สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพเนื้อปลาโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ

System Development for Quality Inspection of Fish Fillet Using Image Processing

นาย อภินัย ฤกษ์รัตน์

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

RCH
0257ก
2555

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 137992
วัน เดือน ปี - 8 ก.ย. 2558

.b 12704404
.i.....

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2555

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) **"การพัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพเนื้อปลาโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ"**

แหล่งเงิน งบประมาณแผ่นดิน

ประจำปีงบประมาณ 2555 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 499,000.- บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ ตุลาคม 2554 ถึง กันยายน 2555

ชื่อ-สกุล หัวหน้าโครงการ นาย อภินัย ฤกษ์รัตน์

สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

โทรศัพท์ 02-329-8347 โทรสาร 02-739-0758

E-mail : krapinai@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้นำเสนอการพัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพเนื้อปลาโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ โดยระบบที่สร้างขึ้นมาจะประกอบไปด้วย ระบบสายพานลำเลียง แหล่งกำเนิดแสง กล้องCCD วงจรอิเล็กทรอนิกส์การ์ดอินเตอร์เฟส และคอมพิวเตอร์ โดยอัลกอริธึมในการประมวลภาพจะอาศัยอัลกอริธึมแบบเคมีน(K-maens clustering) มาทำการประมวลผลภาพในการแยกภาพเนื้อปลาและก้างปลาออกจากกัน จากนั้นจึงนำภาพที่ได้มาทำการหาพื้นที่ของเนื้อปลาและก้างปลาเพื่อใช้ในการประเมินคุณภาพของเนื้อปลาที่นำมาทดสอบ จากการทดสอบระบบตรวจสอบคุณภาพเนื้อปลาโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพที่สร้างขึ้นมา สามารถแยกภาพเนื้อปลาและก้างปลาออกจากกันเพื่อนำมาใช้ในการประเมินคุณภาพของเนื้อปลาที่นำมาทดสอบได้

คำสำคัญ : การตรวจสอบคุณภาพ, เนื้อปลา, 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 Quality Inspection of Fish Fillet 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 quality inspection of fish fillet using image processing. The proposed system consists of conveyer belt, light source, CCD Camera, electronic circuits, interface card and computer. The algorithm is used for quality inspection of fish fillet. The clustering is performed by using K-means techniques. The image segments are used to calculated area of fish fillet and fish bone. The quality of fish fillet is based on percentage of fish fillet and fish bone area. In experimental with different shape of fish fillet shown the proposed system can evaluate quality of test fish fillet.

(Keywords) : Quality Inspection, Fish Fillet, 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 ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณในความช่วยเหลือเป็นอย่างมากจากอาจารย์และเจ้าหน้าที่สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทั้งทางด้านเครื่องมือ อุปกรณ์ ตลอดจนคำแนะนำและเอื้อเฟื้อข้อมูลต่างๆ สำหรับใช้ในการเขียนรายงานโครงการวิจัย

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่สนับสนุนเครื่องมือ อุปกรณ์ และสถานที่ในการทำโครงการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณผู้แต่งและเอกสารอ้างอิงต่างๆ 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

สารบัญภาพ.....VIII

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....2

1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....2

1.4 ทฤษฎี สมมติฐานหรือกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย..... 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ และหน่วยงานที่จะนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์.....6

1.6 แผนการถ่ายทอดเทคโนโลยีหรือผลการวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย.....7

1.7 วิธีการดำเนินการวิจัยและสถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล.....7

1.8 ระยะเวลาที่ทำการวิจัยและแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย.....8

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....9

2.1 การประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพในอุตสาหกรรมการผลิตปลา.....9

2.1.1 การประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพในการคัดแยกปลา.....9

2.1.1.1 การคัดแยกปลาเป็น.....10

2.1.1.2 การคัดแยกปลาตาย.....11

2.1.2 การประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพในการคัดแยกผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลา.....11

2.1.3 การตรวจสอบคุณภาพของเนื้อปลา.....12

2.1.3.1 การตรวจสอบหาพยาธิต่างๆ ที่อาจตกค้างอยู่ในเนื้อปลา.....12

2.1.3.2 การตรวจหาการตกค้างของก้างปลาในเนื้อปลา.....13

2.1.3.3 การตรวจหาการตกค้างของเครื่องในในเนื้อปลา.....14

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

2.1.3.4 การตรวจสอบคุณลักษณะของเนื้อปลา.....14
2.1.3.5 การตรวจสอบหารอยบกพร่องบนผิวเนื้อปลา.....14
2.1.3.6 การตรวจสอบหาสิ่งตกค้างต่างๆ ในเนื้อปลา.....14
2.2 เซนเซอร์สำหรับการประยุกต์ใช้งานในการตรวจสอบคุณภาพเนื้อปลา.....15
2.3 การจัดแสงให้กับเนื้อปลาที่นำมาทดสอบ.....19
2.3.1 การจัดแสงด้านหน้า.....19
2.3.2 การจัดแสงด้านหลัง.....20
2.3.3 การจัดแสงตามลักษณะโครงสร้างของวัตถุ.....20
2.3.4 การแก้ปัญหาเรื่องแสงสำหรับรูปแบบการจัดแสงด้านหน้า.....21

บทที่ 3 เทคนิคที่ใช้ในการตรวจสอบ.....27
3.1 แสงอัลตราไวโอเลต.....27
3.2 หลอดไฟที่ให้แสงอัลตราไวโอเลต.....28
3.3 การประยุกต์ใช้แสงอัลตราไวโอเลตในงานด้านต่างๆ.....30
3.4 การนำแสงอัลตราไวโอเลตมาประยุกต์ใช้ในการตรวจสอบการตกค้างของก้างปลาในเนื้อปลา...33

บทที่ 4 ระบบเก็บข้อมูลภาพ.....36
4.1 การ์ดอินเตอร์เฟส.....37
4.2 วงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับควบคุมการทำงานของมอเตอร์สำหรับหมุนสายพานและคัดแยกชิ้นเนื้อปลา.....40
4.3 วงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับตรวจจับตำแหน่งของชิ้นเนื้อปลาบนสายพาน.....41
4.4 วงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับแสดงผล.....42
4.5 วงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับแหล่งจ่ายไฟ.....42

บทที่ 5 การทดสอบระบบ.....45

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

5.1 การทดสอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับควบคุมการทำงานของมอเตอร์สำหรับหมุนสายพานและคัดแยกชิ้นเนื้อปลา.....45
5.2 การทดสอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับตรวจจับตำแหน่งของชิ้นเนื้อปลาบนสายพาน.....45
5.3 การทดสอบโปรแกรมในการประมวลผลภาพ.....45
5.3.1 ส่วนของโปรแกรมในการแยกองค์ประกอบของภาพถ่ายเนื้อปลา.....46
5.3.2 ส่วนของโปรแกรมในการหาขนาดพื้นที่ขององค์ประกอบของภาพถ่ายเนื้อปลา.....51

บทที่ 6 บทสรุป.....55

บทที่ 7 สรุปผลผลิตที่ได้จากงานวิจัย.....56

เอกสารอ้างอิง.....57

ภาคผนวก ก บทความวิจัย.....59

ภาคผนวก ข ข้อมูลประวัติผู้วิจัย.....65

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
2.1	คุณสมบัติพื้นฐานของเซนเซอร์ที่ต้องการในการตรวจสอบปลาแต่ละประเภท	17
2.2	ความเร็วของการคัดแยกปลาแต่ละแบบ	17
2.3	ย่านการตอบสนองของเซนเซอร์ที่นำมาใช้ในการตรวจสอบเนื้อปลาแบบต่างๆ	18
2.4	ข้อดีข้อเสียของแต่ละวิธีในการแก้ปัญหาการจัดแสงด้านหน้า	26
4.1	คุณสมบัติของการ์ดอินเตอร์เฟสรุ่น USB-6009	39

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.

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1.1	โครงสร้างของระบบตรวจสอบคุณภาพเนื้อปลาโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ	3
1.2	ระบบตรวจสอบคุณภาพเนื้อปลาโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ	4
1.3	ขั้นตอนในการประมวลผลการตรวจสอบคุณภาพเนื้อปลา	5
2.1	ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการคัดแยกปลาเป็นของบริษัท AKVAGROUP	10
2.2	ตัวอย่างของระบบคัดแยกปลาตายของบริษัท Shanghai Bofeng Electronics Co.,Ltd.	11
2.3	ตัวอย่างของระบบในการคัดแยกผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลาของบริษัท TOMRA Sorting Ltd.,	12
2.4	ตัวอย่างพยาธิที่อาจตกค้างอยู่ในเนื้อปลา	12
2.5	ตัวอย่างเครื่องเอกเรย์ของบริษัท VALKA	13
2.6	ตัวอย่างภาพที่ได้จากเครื่องเอกเรย์ของบริษัท VALKA	13
2.7	ตัวอย่างของเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบโลหะของบริษัท Accuweigh Pty Ltd	15
2.8	ตัวอย่างของเซนเซอร์แบบโฟโตไดโอดอาเรย์ของบริษัท OSI Optoelectronics	15
2.9	ตัวอย่างของ Line scan cameras ของบริษัท Takenaka System Co., Ltd.	16
2.10	รูปแบบการจัดแสงด้านหน้า	20
2.11	รูปแบบการจัดแสงด้านหลัง	20
2.12	รูปแบบการจัดแสงตามลักษณะโครงสร้างของวัตถุ	21
2.13	การแก้ปัญหาเนื่องจากการจัดแสงด้านหน้าวิธีที่ 1 แบบที่ 1	22
2.14	การแก้ปัญหาเนื่องจากการจัดแสงด้านหน้าวิธีที่ 1 แบบที่ 2	22
2.15	การแก้ปัญหาเนื่องจากการจัดแสงด้านหน้าวิธีที่ 2	23
2.16	การแก้ปัญหาเนื่องจากการจัดแสงด้านหน้าวิธีที่ 3 แบบที่ 1	24
2.17	การแก้ปัญหาเนื่องจากการจัดแสงด้านหน้าวิธีที่ 3 แบบที่ 2	24
2.18	การแก้ปัญหาเนื่องจากการจัดแสงด้านหน้าวิธีที่ 4	25
2.19	การแก้ปัญหาเนื่องจากการจัดแสงด้านหน้าวิธีที่ 5	25
3.1	แสดงแถบสเปคตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดต่างๆ	27
3.2	การประยุกต์ใช้งานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในงานด้านต่างๆ	28
3.3	ตัวอย่างของหลอด Blacklight Blue HPW & MLW ของ 'Philips' ชนิด Short-arc High-pressure Mercury Discharge Lamp UV radiation 340-380 nm	29
3.4	ตัวอย่างหลอดไฟที่ให้แสงอัลตราไวโอเลต	29
3.5	ย่านความถี่แสงของหลอดไฟที่ให้แสงอัลตราไวโอเลตรุ่นต่างๆ	30

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
3.6	ภาพรอยด่างเปื้อนในผ้าเมื่อถูกแสงอัลตราไวโอเลต	31
3.7	ภาพเชื้อแบคทีเรียเมื่อถูกแสงอัลตราไวโอเลต	31
3.8	ภาพแร่ธาตุต่างๆเมื่อถูกแสงอัลตราไวโอเลต	32
3.9	ภาพลายนิ้วมือเมื่อถูกแสงอัลตราไวโอเลต	32
3.10	ภาพธนบัตรเมื่อถูกแสงอัลตราไวโอเลต	32
3.11	ภาพรอยรั่วเมื่อถูกแสงอัลตราไวโอเลต	33
3.12	ลักษณะความเข้มในการเปล่งแสงฟลูออเรสเซนต์ของเนื้อปลา	34
3.13	ลักษณะของภาพถ่ายเนื้อปลาที่มีก้างปลาอยู่ด้วยเมื่อถูกฉายด้วยแสงอัลตราไวโอเลต	34
3.14	ลักษณะของภาพถ่ายเนื้อปลาที่ไม่มีก้างปลาเมื่อถูกฉายด้วยแสงอัลตราไวโอเลต	35
4.1	ระบบตรวจสอบคุณภาพเนื้อปลาโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ	36
4.2	การ์ดอินเตอร์เฟสของบริษัท National Instruments รุ่น USB-6009	38
4.3	ลักษณะโครงสร้างของการ์ดอินเตอร์เฟสรุ่น USB-6009	38
4.4	การใช้การ์ดอินเตอร์เฟสในการควบคุมส่วนต่างๆของระบบตรวจสอบคุณภาพเนื้อปลาโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ	40
4.5	วงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับควบคุมการทำงานของมอเตอร์สำหรับหมุนสายพานและคัดแยกชิ้นเนื้อปลา	40
4.6	วงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับตรวจจับตำแหน่งของชิ้นเนื้อปลาบนสายพาน	41
4.7	วงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับแสดงผล	42
4.8	วงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับแหล่งจ่ายไฟ	42
4.9	วงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับใช้ในการควบคุมระบบสายพานลำเลียง	43
5.1	ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมในการแยกองค์ประกอบของเนื้อปลา	46
5.2	ภาพของเนื้อปลาเมื่อทำการฉายแสงอัลตราไวโอเลต	47
5.3	ภาพของเนื้อปลาทั้งหมด	47
5.4	ภาพของเนื้อปลาในส่วนของเนื้อ	48
5.5	ภาพของเนื้อปลาในส่วนของก้างปลา	48
5.6	ภาพของเนื้อปลาเมื่อทำการฉายแสงอัลตราไวโอเลต	49
5.7	ภาพของเนื้อปลาทั้งหมด	49
5.8	ภาพของเนื้อปลาในส่วนของเนื้อ	50

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
5.9	ภาพของเนื้อปลาในส่วนของก้างปลา	50
5.10	ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมในการหาขนาดพื้นที่ขององค์ประกอบของเนื้อปลาและก้างปลา	51
5.11	ภาพของเนื้อปลาทั้งหมดในการนำไปคำนวณหาพื้นที่	52
5.12	ภาพของเนื้อปลาในส่วนของเนื้อในการนำไปคำนวณหาพื้นที่	52
5.13	ภาพของเนื้อปลาในส่วนของก้างปลาในการนำไปคำนวณหาพื้นที่	53
5.14	ภาพของเนื้อปลาทั้งหมดในการนำไปคำนวณหาพื้นที่	53
5.15	ภาพของเนื้อปลาในส่วนของเนื้อในการนำไปคำนวณหาพื้นที่	54
5.16	ภาพของเนื้อปลาในส่วนของก้างปลาในการนำไปคำนวณหาพื้นที่	54

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

ในปัจจุบันการส่งออกผลิตภัณฑ์อาหารแช่แข็งไปยังต่างประเทศเป็นอุตสาหกรรมหนึ่งที่ทำรายได้เข้าประเทศปีหนึ่งๆหลายหมื่นล้านบาท

สำหรับการส่งเนื้อปลาแช่แข็งนับว่าเป็นอาหารแช่แข็งชนิดหนึ่งที่กำลังเป็นที่สนใจเป็นอย่างมากโดยเฉพาะปลานิล ซึ่งประเทศสหรัฐอเมริกาเป็นผู้นำเข้าปลานิลรายใหญ่ที่สุด โดยมีการนำเข้ามากกว่าร้อยละ 90 ของปริมาณปลานิลที่จำหน่ายอยู่ในตลาดโลก แหล่งส่งออกปลานิลที่สำคัญในปัจจุบันคือ จีนซึ่งครองส่วนแบ่งทางการตลาดประมาณร้อยละ 80-90 แต่อย่างไรก็ตามจากการตรวจพบสารต้องห้ามตกค้างในสินค้าประมงหลายชนิดของจีน ทำให้ไทยมีโอกาสที่จะขยายตลาดปลานิลในสหรัฐอเมริกาได้มากขึ้น เนื่องจากไทยมีศักยภาพในการเพิ่มผลผลิตปลานิลโดยใช้เทคนิคและเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงปลานิลของตนเอง รวมทั้งมีพื้นที่แหล่งน้ำเอื้ออำนวย ยิ่งไปกว่านั้นความต้องการบริโภคสัตว์น้ำ โดยเฉพาะปลาเนื้อขาวที่มีก้างน้อย และไม่คาว เช่น ปลานิล กำลังเป็นที่นิยมของผู้สูงอายุในสหรัฐอเมริกา แนวโน้มการบริโภคปลานิลในสหรัฐอเมริกาจึงมีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

สำหรับสภาพการส่งออกปลานิลในปัจจุบันจะมีรูปแบบในการแปรรูปเพื่อการส่งออกที่สำคัญอยู่ 4 รูปแบบ คือ

1. ปลานิลทั้งตัวแช่แข็ง
2. ปลานิลแล่แช่แข็ง
3. ปลานิลแล่แช่เย็น
4. ปลานิลปรุงแต่ง

จาก 4 รูปแบบในการแปรรูปปลานิลเพื่อการส่งออก ในปัจจุบันจะมีการส่งออกปลานิลทั้งตัวแช่แข็งมากที่สุด แต่อย่างไรก็ตามความต้องการของตลาดของปลานิลแล่แช่แข็งและปลานิลแล่แช่เย็นมีแนวโน้มของความต้องการสูงขึ้น แต่ผู้ส่งออกยังประสบปัญหาในเรื่องของคุณภาพเนื้อปลานิลที่ผ่านการแล่ไม่ได้มาตรฐานสำหรับตลาดต่างประเทศบางตลาด ซึ่งปัญหาที่สำคัญของปลานิลแล่แช่แข็งและปลานิลแล่แช่เย็นคือ

- ความสดของปลาที่นำมาทำการแล่
- การตกค้างของก้างปลาในเนื้อปลา

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.

