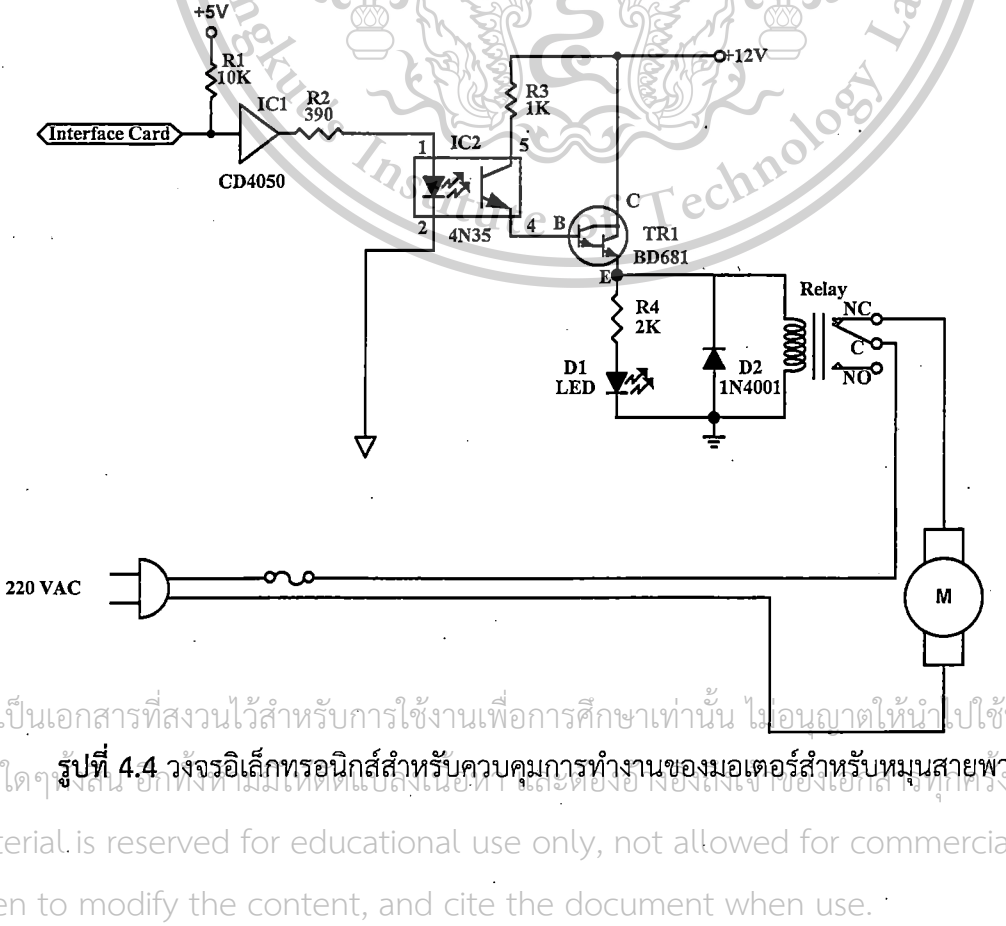
สำหรับวงจรส่วนนี้จะทำหน้าที่ในการตรวจจับตำแหน่งของชิ้นเนื้อไก่บนสายพาน โดยลักษณะของวงจรที่ออกแบบและทำการสร้างขึ้นมาสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 วงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับตรวจจับตำแหน่งของชิ้นเนื้อไก่บนสายพาน

4.2.2 วงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับควบคุมการทำงานของมอเตอร์สำหรับหมุนสายพาน

สำหรับวงจรส่วนนี้จะทำหน้าที่ในการควบคุมการทำงานของมอเตอร์สำหรับหมุนสายพานสำหรับลำเลียงชิ้นเนื้อไก่โดยลักษณะของวงจรที่ออกแบบและทำการสร้างขึ้นมาสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.4

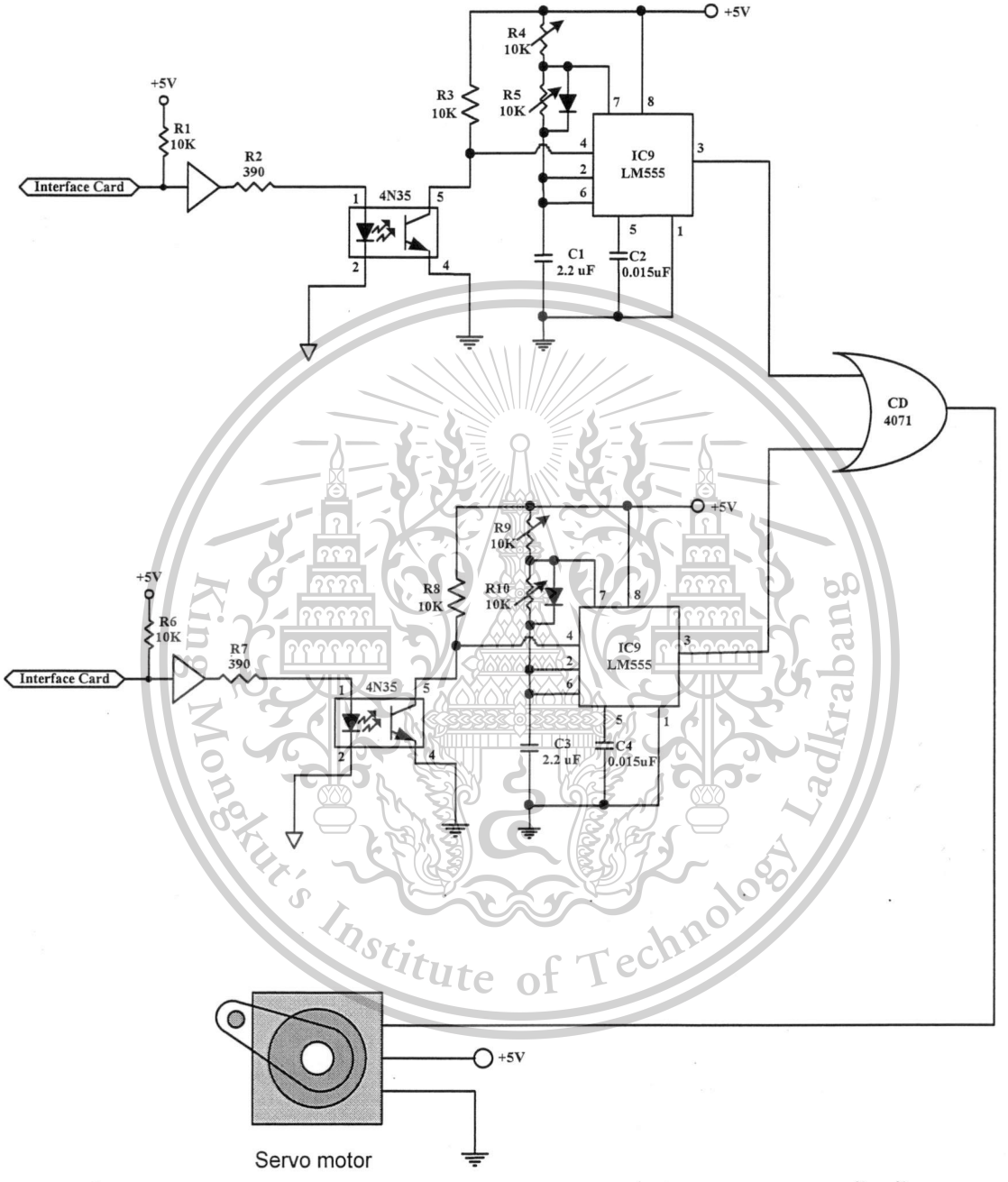


รูปที่ 4.4 วงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับควบคุมการทำงานของมอเตอร์สำหรับหมุนสายพาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.2.3 วงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับควบคุมเซอร์โวมอเตอร์เพื่อใช้ในการคัดแยกชิ้นเนื้อไก่

สำหรับวงจรในส่วนนี้จะทำหน้าที่ในการควบคุมการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์เพื่อใช้ในการคัดแยกชิ้นเนื้อไก่โดยลักษณะของวงจรที่ออกแบบและทำการสร้างขึ้นสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.5

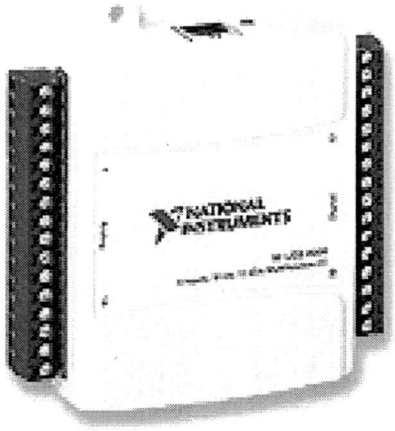


รูปที่ 4.5 วงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับควบคุมเซอร์โวมอเตอร์เพื่อใช้ในการคัดแยกชิ้นเนื้อไก่

4.2.4 การ์ดอินเตอร์เฟส (Interface card)[27]

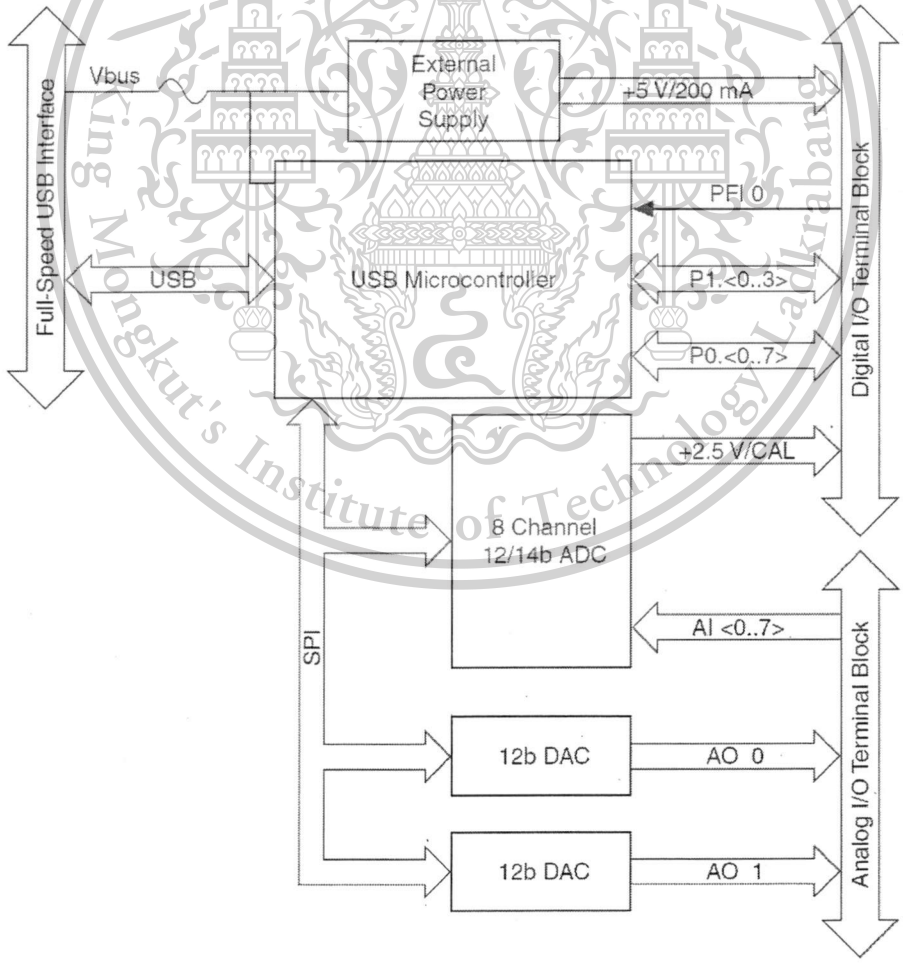
การ์ดอินเตอร์เฟสหรือการ์ดเชื่อมต่อสำหรับทำหน้าที่ในการเชื่อมต่อสัญญาณควบคุมการทำงานระหว่างคอมพิวเตอร์กับระบบต่างๆที่สร้างขึ้นมา โดยในโครงการวิจัยนี้ได้เลือกใช้การ์ดอินเตอร์เฟสของบริษัท National Instruments รุ่น USB-6009 ซึ่งมีลักษณะดังรูปที่ 4.6

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.6 การ์ดอินเตอร์เฟสของบริษัท National Instruments รุ่น USB-6009 [27]

จากรูปที่ 4.6 แสดงลักษณะของการ์ดอินเตอร์เฟสรุ่น USB-6009 ของบริษัท National Instruments โดยการ์ดอินเตอร์เฟสรุ่นนี้สามารถเชื่อมต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์ที่ใช้ควบคุมผ่านสาย USB ทำให้มีความสะดวกในการติดตั้งและใช้งาน สำหรับลักษณะโครงสร้างและคุณสมบัติของการ์ดอินเตอร์เฟสรุ่น USB-6009 สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.7 และตารางที่ 4.2 ตามลำดับ



รูปที่ 4.7 ลักษณะโครงสร้างของการ์ดอินเตอร์เฟสรุ่น USB-6009 [27]

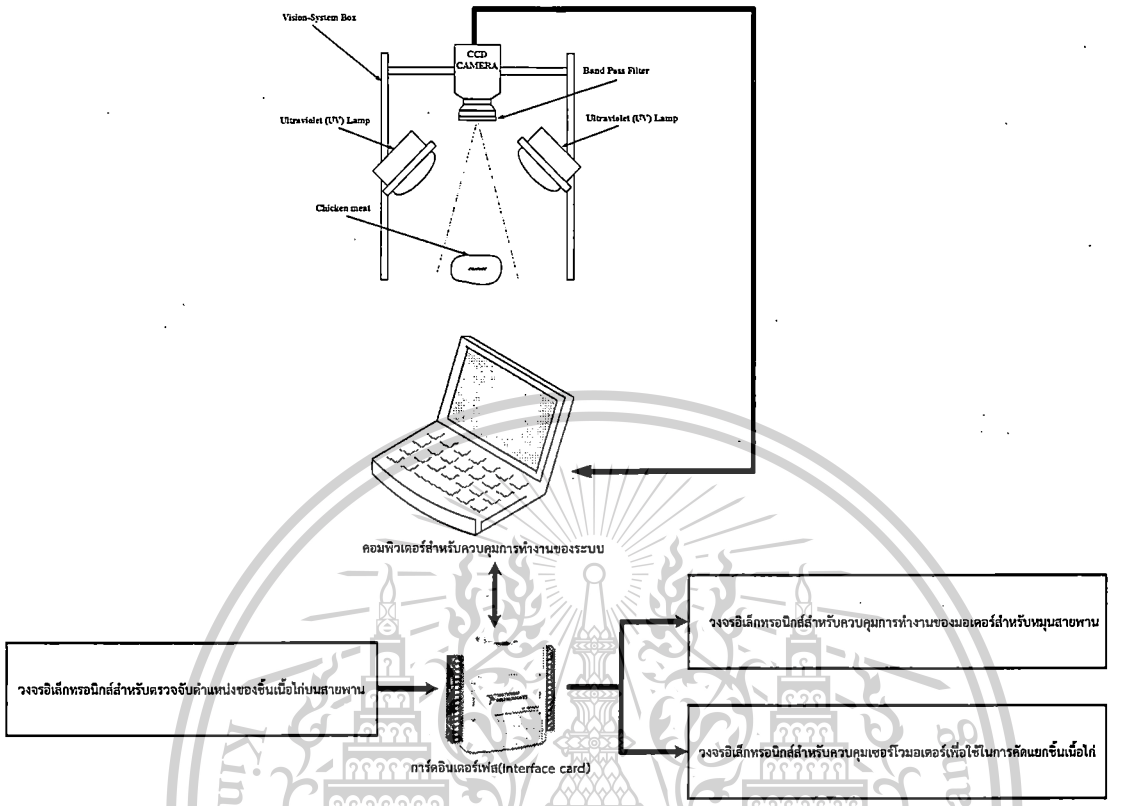
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 4.2 คุณสมบัติของการ์ดอินเตอร์เฟสรุ่น USB-6009