ด้วยเหตุนี้จึงต้องมีการใช้แรงงานคนในการตรวจสอบและคัดแยกเนื้อปลาที่ไม่ได้คุณภาพออกไป ทำให้สูญเสียเวลา แรงงานและค่าใช้จ่ายในการคัดแยกและตรวจสอบก่อนที่จะทำการบรรจุลงในบรรจุภัณฑ์ต่างๆ

จากปัญหาดังที่กล่าวมา ทางผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดที่จะทำการพัฒนาเทคนิคในการตรวจสอบคุณภาพเนื้อปลาโดยใช้เทคนิคในการประมวลผลภาพเข้ามาช่วยในการตรวจสอบคุณภาพของเนื้อปลา ทั้งนี้เพื่อเป็นการประหยัดแรงงานและค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพเนื้อปลาก่อนที่จะส่งลงบรรจุภัณฑ์

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. พัฒนาต้นแบบระบบตรวจสอบคุณภาพเนื้อปลาโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพโดยใช้เทคโนโลยีและวัสดุภายในประเทศ เพื่อใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเนื้อปลาต่างๆ เช่น เนื้อปลานิล เนื้อปลาทูน่า ก่อนที่จะทำการบรรจุลงบรรจุภัณฑ์
2. พัฒนาเทคนิคในการตรวจสอบคุณภาพเนื้อปลาโดยใช้เทคนิคในการประมวลผลภาพ
3. พัฒนาเทคโนโลยีในการตรวจสอบแบบไม่ทำลาย

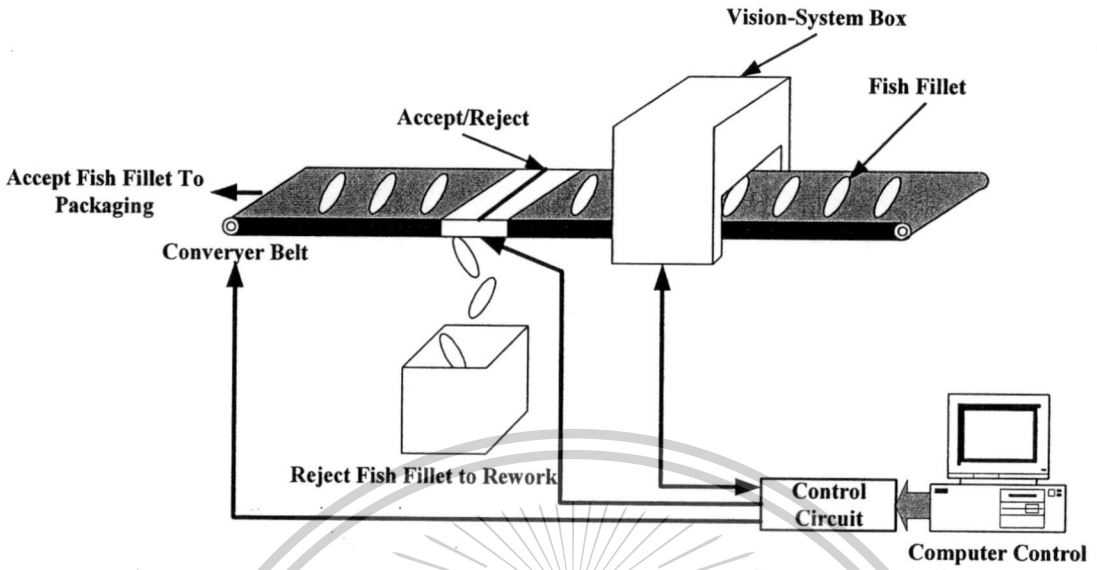
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

โครงการวิจัยนี้เป็นการพัฒนาเทคนิคในการตรวจสอบคุณภาพเนื้อปลาโดยใช้เทคนิคในการประมวลผลภาพเข้ามาช่วยในการตรวจสอบคุณภาพของเนื้อปลา ทั้งนี้เพื่อเป็นการประหยัดแรงงานและค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพเนื้อปลาก่อนที่จะส่งลงบรรจุภัณฑ์

1.4 ทฤษฎี สมมติฐานหรือกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

ในโครงการวิจัยนี้กล่าวถึงการพัฒนาต้นแบบระบบตรวจสอบคุณภาพเนื้อปลาโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพเข้ามาช่วยในการตรวจสอบคุณภาพของเนื้อปลาทั้งนี้เพื่อเป็นการประหยัดแรงงานและค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบเนื้อปลาก่อนที่จะส่งลงบรรจุภัณฑ์ สำหรับส่วนประกอบทั้งหมดของโครงสร้างระบบตรวจสอบคุณภาพเนื้อปลาโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพที่จะทำการพัฒนาขึ้นมา สามารถแสดงดังรูปที่ 1.1

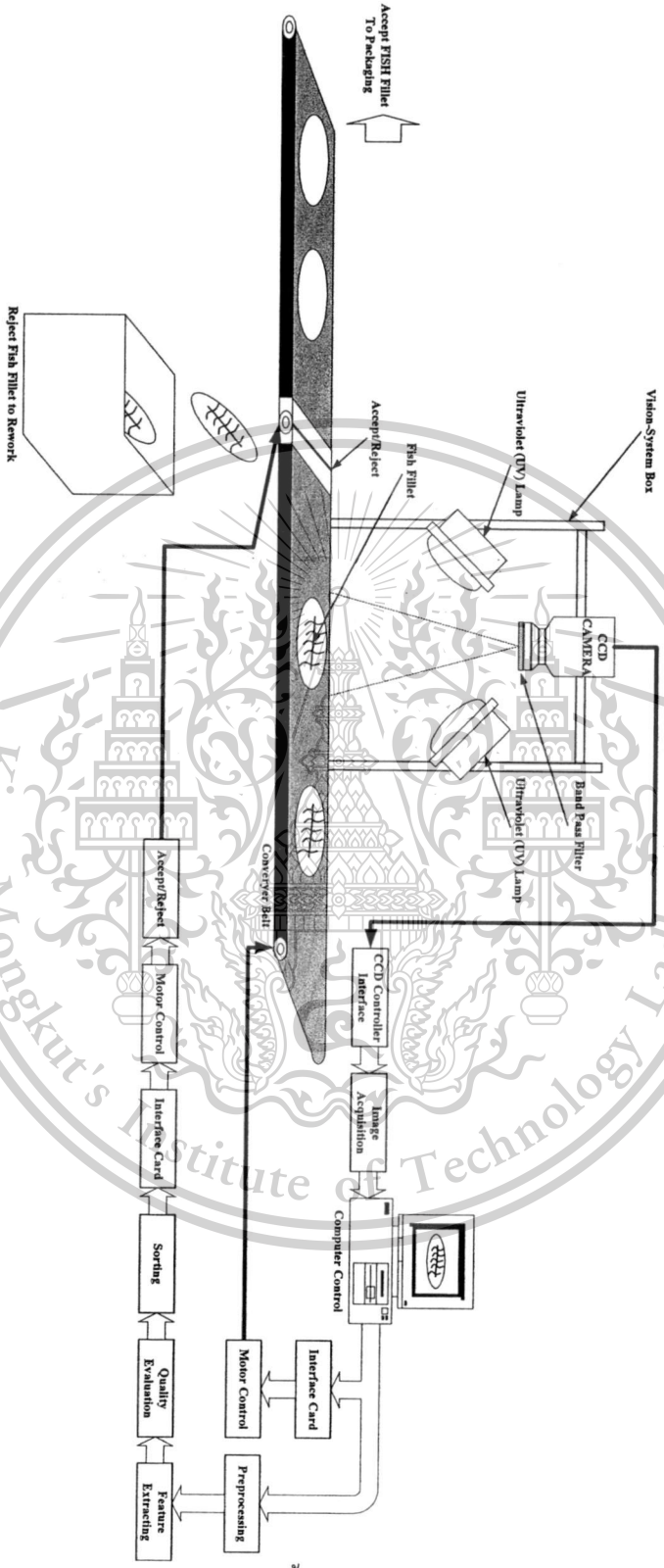
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden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



รูปที่ 1.1 โครงสร้างของระบบตรวจสอบคุณภาพเนื้อปลาโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ

จากรูปที่ 1.1 โครงสร้างของระบบจะประกอบไปด้วยส่วนประกอบหลักคือคอมพิวเตอร์สำหรับควบคุมการตรวจสอบและประมวลผลภาพ สายพานสำหรับลำเลียงชิ้นเนื้อปลาเข้าไปสู่ห้องสำหรับการตรวจสอบและประเมินคุณภาพชิ้นเนื้อปลา หากไม่มีก้างและสีของเนื้อปลาได้คุณภาพตามต้องการก็จะลำเลียงผ่านไป แต่ถ้าชิ้นเนื้อปลามีก้างปลาและสีของเนื้อปลาต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ก็จะส่งสัญญาณผ่านวงจรควบคุมไปขับมอเตอร์เพื่อเปิดช่องให้เนื้อปลาที่ไม่ได้คุณภาพตกลงไปในช่องที่เตรียมไว้สำหรับนำเนื้อปลาที่ไม่ได้คุณภาพกลับไปทำการปรับปรุงคุณภาพให้ได้ตามเกณฑ์ที่ต้องการก่อนส่งกลับมาทำการตรวจสอบใหม่ โดยรายละเอียดของระบบตรวจสอบคุณภาพเนื้อปลาโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 1.2

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 1.2 ระบบตรวจสอบคุณภาพเนื้อปลาโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ

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 1.2 ระบบที่พัฒนาขึ้นจะประกอบไปด้วยส่วนประกอบหลัก 2 ส่วนด้วยกันคือ

1. ส่วนของฮาร์ดแวร์(Hardware) ที่ใช้ในการถ่ายภาพเนื้อปลาที่นำมาตรวจสอบซึ่งจะประกอบด้วย

1.1 ระบบสายพานลำเลียงเนื้อปลา

สำหรับระบบสายพานลำเลียงจะทำหน้าที่ในการนำเนื้อปลาเข้าสู่ตู้สำหรับตรวจสอบเนื้อปลาและนำเนื้อปลาที่ผ่านการตรวจสอบแล้วออกไปยังส่วนบรรจุภัณฑ์ โดยการทำงานของสายพานจะถูกควบคุมโดยคอมพิวเตอร์ที่ใช้ควบคุมระบบผ่านทางวงจรเชื่อมต่อ(Interface card)

2.2 ตู้ตรวจสอบเนื้อปลา

สำหรับตู้ตรวจสอบเนื้อปลาจะประกอบไปด้วยอุปกรณ์ต่างๆดังนี้

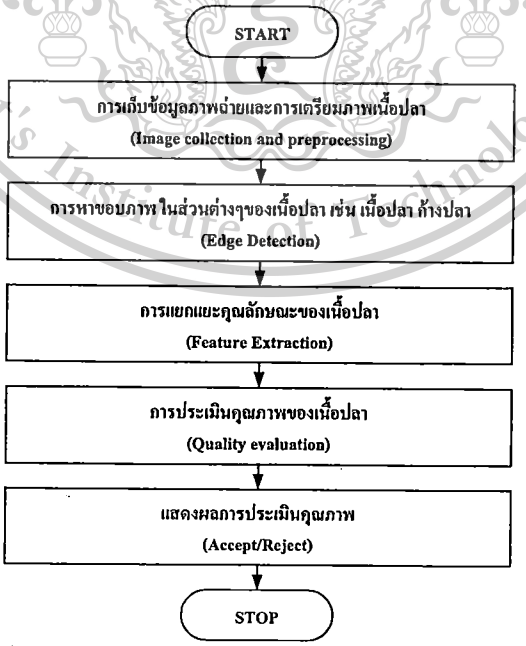
2.2.1 แหล่งกำเนิดแสงยูวี(UV Light source) ที่มีความยาวคลื่นประมาณ 340 nm ซึ่งจะถูกควบคุมควบคุมโดยคอมพิวเตอร์ที่ใช้ควบคุมระบบผ่านทางวงจรเชื่อมต่อ(Interface card)

2.2.2 กล้อง CCD (CCD Camera) สำหรับถ่ายภาพชิ้นเนื้อปลา

2.2.3 วงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับควบคุมการทำงานของกล้อง CCD, แหล่งกำเนิดแสง และการทำงานของสายพานลำเลียงผ่านวงจรเชื่อมต่อ(Interface card)

2.2.4 คอมพิวเตอร์สำหรับควบคุมการทำงานของระบบ

2. ส่วนของโปรแกรมในการประมวลผล ซึ่งจะรับข้อมูลรูปภาพที่ถ่ายมาจากกล้อง CCD มาทำการประมวลผลซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆดังรูปที่ 1.3



รูปที่ 1.3 ขั้นตอนในการประมวลผลการตรวจสอบคุณภาพเนื้อปลา

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 1.3 ขั้นตอนการประมวลผลของโปรแกรมที่จะพัฒนาขึ้นมาจะเริ่มตั้งแต่การนำข้อมูลภาพถ่ายเนื้อปลาจากกล้อง CCD มาเตรียมการประมวลผล(Preprocessing) โดยจะทำการลดความละเอียดของภาพ(resolution)ลงเพื่อช่วยลดเวลาในการประมวลผล หลังจากนั้นจะนำภาพที่ได้มาทำการหาขอบภาพในส่วนต่างๆ เช่น เนื้อปลา ก้างปลา เป็นต้น เมื่อได้ขอบภาพขององค์ประกอบเนื้อปลาในส่วนต่างๆ ก็จะนำมาทำการประเมินคุณภาพเนื้อปลาโดยเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากอยู่ในช่วงที่กำหนดก็จะแสดงผลยอมรับ(Accept)แต่ถ้าต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ก็จะแสดงผลไม่ยอมรับ(Reject) และทำการส่งสัญญาณควบคุมไปขับมอเตอร์เพื่อคัดชิ้นเนื้อปลาที่ตรวจสอบแล้วไม่ได้คุณภาพตามที่ต้องการออกไปในช่องที่เตรียมไว้สำหรับนำเนื้อปลาที่ไม่ได้คุณภาพกลับไปทำการปรับปรุงคุณภาพให้ได้ตามเกณฑ์ที่ต้องการก่อนส่งกลับมาทำการตรวจสอบใหม่

สำหรับการนำเทคโนโลยีในการประมวลผลภาพมาใช้ในการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ได้มีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง ดังตัวอย่างงานวิจัยดังนี้ เช่น การนำเอาเทคโนโลยีการประมวลผลภาพมาใช้ในการตรวจสอบคุณภาพ, การจำแนกชนิด และ การวัดขนาดของปลา[1-4], การนำเอาเทคโนโลยีในการประมวลผลภาพมาใช้ในการตรวจสอบและคัดแยกผลไม้[5-8], การนำเอาเทคโนโลยีในการประมวลผลภาพมาใช้ในการตรวจสอบและคัดแยกเนื้อสัตว์ต่างๆ[9-12], การนำเอาเทคโนโลยีในการประมวลผลภาพตรวจสอบคุณภาพอาหาร[13-16] นอกจากนี้ยังมีการนำเอาเทคโนโลยีในการประมวลผลภาพมาใช้ในการจำแนกชนิดยาเม็ด[17]อีกด้วย จากงานวิจัยทั้งหมดที่กล่าวถึงการนำเอาเทคโนโลยีในการประมวลผลภาพมาประยุกต์ใช้งานในการตรวจสอบคุณภาพต่างๆ ทางผู้วิจัยพบว่าส่วนประกอบที่สำคัญในการนำเอาเทคนิคการประมวลผลภาพมาใช้งานจะประกอบด้วยขั้นตนสำคัญ 3 อย่างคือ

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

โดยในแต่ละงานวิจัยก็จะใช้รายละเอียดของเทคนิคที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งทางผู้วิจัยจะได้ทำการศึกษาข้อดีข้อเสียของแต่ละวิธีแล้วจะทำการเลือกวิธีที่เหมาะสมนำมาใช้ในการออกแบบและสร้างระบบตรวจสอบคุณภาพเนื้อปลาโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพต่อไป

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ และหน่วยงานที่จะนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. ต้นแบบระบบตรวจสอบคุณภาพเนื้อปลาโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพเพื่อใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของเนื้อปลาต่างๆ ทั้งนี้เพื่อเป็นการประหยัดแรงงานและค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบเนื้อปลาก่อนที่จะส่งลงบรรจุภัณฑ์

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. กระตุ้นให้เกิดการทำวิจัยและพัฒนาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์โดยใช้เทคโนโลยีและวัสดุภายในประเทศ
3. เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพสินค้าทางการเกษตรโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ
4. ช่วยประหยัดแรงงานและเวลาในการใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของเนื้อปลา
5. สามารถนำเทคนิคที่พัฒนาขึ้นมาไปประยุกต์ใช้ในการตรวจสอบหาการตกค้างของกระดูก ในเนื้อสัตว์ต่างๆ เช่น เนื้อหมู เนื้อวัว เนื้อไก่ เป็นต้น

1.6 แผนการถ่ายทอดเทคโนโลยีหรือผลการวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย

นำเสนอรายงานผลงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ พร้อมทั้งนำเสนอบทความวิจัยในสถานที่ต่างๆ และถ่ายทอดเทคโนโลยีในการสร้างระบบตรวจสอบคุณภาพเนื้อปลาโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพแก่บุคคลและหน่วยงานต่างๆ ที่สนใจนำระบบตรวจสอบคุณภาพเนื้อปลาโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพไปใช้งานหรือพัฒนาต่อ เช่น

- นักศึกษา จากมหาวิทยาลัยหรือสถาบันต่างๆ
- นักวิจัยจากหน่วยงานต่างๆ
- หน่วยงานทางภาคเกษตรกรรม
- หน่วยงานทางภาคอุตสาหกรรม
- ผู้สนใจที่จะนำระบบตรวจสอบคุณภาพเนื้อปลาโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพไปประยุกต์ใช้งาน
- ฯลฯ

1.7 วิธีการดำเนินการวิจัย และสถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

เพื่อให้การวิจัยสร้างระบบตรวจสอบคุณภาพเนื้อปลาโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพสำเร็จรวดเร็วภายในระยะเวลาที่กำหนดประมาณ 12 เดือน จึงขอแบ่งวิธีการวิจัยดังขั้นตอนต่อไปนี้

1. ศึกษาข้อมูลทั่วไปของเทคนิคและวิธีการตลอดจนหลักเกณฑ์ในการการตรวจสอบคุณภาพเนื้อปลาต่างๆ
2. ศึกษาข้อมูลเทคนิคในการตรวจสอบคุณภาพโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ
3. ออกแบบและสร้างระบบตรวจสอบคุณภาพเนื้อปลาโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ
4. ทดสอบระบบตรวจสอบคุณภาพเนื้อปลาโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพที่ได้ออกแบบสร้างขึ้นมา

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.