คุณสมบัติของการ์ดอินเตอร์เฟสรุ่น USB-6009	
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

จากรูปที่ 4.7 และตารางที่ 4.2 จะเห็นว่าการ์ดอินเตอร์เฟสรุ่น USB-6009 ประกอบไปด้วยวงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล (A/D Converter circuit) วงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาลอก (D/A Converter circuit) และอินพุทเอาท์พุทแบบดิจิตอล สำหรับนำไปประยุกต์ใช้ควบคุมวงจรอิเล็กทรอนิกส์ภายนอกต่างๆโดยเราจะใช้การ์ดอินเตอร์เฟสนี้ในการควบคุมส่วนต่างๆ ของระบบตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพดังแสดงในรูปที่ 4.8

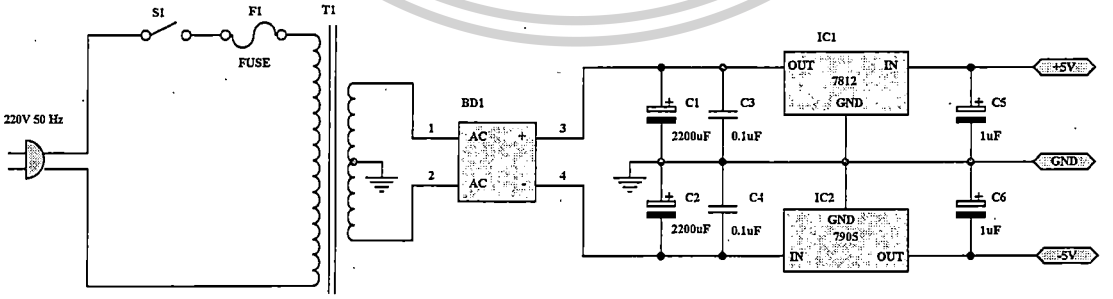
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.8 การ์ดอินเตอร์เฟสในการควบคุมส่วนต่างๆ ของระบบที่พัฒนาขึ้นมา

4.2.5 วงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับแหล่งจ่ายไฟ

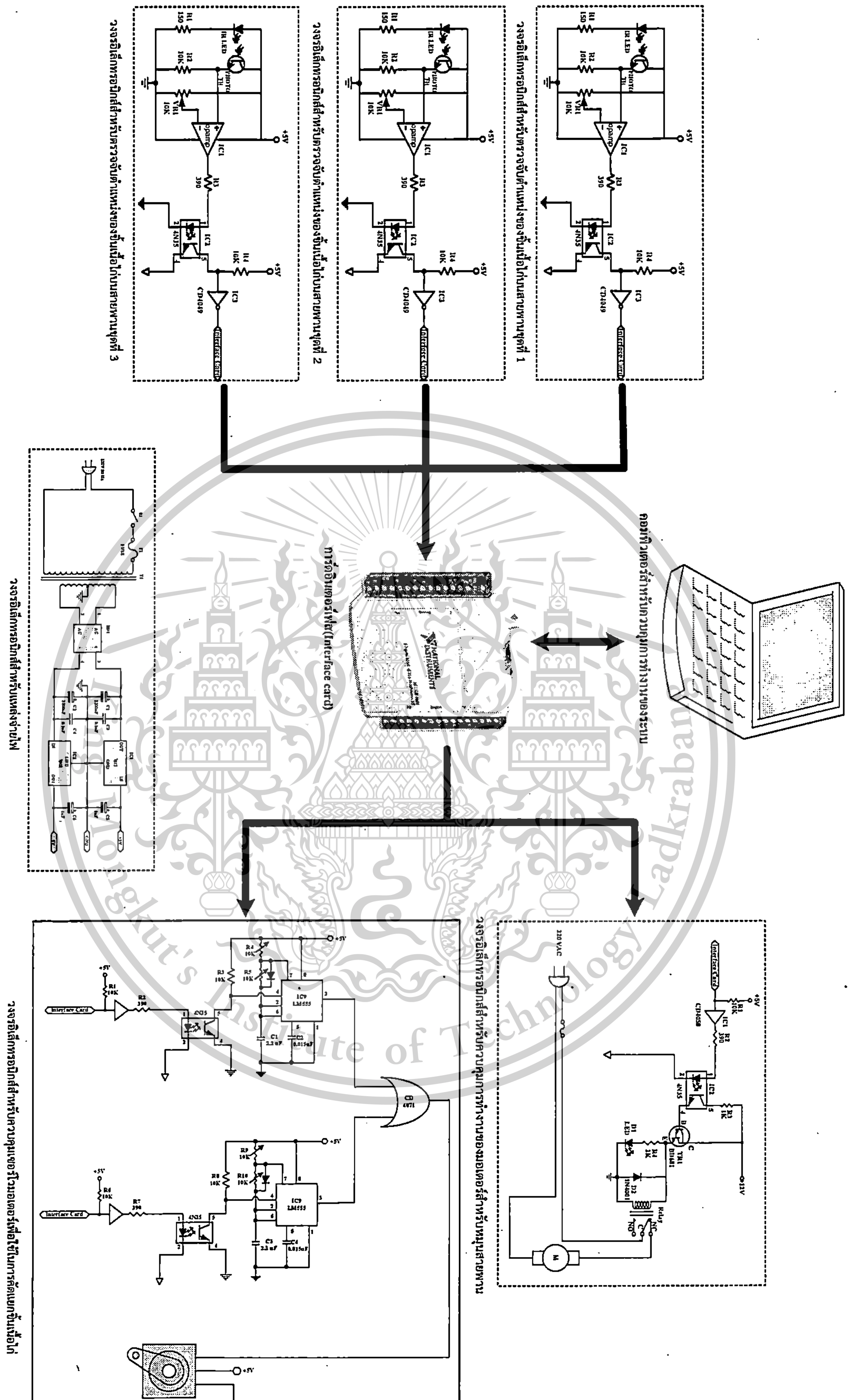
สำหรับวงจรส่วนนี้จะทำหน้าที่ในการจ่ายไฟให้กับวงจรควบคุมทั้งหมดของระบบตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ โดยลักษณะของวงจรที่ออกแบบและทำการสร้างขึ้นมาสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 วงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับแหล่งจ่ายไฟ

สำหรับวงจรอิเล็กทรอนิกส์ทั้งหมดสำหรับระบบตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.10 วงจรอิเล็กทรอนิกส์ทั้งหมดสำหรับระบบตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ

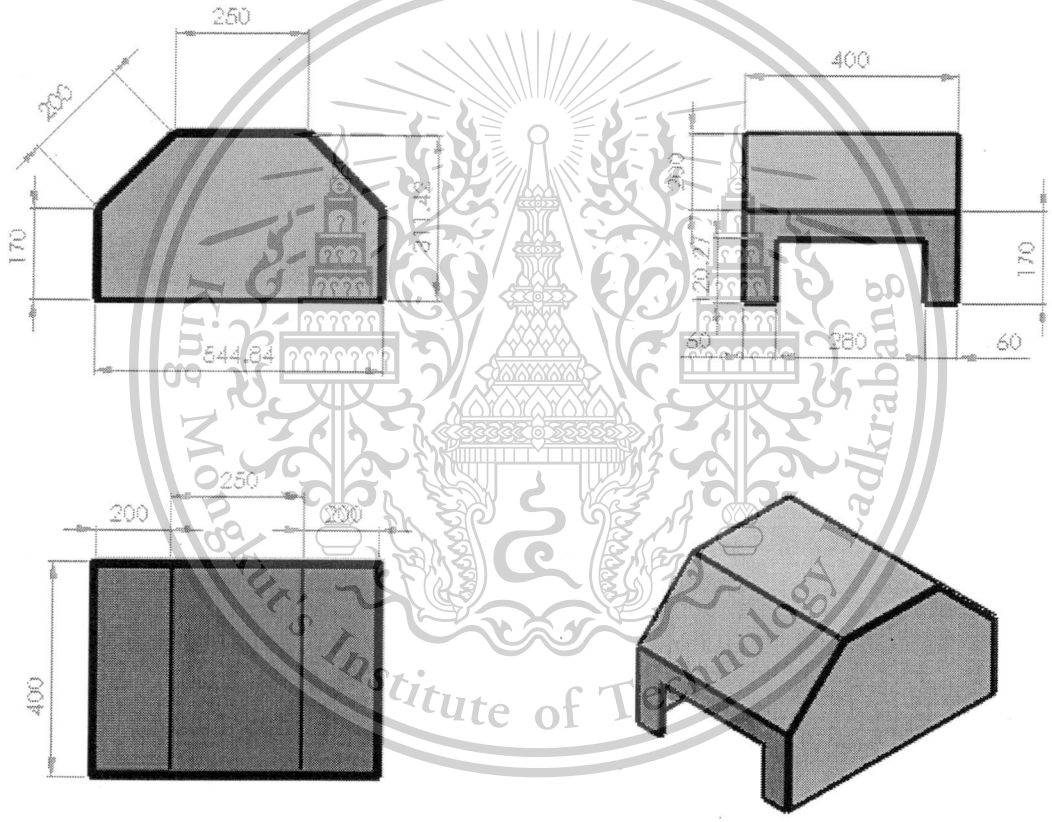
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.3 ตู้ตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่

สำหรับตู้ตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่ จะทำหน้าที่ในการถ่ายรูปชิ้นเนื้อไก่สำหรับนำไปใช้ในการตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ ซึ่งจะประกอบไปด้วยตู้ตรวจสอบ กล้องเว็บแคม และแหล่งกำเนิดแสงอัลตราไวโอเลต โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.3.1 ตู้ตรวจสอบ

สำหรับโครงสร้างของตู้ตรวจสอบจะทำด้วยไม้ที่ทาสีดำเพื่อลดการสะท้อนของแสงและป้องกันแสงจากภายนอกเข้ามารบกวนซึ่งลักษณะโครงสร้างของตู้ตรวจสอบสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 ลักษณะโครงสร้างของตู้ตรวจสอบ (หน่วย : มิลลิเมตร)

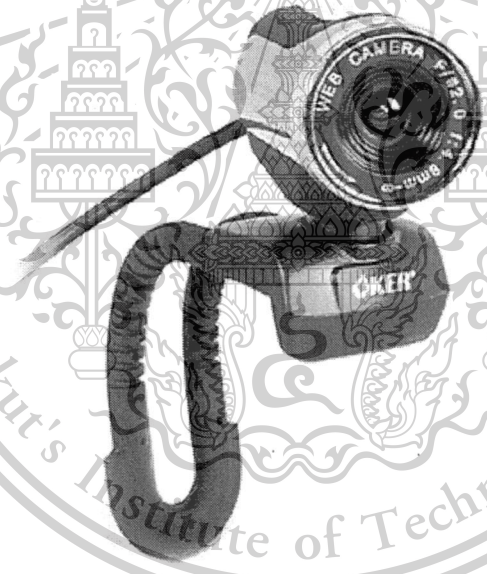
4.3.2 กล้องเว็บแคม

กล้องเว็บแคมใช้ในการจับภาพชิ้นงานเพื่อนำไปประมวลผลภาพโดยกล้องที่ใช้ในโครงงานนี้คือกล้องเว็บแคม ซึ่งเหมาะแก่การนำมาประยุกต์ใช้งานเพราะมีราคาถูกและหาซื้อได้ง่ายทั่วไปตามท้องตลาด ซึ่งรายละเอียดและคุณสมบัติกล้องเว็บแคม ที่เลือกใช้สามารถแสดงในตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 4.3 คุณสมบัติของกล้องเว็บแคมที่เลือกใช้

กล้อง WEBCAM OKER OE-177	
ความละเอียด	16 Mega pixels
Resolution	2.0 M pixels up to 16.0M by software
Frame rate	60 FPS
Info noise rate	48dB
Focus range	30mm-infinitive
OS support (Plug and Play)	Window NT/2000/XP/Vista/Windows 7(32/64 bit)/Mac OS X



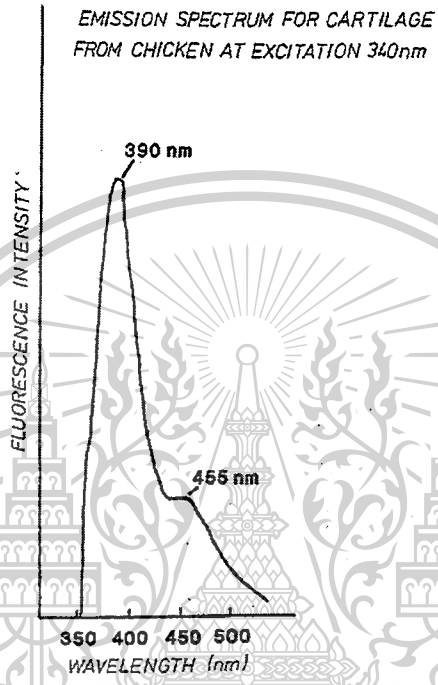
รูปที่ 4.12 กล้องเว็บแคม (WEBCAM OKER OE-177)

4.3.3 แหล่งกำเนิดแสงอัลตราไวโอเลต [3, 28-29]