5. ปรับปรุงคุณภาพของระบบตรวจสอบคุณภาพเนื้อปลาโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพที่ได้ออกแบบสร้างขึ้นมา
6. สร้างต้นแบบระบบตรวจสอบคุณภาพเนื้อปลาโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ
7. สรุปผลและเขียนรายงานฉบับสมบูรณ์

1.8 ระยะเวลาที่ทำการวิจัย และแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย

เริ่มต้นตั้งแต่เดือนตุลาคม 2554 จนถึง กันยายน 2555 ซึ่งจะทำการวิจัยให้เสร็จภายในปีงบประมาณ 2555

แผนการดำเนินการตลอดโครงการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงาน	งบประมาณปี 2555											
	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. ศึกษาข้อมูลทั่วไปของเทคนิคและวิธีการตลอดจนหลักเกณฑ์ในการการตรวจสอบคุณภาพเนื้อปลาต่างๆ	←	→										
2. ศึกษาข้อมูลเทคนิคในการตรวจสอบคุณภาพโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ		←	→									
3. ออกแบบและสร้างระบบตรวจสอบคุณภาพเนื้อปลาโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ			←	→								
4. ทดสอบระบบตรวจสอบคุณภาพเนื้อปลาโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพที่ได้ออกแบบสร้างขึ้นมา					←	→						
5.ปรับปรุงคุณภาพของระบบตรวจสอบคุณภาพเนื้อปลาโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพที่ได้ออกแบบสร้างขึ้นมา								←	→			
6. สร้างต้นแบบระบบตรวจสอบคุณภาพเนื้อปลาโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ										←	→	
7. สรุปผลและเขียนรายงานฉบับสมบูรณ์											←	→

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 การประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพในอุตสาหกรรมการผลิตปลา[18]

ในปัจจุบันการส่งออกผลิตภัณฑ์อาหารทะเลแช่แข็งไปยังต่างประเทศเป็นอุตสาหกรรมหนึ่งที่ทำรายได้เข้าประเทศปีหนึ่งๆหลายหมื่นล้านบาท โดยสิ่งสำคัญของการส่งออกสินค้าประเภทอาหารก็คือความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์อาหารที่ทำการส่งออก สำหรับอุตสาหกรรมการส่งออกเนื้อปลาซึ่งประกอบด้วย ปลาทั้งตัวแช่แข็ง ปลาแล่แช่แข็ง ปลาแล่แช่เย็น และปลาปรุงแต่ง ความปลอดภัยของปลาที่ผ่านกระบวนการผลิตนับว่าเป็นสิ่งสำคัญที่ส่งผลต่อคุณภาพและความเชื่อมั่นต่อผู้นำเข้าตลอดจนผู้บริโภคเนื้อปลาเป็นอย่างยิ่ง ดังนั้นจึงต้องมีการพัฒนากระบวนการตรวจสอบคุณภาพเนื้อปลาที่ผ่านการผลิตให้มีคุณภาพและความปลอดภัย ซึ่งในปัจจุบันการตรวจสอบคุณภาพต่างๆ ของอุตสาหกรรมการผลิตเนื้อปลายังคงอาศัยแรงงานคนในการตรวจสอบ เช่น การตรวจหาการตกค้างของก้างปลาในเนื้อปลา การตรวจหาการตกค้างของจุดเลือดในเนื้อปลา(Blood spots) การตรวจสอบหาความไม่สม่ำเสมอของรูปร่างและชิ้นเนื้อปลา(Irregular shape) เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามการใช้คนทำหน้าที่ในการตรวจสอบทำให้เกิดปัญหาขึ้นมากมาย เช่น

- ความล่าช้าในการตรวจสอบ
- ความอ่อนล้าของผู้ทำการตรวจสอบ
- ผลของความสว่างของพื้นที่ที่ใช้ในการตรวจสอบ

จากปัญหาที่เกิดขึ้นทำให้มีการพัฒนาและวิจัยเทคนิคที่จะนำมาช่วยในการตรวจสอบชิ้นเนื้อปลาที่ผ่านการแล่ก่อนที่จะนำบรรจุลงบรรจุภัณฑ์ขึ้นมามากมายหลายวิธี โดยเฉพาะการนำเอาเทคนิคการประมวลผลภาพมาช่วยในการตรวจสอบคุณภาพเนื้อปลา สำหรับจุดมุ่งหมายในการนำเอาเทคนิคการประมวลผลภาพมาช่วยในการตรวจสอบคุณภาพเนื้อปลาที่สำคัญมีอยู่ 3 แบบคือ

1. การคัดแยกปลา
2. การคัดแยกผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลา
3. การตรวจสอบคุณภาพของชิ้นเนื้อปลา

สำหรับรายละเอียดของแต่ละรูปแบบในการตรวจสอบโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพที่นำมาใช้ในอุสาหกรรมการผลิตเนื้อปลามีดังนี้

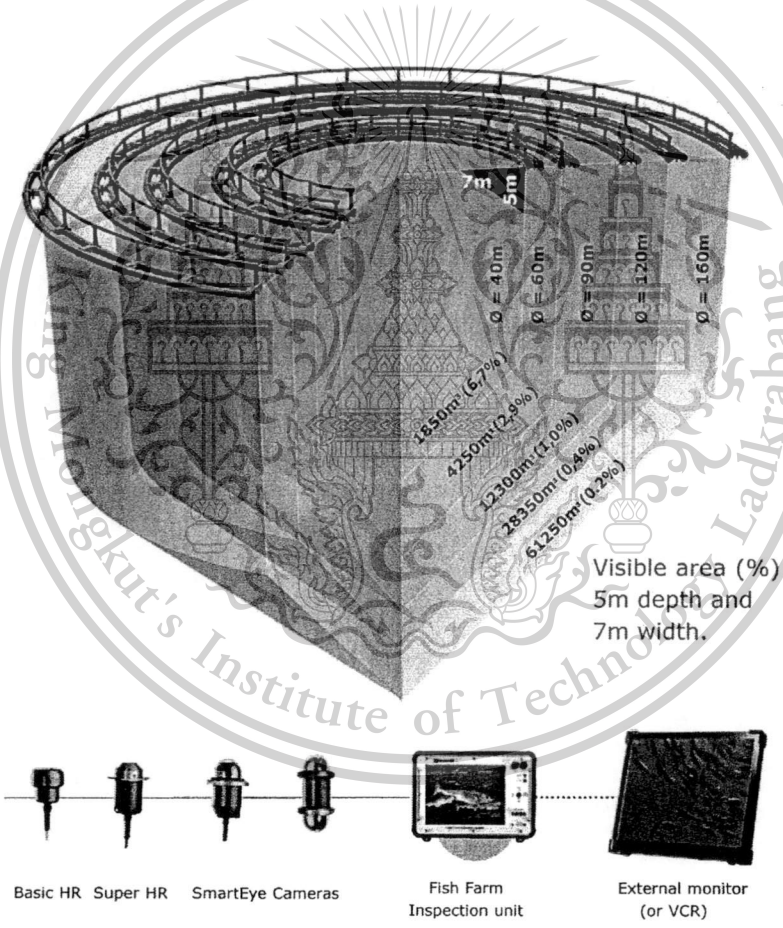
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden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

2.1.1 การประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพในการคัดแยกปลา

สำหรับการประยุกต์ใช้งานเทคนิคประมวลผลภาพในการคัดแยกปลามีวัตถุประสงค์เพื่อทำการจัดกลุ่ม(Grouping) ปลา ซึ่งสามารถแยกได้ตาม สี ชนิด ขนาด น้ำหนักของปลาที่นำมาคัดแยก ซึ่งปกติแล้วจะแยกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

2.1.1.1 การคัดแยกปลาเป็น

สำหรับการคัดแยกปลาเป็นที่อยู่ในน้ำนิยมใช้ในฟาร์มทั่วไป โดยมีวัตถุประสงค์ในการนับจำนวนปลา การประมาณค่าน้ำหนักตัวปลาจากการวัดความยาว การประเมินผลการเจริญเติบโตของปลาในฟาร์ม ซึ่งการประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพเข้ามาช่วยจะทำให้การตรวจสอบมีความถูกต้องและรวดเร็วขึ้น สำหรับตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการคัดแยกปลาเป็นสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.1

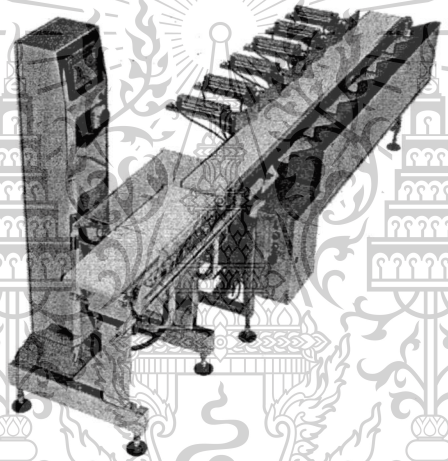


รูปที่ 2.1 ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการคัดแยกปลาเป็นของบริษัท AKVAGROUP : http://www.akvagroup.com

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.

2.1.1.2 การคัดแยกปลาตาย

สำหรับจุดมุ่งหมายของการคัดแยกปลาประเภทนี้จะนิยมใช้ในการคัดแยกปลาสำหรับบรรจุลงบรรจุภัณฑ์ ซึ่งโดยปกติแล้วจะนิยมนำมาใช้ในการแยกชนิด ขนาด ความยาว และน้ำหนัก เพื่อคัดแยกขนาดและน้ำหนักให้มีความเหมาะสมกับบรรจุภัณฑ์ที่นำมาบรรจุ นอกจากนี้เทคนิคการประมวลผลภาพยังถูกนำมาใช้ในการประมาณค่าน้ำหนักในการขนส่งทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการวางแผนและจัดการ โดยปลาที่ผ่านการตรวจสอบจะได้ข้อมูลของ ชนิด ขนาด น้ำหนักตลอดจนลักษณะของรูปร่างรวมทั้งส่วนประกอบต่างๆที่สำคัญในการจัดกลุ่มประเภทของปลา โดยข้อมูลเหล่านี้จะทำการบันทึกและจัดเก็บข้อมูลในลักษณะของแท็ก(Tag) ติดลงบนผลิตภัณฑ์เพื่อใช้ในการตรวจสอบและติดตามสินค้าได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว ซึ่งจะส่งผลดีต่อผู้นำเข้าสินค้าตลอดจนผู้บริโภค สำหรับตัวอย่างของระบบคัดแยกปลาตายสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.2

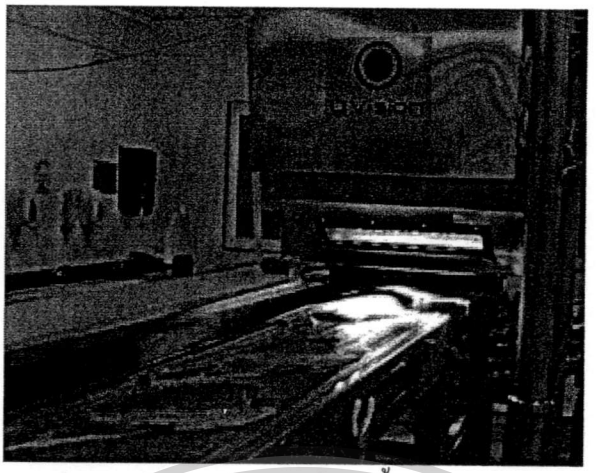


รูปที่ 2.2 ตัวอย่างของระบบคัดแยกปลาตายของบริษัท Shanghai Bofeng Electronics Co., Ltd. http://rehoo00.en.made-in-china.com

2.1.2 การประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพในการคัดแยกผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลา

สำหรับการประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลภาพในการคัดแยกผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลา ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแปรรูปปลาแบบต่างๆ เช่น ปลาทั้งตัวแช่แข็ง ปลาแล่แช่แข็ง ปลาแล่แช่เย็น และปลาปรุงแต่ง เป็นต้น โดยวัตถุประสงค์หลักของการตรวจสอบก็เพื่อทำการคัดแยกองค์ประกอบต่างๆ เช่น ลักษณะของรูปทรง ขนาด ความยาว ความหนา ของเนื้อปลา เพื่อทำการคัดแยกให้เหมาะสมกับบรรจุภัณฑ์แบบต่างๆ ซึ่งในการคัดแยกจะมีการกำหนดขนาดหรือรูปทรงของเนื้อปลาไว้ก่อน หากเนื้อปลาที่นำมาตรวจสอบมีขนาดหรือรูปทรงไม่ได้ตามมาตรฐานตามที่กำหนดไว้ก็จะทำการส่งไปแก้ไขใหม่ สำหรับตัวอย่างของระบบในการคัดแยกผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลาสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.3

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.



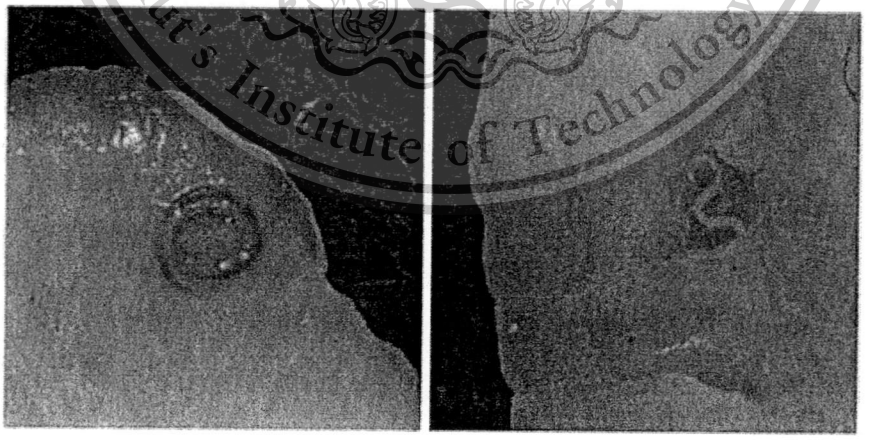
รูปที่ 2.3 ตัวอย่างของระบบในการคัดแยกผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลา ของบริษัท TOMRA Sorting Ltd., http://www.odenberg.com

2.1.3 การตรวจสอบคุณภาพของเนื้อปลา

สำหรับจุดมุ่งหมายของการตรวจสอบคุณภาพเนื้อปลาก็เพื่อป้องกันอันตรายไม่ให้เกิดขึ้นกับผู้บริโภค และทำการคัดแยกสิ่งที่ไม่ต้องการออกจากเนื้อปลาที่นำมาตรวจสอบ ซึ่งเราสามารถแยกประเภทของการตรวจสอบคุณภาพเนื้อปลาได้ดังนี้

2.1.3.1 การตรวจสอบหาพยาธิต่างๆ ที่อาจตกค้างอยู่ในเนื้อปลา

สำหรับจุดมุ่งหมายของการตรวจสอบคุณภาพแบบนี้เพื่อทำการตรวจหาพยาธิชนิดต่างๆ ที่อาจตกค้างอยู่ภายในเนื้อปลา เช่น ปลาคอด (Cod fish) ปลาแซลมอน (Salmon fish) ดังตัวอย่างแสดงในรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 ตัวอย่างพยาธิที่อาจตกค้างอยู่ในเนื้อปลา: ภัยจากอาหารดิบ http://www.learners.in.th , http://nu.kku.ac.th

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 2.4 แสดงให้เห็นตัวอย่างการตกค้างของพยาธิในเนื้อปลา ดังนั้นจึงต้องมีการตรวจสอบเนื้อปลาเหล่านี้ก่อนที่จะทำการบรรจุลงบรรจุภัณฑ์ ซึ่งวิธีการตรวจสอบโดยทั่วไปจะใช้แสงส่องผ่านชิ้นเนื้อปลาแล้วใช้คนทำการตรวจสอบด้วยตา ทำให้เกิดความล่าช้าในการตรวจสอบ สำหรับในปัจจุบันได้มีการทดลองนำเอาเทคโนโลยีการประมวลผลภาพมาทำการประยุกต์ใช้งานในการตรวจสอบ ซึ่งสามารถช่วยลดเวลาในการตรวจสอบลงและยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจสอบให้สูงขึ้น แต่อย่างไรก็ตามในทางอุตสาหกรรมผลิตเนื้อปลาบางประเภท พยาธิบางชนิดอาจตายได้จากกระบวนการแช่แข็งปลาอยู่แล้ว

2.1.3.2 การตรวจหาการตกค้างของก้างปลาในเนื้อปลา

โดยปกติแล้วก้างปลาที่อยู่ในเนื้อปลาส่วนใหญ่จะถูกกำจัดออกจากเนื้อปลาโดยเครื่องมือที่ใช้ในการผลิต แต่อย่างไรก็ตามอาจจะมีการตกค้างของก้างปลาอยู่บ้าง ซึ่งอาจส่งผลอันตรายแก่ผู้บริโภคได้ โดยเฉพาะเด็กและผู้สูงอายุ ดังนั้นจึงได้มีการพยายามพัฒนากรรมวิธีในการตรวจสอบหาการตกค้างของก้างปลาที่อาจตกค้างอยู่ในเนื้อปลาด้วยวิธีต่างๆ เช่น การใช้เอกเรย์เข้ามาใช้ในการตรวจสอบ(X-ray detection) เป็นต้น

รูปที่ 2.5 ตัวอย่างเครื่องเอกเรย์ของบริษัท VALKA : http://www.qualitybyndt.com

รูปที่ 2.6 ตัวอย่างภาพที่ได้จากเครื่องเอกเรย์ของบริษัท VALKA : http://www.qualitybyndt.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.