แหล่งกำเนิดแสงอัลตราไวโอเลตเป็นแหล่งกำเนิดสำหรับใช้ในการตรวจสอบหาการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่ ซึ่งหลอดอัลตราไวโอเลตหรือหลอดยูวี (UV Lamp) นี้ส่วนมากนิยมนำมาใช้ประยุกต์ใช้งานในการตรวจและวิเคราะห์วัตถุ (Detection and Analysis) เนื่องจากสารบางชนิดจะเกิดการเรืองแสงให้เป็นรังสีที่มองเห็นได้ภายใต้แสงอัลตราไวโอเลตซึ่งเราเรียกว่า ปฏิกิริยาเรืองแสง (Fluorescence Effect) เรานำเอาคุณสมบัตินี้มาประยุกต์กับงานได้หลายประเภท รวมถึง การวิเคราะห์ปฏิกิริยาเรืองแสง (Fluorescence Analysis) โดยหลอดไฟที่นำมาใช้งานประเภทนี้จะเป็นชนิด Low-pressure Mercury-vapour Lamp Black Light หรือ Black Light Blue ที่ให้รังสี UV-A ช่วงความยาวคลื่นประมาณ 360nm. (340-380nm.) ซึ่งตาคนมีผลตอบสนองน้อยมากทำให้เห็นผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ของการเรืองแสงฟลูออเรสเซนท์ได้อย่างชัดเจน โดยในโครงการวิจัยนี้นี้จะใช้หลอดอัลตราไวโอเลตฉายลงบนชิ้นเนื้อไก่ที่นำมาตรวจสอบ แสงยูวีที่ฉายลงไปบนเนื้อไก่จะทำให้เกิดการเปล่งแสงฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent) จากเนื้อไก่และกระดูกไก่ในย่านความยาวคลื่น ประมาณ 365-450 nm โดยจากการศึกษา [3] ด้วยเครื่องสเปกโทรฟลูออโรมิเตอร์ (Spectrofluorometer) พบว่าเมื่อทำการฉายแสงยูวีที่ความยาวคลื่น 340 nm ลงบนกระดูกไก่จะเกิดการเปล่งแสงฟลูออเรสเซนต์ที่ความยาวคลื่น 390 nm สูงมากดังแสดงในรูปที่ 4.13

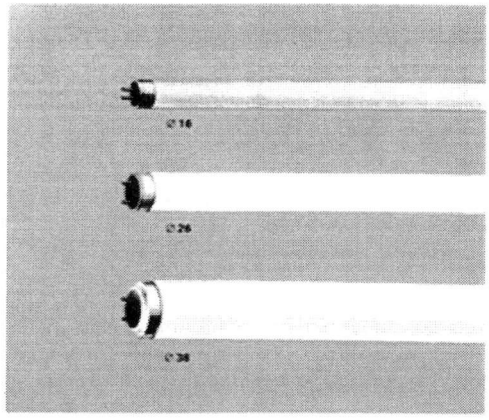


รูปที่ 4.13 ลักษณะความเข้มในการเปล่งแสงฟลูออเรสเซนต์ของกระดูกไก่เมื่อทำการฉายด้วยแสงยูวีความยาวคลื่น 340 nm [3]

จากรูปที่ 4.13 จะเห็นว่าเมื่อทำการฉายแสงยูวีความยาวคลื่น 340 nm ลงบนกระดูกไก่จะมีการเปล่งแสงฟลูออเรสเซนต์ที่ความยาวคลื่น 390 nm สูงมาก ดังนั้นหากเราสร้างฟิลเตอร์โดยให้แสงที่ความยาวคลื่นประมาณ 390 nm ผ่าน แล้วนำกล้องเวบแคมมาจับภาพเนื้อไก่ที่นำมาทดสอบ (โดยใช้ฟิลเตอร์ตัดความยาวคลื่นที่ไม่ต้องการออกไป) เราก็จะได้ภาพของกระดูกไก่ที่มีความสว่างมากกว่าส่วนที่เป็นเนื้อไก่) จากนั้นจึงนำภาพถ่ายที่ได้นำมาทำการตรวจหาการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพซึ่งจะเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ หากอยู่ในช่วงที่กำหนดก็จะแสดงผลยอมรับ (Accept) แต่ถ้าต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้จะแสดงผลไม่ยอมรับ (Reject) และทำการส่งสัญญาณควบคุมไปขับมอเตอร์เพื่อคัดชิ้นเนื้อไก่ที่มีการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่ที่ตรวจสอบแล้วไม่ได้คุณภาพตามที่ต้องการออกไปยังภาชนะสำหรับนำเนื้อไก่ที่มีการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่ไปทำการคัดแยกกระดูกออกจากเนื้อไก่อีกครั้ง

สำหรับหลอดไฟที่ให้แสงอัลตราไวโอเลต ในปัจจุบันมีผลิตขึ้นมามากมายหลายบริษัทดังตัวอย่าง รูปที่ 4.14 โดยหลอดที่เลือกใช้สามารถแสดงดังรูปที่ 4.15 ซึ่งหลอดที่เลือกใช้นี้มีคุณสมบัติที่เหมาะสมในการนำมาใช้เพื่อตรวจสอบในโครงการนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



Fluorescent lamps for medical treatment

Type	Length	Dia	Cap	Radiation W	Ordering number
TL D 15 W/03	440	26	G 13	2.4	8222 206 405
TL DX 30 W/03	440	26	G 13	3.6	9280 195 003
TL 20 W/03	600	38	G 13	3.2	9280 157 003
TL K 40 W/03	600	38	G 13	4.8	9280 291 003
TL 40 W/03	1200	38	G 13	8.0	9280 113 003
TL 20 W/52	600	38	G 13	4.1	8222 206 807
TL 20 W/12	600	38	G 13	3.4	8222 206 247
TL 40 W/12	1200	38	G 13	6.5	8222 206 298
TL 100 W/12	1800	38	R 17d	16.6	8222 342 279
TL 100 W/01	1800	38	R 17d	12.4	8222 342 278

Fluorescent lamps for insect traps (wavelength 350-380 nm)

Type	Length	Dia	Cap	Radiation W	Ordering number
TL 4 W/05	150	16	G 5	0.2	9280 000 005
TL 6 W/05	230	16	G 5	0.6	9280 005 005
TL 8 W/05	290	16	G 5	0.8	9280 010 005
TL 11 W/05	230	16	G 5	1.1	8222 206 583
TL D 15 W/05	440	26	G 13	1.8	9280 248 005
TL DX 30 W/05	440	26	G 13	2.8	9280 195 005
TL 20 W/05	600	38	G 13	3.4	9280 035 005
TL K 40 W/05	600	38	G 13	3.8	9280 291 005
TL 40 W/05	1200	38	G 13	6.0	9280 060 005
PL 9 W/10	190	–	G 23	2.3	8222 342 106
PL 36 W/09N	420	–	2G 11	9.0	8222 342 261

Fluorescent lamps for diazoprinting (wavelength 355 and 420 nm)

Type	Length	Dia	Cap	Radiation W	Ordering number
TL 80 W/05	1500	38	G 13	12.8	9280 063 005
TL 140 W/05	1500	38	G 13	14.6	8222 342 062
TL 80 W/03	1200	38	G 13	11.2	8222 206 256
TL 140 W/03	1500	38	G 13	20.0	9280 127 003

Fluorescent lamps for suntanning (09 and Cleo)

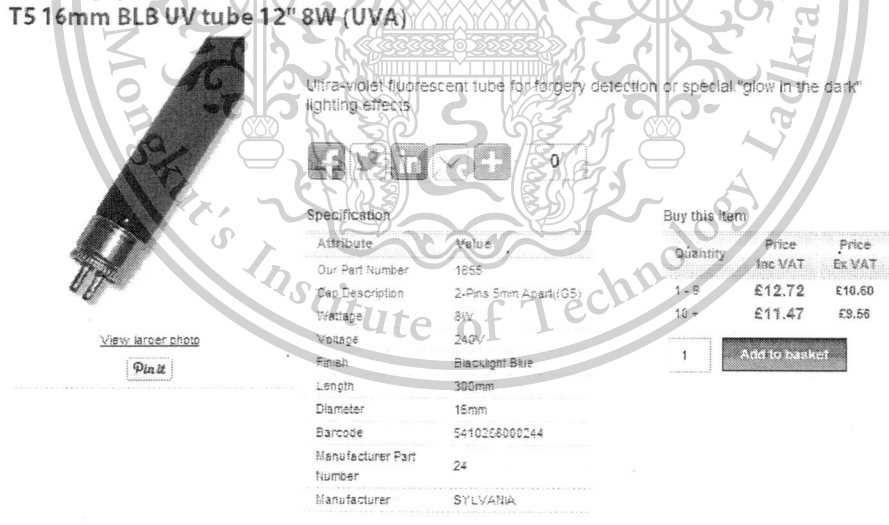
Type	Length	Dia	Cap	Radiation W	Ordering number
TL K 40 W/10R	600	38	G 13	4.8	8222 342 063
TL 80 W/10R	1200	38	G 13	15	8222 342 229
TL 80 W/10R	1500	38	G 13	18	8222 342 064
TL 100 W/10R	1800	38	G 13	25	8222 342 065
TL 140 W/10	1800	38	G 13	32	9280 127 010
TL 4 W 23/10	150	16	G 5	0.2	9280 169 010
TL 29 D 16/09N	290	16	G 5	1.7	9280 017 009
TL D 15 W/09N	440	26	G 13	2.0	9280 248 009
TL 46 D 25/09N	440	26	G 13	2.2	8222 206 527
TL 36 D 25/09N	360	26	G 13	3.4	8222 206 582
PL 36 W/09N	420	–	2G 11	9.0	8222 342 261
TL 20 W/09N	600	38	G 13	3.5	9280 035 009
TL 40 W/09N	1200	38	G 13	7.0	9280 060 009
UVA 40 W	600	38	G 13	3.5	9280 031 009
UVA 80 W	1500	38	G 13	20	9280 032 009
UVA 100 W	1800	38	G 13	26	9280 043 009
UVA 80 W W	1500	38	G 13	19	9280 033 009
UVA 100 W W	1800	38	G 13	24	9280 044 009
HUVA 40 W-R	600	38	G 13	6.0	9280 045 009
HUVA 80 W-R	1500	38	G 13	16	9280 047 009
HUVA 100 W-R	1800	38	G 13	22	9280 057 009
HUVA 40 W WM	600	38	G 13	6.0	9280 046 009
HUVA 80 W WM	1500	38	G 13	16	9280 048 009
HUVA 100 W WM	1800	38	G 13	22	9280 058 009

ACTINIC LAMPS

Actinic 'TL'/05 and Super Actinic 'TL'/03 lamps are highly efficient ultraviolet radiation sources with radiation peaks of 375 nm and 420 nm, respectively.
The spectral energy distributions match the sensitivity of many of the diazo papers used in photoprinting. Actinic 'TL'/09 and Cleo lamps emit a highly concentrated radiation between 330 and 390 nm. This makes the lamps very effective for the treatment of skin diseases such as psoriasis.
They are also used for direct pigmentation of the skin, in insect traps and in photochemical processes.

Longwave ultraviolet lamps 'TL'/10, virtually without UV-B and peaking at 370 nm, are used for skin treatment and tanning.
'TL'/10R lamps have an integrated reflector, which makes it possible to obtain very high intensities by placing the lamps close together.
Nowadays, there are also PL actinic lamps.

รูปที่ 4.14 ตัวอย่างหลอดไฟที่ให้แสงอัลตราไวโอเลต [29]



T5 16mm BLB UV tube 12" 8W (UVA)

Ultra-violet fluorescent tube for forgery detection or special "glow in the dark" lighting effects

View larger photo

Pin it

0

Specification

Attribute	Value
Our Part Number	1855
Cap Description	2-Pins 5mm Apart(G5)
Wattage	8W
Voltage	240V
Finish	Blacklight Blue
Length	300mm
Diameter	16mm
Barcode	5410268000244
Manufacturer Part Number	24
Manufacturer	SYLVANIA

Buy this item

Quantity	Price Inc VAT	Price Ex VAT
1 - 9	£12.72	£10.60
10 +	£11.47	£9.56

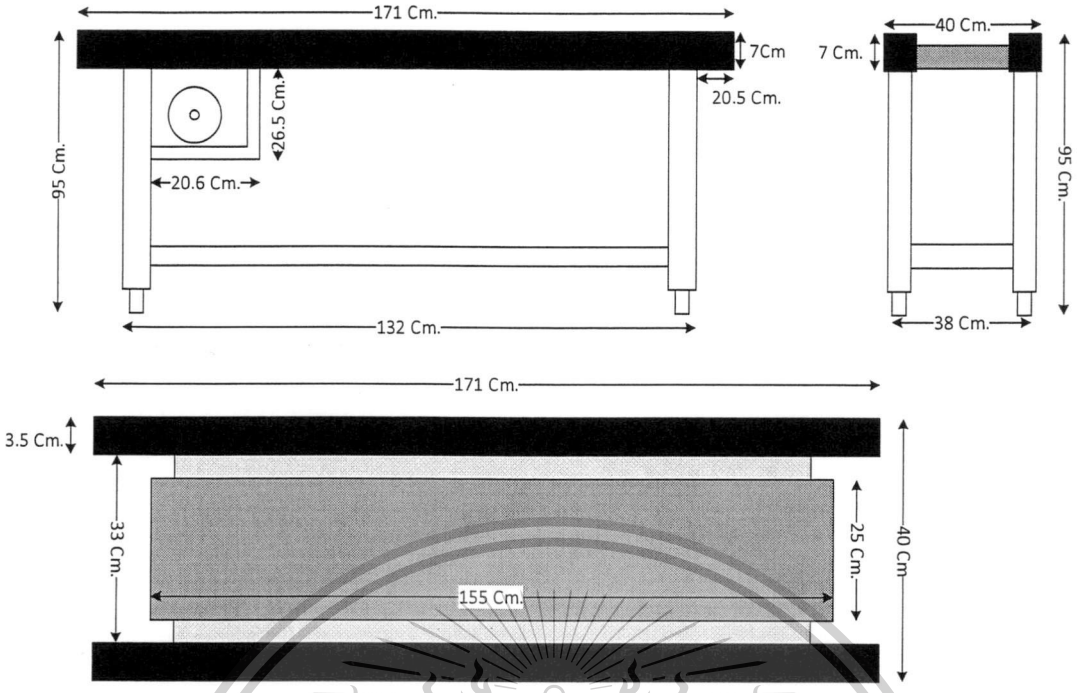
1 Add to basket

รูปที่ 4.15 หลอดอัลตราไวโอเลตที่นำมาใช้ในโครงการวิจัย [30]

4.4 ระบบสายพานลำเลียงเนื้อไก่

ระบบสายพานลำเลียงคัดแยกชิ้นเนื้อไก่นั้นจะรับค่าสัญญาณการควบคุมจากคอมพิวเตอร์ผ่านการ์ดอินเตอร์เฟส เพื่อสั่งงานให้มอเตอร์หมุนสายพานลำเลียงเพื่อทำหน้าที่ในการนำชิ้นเนื้อไก่เข้าสู่ตู้ตรวจสอบและนำชิ้นเนื้อไก่ที่ได้รับการตรวจสอบแล้วออกไปยังระบบคัดแยกชิ้นเนื้อไก่ โดยรายละเอียดของโครงสร้างระบบสายพานลำเลียงเนื้อไก่แสดงได้ดังรูปที่ 4.16