จากตัวอย่างของเครื่องเอกเรย์และภาพที่ได้จะเห็นว่าภาพที่ได้มีความสามารถในการแยกแยะสูง เห็นส่วนที่เป็นก้างปลาชัดเจน แต่อย่างไรก็ตามเนื่องจากราคาของเครื่องที่มีราคาค่อนข้างสูงทำให้มีการประยุกต์ใช้เฉพาะโรงงานผลิตขนาดใหญ่ๆ เท่านั้น

2.1.3.3 การตรวจหาการตกค้างของเครื่องในในเนื้อปลา

สำหรับการประยุกต์ใช้งานนี้เพื่อเป็นการตรวจสอบหาการตกค้างของเครื่องในที่ผ่านกระบวนการแล่ ซึ่งอาจจะยังมีเครื่องในตกค้างอยู่รวมกับเนื้อปลา ซึ่งผลของการตรวจสอบจะช่วยให้เนื้อปลาที่ผ่านการตรวจสอบมีคุณภาพดีขึ้น ไม่มีการตกค้างของเครื่องในปลา

2.1.3.4 การตรวจสอบคุณลักษณะของเนื้อปลา(Fish meat texture)

สำหรับการตรวจสอบนี้ใช้ลักษณะใช้ในการจำแนกลักษณะของเนื้อปลา ทั้งนี้เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าของเนื้อปลา เนื่องจากเนื้อปลาที่ได้จากการแล่ส่วนต่างๆ ของปลาจะมีลักษณะแตกต่างกัน ซึ่งส่งผลต่อรสชาติและความนุ่มของเนื้อปลา ซึ่งหากมีการจำแนกเนื้อปลาโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพเข้ามาช่วย จะช่วยเพิ่มมูลค่าของเนื้อปลาที่ทำการแล่ได้เป็นอย่างดี

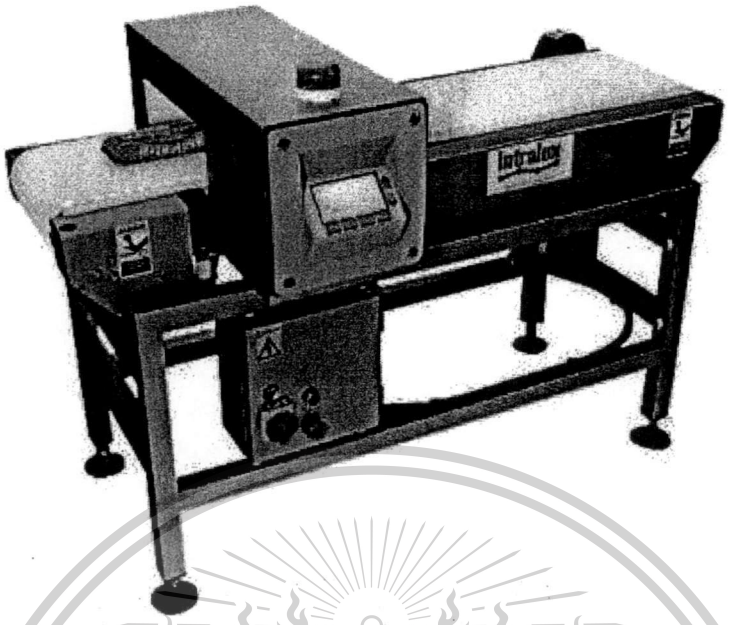
2.1.3.5 การตรวจสอบหารอยบกพร่องบนผิวเนื้อปลา(Surface defects)

เนื่องจากเนื้อปลาต้องถูกผ่านกระบวนการโดยเครื่องจักรต่างๆ ทำให้อาจมีการเสียหายบนพื้นผิวของเนื้อปลา เช่น รอยช้ำ รอยฉีกขาด หรือ จุดเลือดต่างๆ บนเนื้อปลา ดังนั้นจึงต้องมีการตรวจสอบเนื้อปลาที่ผ่านกระบวนการหรือขั้นตอนการผลิตต่างๆ มาแล้ว ก่อนที่ทำการบรรจุลงบรรจุภัณฑ์ โดยในทางปฏิบัติจะมีการกำหนดมาตรฐานเป็นขนาดของพื้นที่ของรอยบกพร่องเป็นตารางเซนติเมตร เช่น 3, 5 หรือ 10 ตารางเซนติเมตร เป็นต้น

2.1.3.6 การตรวจสอบหาสิ่งตกค้างต่างๆ ในเนื้อปลา

สำหรับการตรวจสอบหาสิ่งตกค้างต่างๆ ในเนื้อปลามีวัตถุประสงค์เพื่อทำการตรวจหาสิ่งแปลกปลอมที่อาจเกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต เช่น เศษโลหะต่างๆ ที่อาจหลุดออกไปปะปนกับเนื้อปลาที่ผ่านการแล่ ทั้งนี้เพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค สำหรับตัวอย่างของเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบโลหะต่างๆ สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.7

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.

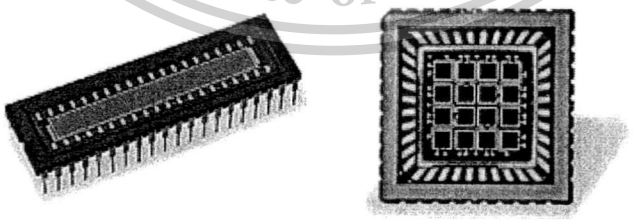


รูปที่ 2.7 ตัวอย่างของเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบโลหะของบริษัท Accuweigh Pty Ltd.

http://www.accuweigh.com.au/

2.2 เซนเซอร์สำหรับการประยุกต์ใช้งานในการตรวจสอบคุณภาพเนื้อปลา

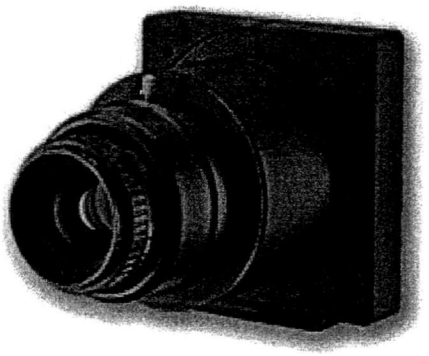
โดยปกติแล้วเซนเซอร์แบบต่างๆ ที่ใช้ในการประมวลผลภาพสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเนื้อปลาได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการประยุกต์ใช้งานตรวจสอบแต่ละประเภทดังที่กล่าวมาข้างต้น แต่โดยปกติแล้วเซนเซอร์ที่ใช้ทั่วไปในการตรวจสอบคุณภาพเนื้อปลาจะใช้เซนเซอร์ประเภทโซลิดสเตรท(Solid state sensor) ทั้งแบบซีซีดี(CCD) และแบบโฟโตไดโอดอาเรย์(Photo diode arrays) นอกจากนี้ในงานบางประเภทยังมีการใช้กล้องวีดีโอ(Video cameras : VIDICON) และ Line scan cameras อีกด้วย



รูปที่ 2.8 ตัวอย่างของเซนเซอร์แบบโฟโตไดโอดอาเรย์ของบริษัท OSI Optoelectronics :

http://www.osioptoelectronics.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 2.9 ตัวอย่างของ Line scan cameras ของบริษัท Takenaka System Co., Ltd. :
http://www.takex-system.co.jp

จากรูปที่ 2.8 และรูปที่ 2.9 แสดงตัวอย่างของเซนเซอร์แบบต่างๆ ที่นิยมนำมาประยุกต์ใช้ในการประมวลผลภาพ ดังนั้นในการการเลือกใช้เซนเซอร์แบบต่างๆ มาประยุกต์ใช้งานจะต้องคำนึงถึงความเหมาะสมกับประเภทของการประยุกต์ใช้งาน ซึ่งโดยปกติแล้วคุณสมบัติหลักของเซนเซอร์ที่นำมาใช้ในการพิจารณามีดังนี้

1. ขนาดและรูปแบบเซนเซอร์(Shape of sensor)

ถึงแม้ว่า Line scan cameras จะเหมาะสมในงานทางด้านอุตสาหกรรม แต่สำหรับในการตรวจสอบคุณภาพของเนื้อปลา ต้องการซิงโครไนส์(Synchronization) กันระหว่างสายพานลำเลียงและกล้อง ดังนั้นจึงทำให้ยากในการใช้งาน

2. ความเร็วในการอ่านค่า(Readout speed)

สำหรับความเร็วในการอ่านค่าของเซนเซอร์นับว่าเป็นพารามิเตอร์ที่สำคัญมากของการตรวจสอบเนื้อปลาด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพ เนื่องจากระบบต้องการความเร็วในการประมวลผลหรือการตรวจสอบที่สูง ซึ่งเซนเซอร์แบบกล้องวีดีโอจะให้ความเร็วในการอ่านค่าสูงกว่ากล้องแบบโซลิดสเตรท

3. ไดนามิกเรนจ์(Dynamic range)

สำหรับค่าไดนามิกเรนจ์ของเซนเซอร์ที่นำมาใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเนื้อปลา ระบบต้องการค่าไดนามิกเรนจ์ที่สูง ซึ่งในกล้องประเภทโซลิดสเตรทจะให้ค่าไดนามิกเรนจ์ที่สูงกว่ากล้องวีดีโอทั่วไป

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

4. ย่านการตอบสนองของเซนเซอร์(Spectral sensitivity)

สำหรับย่านการตอบสนองของเซนเซอร์ที่นำมาใช้จะขึ้นอยู่กับประเภทของการตรวจสอบเนื้อปลา

จากคุณสมบัติต่างๆ ของเซนเซอร์ ดังที่กล่าวมา การเลือกใช้เซนเซอร์จะต้องพิจารณาเลือกใช้ให้เหมาะสมกับประเภทของการนำไปใช้ในการตรวจสอบเนื้อปลาดังตัวอย่างในตารางที่ 2.1 ถึง ตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติพื้นฐานของเซนเซอร์ที่ต้องการในการตรวจสอบปลาแต่ละประเภท

	Fish sorting (± 1 cm)	Fillet sorting (± 1 cm)	Worms, Bones	Surface defects
Resolution (Pixels)	700X500	600X400	700X700	500X500
Dynamic range (RMS noise)	1000:1	1000:1	10000:1	5000:1
Frame rate (Frames/sec)	300	300	25	25
Spectral Sensitivity (nm)	390-770	390-770	UV, X-ray, Infrared	390-770

ตารางที่ 2.2 ความเร็วของการคัดแยกปลาแต่ละแบบ

	Image sensors	Non-imaging sensors (Photodiodes)
Sorting by length and /or weight	12,000 fish/hr	23,000 fish/hr
Sorting by species	7,000 fish/hr	Not possible
Sorting by shape for known species	2,000 fish/hr	6,000 fish/hr

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.
137992

ตารางที่ 2.3 ย่านการตอบสนองของเซนเซอร์ที่นำมาใช้ในการตรวจสอบเนื้อปลาแบบต่างๆ

ELECTROMAGNETIC RADIATION									
	Visible light and laser		IR light	UV light		X-ray		Neutron	Ultrasounds
	Transmission	Scattering	Transmission	Scattering	Fluorescence	Transmission	Fluorescence	Transmission	Transmission
Black skin[a]	Yes	Yes	Yes	Yes	No	No	No	No	No
Sarcolemma[b]	Yes	No	Yes	No	No	No	No	No	No
Parasites inside[c]	No	No	No	No	No	No	?	?	?
Parasites surface[d]	No	Yes	No	Yes	Yes	No	?	?	?
Bones inside[e]	Yes	No	Yes	No	No	Yes	?	No	?
Bones surface[f]	Yes	Badly	Yes	Yes	Yes	Yes	?	No	?

a = Limitation : Thickness

b = White skin covering the muscle is considered as a good part

c = Anisakis simplex

d = Phocanema decipiens

e = Collarbones

f = Pinboxes

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

2.3 การจัดแสงให้กับเนื้อปลาที่นำมาทดสอบ(Lighting setup)

สำหรับการจัดแสงให้กับเนื้อปลาที่นำมาทดสอบนับว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญมากในการถ่ายรูปชิ้นเนื้อปลาที่นำมาทดสอบ เนื่องจากการถ่ายรูปเนื้อปลาให้มีความชัดเจนจะต้องอาศัยการจัดวางแหล่งกำเนิดแสง ตลอดอุปกรณ์ประกอบต่างๆ ให้เหมาะสมกับตำแหน่งของชิ้นเนื้อปลา ทั้งนี้เพื่อให้ได้ภาพถ่ายเนื้อที่มีความชัดเจน 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

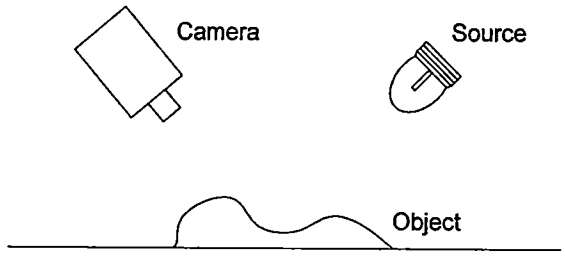
1. การจัดแสงด้านหน้า(Front lighting)
2. การจัดแสงด้านหลัง(Back lighting)
3. การจัดแสงตามโครงสร้างของวัตถุ(Structured lighting)

สำหรับรายละเอียดการจัดแสงแต่ละแบบสามารถแสดงได้ดังนี้

2.3.1 การจัดแสงด้านหน้า

สำหรับรูปแบบการจัดแสงด้านหน้าสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.10

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.

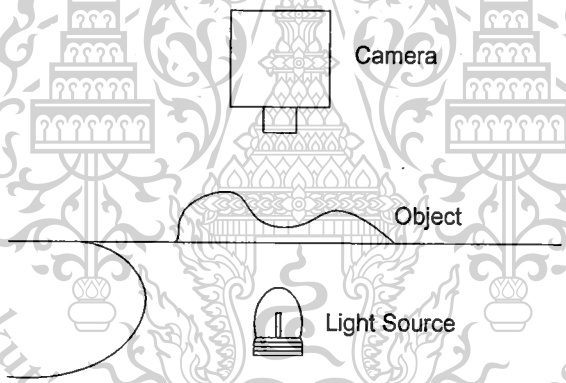


รูปที่ 2.10 รูปแบบการจัดแสงด้านหน้า

จากรูปที่ 2.10 แสดงลักษณะการจัดรูปแบบการจัดแสงด้านหน้า สำหรับการจัดแสงแบบนี้ตัวกล้องและแหล่งกำเนิดแสงจะถูกติดตั้งอยู่ด้านเดียวกัน

2.3.2 การจัดแสงด้านหลัง

สำหรับรูปแบบการจัดแสงด้านหลังสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.11



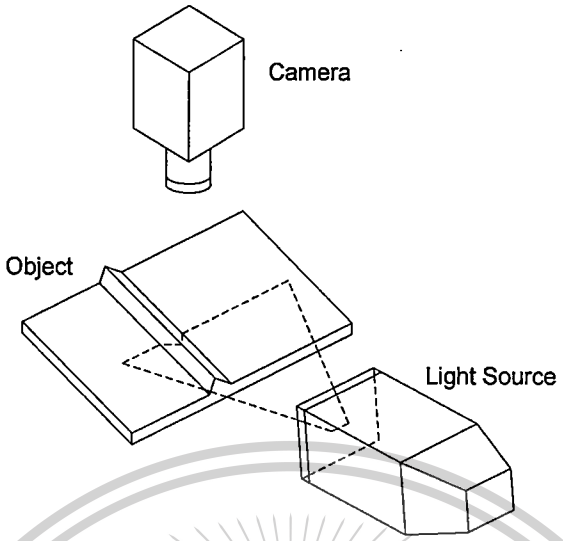
รูปที่ 2.11 รูปแบบการจัดแสงด้านหลัง

จากรูปที่ 2.11 แสดงลักษณะการจัดรูปแบบการจัดแสงด้านหลัง สำหรับการจัดแสงแบบนี้ตัวกล้องและแหล่งกำเนิดแสงจะถูกติดตั้งอยู่ด้านตรงข้ามกัน การจัดรูปแบบการให้แสงแบบนี้จะให้ความสามารถในการแยกแยะองค์ประกอบภายในของเนื้อปลาได้ดี แต่อย่างไรก็ตามการจัดแสงแบบนี้ไม่เหมาะสำหรับการตรวจรอยบกพร่องบนผิวของเนื้อปลา

2.3.3 การจัดแสงตามลักษณะโครงสร้างของวัตถุ

สำหรับรูปแบบการจัดแสงตามลักษณะโครงสร้างของวัตถุ สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.12

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.