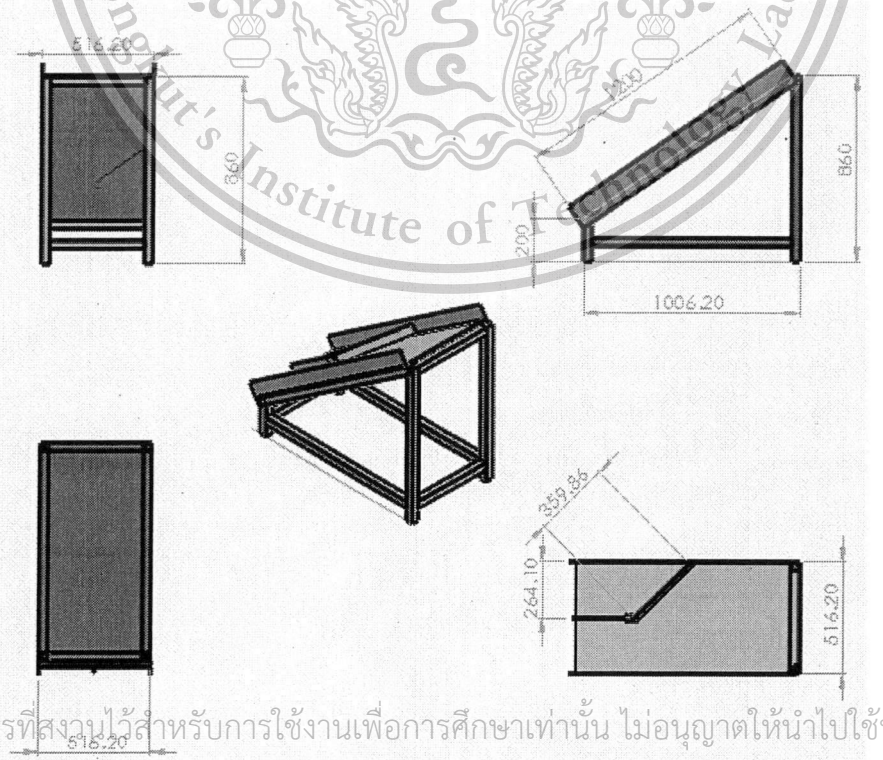
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.16 รายละเอียดของโครงสร้างระบบสายพานลำเลียงเนื้อไก่

4.5 ระบบคัดแยกชิ้นเนื้อไก่

ระบบคัดแยกชิ้นเนื้อไก่เป็นส่วนที่ต่อจากสายพานลำเลียงเพื่อทำหน้าที่ในการคัดแยกเนื้อไก่ที่มีการตกค้างของกระดูกไก่ออกจากเนื้อไกที่ไม่มีการตกค้างของกระดูกไก่ โดยจะรับสัญญาณควบคุมมาจากส่วนโปรแกรมประมวลผลภาพผ่านทางการ์ดอินเตอร์เฟส โดยใช้เซอร์โวมอเตอร์ในการควบคุมแผ่นคัดแยกเพื่อทำหน้าที่คัดแยกชิ้นเนื้อไก่ โดยรายละเอียดของโครงสร้างระบบคัดแยกชิ้นเนื้อไก่แสดงได้ดังรูปที่ 4.17



รูปที่ 4.17 รายละเอียดของโครงสร้างระบบคัดแยกชิ้นเนื้อไก่

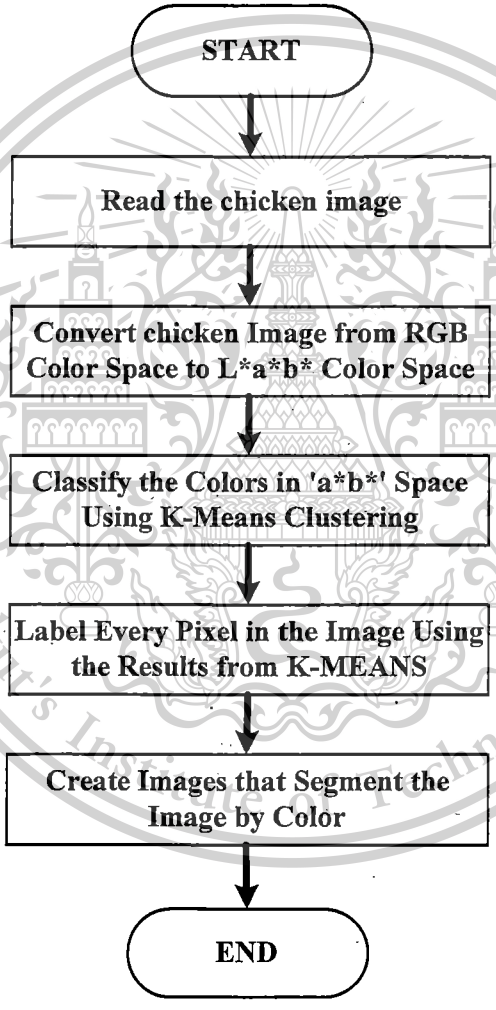
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.6 โปรแกรมตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ

สำหรับโปรแกรมตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ จะประกอบด้วยอัลกอริทึม 2 ส่วนคือ อัลกอริทึมในการแยกภาพของกระดูกไก่ออกจากเนื้อไก่ และอัลกอริทึมในการหาค่าพื้นที่ของกระดูกไก่ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

4.6.1 อัลกอริทึมในการแยกภาพของกระดูกไก่ออกจากเนื้อไก่

สำหรับอัลกอริทึมนี้จะทำหน้าที่ในการแยกพื้นที่สีของกระดูกไก่ออกจากเนื้อไก่และสายพาน โดยอัลกอริทึมในการประมวลผลภาพจะใช้อัลกอริทึมแบบเคมีน (K-Means clustering) ซึ่งเป็นอัลกอริทึมที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการวิเคราะห์แบ่งกลุ่มข้อมูล (Clustering Analysis) โดยลักษณะขั้นตอนการทำงานของอัลกอริทึมสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.18



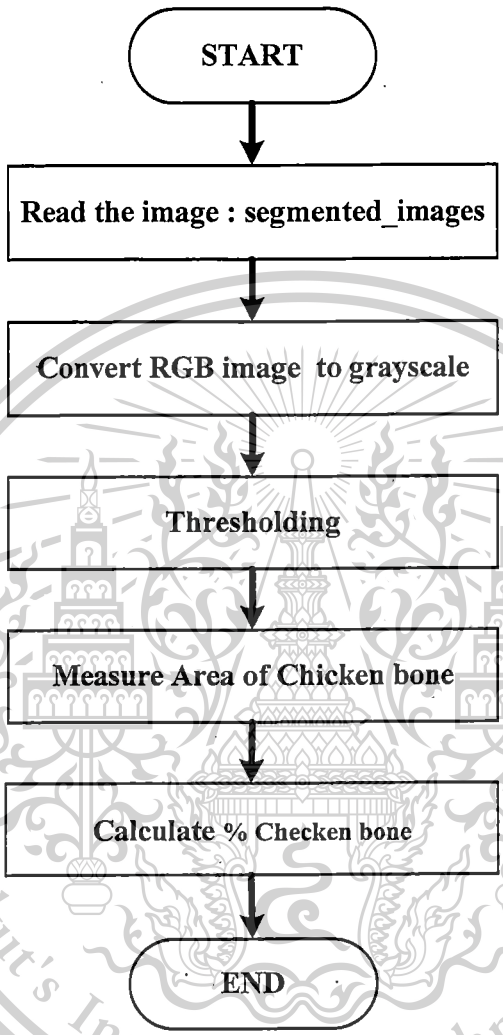
รูปที่ 4.18 อัลกอริทึมในการแยกภาพของกระดูกไก่ออกจากเนื้อไก่

จากรูปที่ 4.18 การแยกภาพของกระดูกไก่ออกจากเนื้อไก่ จะเริ่มจากขั้นตอนที่ 1 การโหลดภาพถ่ายภาพชิ้นเนื้อไก่ที่ถ่ายด้วยกล้องเว็บแคม จากนั้นภาพที่ได้จะถูกนำไปประมวลผลภายในอัลกอริทึม เริ่มจากการแปลงภาพที่ได้นั้นจากระบบสี RGB เป็นระบบสีแบบ L*a*b Color เพื่อความง่ายในการแยกสีของภาพ จากนั้นใช้ K-Means Clustering เพื่อแยกภาพของกระดูกไก่ออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.6.2 อัลกอริทึมในการหาค่าพื้นที่ของกระดูกไก่

สำหรับอัลกอริทึมส่วนนี้จะทำหน้าที่ในการคำนวณหาค่าของพื้นที่ของกระดูกไก่โดยใช้ภาพที่ได้จากอัลกอริทึมในการแยกภาพของกระดูกไก่ออกจากเนื้อไก่ มาใช้เพื่อคำนวณหาค่าพื้นที่ซึ่งขั้นตอนการหาพื้นที่ของกระดูกไก่สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.19



รูปที่ 4.19 อัลกอริทึมในการหาค่าพื้นที่ของกระดูกไก่

จากรูปที่ 4.19 ขั้นตอนการทำงานของอัลกอริทึมในการหาค่าพื้นที่ของกระดูก เริ่มจากนำภาพที่ได้จากอัลกอริทึมในการแยกภาพของกระดูกไก่ออกจากเนื้อไก่มาแปลงค่าระบบสีให้กลายเป็น Grayscale จากนั้นใช้คำสั่ง Thresholding เพื่อแปลงค่าภาพให้กลายเป็นรูปของข้อมูลพิกเซล (Pixel) ที่มีสองระดับ ขั้นตอนต่อไปคือการนับจำนวนพิกเซลของสีในแต่ละภาพเพื่อทำการคำนวณเป็นค่าพื้นที่ของกระดูกไก่ออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 5
การทดสอบระบบ

สำหรับในบทนี้จะกล่าวถึงการทดสอบระบบตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพที่ได้พัฒนาขึ้นมา โดยการทดสอบระบบจะแยกเป็นส่วนต่างๆดังนี้

5.1 การทดสอบหาค่าความผิดพลาดของการหาค่าพื้นที่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ

จากการพัฒนาระบบตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ ซึ่งส่วนที่สำคัญได้แก่การคำนวณหาขนาดพื้นที่ของกระดูกไก่ที่ตกค้างอยู่ภายในเนื้อไก่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพเข้ามาช่วย ดังนั้นค่าความถูกต้องของขนาดพื้นที่ที่วัดได้โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพจะส่งผลต่อความน่าเชื่อถือของระบบที่พัฒนาขึ้นมา โดยในการทดสอบจะนำวัตถุที่ทราบขนาดพื้นที่แน่นอนมาการทำการทดสอบ โดยในการทดสอบจะใช้ผลการคำนวณค่าพื้นที่โดยโปรแกรมประมวลผลภาพที่พัฒนาขึ้นมาเทียบกับค่าพื้นที่จริงของวัตถุที่นำมาทดสอบภายใต้รูปแบบของชิ้นงานต่างๆ ดังนี้

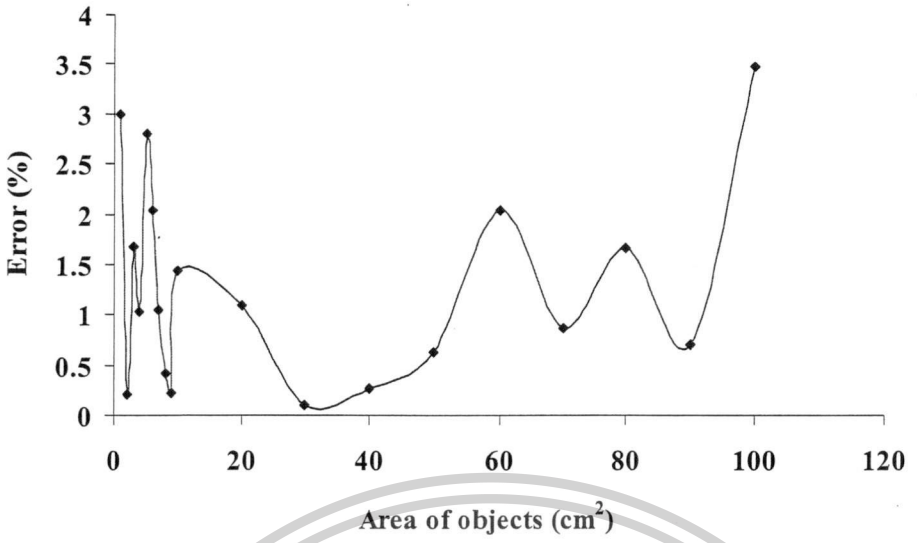
5.1.1 การทดสอบหาค่าความผิดพลาดของการหาค่าพื้นที่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพในวัตถุที่มีขนาดต่างๆ

สำหรับการทดสอบนี้จะเป็นการทดสอบหาค่าความผิดพลาดของการหาค่าพื้นที่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพในวัตถุที่มีขนาดต่างๆ โดยในการทดสอบจะนำวัตถุรูปทรงสี่เหลี่ยมพื้นผ้าที่มีขนาดตั้งแต่ 1 -100 ตารางเซนติเมตรซึ่งแสดงในรูปที่ 5.1 มาใช้ในการทดสอบ

รูปที่ 5.1 ตัวอย่างของวัตถุรูปทรงสี่เหลี่ยมพื้นผ้าที่มีขนาดต่างๆ ที่ใช้ในการทดสอบ

จากรูปที่ 5.1 วัตถุรูปทรงสี่เหลี่ยมพื้นผ้าที่มีขนาดตั้งแต่ 1 -100 ตารางเซนติเมตรจะถูกนำมาหาค่าพื้นที่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพที่พัฒนาขึ้นมา จากนั้นจึงนำค่าพื้นที่ที่ได้มาคำนวณหาความผิดพลาดเมื่อเทียบกับค่าพื้นที่จริงของวัตถุนั้น โดยค่าความผิดพลาดของวัตถุขนาดต่างๆสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5.2

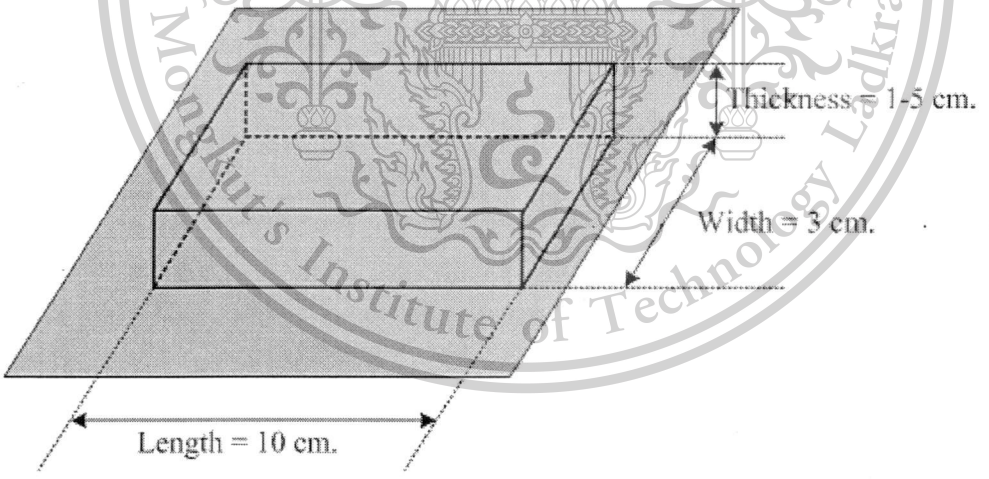
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 5.2 ค่าความผิดพลาดของวัตถุขนาดต่างๆ