รูปที่ 2.12 รูปแบบการจัดแสงตามลักษณะโครงสร้างของวัตถุ

จากรูปที่ 2.12 แสดงลักษณะรูปแบบการจัดแสงตามลักษณะโครงสร้างของวัตถุ การจัดแสงแบบนี้จะใช้กับแหล่งกำเนิดแสงที่มีลักษณะเป็น Dot array ซึ่งจะจ่ายแสงให้กับวัตถุโดยตรงตามแนวระนาบของแหล่งกำเนิดแสงด้วยค่ามุมที่แตกต่างจากตัวกล้องที่ทำหน้าที่จับภาพ ซึ่งรูปแบบการให้แสงแบบนี้จะเหมาะสำหรับการตรวจสอบลักษณะพื้นผิวของเนื้อปลา(Contour)

2.3.4 การแก้ปัญหาเรื่องแสงสำหรับรูปแบบการจัดแสงด้านหน้า

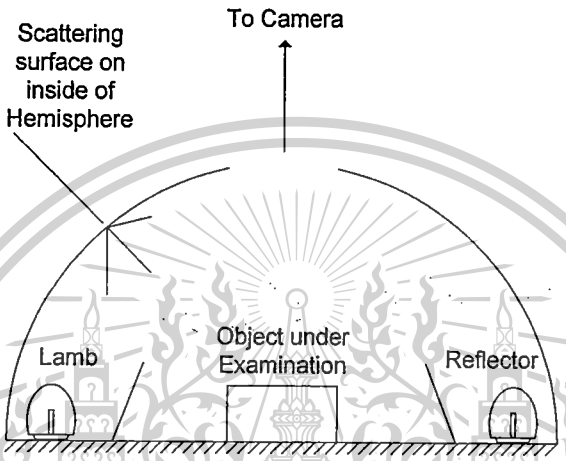
จากรูปแบบการจัดแสงแบบต่างๆ ดังที่กล่าวมา รูปแบบการจัดแสงด้านหน้าจะมีการใช้งานมากที่สุด และถูกเลือกนำมาใช้ในการจัดแสงสำหรับโครงการวิจัยนี้ ดังนั้นเราจะทำการพิจารณาถึงปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบที่ใช้รูปแบบการจัดแสงด้านหน้าเป็นหลัก โดยในการจัดแสงด้านหน้าจะมีปัญหาหลักอยู่ 4 ประการ คือ

- การสะท้อนแสงของพื้นผิว(Glinting) เนื่องจากผิวของเนื้อปลาที่นำมาตรวจสอบมีความมันเงา
- เงาที่เกิดจากเนื้อปลา
- ความไม่คมชัดของมุม(Edges) ระหว่างเนื้อปลาส่วนต่างๆ
- ความไม่คมชัดของมุมระหว่างเนื้อปลากับสายพานที่ใช้ในการเคลื่อนเนื้อปลาเข้ามาทำการตรวจสอบ

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.

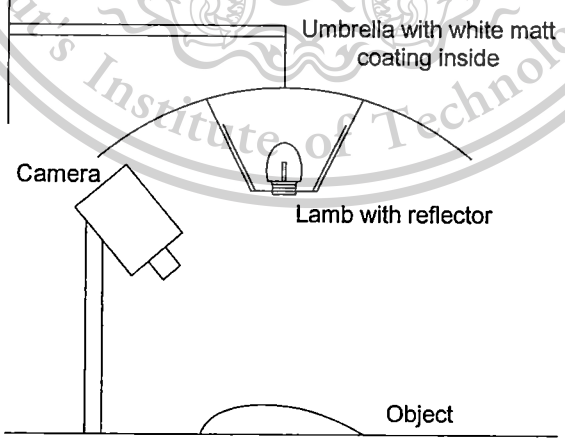
จากปัญหาต่างๆ ดังที่กล่าวมา จึงได้มีการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาดังที่กล่าวมาทั้ง 4 ประการ ด้วยวิธีต่างๆ ดังนี้

<u>วิธีที่ 1</u> การจัดแสงโดยใช้แหล่งกำเนิดแสงที่มีลักษณะโค้งครึ่งวงกลม(Circular) เช่น หลอดฟลูออเรสเซนต์แบบวงกลม ใช้แผงสะท้อนแบบครึ่งวงกลม เป็นต้น โดยลักษณะการจัดแสงแบบนี้สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 การแก้ปัญหาเนื่องจากการจัดแสงด้านหน้าวิธีที่ 1 แบบที่ 1

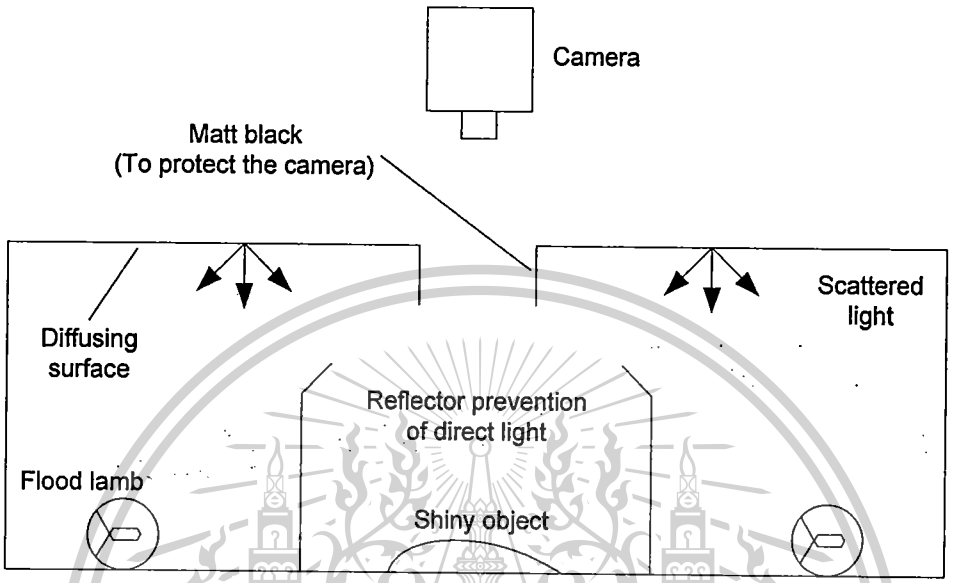
จากรูปที่ 2.13 จะเห็นว่าตัวกล้องสำหรับจับภาพจะถูกติดตั้งอยู่บริเวณกึ่งกลางของแหล่งกำเนิดแสง ซึ่งรูปแบบการจัดแสงแบบนี้จะช่วยแก้ปัญหาเรื่องเงาที่เกิดขึ้นกับภาพถ่ายเนื้อปลาที่ถ่ายได้ สำหรับการแก้ปัญหาเรื่องเงาที่เกิดขึ้นด้วยวิธีที่ 1 สามารถจัดรูปแบบการให้แสงได้อีกแบบหนึ่งดังแสดงในรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 การแก้ปัญหาเนื่องจากการจัดแสงด้านหน้าวิธีที่ 1 แบบที่ 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.

<u>วิธีที่ 2</u> สำหรับการแก้ปัญหาของการจัดแสงด้านหน้าวิธีที่ 2 นี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อแก้ปัญหาการสะท้อนแสงของผิวปลา โดยลักษณะการจัดแสงสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.15

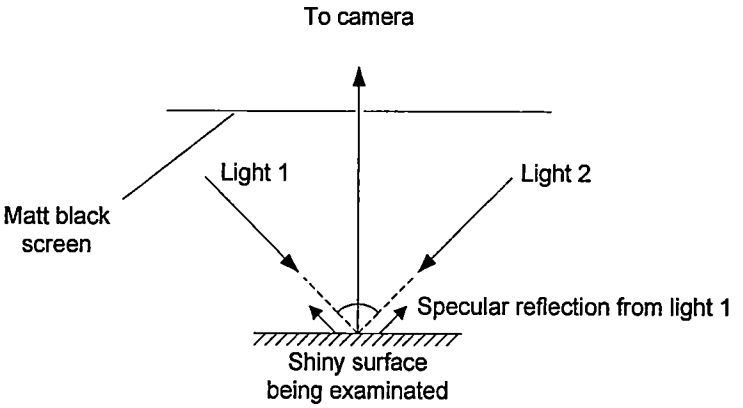


รูปที่ 2.15 การแก้ปัญหาเนื่องจากการจัดแสงด้านหน้าวิธีที่ 2

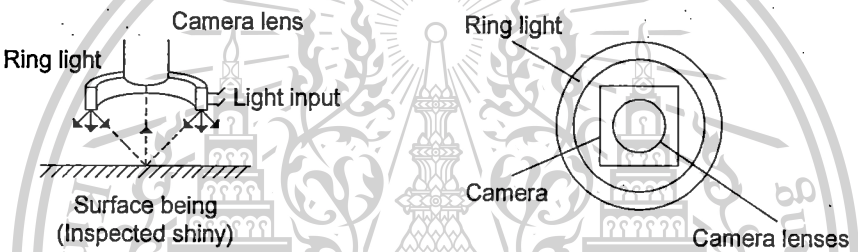
จากรูปที่ 2.15 สำหรับการแก้ปัญหาเนื่องจากการจัดแสงด้านหน้าวิธีที่ 2 นี้ เราทำการจัดแสงให้กับวัตถุทางอ้อมโดยอาศัยการสะท้อนของแสงแทนการให้แสงโดยตรงกับวัตถุ ซึ่งวิธีการนี้จะช่วยลดแสงสะท้อนที่เกิดจากตัวปลาหรือวัตถุต่างๆ ได้

<u>วิธีที่ 3</u> สำหรับวิธีการแก้ปัญหาของการจัดแสงวิธีที่ 3 นี้ จะช่วยแก้ปัญหาการสะท้อนของแสงที่ตกกระทบตัวปลา โดยรูปแบบการให้แสงกับวัตถุจะทำการให้แสงไปที่วัตถุในลักษณะทำมุม 45 องศา โดยไม่ต้องอาศัยการสะท้อนเหมือนในแบบวิธีที่ 2 ซึ่งลักษณะรูปแบบการแก้ปัญหาการจัดแสงด้วยวิธีที่ 3 สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.16 และรูปที่ 2.17

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.



รูปที่ 2.16 การแก้ปัญหาเนื่องจากการจัดแสงด้านหน้าวิธีที่ 3 แบบที่ 1

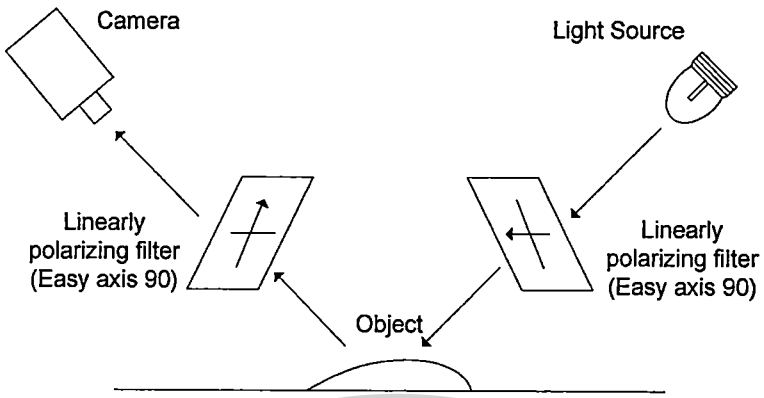


รูปที่ 2.17 การแก้ปัญหาเนื่องจากการจัดแสงด้านหน้าวิธีที่ 3 แบบที่ 2

จากรูปที่ 2.16 และรูปที่ 2.17 แสดงการแก้ปัญหาเนื่องจากการจัดแสงด้านหน้าวิธีที่ 3 โดยแบบที่ 1 จะใช้หลอดไฟสำหรับจ่ายแสงจำนวน 2 ดวง ให้แสงที่มุม 45 องศา และแบบที่ 2 จะใช้หลอดไฟชนิดวงแหวน(Ring light) เพียงดวงเดียวในการให้แสงกับวัตถุ

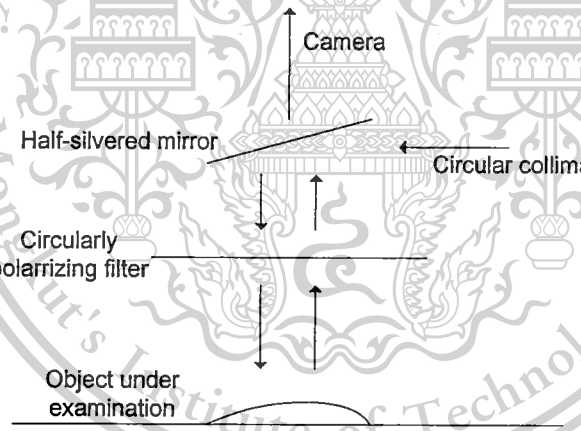
<u>วิธีที่ 4</u> สำหรับวิธีการแก้ปัญหาของการจัดแสงวิธีที่ 4 นี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อลดทอนการสะท้อนของแสงเช่นเดียวกัน แต่จะเน้นไปที่วัสดุที่ทำหน้าที่รองรับชิ้นปลา เช่น โลหะ พลาสติก เซรามิก เป็นต้น โดยลักษณะการจัดแสงจะใช้แผ่นโพลาไรส์ 2 แผ่น ในการกำหนดโพลาไรส์ของแสงทั้งทางด้านแหล่งกำเนิดแสงและทางด้านกล้องสำหรับถ่ายภาพ โดยลักษณะการแก้ไขปัญหาเรื่องแสงด้วยวิธีที่ 4 นี้ สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.18

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 2.18 การแก้ปัญหาเนื่องจากการจัดแสงด้านหน้าวิธีที่ 4

วิธีที่ 5 สำหรับการแก้ปัญหาเนื่องจากการจัดแสงด้านหน้าวิธีที่ 5 นี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อลดแสงสะท้อนที่เกิดจากชิ้นเนื้อปลา โดยลักษณะของการจัดแสงสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.19



รูปที่ 2.19 การแก้ปัญหาเนื่องจากการจัดแสงด้านหน้าวิธีที่ 5

จากรูปแบบการแก้ไขปัญหาของการจัดแสงด้านหน้าทั้ง 5 วิธีที่ได้กล่าวมาข้างต้น เราสามารถสรุปข้อดีข้อเสียของแต่ละวิธีได้ดังตารางที่ 2.4

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.