5.1.2 การทดสอบหาค่าความผิดพลาดของการหาค่าพื้นที่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพในวัตถุที่มีความหนาต่างๆ

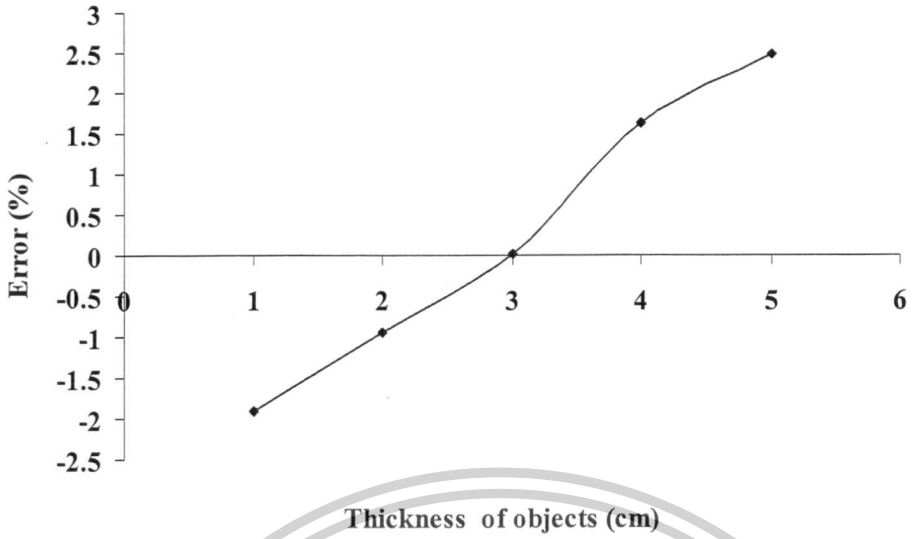
สำหรับการทดสอบนี้จะเป็นการทดสอบหาค่าความผิดพลาดของการหาค่าพื้นที่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพในวัตถุที่มีความหนาต่างๆ โดยในการทดสอบจะนำวัตถุรูปทรงสี่เหลี่ยมพื้นผ้าที่มีความหนาตั้งแต่ 1-5 เซนติเมตรซึ่งแสดงในรูปที่ 5.3 มาใช้ในการทดสอบ



รูปที่ 5.3 ตัวอย่างของวัตถุรูปทรงสี่เหลี่ยมพื้นผ้าที่มีความหนาต่างๆ ที่ใช้ในการทดสอบ

จากรูปที่ 5.3 วัตถุรูปทรงสี่เหลี่ยมพื้นผ้าที่มีความหนาตั้งแต่ 1-5 เซนติเมตรจะถูกนำมาหาค่าพื้นที่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพที่พัฒนาขึ้นมา จากนั้นจึงนำค่าพื้นที่ที่ได้มาคำนวณหาความผิดพลาดเมื่อเทียบกับค่าพื้นที่จริงของวัตถุนั้น โดยค่าความผิดพลาดของวัตถุที่มีความหนาต่างๆ สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5.4

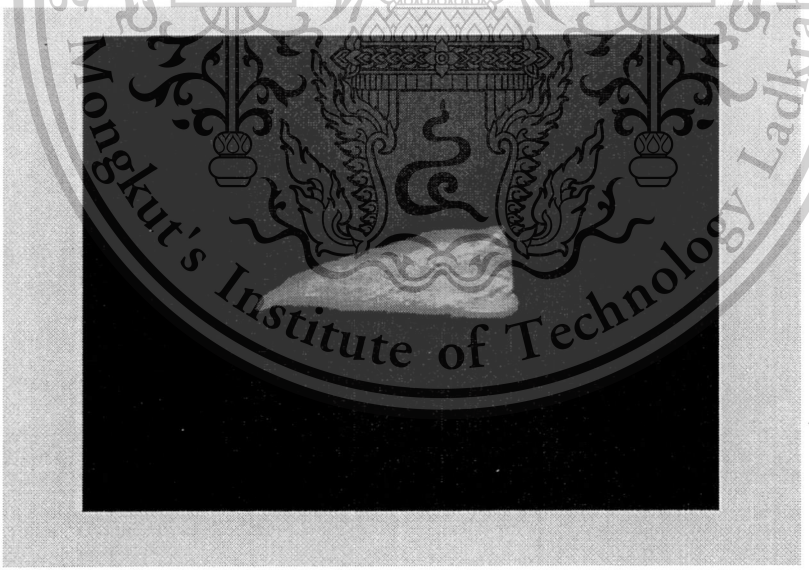
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 5.4 ค่าความผิดพลาดของวัตถุที่มีขนาดความหนาต่างๆ

5.2 การทดสอบระบบตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ

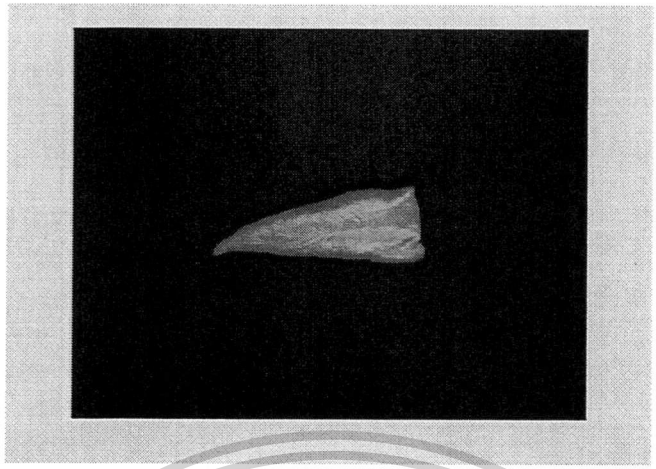
สำหรับการทดสอบนี้จะเป็นการทดสอบระบบตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพที่ได้พัฒนาขึ้นมากับเนื้อไก่ที่มีการตกค้างของกระดูกแบบต่างๆ โดยรูปที่ 5.5 แสดงเนื้อไก่ที่ไม่มีกระดูกที่นำมาทดสอบ



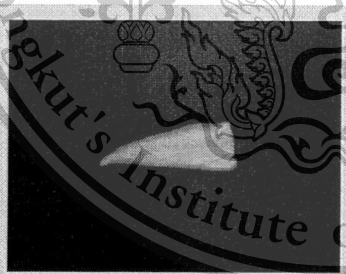
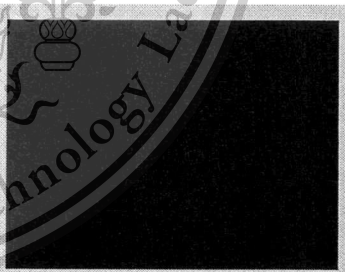
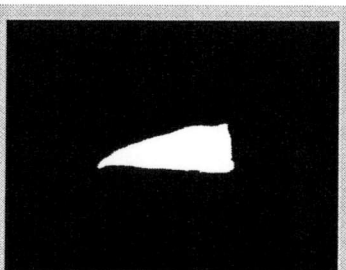
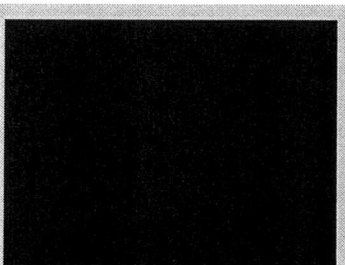
รูปที่ 5.5 เนื้อไก่ที่ไม่มีการตกค้างของกระดูกไก่

จากเนื้อไก่ใน รูปที่ 5.5 เราทำการใส่กระดูกไก่เข้าไปบนเนื้อไก่ในรูปแบบต่างๆ จำนวน 11 แบบ แล้วทำการทดสอบระบบที่พัฒนาขึ้นมา ซึ่งผลการทดสอบสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5.6 ถึงรูปที่ 5.27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

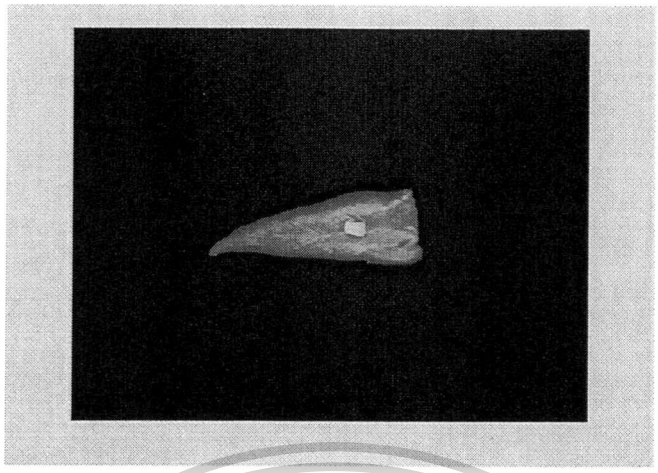


รูปที่ 5.6 เนื้อไก่ที่นำมาทดสอบแบบที่ 1

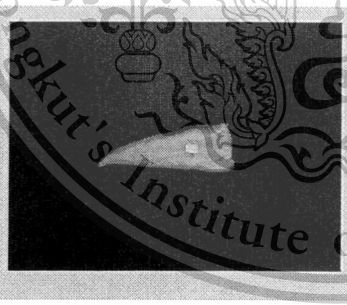
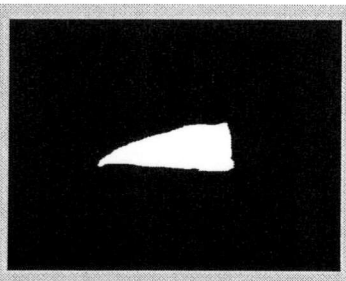
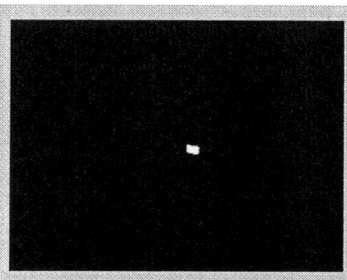
Types	Fluorescent light	Ultraviolet light
RGB Image		
Graysacle Image		
Tresholding Image		

รูปที่ 5.7 ผลการทดสอบเนื้อไก่ที่นำมาทดสอบแบบที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

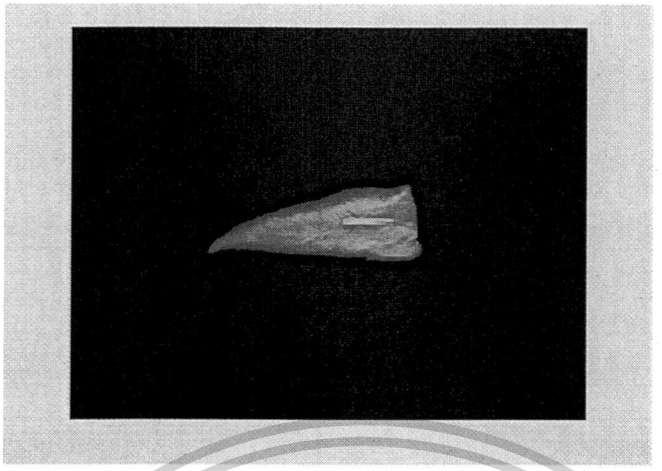


รูปที่ 5.8 เนื้อไก่ที่นำมาทดสอบแบบที่ 2

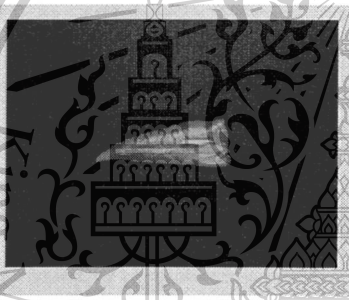
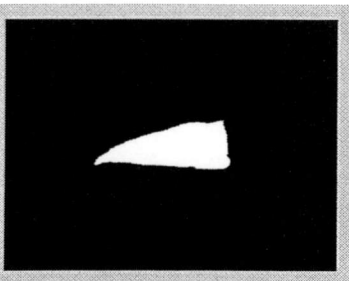
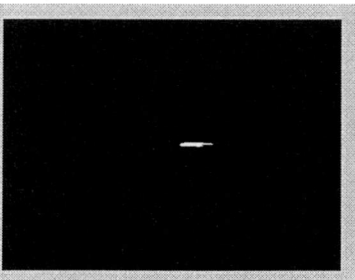
Types	Fluorescent light	Ultraviolet light
RGB Image		
Graysacle Image		
Tresholding Image		

รูปที่ 5.9 ผลการทดสอบเนื้อไก่ที่นำมาทดสอบแบบที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

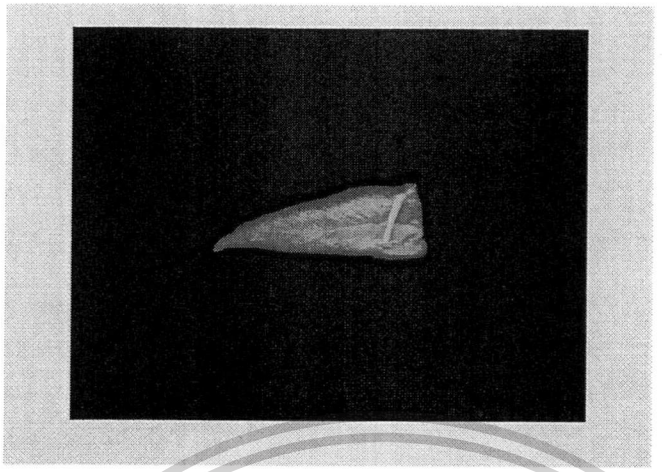


รูปที่ 5.10 เนื้อไก่ที่นำมาทดสอบแบบที่ 3

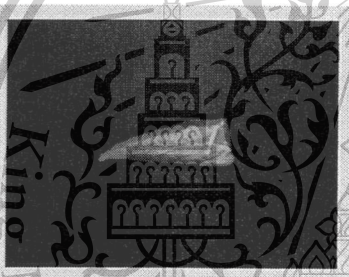
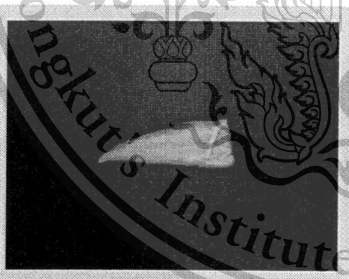
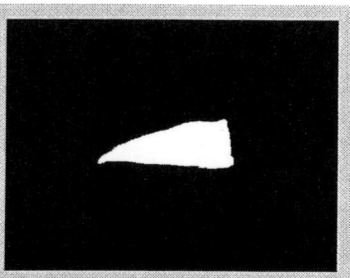
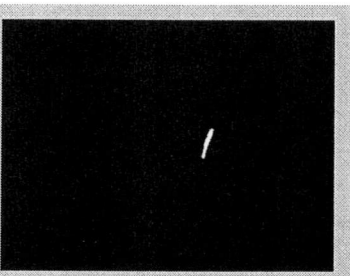
Types	Fluorescent light	Ultraviolet light
RGB Image		
Graysacle Image		
Tresholding Image		

รูปที่ 5.11 ผลการทดสอบเนื้อไก่ที่นำมาทดสอบแบบที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

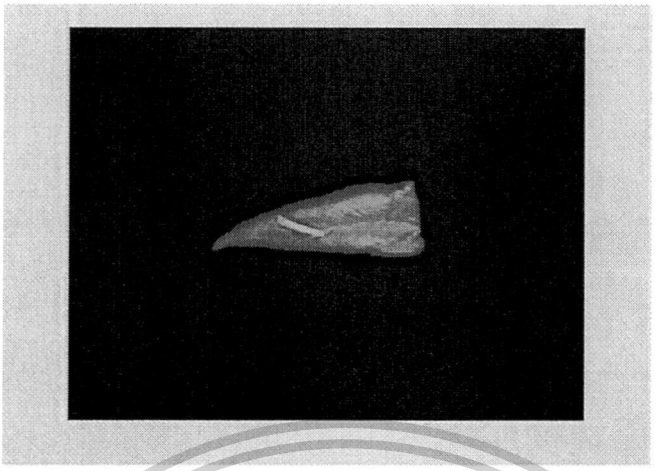


รูปที่ 5.12 เนื้อไก่ที่นำมาทดสอบแบบที่ 4

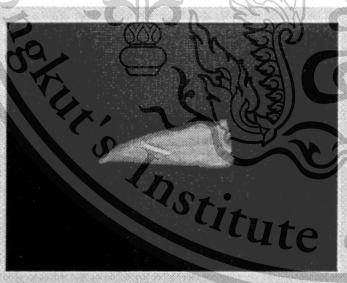
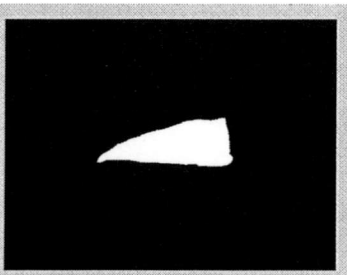
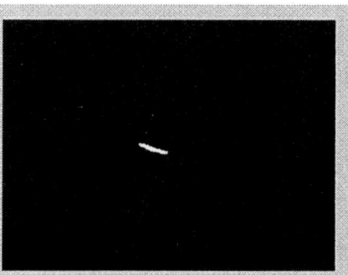
Types	Fluorescent light	Ultraviolet light
RGB Image		
Graysacle Image		
Tresholding Image		

รูปที่ 5.13 ผลการทดสอบเนื้อไก่ที่นำมาทดสอบแบบที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

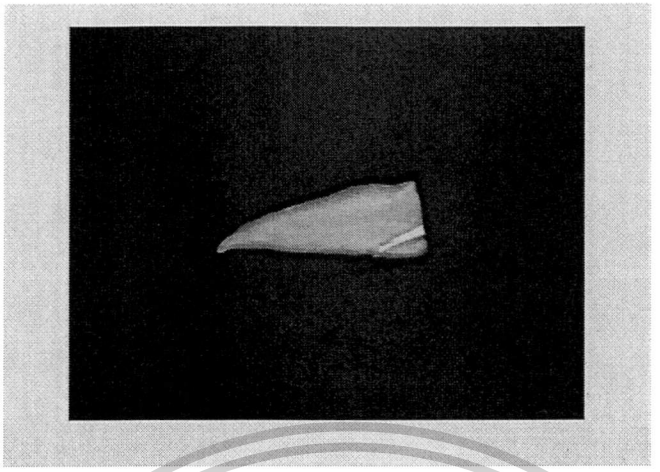


รูปที่ 5.14 เนื้อไก่ที่นำมาทดสอบแบบที่ 5

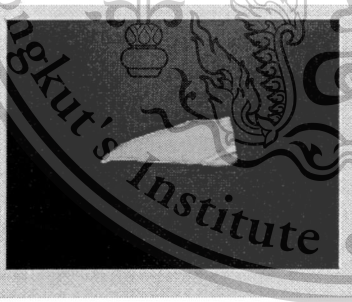
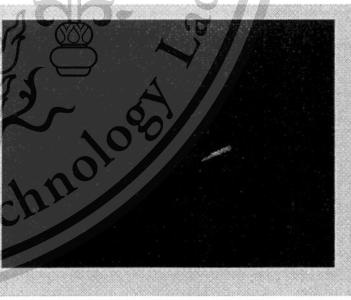
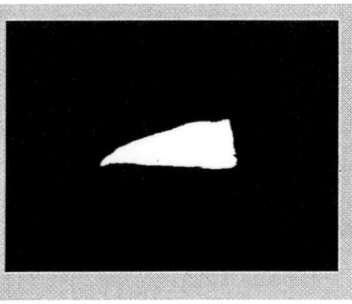
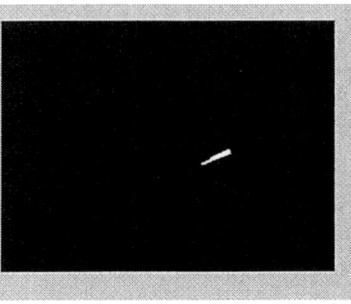
Types	Fluorescent light	Ultraviolet light
RGB Image		
Graysacle Image		
Tresholding Image		

รูปที่ 5.15 ผลการทดสอบเนื้อไก่ที่นำมาทดสอบแบบที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

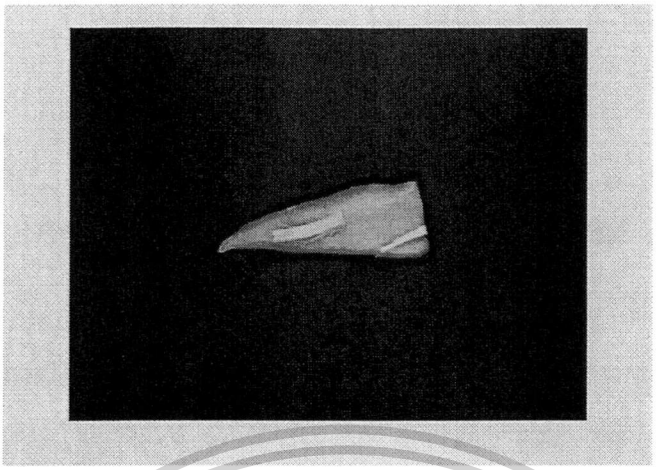


รูปที่ 5.16 เนื้อไก่ที่นำมาทดสอบแบบที่ 6

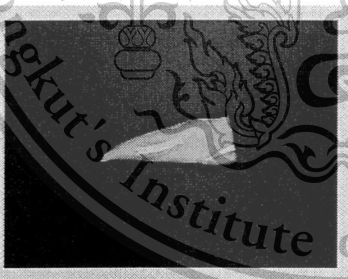
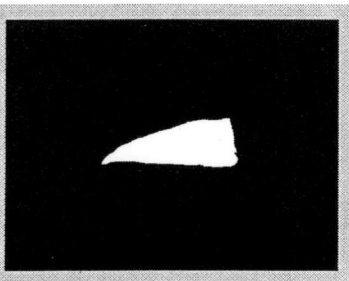
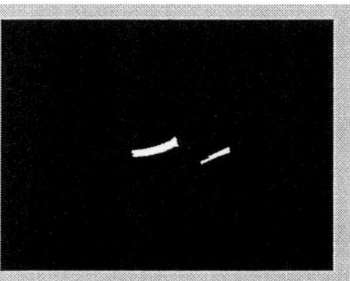
Types	Fluorescent light	Ultraviolet light
RGB Image		
Graysacle Image		
Tresholding Image		

รูปที่ 5.17 ผลการทดสอบเนื้อไก่ที่นำมาทดสอบแบบที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

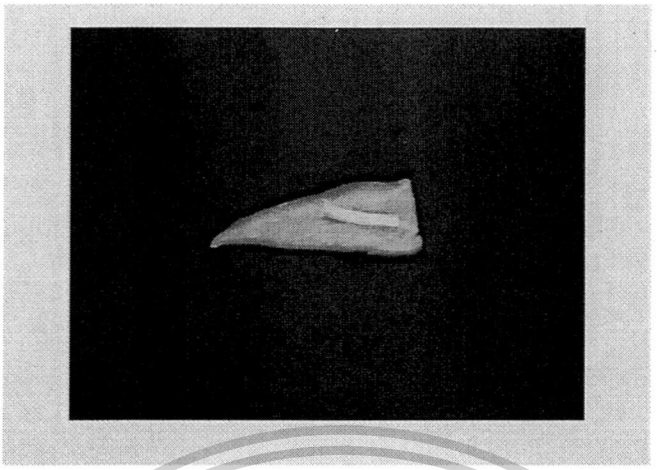


รูปที่ 5.18 เนื้อไก่ที่นำมาทดสอบแบบที่ 7

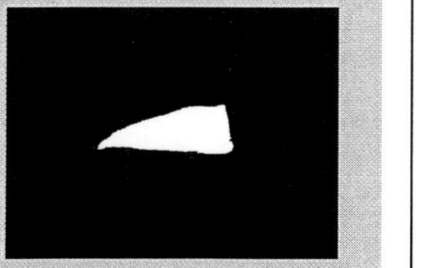
Types	Fluorescent light	Ultraviolet light
RGB Image		
Graysacle Image		
Tresholding Image		

รูปที่ 5.19 ผลการทดสอบเนื้อไก่ที่นำมาทดสอบแบบที่ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

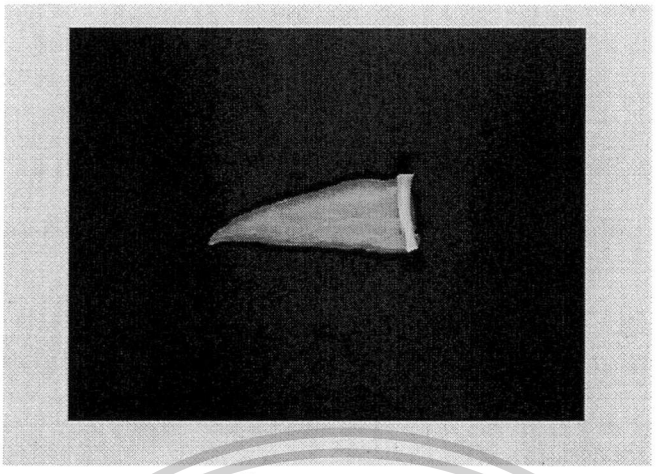


รูปที่ 5.20 เนื้อไก่ที่นำมาทดสอบแบบที่ 8

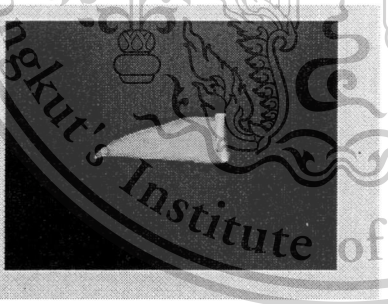
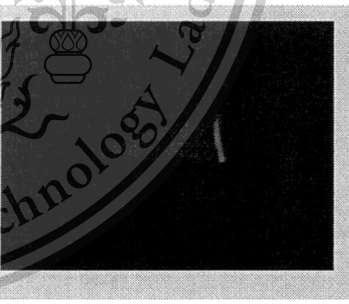
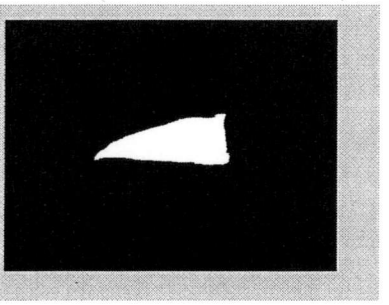
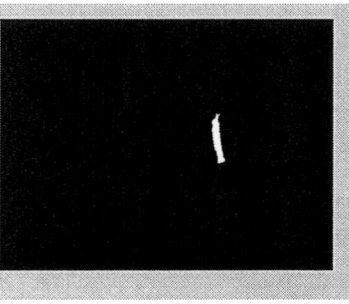
Types	Fluorescent light	Ultraviolet light
RGB Image		
Graysacle Image		
Tresholding Image		

รูปที่ 5.21 ผลการทดสอบเนื้อไก่ที่นำมาทดสอบแบบที่ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

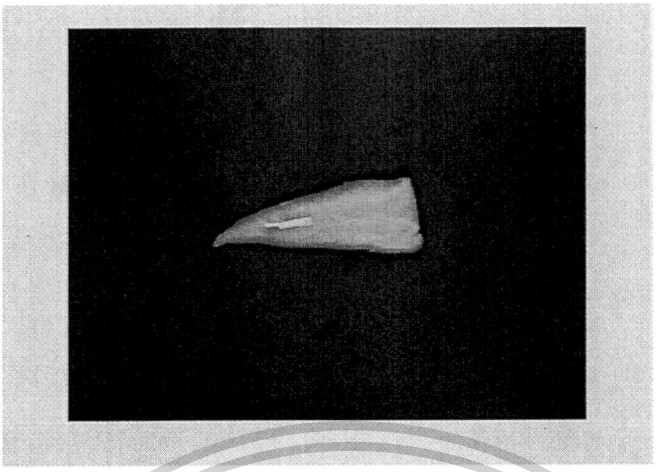


รูปที่ 5.22 เนื้อไก่ที่นำมาทดสอบแบบที่ 9

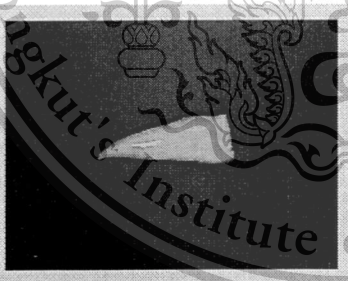
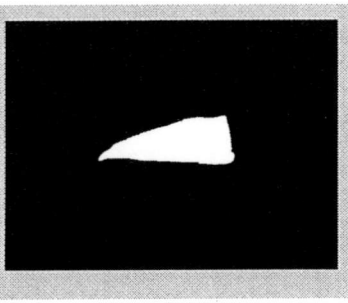
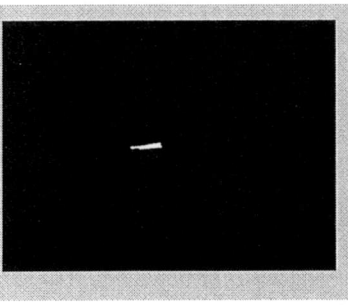
Types	Fluorescent light	Ultraviolet light
RGB Image		
Graysacle Image		
Tresholding Image		

รูปที่ 5.23 ผลการทดสอบเนื้อไก่ที่นำมาทดสอบแบบที่ 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