ตารางที่ 2.4 ข้อดีข้อเสียของแต่ละวิธีในการแก้ปัญหาการจัดแสงด้านหน้า

Criteria	Method 1		Method 2	Method 3		Method 4	Method 5
	Fig. 2.13	Fig. 2.14	Fig. 2.15	Fig. 2.16	Fig. 2.17	Fig. 2.18	Fig. 2.19
Shadow free	++	+	+	-	-	+	++
No glinting	+	+	++	+	+	++	++
Sharp edges	+	+	+	+	+	+	++
Parasitic effects	++	+	-	+	+	-	-
Reliability	-	++	++	-	-	-	-
Maintenance	-	+	+	+	-	-	-
Price	-	+	-	-	-	--	--

+ = Good, - = Bad

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

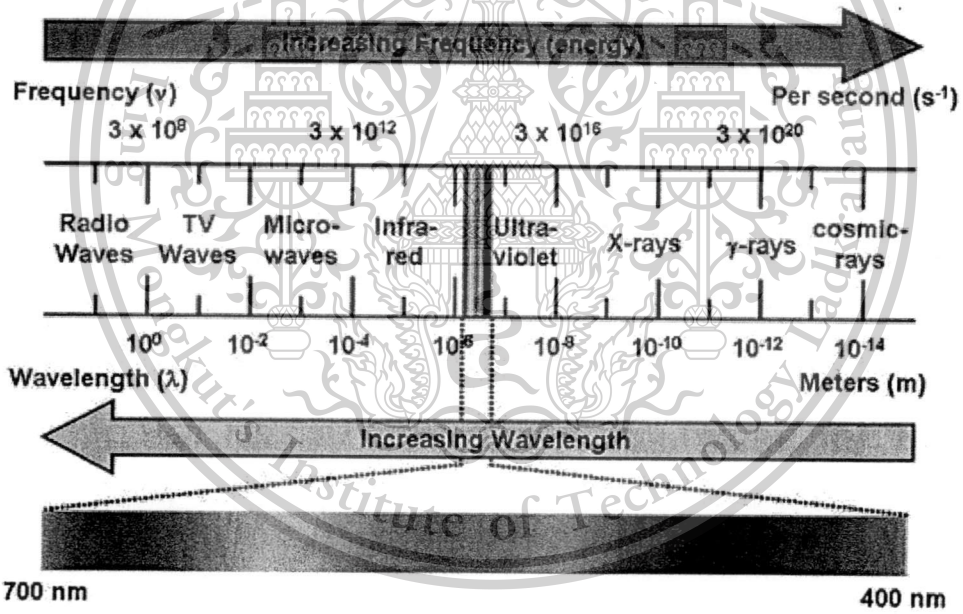
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden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

บทที่ 3
เทคนิคที่ใช้ในการตรวจสอบ

สำหรับในบทนี้นำเสนอเทคนิคที่ใช้ในการตรวจสอบหาการตกค้างของก้างปลาในเนื้อปลาโดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1 แสงอัลตราไวโอเลต[19-20]

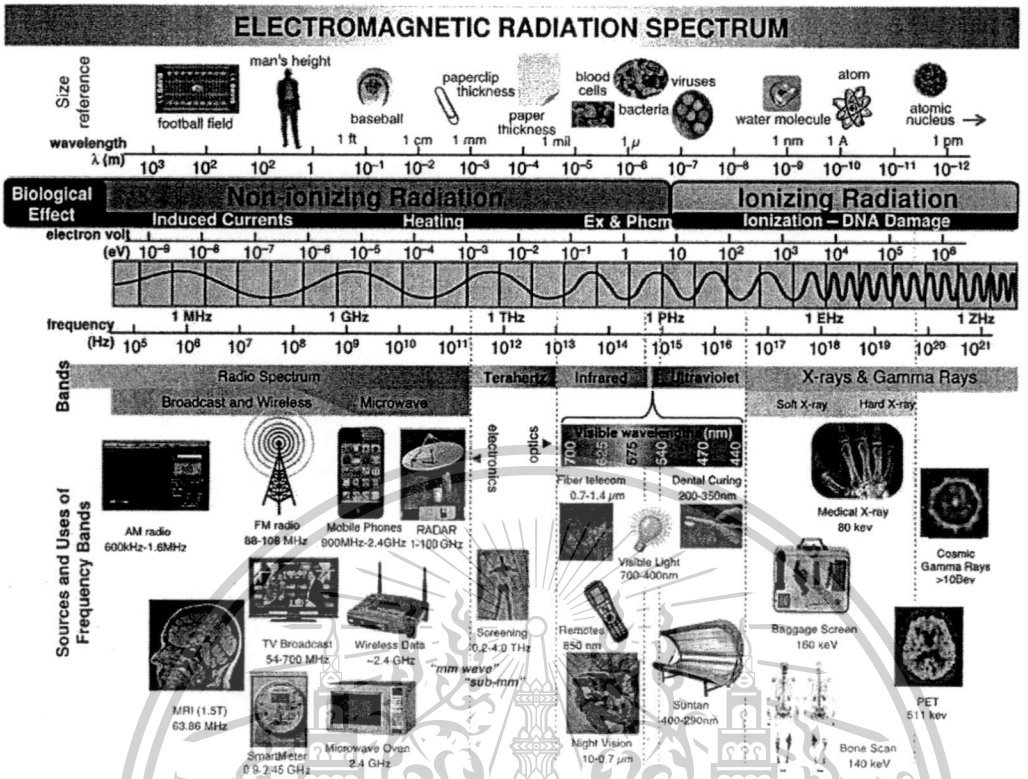
คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Radiation) เป็นคลื่นชนิดหนึ่งที่ไม่ต้องใช้ตัวกลางในการเคลื่อนที่ เช่น รังสีเอ็กซ์ รังสีแกมมา คลื่นวิทยุ คลื่นไมโครเวฟ คลื่นแสง โดยคลื่นแต่ละชนิดที่กล่าวมาล้วนแล้วแต่เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเหมือนกัน แต่ต่างกันที่ช่วงความยาวคลื่น โดยช่วงความยาวคลื่นต่างๆ ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แสดงแถบสเปคตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดต่างๆ : www.chemicalconnection.org.uk.jpg

สำหรับการประยุกต์ใช้งานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในงานด้านต่างๆ จะแตกต่างกันไปตามความยาวคลื่น ซึ่งตัวอย่างของการประยุกต์ใช้งานในแต่ละความยาวคลื่นสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.2

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 3.2 การประยุกต์ใช้งานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในงานด้านต่างๆ: www.davidsuzuki.org

สำหรับแสงอัลตราไวโอเลตหรือแสงยูวี เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่มีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 100 – 400 นาโนเมตร โดยเราสามารถแบ่งแสงยูวีแบ่งเป็น *3* ช่วงดังนี้

1. UV A ช่วงความยาวคลื่น 315 – 400 nm เป็นช่วงความยาวคลื่นที่มีพลังงานต่ำที่สุดของแสงยูวี สามารถนำมาใช้เป็นประโยชน์ในทางด้านเคมีและฟิสิกส์แต่เนื่องจากเป็นคลื่นที่อยู่ใกล้กับแสงที่ตามองเห็น จึงเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า near UV

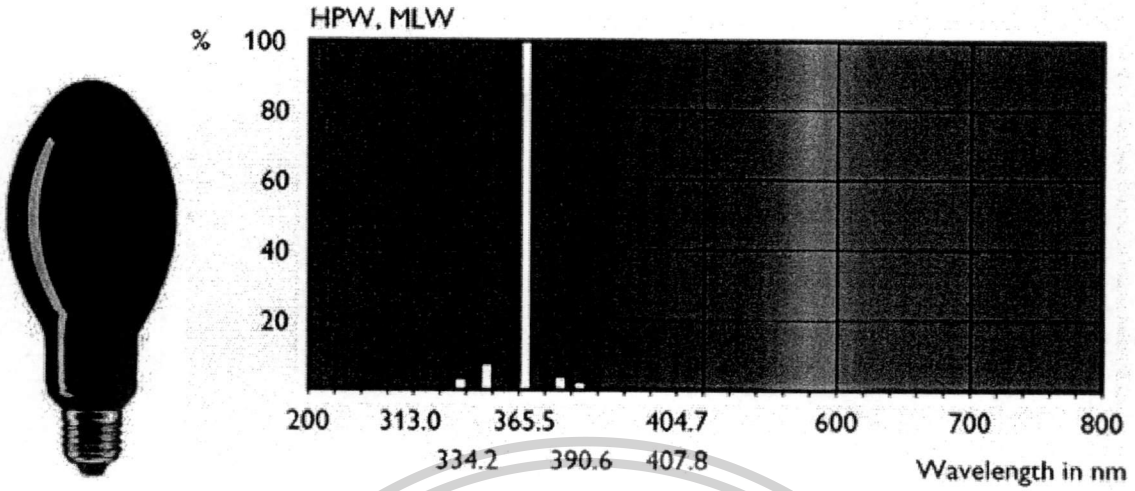
2. UV B ช่วงความยาวคลื่น 280 – 315 nm จะมีพลังงานสูงขึ้น สามารถทำให้ผิวหนังไหม้เกรียม และมีหลักฐานว่า เป็นต้นเหตุของการเกิดมะเร็งผิวหนัง แต่คุณประโยชน์ในการรักษาโรคผิวหนังบางชนิดได้ รวมถึงการประยุกต์ในงานอุตสาหกรรมเคมี

3. UV C ช่วงความยาวคลื่น 200 - 280 nm ซึ่งมีพลังงานสูงกว่าแสงยูวีทั้งสองชนิดแรก เป็นรังสีที่มีอันตรายต่อร่างกายได้อย่างรุนแรง เช่น ผิวแดงไหม้เกรียม (Erythema) หรือ เยื่อบุตาอักเสบ(Conjunctivitis) แต่เราประยุกต์มาทำ ประโยชน์ในการฆ่าเชื้อโรคได้

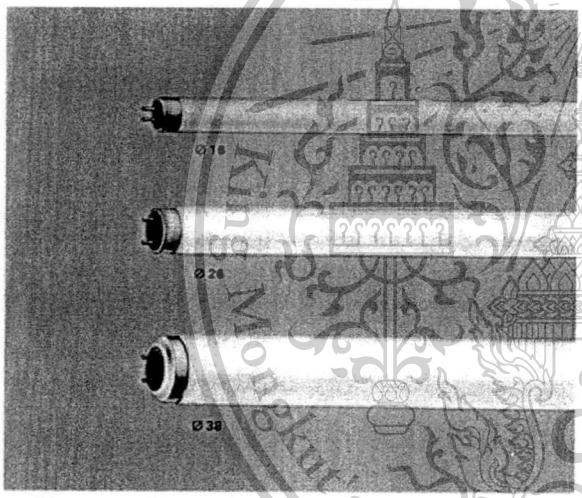
3.2 หลอดไฟที่ให้แสงอัลตราไวโอเลต (Ultra-violet UV Lamp)[20]

สำหรับหลอดไฟที่ให้แสงอัลตราไวโอเลต ในปัจจุบันมีผลิตขึ้นมามากมายหลายบริษัทดังตัวอย่างแสดงในรูปที่ 3.3 ถึง 3.5

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 3.3 ตัวอย่างของหลอด Blacklight Blue HPW & MLW ของ 'Philips' ชนิด Short-arc High-pressure Mercury Discharge Lamp UV radiation 340-380 nm.[20]



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' DK 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	8.5	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	280	16	G 5	0.8	9280 010 005 ..
'TL' 11 W/05	230	16	G 5	1.1	8222 206 593 ..
'TL'D 15 W/05	440	26	G 13	1.8	9280 248 005 ..
'TL' DK 30 W/05	440	26	G 13	2.8	9280 195 005 ..
'TL' 20 W/05	600	38	G 13	2.4	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	2.2	8222 342 105 ..
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 083 005 ..
'TL' 140 W/05	1500	38	G 13	14.6	8222 342 062 ..
'TL' 60 W/03	1200	38	G 13	11.2	8222 206 258 ..
'TL' 140 W/03	1500	38	G 13	20.0	9280 127 003 ..

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.

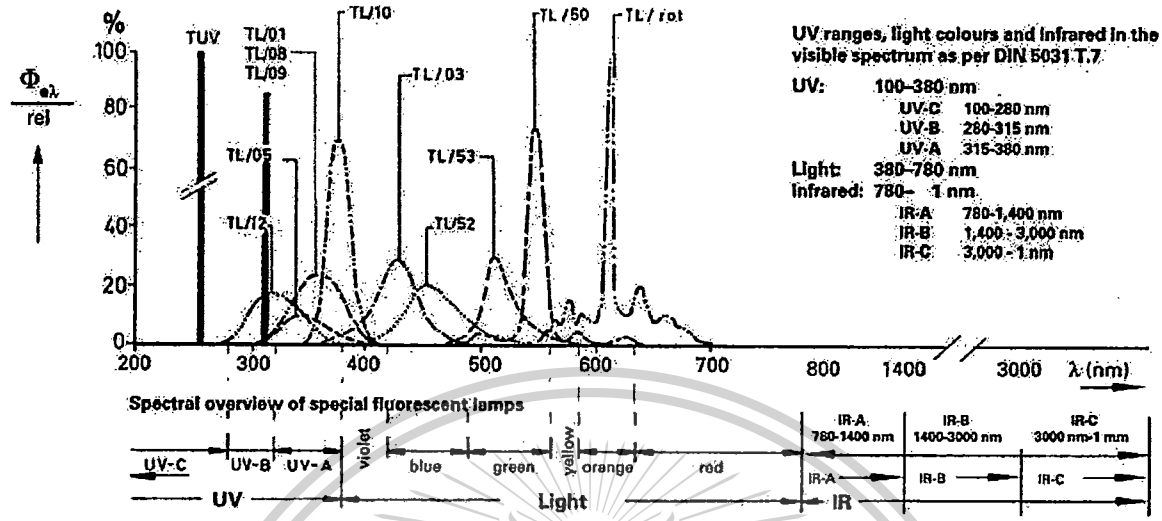
Longwave ultraviolet lamps 'TL'/10, virtually without UV-B and peaking at 370 nm, are used for skin treatment and tanning.
'TL'/10R lamps have an integrated reflector, which makes it possible to obtain very high intensities by placing the lamps close together.
Nowadays, there are also PL actinic lamps.

Fluorescent lamps for suntanning (09 and Cleo)

Type	Length	Dia.	Cap	Radiation W	Ordering number
'TL'K 40 W/10R	600	38	G 13	6.8	8222 342 063 ..
'TL' 60 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	30	9280 127 010 ..
'TL' 176 D38/10	1800	38	G 13	32	9280 169 010 ..
'TL' 29 D16/09N	290	16	G 5	1.7	9280 017 009 ..
'TL'D 15 W/09N	440	26	G 13	2.0	9280 248 009 ..
'TL' 44 D25/09N	440	26	G 13	2.2	8222 206 527 ..
'TL' 36 D25/09N	360	26	G 13	3.4	8222 206 592 ..
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	9.5	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 ..
RUVA 40 W-R	600	38	G 13	6.0	9280 045 009 ..
RUVA 80 W-R	1500	38	G 13	16	9280 047 009 ..
RUVA 100 W-R	1800	38	G 13	22	9280 057 009 ..
RUVA 40 W-WR	600	38	G 13	6.0	9280 046 009 ..
RUVA 80 W-WR	1500	38	G 13	16	9280 048 009 ..
RUVA 100 W-WR	1800	38	G 13	22	9280 058 009 ..

รูปที่ 3.4 ตัวอย่างหลอดไฟที่ให้แสงอัลตราไวโอเลต[20]

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.



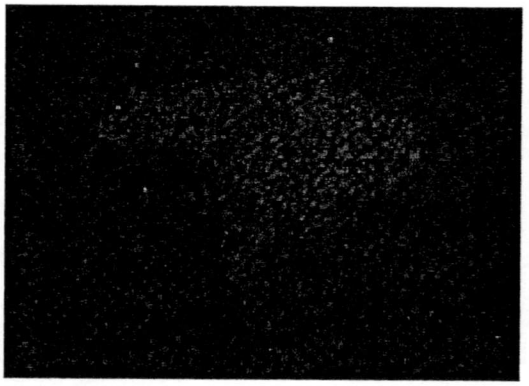
รูปที่ 3.5 ย่านความถี่แสงของหลอดไฟที่ให้แสงอัลตราไวโอเลตรุ่นต่างๆ[20]

3.3 การประยุกต์ใช้แสงอัลตราไวโอเลตในงานด้านต่างๆ [20]

สำหรับการนำเอาแสงอัลตราไวโอเลตมาประยุกต์ใช้งานส่วนมากจะนิยมนำมาใช้ในการตรวจและวิเคราะห์วัตถุ (Detection, Inspection and Analysis) เนื่องจากสารบางชนิดจะเกิดการเรืองแสงให้เป็นรังสีที่มองเห็นได้ ภายใต้แสงอัลตราไวโอเลตซึ่งเราเรียกว่า ปฏิกิริยาเรืองแสง (Fluorescence Effect) เรานำเอาคุณสมบัตินี้มาประยุกต์กับงานได้หลายประเภท รวมถึง การวิเคราะห์ปฏิกิริยาเรืองแสง (Fluorescence Analysis) โดยหลอดไฟที่นำมาใช้งานประเภทนี้จะเป็นชนิด Low-pressure Mercury-vapour Lamp Black Light หรือ Black Light Blue ให้รังสี UV-A ช่วงความยาวคลื่นประมาณ 360nm. (340-380nm.) ส่วนแสงสว่างที่ตาคนเห็นมีน้อยมากทำให้เห็นผลของการเรืองแสงฟลูออเรสเซนท์ได้เต็มที่ ซึ่งในการทดสอบวัตถุ-อุปกรณ์ต่างๆในงานอุตสาหกรรม (Industrial Material Testing) ที่มีสภาพแวดล้อมแตกต่างกัน จะมีมาตรฐานกำหนดของ DIN-50010 เป็นตัวกำหนด โดยตัวอย่างของการนำเอาแสงอัลตราไวโอเลตมาประยุกต์ใช้งานมีดังนี้

- อุตสาหกรรมสิ่งทอ ใช้วิเคราะห์องค์ประกอบ (Composition) และธรรมชาติ (Nature)ของส่วนที่เพิ่มเข้าไปในผลิตภัณฑ์ที่ทำจากขนสัตว์ ใช้ตรวจหารอยด่างเปื้อนอื่นๆที่มองไม่เห็น(Invisible Stain) และรอยซักแห้งต่างๆ (Dry-cleaning Marks) ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 3.6

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 3.6 ภาพรอยด่างเปื้อนในผ้าเมื่อถูกแสงอัลตราไวโอเลต : http://catalog.miniscience.com/

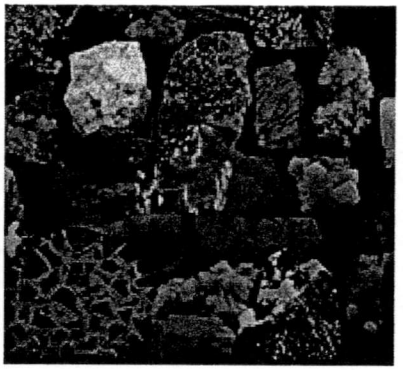
- ตรวจผลิตภัณฑ์เคมี, ตรวจสอบยา(Medicine) ว่าเป็นชนิดใด

- อุตสาหกรรมอาหาร ใช้ตรวจสอบหาเชื้อราที่เจือปนอยู่ในอาหาร, ผลไม้ที่เน่าเปื่อย(โดยเฉพาะส้ม), เนื้อสัตว์, เนื้อปลา และอื่นๆ เพราะเชื้อราหรือแบคทีเรียบางชนิดมองเห็นได้ชัดในรังสี UV ดังแสดงในรูปที่ 3.7

รูปที่ 3.7 ภาพเชื้อแบคทีเรียเมื่อถูกแสงอัลตราไวโอเลต : http://catalog.miniscience.com/

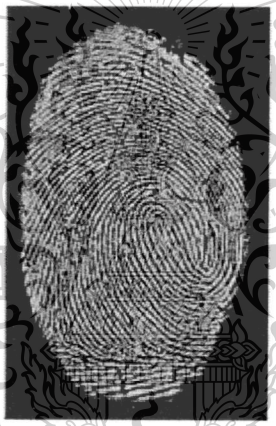
- เพื่อผลทางโบราณคดี(Archaeology) เช่น การตรวจเลือกเมล็ดพันธุ์พืช, งานศิลปะ, งานตรวจสอบซากพืชและซากสัตว์ดึกดำบรรพ์,การตรวจวินิจฉัยต่างๆ, วิเคราะห์แร่ธาตุต่างๆ(Mineralogy) เพชรพลอย ซึ่งวัตถุต่างชนิดกันจะส่งผลตอบสนองต่อแสงอัลตราไวโอเลตไม่เหมือนกันดังรูปที่ 3.8

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.