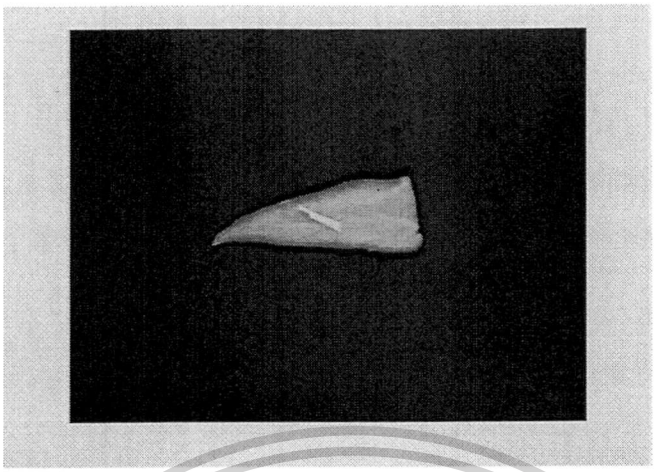


รูปที่ 5.24 เนื้อไก่ที่นำมาทดสอบแบบที่ 10

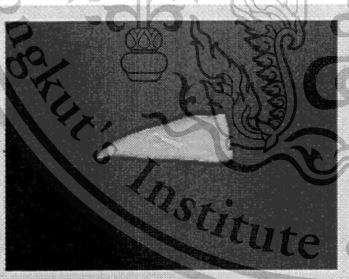
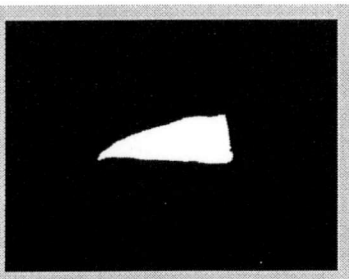
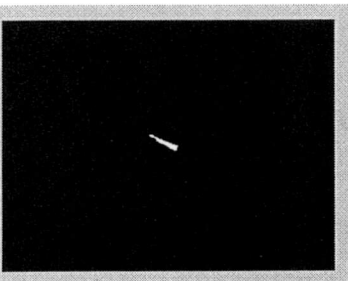
Types	Fluorescent light	Ultraviolet light
RGB Image		
Graysacle Image		
Tresholding Image		

รูปที่ 5.25 ผลการทดสอบเนื้อไก่ที่นำมาทดสอบแบบที่ 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 5.26 เนื้อไก่ที่นำมาทดสอบแบบที่ 11

Types	Fluorescent light	Ultraviolet light
RGB Image		
Graysacle Image		
Tresholding Image		

รูปที่ 5.27 ผลการทดสอบเนื้อไก่ที่นำมาทดสอบแบบที่ 11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากผลการทดสอบเนื้อไก่ที่มีการตกค้างของกระดูกไก่ในรูปแบบต่างๆ จำนวน 11 แบบ ดังรูปที่ 5.5 ถึง 5.26 เรานำโปรแกรมในการหาขนาดพื้นที่ขององค์ประกอบของกระดูกไก่มาใช้ในการคำนวณหาขนาดของเนื้อไก่ ขนาดของกระดูกไก่ และเปอร์เซนต์ของกระดูกไก่ ของเนื้อไก่ที่นำมาทดสอบทั้ง 11 แบบได้ดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ขนาดของเนื้อไก่ ขนาดของกระดูกไก่ และเปอร์เซนต์ของกระดูกไก่ ของเนื้อไก่ที่มีการตกค้างของกระดูกไก่ในรูปแบบต่างๆ ที่นำมาทดสอบ

รูปแบบที่	ขนาดของเนื้อไก่ (ตารางเซนติเมตร)	ขนาดของกระดูกไก่ (ตารางเซนติเมตร)	เปอร์เซนต์กระดูกไก่ (เปอร์เซนต์)
1	24.44	0.00	0
2	24.48	0.54	2.21
3	24.20	0.54	2.23
4	24.27	0.58	2.39
5	24.20	0.58	2.40
6	24.63	0.67	2.72
7	24.54	2.64	10.76
8	24.52	1.96	7.99
9	24.40	1.72	7.05
10	24.32	0.60	2.47
11	24.23	0.60	2.48

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 6
บทสรุป

จากการทดสอบระบบตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพที่ได้ทำการพัฒนาขึ้นมา ผลปรากฏว่าระบบสามารถที่จะตรวจสอบการตกค้างของกระดูกไก่ที่อยู่ในเนื้อไก่ได้ แต่ยังคงมีความผิดพลาดในเรื่องขนาดของเนื้อไก่และกระดูกที่วัดได้อยู่บ้างเนื่องจากผลของขนาดความหนาของชิ้นเนื้อไก่ที่นำมาทดสอบ ซึ่งทางผู้วิจัยสามารถสรุปข้อแนะนำแก่ผู้สนใจที่จะนำระบบตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพที่ทำการสร้างขึ้น ไปพัฒนาต่อดังนี้

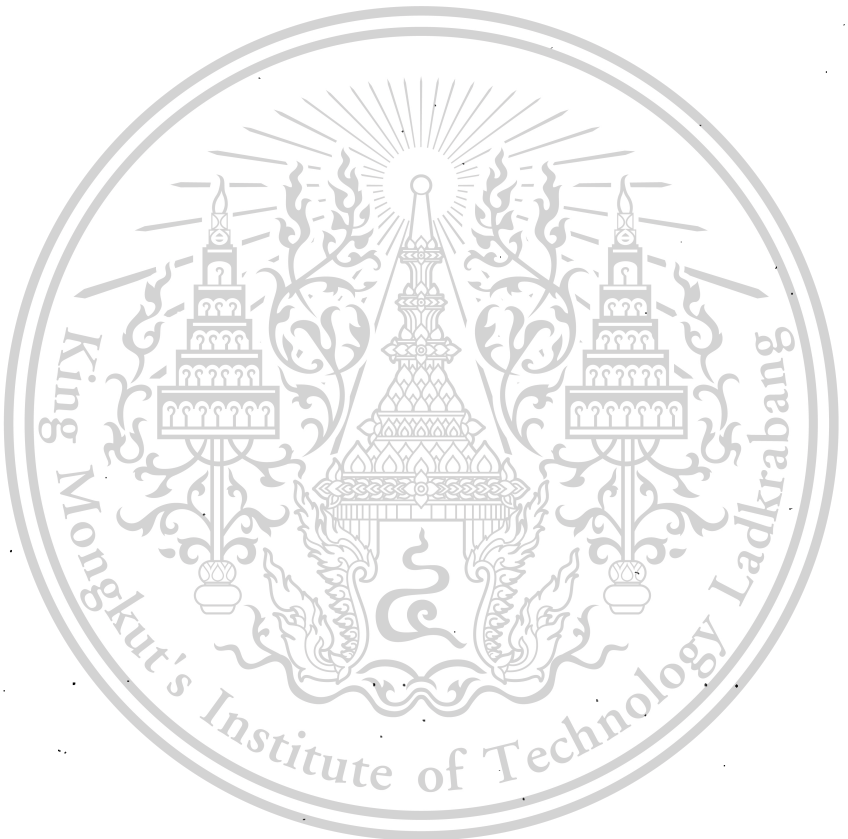
1. จากผลค่าความผิดพลาดในเรื่องของขนาดของเนื้อไก่และกระดูกที่วัดได้ในโครงการวิจัยนี้ อาจหาวิธีการชดเชยผลของความหนาของเนื้อไก่ที่นำมาวัด ซึ่งจะทำให้ขนาดของเนื้อไก่และกระดูกที่วัดได้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น
2. ผู้สนใจสามารถนำเทคนิคที่พัฒนาขึ้นไปใช้กับผลิตภัณฑ์อื่นๆ ได้

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 7
สรุปผลผลิตที่ได้จากงานวิจัย

จากผลการพัฒนาเทคนิคในการตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพเข้ามาช่วยในการตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่ ทั้งนี้เพื่อเป็นการประหยัดแรงงานและค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่ก่อนที่จะส่งลงบรรจุภัณฑ์ ทางผู้วิจัยได้ทำการนำเทคนิคและผลการทดลองของระบบที่พัฒนาขึ้นมาทำการเขียนบทความและได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ในงานประชุมวิชาการระดับนานาชาติ SICE Annual Conference 2014, Hokkaido University, Sapporo, JAPAN. September 9-12, 2014 ในหัวข้อเรื่อง **"System Development for Chicken Bone Inspection Using Image Processing"** ดังรายละเอียดในภาคผนวก ข



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักงานส่งเสริมการส่งออก

[2] ธวัช แก้วดวง, "แนวโน้มการส่งออกไก่สดแช่แข็งของไทย" คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

[3] 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.

[4] Lino R. Correia , Gauri S. Mittal, Otman A. Basir, "Ultrasonic detection of bone fragment in mechanically deboned chicken breasts". Innovative Food Science and Emerging Technologies 9 (2008) 109–115.

[5] S. C. Yoon, K. C. Lawrence, D. P. Smith, B. Park, W. R. Windham, "BONE FRAGMENT DETECTION IN CHICKEN BREAST FILLETS USING TRANSMITTANCE IMAGE ENHANCEMENT". 2008 American Society of Agricultural and Biological Engineers, Vol. 51(1): 331-339.

[6] Seung Chul Yoon, Kurt C. Lawrence, Douglas P. Smith, Bosoon Park and William R. Windham, "Bone fragment detection in chicken breast fillets using diffuse scattering patterns of back-illuminated structured light", Proc. SPIE 6381, 63810G (2006).

[7] N.J.B. McFarlane, R.D. Speller, C.R. Bull, R.D. Tillett, "Detection of Bone Fragments in Chicken Meat using X-ray Backscatter", Biosystems Engineering (2003) 85 (2), 185–199.

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

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

[10] 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.

[11] 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.

[12] 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.

[13] 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.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use. Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

[14] 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.

[15] 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.

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

[17] 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.

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

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

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

[21] 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.

[22] 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.

[23] 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.

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

[25] http://thaitnutrition.files.wordpress.com/

[26] Da-Wensan, "Computer Vision Technology for Food Quality Evaluation" 1st Edition, Academic Press.

[27] NI USB-6008/6009 "USER GUIDE AND SPECIFICATIONS", National Instruments Corporation, 2002-2004.

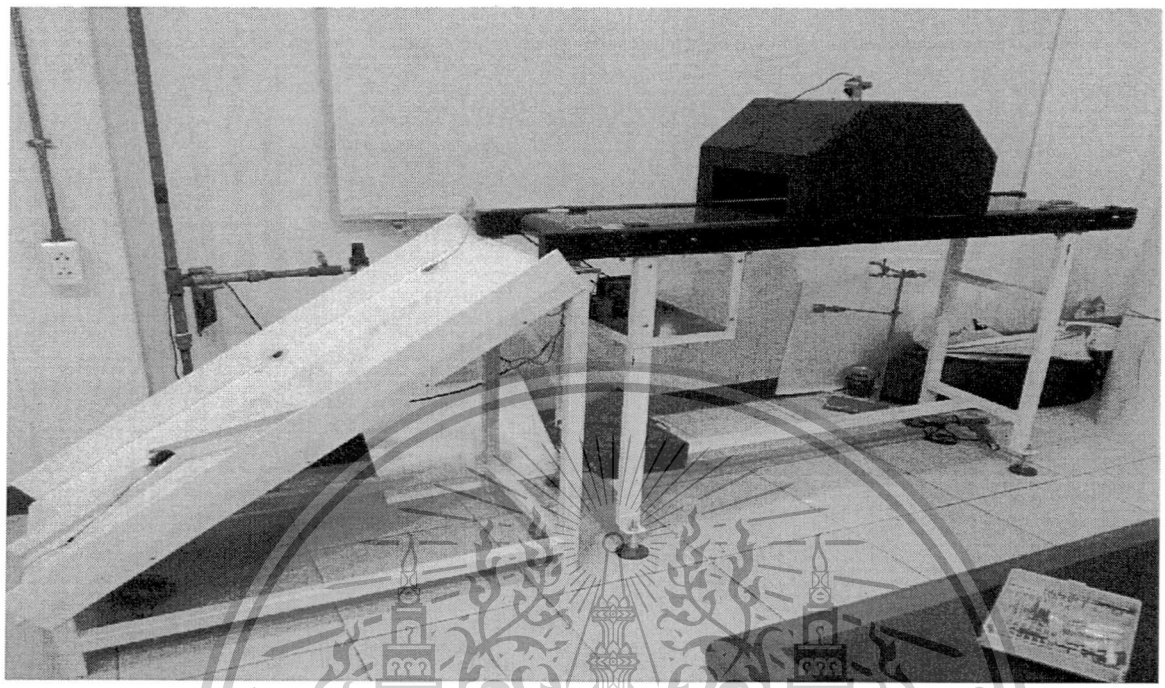
[28] "แสงอัลตราไวโอเลต" แสวง เกิดประทุม, ฝ่ายวิศวกรรม สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.).

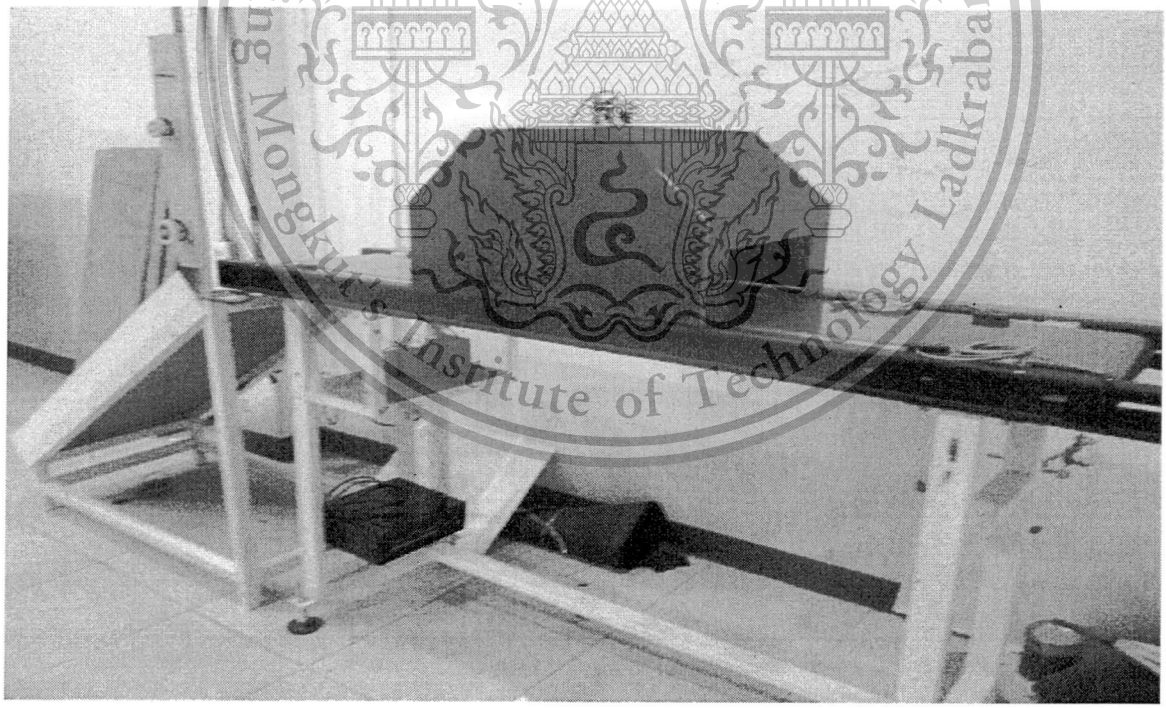
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

[29] “หลอดไฟพิเศษในงานพิเศษ” นายอุดม สิทธิ์การุณ : http://www.sathitavl.com/
[30] http://www.lightbulbs-direct.com/t5-16mm-blb-uv-tube-12-8w-uva/p1655/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ภาคผนวก ก
ระบบตรวจสอบการตกค้างของกระดูกในเนื้อไก่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ





King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ภาคผนวก ข
บทความวิจัย

[1] Apinai Rerkratn and Anucha Kaewppoonsuk. **"System Development for Chicken Bone Inspection Using Image Processing"** SICE Annual Conference 2014, Hokkaido University, Sapporo, JAPAN. September 9-12, 2014. pp. 1344-1347.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

since 1961

SICE®

SICE ANNUAL CONFERENCE 2014
Conference Proceedings

SICE 2014

International Conference on Instrumentation,
Control, Information Technology and System Integration

SICE Annual Conference 2014
September 9 - 12, 2014
Hokkaido University, Sapporo, Japan

SICE IEEE 北海道大学 JEMIMA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

SICE Annual Conference 2014
September 9-12, 2014, Hokkaido University, Sapporo, Japan

System Development for Chicken Bone Inspection Using Image Processing

Apinai Rerkratn[1†] and Anucha Kaewpoonsuk[2]

[1]Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang,
Ladkrabang, Bangkok, Thailand, 10520
(Tel : +66-2-739-0758; E-mail: apinai@yahoo.com)
[2]Department of Physics, Naresuan University, Phitsanulok 65000, Thailand
(Tel : +66-2-739-0758; E-mail: anuchak@nu.ac.th)

Abstract: This paper presents system development for chicken bone inspection using image processing. The proposed system consists of conveyer belt, ultraviolet (UV) lamp, webcam camera, electronic circuits, interface card and computer. K-means clustering and thresholding techniques are used for inspection of chicken bone. The image segments are used to calculated area of chicken bone. The experimental results show that the proposed system can inspection of chicken bone.