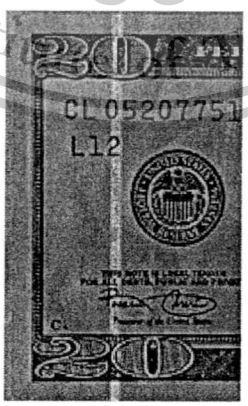
รูปที่ 3.8 ภาพแร่ธาตุต่างๆเมื่อถูกแสงอัลตราไวโอเลต : http://catalog.miniscience.com/

- อาชญาวิทยา ใช้สำหรับตรวจหารอยเลือด (Blood Stain), รอยนิ้วมือ(Forge), ลายนิ้วมือ (Criminology), ตรวจธนบัตรปลอม รวมถึงความถูกต้องของลายเซ็นในเช็ค และเอกสารสำคัญต่างๆ



รูปที่ 3.9 ภาพลายนิ้วมือเมื่อถูกแสงอัลตราไวโอเลต : http://ndtsupply.com/

- ใช้ในการตรวจลายเซ็น, ตรวจธนบัตรปลอม, ตรวจบัตรเครดิต เป็นต้น

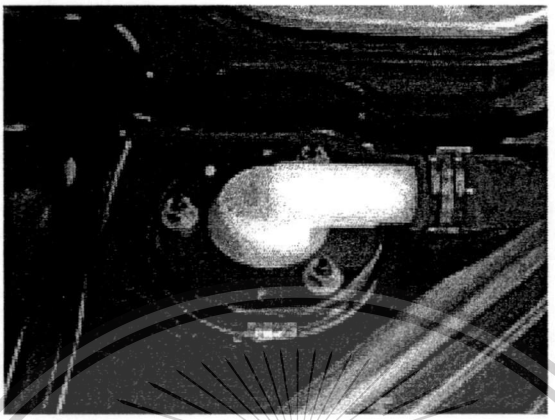


รูปที่ 3.10 ภาพธนบัตรเมื่อถูกแสงอัลตราไวโอเลต : http://catalog.miniscience.com/

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.

- บริการไปรษณีย์/พัสดุภัณฑ์ โดยใช้ในเครื่อง (Philately)

- การประยุกต์ใช้ในการตรวจสอบหารอยรั่วของระบบต่างๆ ในรถยนต์ หรือ เครื่องจักรต่างๆ เป็นต้น



รูปที่ 3.11 ภาพรอยรั่วเมื่อถูกแสงอัลตราไวโอเลต : http://catalog.miniscience.com/

จากตัวอย่างการประยุกต์ใช้งานที่กล่าวมาทั้งหมด ในหัวข้อถัดไปจะกล่าวถึงการนำเอาแสงอัลตราไวโอเลตมาประยุกต์ใช้งานในโครงการวิจัยนี้

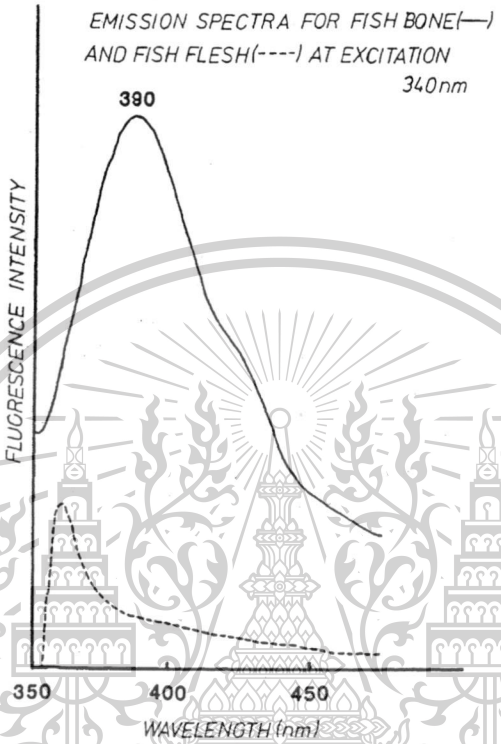
3.4 การนำแสงอัลตราไวโอเลตมาประยุกต์ใช้ในการตรวจสอบการตกค้างของก้างปลาในเนื้อปลา[21]

ในอุตสาหกรรมการส่งออกเนื้อปลาสำเร็จรูปแช่แข็งหรือแช่เย็นนั้น ปัญหาที่สำคัญก็คือการตกค้างของก้างปลาในเนื้อปลาที่ทำการแล่โดยเครื่องจักรหรือเครื่องมือต่างๆ ดังนั้นเพื่อให้ได้เนื้อปลาที่ดีมีคุณภาพปราศจากการตกค้างของก้างปลาก่อนที่นำไปแปรรูปหรือบรรจุลงบรรจุภัณฑ์ จึงต้องมีการตรวจสอบการตกค้างของก้างปลาในเนื้อปลาที่ผ่านการแล่แล้ว ซึ่งโดยปกติแล้วการตรวจสอบหาการตกค้างของก้างปลาในเนื้อปลาจะใช้คนในการตรวจสอบทำให้มีความล่าช้าและสูญเสียเวลาในการตรวจสอบมาก นอกจากนี้ยังอาจมีการตกค้างของก้างปลาบนเนื้อปลา ทำให้คุณภาพของเนื้อปลาที่ได้ไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคส่งผลให้ขาดความน่าเชื่อถือในการนำเข้าของเหล่าประเทศผู้นำเข้าปลาแล่เนื้อแช่แข็งและแช่เย็นจากไทย

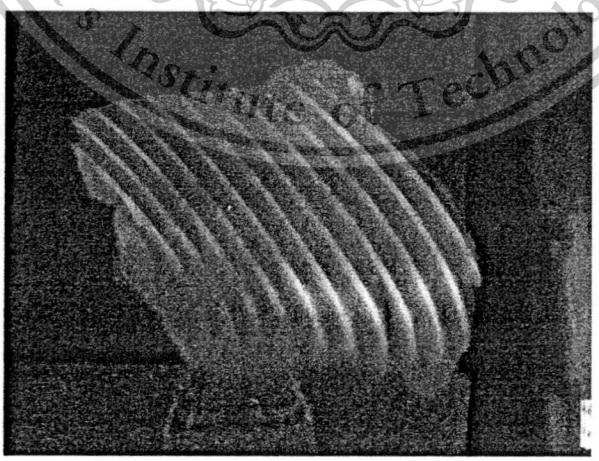
จากเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้มีการพัฒนากรรมวิธีในการตรวจสอบหาก้างปลาที่ตกค้างขึ้นมามากมาย แต่วิธีที่น่าสนใจและเหมาะแก่การนำมาพัฒนาต่อได้แก่ การใช้แสงอัลตราไวโอเลตหรือแสงยูวี (Ultraviolet : UV) สำหรับการใช้แสงอัลตราไวโอเลตในการตรวจสอบหาก้างปลาที่ตกค้างอยู่ในเนื้อปลา[21] จะทำโดยการฉายแสงอัลตราไวโอเลตในช่วงความยาวคลื่น 325-360 nm (ช่วงที่เหมาะสมคือย่านความยาวคลื่นประมาณ 340 nm) ลงบนชิ้นเนื้อปลาที่นำตรวจสอบ แสงอัลตราไวโอเลตที่ฉายลงไปบนเนื้อปลาจะทำให้เกิดการเปล่งแสงฟลูออเรสเซนต์(Fluorescent)จากเนื้อปลาและก้างปลาในย่านความยาวคลื่น ประมาณ 365-450 nm โดยจากการศึกษา[21] ด้วยเครื่องสเปกโทรฟลูออโรมิเตอร์(Spectrofluorometer) พบว่าเมื่อทำการฉายแสง

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.

อัลตราไวโอเลตที่ความยาวคลื่น 340 nm ลงไปบนชิ้นเนื้อปลาที่ประกอบไปด้วยเนื้อปลา(Fish flesh) และก้างปลา(Fish bone) ทั้งเนื้อปลาและก้างปลาจะเกิดการเปล่งแสงฟลูออเรสเซนต์ที่มีค่าความเข้มของแสงต่างกันดังแสดงในรูปที่ 3.12 ถึงรูปที่ 3.14

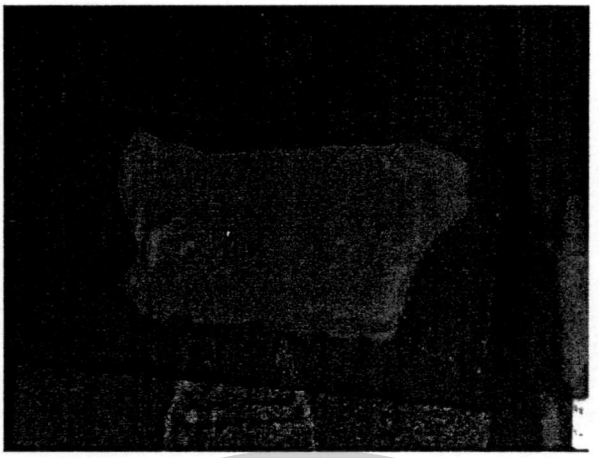


รูปที่ 3.12 ลักษณะความเข้มในการเปล่งแสงฟลูออเรสเซนต์ของเนื้อปลา(Fish flesh : ·····) และ ก้างปลา (Fish bone : ——) เมื่อทำการฉายแสงอัลตราไวโอเลตความยาวคลื่น 340 nm ลงไปบนเนื้อปลา[21]



รูปที่ 3.13 ลักษณะของภาพถ่ายเนื้อปลาที่มีก้างปลาอยู่ด้วยเมื่อถูกฉายด้วยแสงอัลตราไวโอเลต

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.



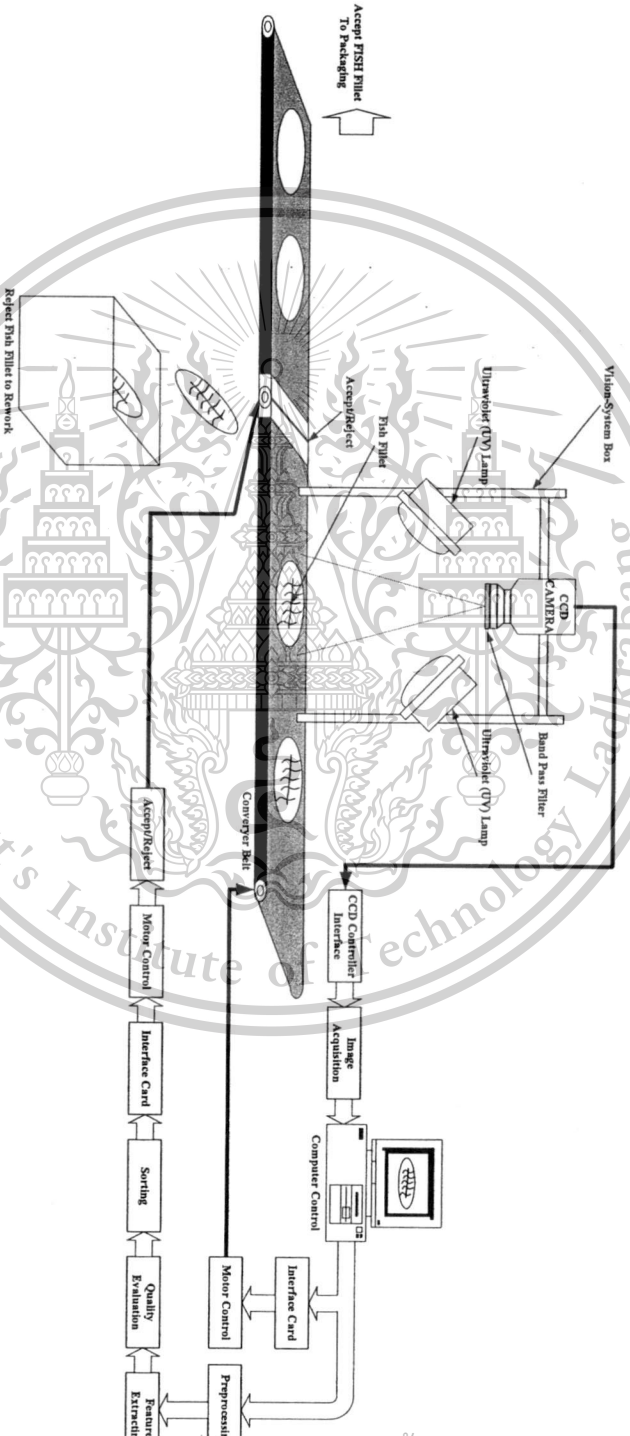
รูปที่ 3.14 ลักษณะของภาพถ่ายเนื้อปลาที่ไม่มีก้างปลาเมื่อถูกฉายด้วยแสงอัลตราไวโอเลต

จากรูปที่ 3.12 ถึงรูปที่ 3.14 จะเห็นว่ามีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนระหว่างระดับความเข้มของแสงฟลูออเรสเซนต์ที่เกิดจากเนื้อปลาและก้างปลา โดยช่วงความยาวคลื่นของแสงฟลูออเรสเซนต์ที่เปล่งออกมาจะอยู่ในช่วง 365-450 nm โดยที่เนื้อปลาจะมีการเปล่งแสงสูงสุดในช่วงความยาวคลื่นประมาณ 365 nm ส่วนก้างปลาจะมีการเปล่งแสงสูงสุดในช่วงความยาวคลื่นประมาณ 390 nm ดังนั้นจากค่าความแตกต่างของระดับความเข้มและความยาวคลื่นของแสงฟลูออเรสเซนต์ที่เกิดจากเนื้อปลาและก้างปลาดังที่กล่าวมา หากเรานำกล้องซีซีดี(CCD Camera) มาจับภาพชิ้นเนื้อปลาที่นำมาทดสอบ(โดยใช้ฟิลเตอร์ตัดความยาวคลื่นที่ไม่ต้องการออกไป) เราก็จะได้ภาพก้างปลาที่อยู่ในเนื้อปลา(ภาพที่ได้ในส่วนที่เป็นก้างปลาจะมีความสว่างมากกว่าส่วนที่เป็นเนื้อปลา) จากนั้นจึงนำภาพถ่ายที่ได้นำมาทำการประเมินคุณภาพเนื้อปลาโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพซึ่งจะเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ หากอยู่ในช่วงที่กำหนดก็จะแสดงผลยอมรับ(Accept)แต่ถ้าต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ก็จะแสดงผลไม่ยอมรับ(Reject) และทำการส่งสัญญาณควบคุมไปขับมอเตอร์เพื่อคัดชิ้นเนื้อปลาที่ตรวจสอบแล้วไม่ได้คุณภาพตามที่ต้องการออกไป

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
ระบบเก็บข้อมูลภาพ

สำหรับในบทนี้จะกล่าวถึงการออกแบบและสร้างระบบเก็บข้อมูลภาพสำหรับนำไปใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเนื้อปลาโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ สำหรับส่วนประกอบทั้งหมดของระบบสามารถแสดงดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 ระบบตรวจสอบคุณภาพเนื้อปลาโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ

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 4.1 ระบบที่พัฒนาขึ้นจะประกอบไปด้วยส่วนประกอบหลัก 2 ส่วนด้วยกันคือ