Keywords: Chicken bone, Bone inspection, Image processing, Non-destructive testing

1. INTRODUCTION

Computer vision and image processing techniques are widely used in food industry and food manufacturing [1-3] such as fishery products, fruit and vegetable products, meat products, seafood products etc. Computer vision and image processing techniques are use to quality evaluation of many food products such as quality inspection of poultry carcasses, quality evaluation of meat cuts, quality measurement of cooked meats, quality evaluation of strawberries, citrus fruits, apples, Quality Evaluation of Pizzas, Quality Evaluation of Corn etc.

Frozen chicken and processed chicken are importance products of Thailand. Many countries import frozen chicken from Thailand. The products are very popular in many countries because they are ingredients for various kinds and cheaper than other kinds of meat. The quality of frozen chicken is based on size, weight and freshness. Major problem in many frozen chicken product is remained have bone in side. Many researchers propose method for bone inspection in frozen chicken [4-8]. Jensen et al. used UV lamp to exposed ultraviolet light about 340 nm and any fluorescent radiation emitted by chicken bone which intensity is proportional to the amount of bones in the frozen chicken [4]. N.J.B. McFarlane et al. presented detection of bone fragments in chicken meat using X-ray backscatter [5]. Seung Chul Yoon et al. presented bone fragment detection in chicken breast fillets using diffuse scattering patterns of back-illuminated structured light [6]. Lino R. Correia et al. presented ultrasonic detection of bone fragment in mechanically deboned chicken breasts [7]. S. C. Yoon et al. presented bone fragment detection in chicken breast fillets using transmittance image enhancement [8]. However the above mentioned system is very expensive. In this paper presents low-cost system for chicken bone inspection using image processing.

2. PROPOSED SYSTEM

The schematic diagram of proposed system for chicken bone inspection using image processing is shown in Fig.1.

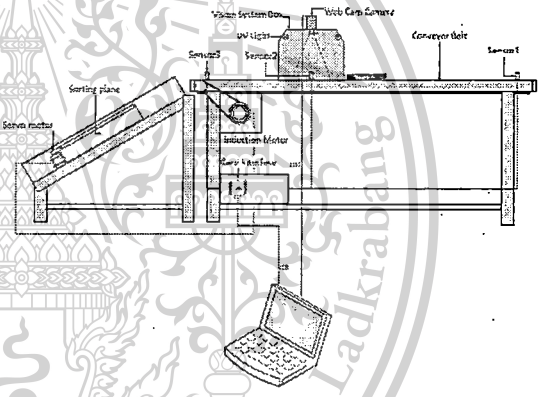


Fig. 1 Schematic diagram of proposed system for chicken bone inspection using image processing.

From Fig. 1, the proposed system consists of conveyer belt, UV lamp, webcam camera, electronic circuits, interface card and computer. Conveyer belt uses for transport chicken to inspection box. UV lamp uses to expose ultraviolet light about 340 nm to chicken 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 and stored. A digital image of chicken is captured and stored in the computer before analysis by proposed algorithm. The image acquisition system consist of :

1. Notebook computer system is used for image stored and image analysis.
2. A webcam camera with 5 megapixels of resolution with USB interface for image capture.
3. Two ultraviolet lamps (UV lamps) radiate ultraviolet light in the range between 315-400 nm.

† Apinai Rerkratn is the presenter of this paper.

978-4-907764-45-6 PR0001/14 ¥400 © 2014 SICE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

SICE Annual Conference 2014
September 9-12, 2014. Sapporo, Japan

4. A wood box where the UV lamps and the camera are placed. The interior walls of the wood box are painted black to minimize background light.

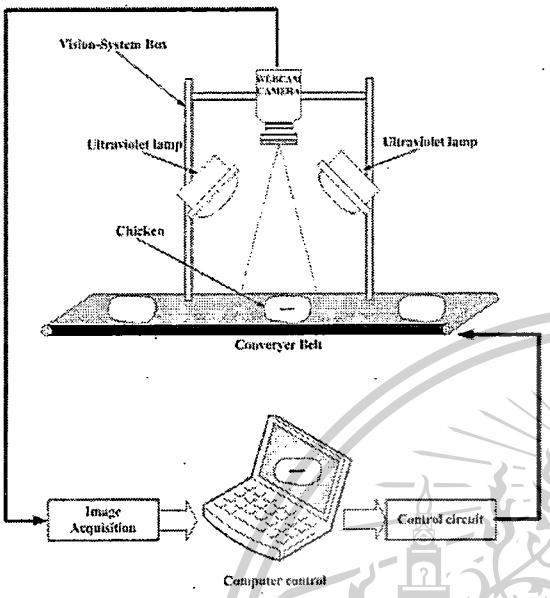


Fig. 2 The schematic diagram of image acquisition system.

2.2 Image analysis.

Chicken image from the image acquisition system is used for bone inspection by image analysis. Image analysis algorithm is separate into two parts as shown in Fig. 3 and Fig. 4.

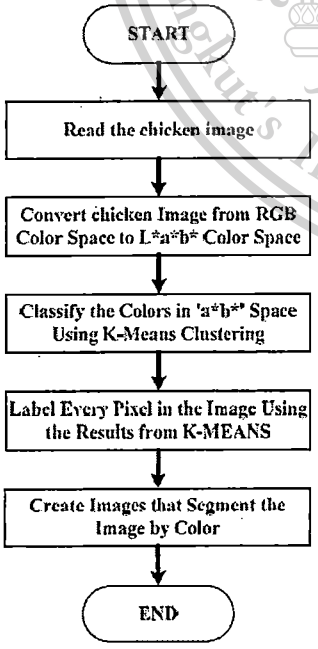


Fig. 3 Algorithm for color segmentation.

Fig. 3 shows image processing algorithm for segmentation of chicken. The algorithm is based on K-means clustering [1].[9-10]. Two classify images were generated by this algorithm. Segmentation of chicken images are chicken flesh and chicken bone.

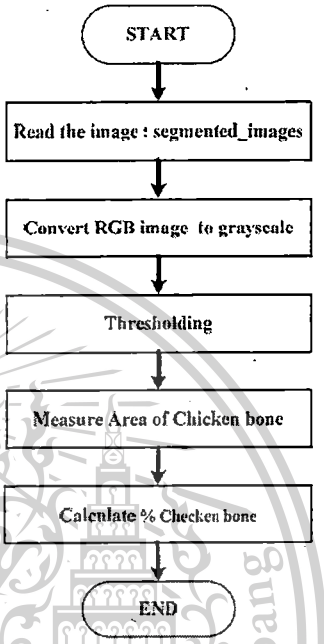


Fig. 4 Algorithm for area calculation of chicken bone.

The segmentation images are used to calculate area of chicken bone by algorithm as shown in Fig. 4. The algorithm is based on thresholding technique [1].

3. EXPERIMENTAL RESULTS

To evaluate the performance of the proposed algorithm for calculate area, rectangular objects with size of 1 to 100 cm^2 was used in experiments. Fig.5 shows rectangular object for use in experiments.

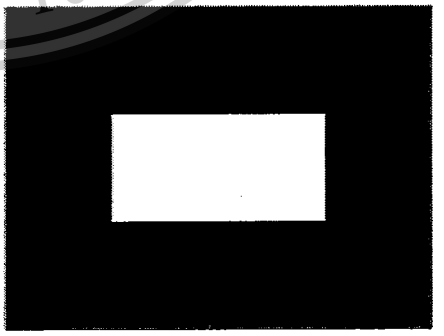


Fig. 5 rectangular object for use in experiments.

We measured the real area of objects and compare with calculable area of the proposed algorithm. Fig. 6 show percent error of calculable area.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

SICE Annual Conference 2014
September 9-12, 2014, Sapporo, Japan

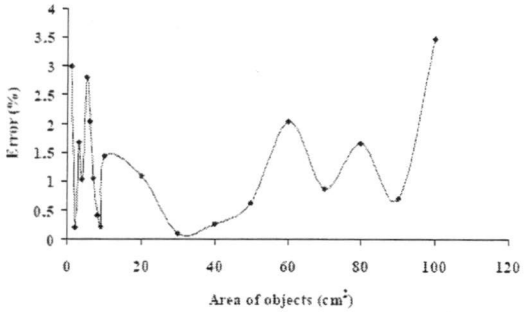


Fig. 6 percent error of rectangular objects with size of 1 to 100 cm^2.

From Fig.6 show maximum error of the proposed algorithm is 3.479 percents. To evaluate the errors from thickness of objects, rectangular objects with thickness of 1 to 5 cm was used in experiments. Fig.7 shows rectangular object for use in experiments.

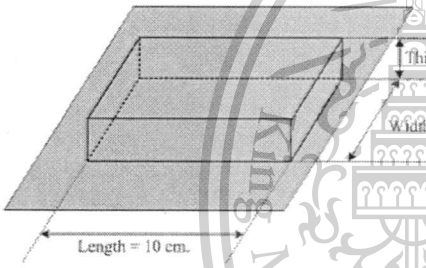


Fig. 7 rectangular object for use in experiments.

We measured the real area of objects and compare with calculable area of the proposed algorithm. Fig. 8 show percent error of calculable area.

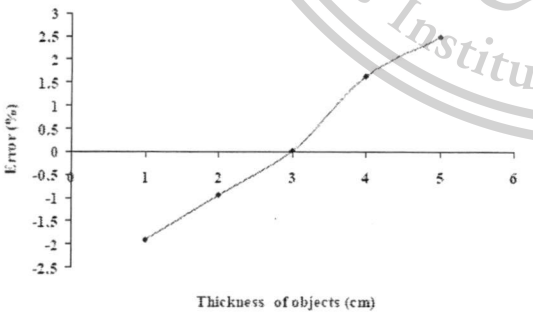


Fig. 8 percent error of rectangular objects with thickness of 1 to 5 cm.

From Fig. 8 show maximum error of the proposed algorithm is 2.484 percents. To verify the performance of the proposed system, chicken with bone are used for experiment. Fig. 9 shows chicken with bone for testing the proposed system.

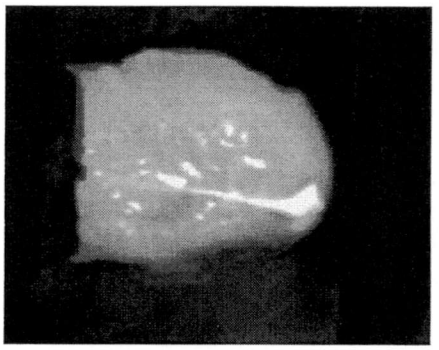


Fig. 9 Chicken sample for experiments.

Fig. 10 Image of chicken sample after used UV lamp to exposed ultraviolet light.

Fig. 11 Segmentation images of chicken bone.

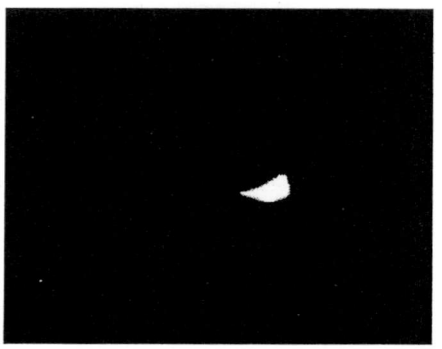


Fig. 12 Segmentation images of chicken bone after thresholding.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

SICE Annual Conference 2014
September 9-12, 2014, Sapporo, Japan

The Fig. 10 shows fluorescent radiation emitted by chicken bone. Figs. 11 to 12 show segmentation images of chicken bone and segmentation images of chicken bone after thresholding, respectively. The percentage calculation of chicken bone is about 2.95 percent.

4. CONCLUSION

System development for chicken bone inspection using image processing has been detailed in this paper. Results of some preliminary experiments with chicken sample has been shown performance of the proposed system. In experimental results show that the proposed system can inspection of chicken bone.

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] 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.

[5] N.J.B. McFarlane, R.D. Speller, C.R. Bull, R.D. Tillett, "Detection of Bone Fragments in Chicken Meat using X-ray Backscatter". *Biosystems Engineering* (2003) 85 (2), 185–199.

[6] Seung Chul Yoon, Kurt C. Lawrence, Douglas P. Smith, Bosoon Park and William R. Windham. "Bone fragment detection in chicken breast fillets using diffuse scattering patterns of back-illuminated structured light". *Proc. SPIE* 6381, 63810G (2006).

[7] Lino R. Correia , Gauri S. Mittal, Otman A. Basir, "Ultrasonic detection of bone fragment in mechanically deboned chicken breasts". *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 9 (2008) 109–115.

[8] S. C. Yoon, K. C. Lawrence, D. P. Smith, B. Park, W. R. Windham. "Bone fragment detection in chicken breast fillets using transmittance image enhancement.". 2008 *American Society of Agricultural and Biological Engineers*, Vol. 51(1): 331-339.

[9] 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.

[10] 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
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

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
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.