1. ส่วนของฮาร์ดแวร์(Hardware) ที่ใช้ในการถ่ายภาพเนื้อปลาที่นำมาตรวจสอบซึ่งจะประกอบด้วย

1.1 ระบบสายพานลำเลียงเนื้อปลา

สำหรับระบบสายพานลำเลียงจะทำหน้าที่ในการนำเนื้อปลาเข้าสู่ตู้สำหรับตรวจสอบเนื้อปลาและนำเนื้อปลาที่ผ่านการตรวจสอบแล้วออกไปยังส่วนบรรจุภัณฑ์ โดยการทำงานของสายพานจะถูกควบคุมโดยคอมพิวเตอร์ที่ใช้ควบคุมระบบผ่านทางวงจรเชื่อมต่อ(Interface circuit)

2.2 ตู้ตรวจสอบเนื้อปลา

สำหรับตู้ตรวจสอบเนื้อปลาจะประกอบไปด้วยอุปกรณ์ต่างๆดังนี้

2.2.1 แหล่งกำเนิดแสง(Light source) ที่มีความยาวคลื่นต่างๆ ซึ่งจะถูกควบคุมควบคุมโดยคอมพิวเตอร์ที่ใช้ควบคุมระบบผ่านทางวงจรเชื่อมต่อ(Interface circuit)

2.2.2 กล้อง CCD (CCD Camera) สำหรับถ่ายภาพชิ้นเนื้อปลา

2.2.3 วงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับควบคุมการทำงานของกล้อง CCD, แหล่งกำเนิดแสง และการทำงานของสายพานลำเลียงผ่านวงจรเชื่อมต่อ

2.2.4 คอมพิวเตอร์สำหรับควบคุมการทำงานของระบบ

2. ส่วนของโปรแกรมในการประมวลผล ซึ่งจะรับข้อมูลรูปภาพที่ถ่ายมาจากกล้อง CCD มาทำการประมวลผลซึ่งจะกล่าวรายละเอียดในบทต่อไป

สำหรับในส่วนของฮาร์ดแวร์ที่ทำการสร้างขึ้นมาจะประกอบด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ สำหรับใช้ควบคุมการทำงานของระบบตรวจสอบคุณภาพเนื้อปลาโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ โดยสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังนี้

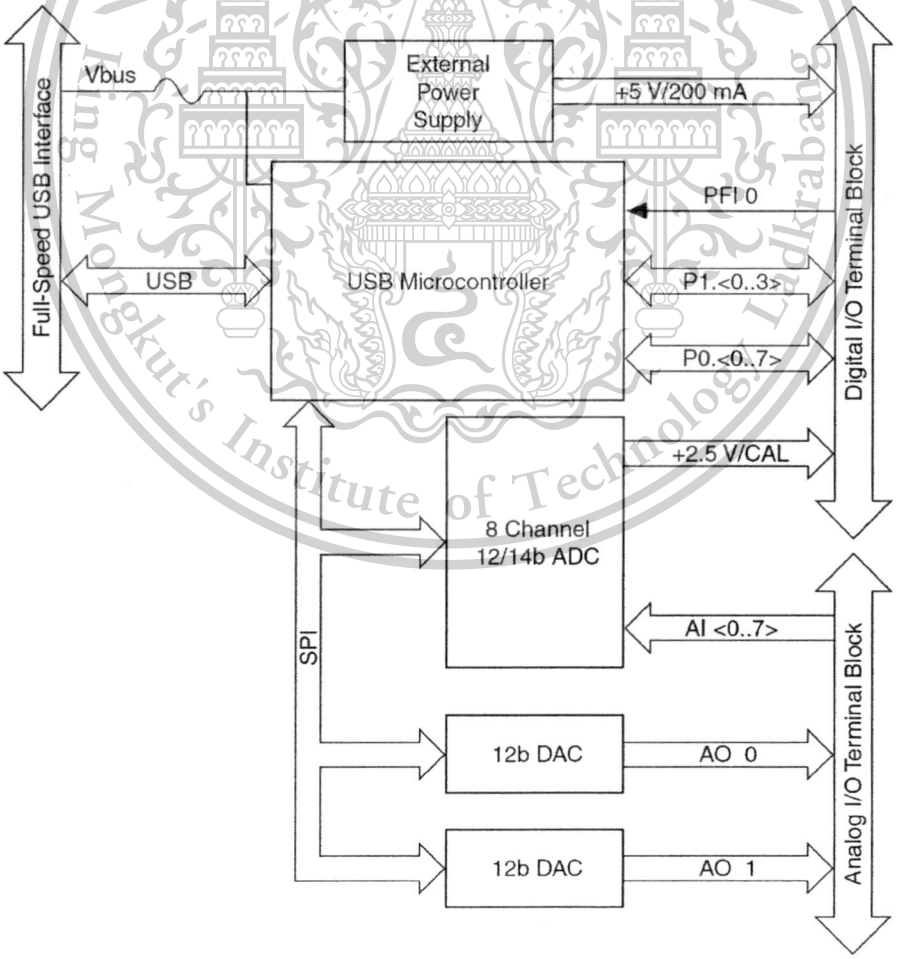
4.1 การ์ดอินเตอร์เฟส(Interface card)[22]

การ์ดอินเตอร์เฟสหรือการ์ดเชื่อมต่อสำหรับทำหน้าที่ในการเชื่อมต่อสัญญาณควบคุมการทำงานระหว่างคอมพิวเตอร์กับระบบต่างๆที่สร้างขึ้นมา โดยในโครงการวิจัยนี้ได้เลือกใช้การ์ดอินเตอร์เฟสของบริษัท National Instruments รุ่น USB-6009 ซึ่งมีลักษณะดังรูปที่ 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 การ์ดอินเตอร์เฟสของบริษัท National Instruments รุ่น USB-6009[22]

จากรูปที่ 4.2 แสดงลักษณะของการ์ดอินเตอร์เฟสรุ่น USB-6009 ของบริษัท National Instruments โดยการ์ดอินเตอร์เฟสรุ่นนี้สามารถเชื่อมต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์ที่ใช้ควบคุมผ่านสาย USB ทำให้มีความสะดวกในการติดตั้งและใช้งาน สำหรับลักษณะโครงสร้างและคุณสมบัติของการ์ดอินเตอร์เฟสรุ่น USB-6009 สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.3 และตารางที่ 4.1 ตามลำดับ



รูปที่ 4.3 ลักษณะโครงสร้างของการ์ดอินเตอร์เฟสรุ่น USB-6009[22]

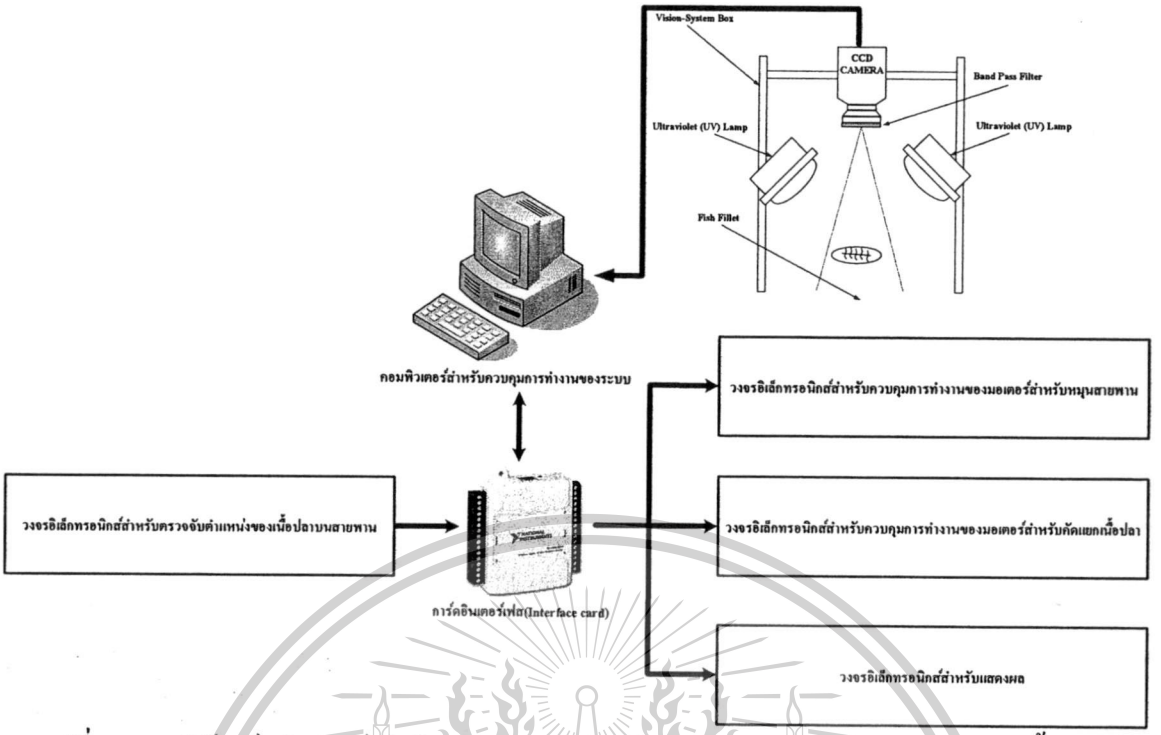
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden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

ตารางที่ 4.1 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 4.3 และตารางที่ 4.1 จะเห็นว่าการ์ดอินเตอร์เฟสรุ่น USB-6009 ประกอบไปด้วยวงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล (A/D Converter circuit) วงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาลอก (D/A Converter circuit) และอินพุทเอาท์พุทแบบดิจิตอล สำหรับนำไปประยุกต์ใช้ควบคุมวงจรอิเล็กทรอนิกส์ภายนอกต่างๆ โดยเราจะใช้การ์ดอินเตอร์เฟสนี้ในการควบคุมส่วนต่างๆ ของระบบตรวจสอบคุณภาพเนื้อปลาโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพดังแสดงในรูปที่ 4.4

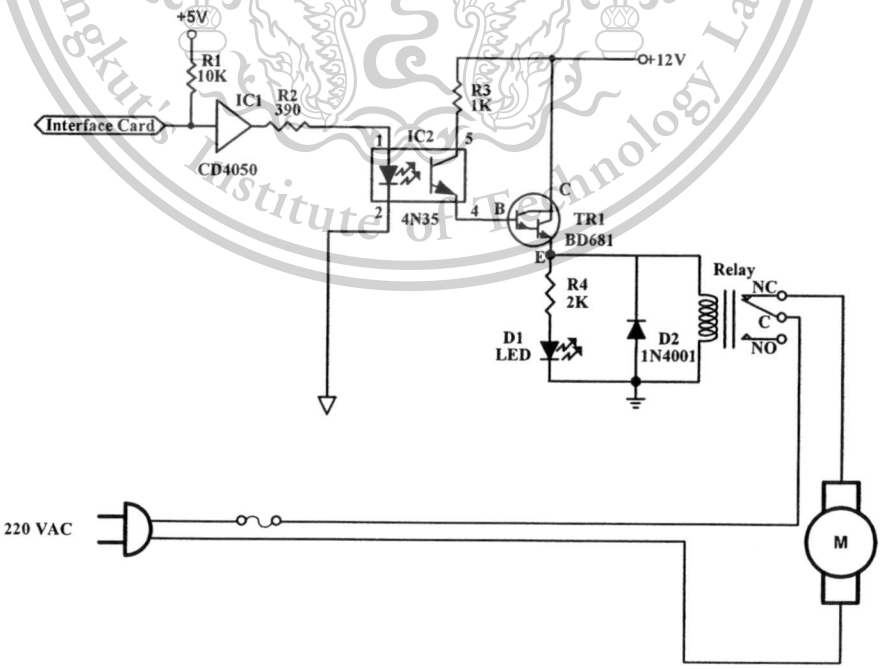
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden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



รูปที่ 4.4 การใช้การ์ดอินเตอร์เฟสในการควบคุมส่วนต่างๆ ของระบบตรวจสอบคุณภาพเนื้อปลาโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ

4.2 วงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับควบคุมการทำงานของมอเตอร์สำหรับหมุนสายพานและคัดแยกชิ้นเนื้อปลา

สำหรับวงจรส่วนนี้จะทำหน้าที่ในการควบคุมการทำงานของมอเตอร์สำหรับหมุนสายพานและคัดแยกชิ้นเนื้อปลาโดยลักษณะของวงจรที่ออกแบบและทำการสร้างขึ้นมาสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.5

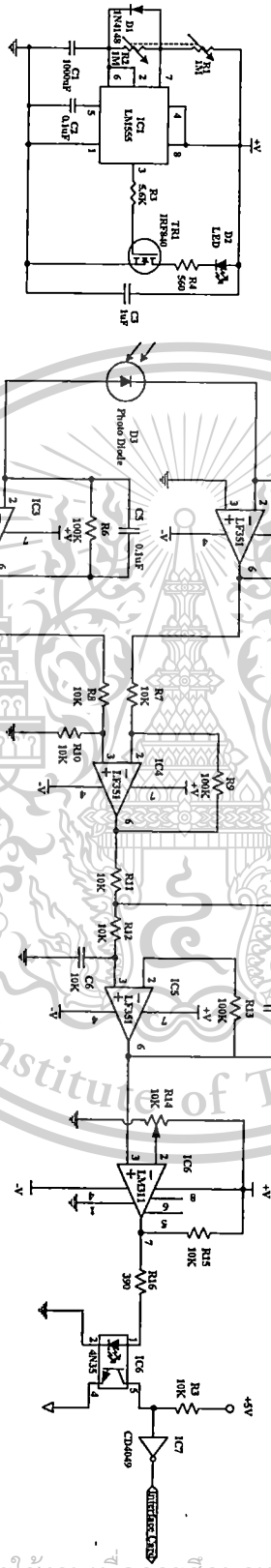


รูปที่ 4.5 วงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับควบคุมการทำงานของมอเตอร์สำหรับหมุนสายพานและคัดแยกชิ้นเนื้อปลา

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 วงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับตรวจจับตำแหน่งของชิ้นเนื้อปลาบนสายพาน

สำหรับวงจรส่วนนี้จะทำหน้าที่ในการตรวจจับตำแหน่งของชิ้นเนื้อปลาที่เคลื่อนที่อยู่บนสายพานโดยลักษณะของวงจรที่ออกแบบและทำการสร้างขึ้นมาสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.6

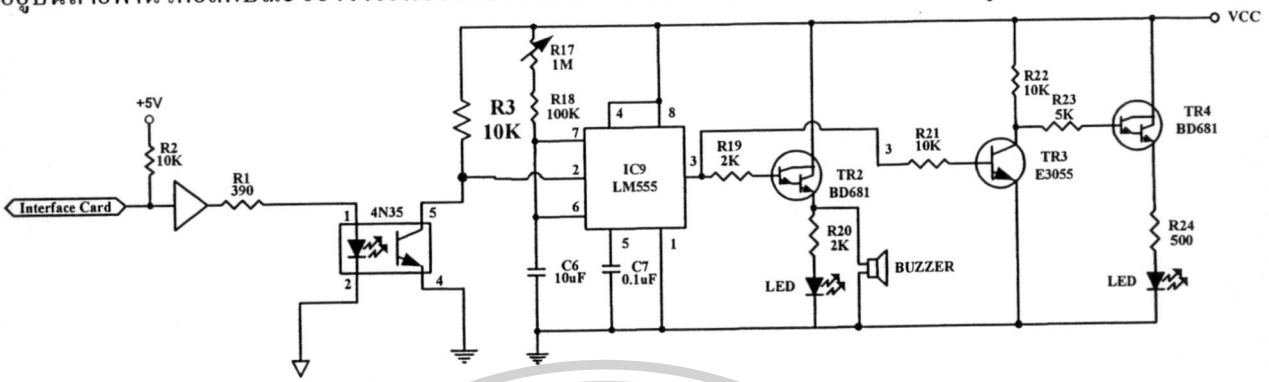


รูปที่ 4.6 วงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับตรวจจับตำแหน่งของชิ้นเนื้อปลาบนสายพาน

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.

4.4 วงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับแสดงผล

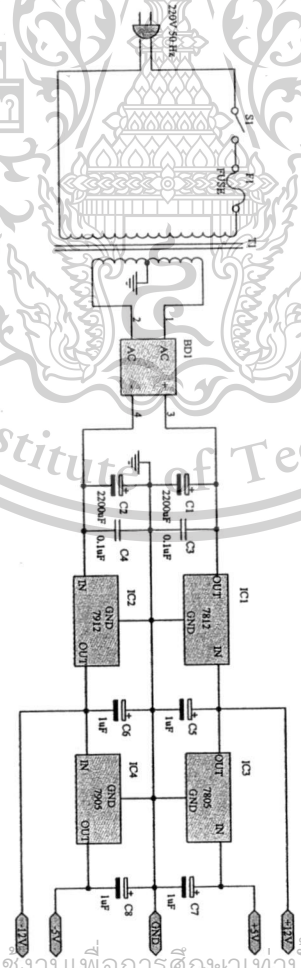
สำหรับวงจรส่วนนี้จะทำหน้าที่ในการแสดงผลการตรวจสอบของชิ้นเนื้อปลาที่เคลื่อนที่อยู่บนสายพานโดยลักษณะของวงจรที่ออกแบบและทำการสร้างขึ้นมาสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 วงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับแสดงผล

4.5 วงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับแหล่งจ่ายไฟ

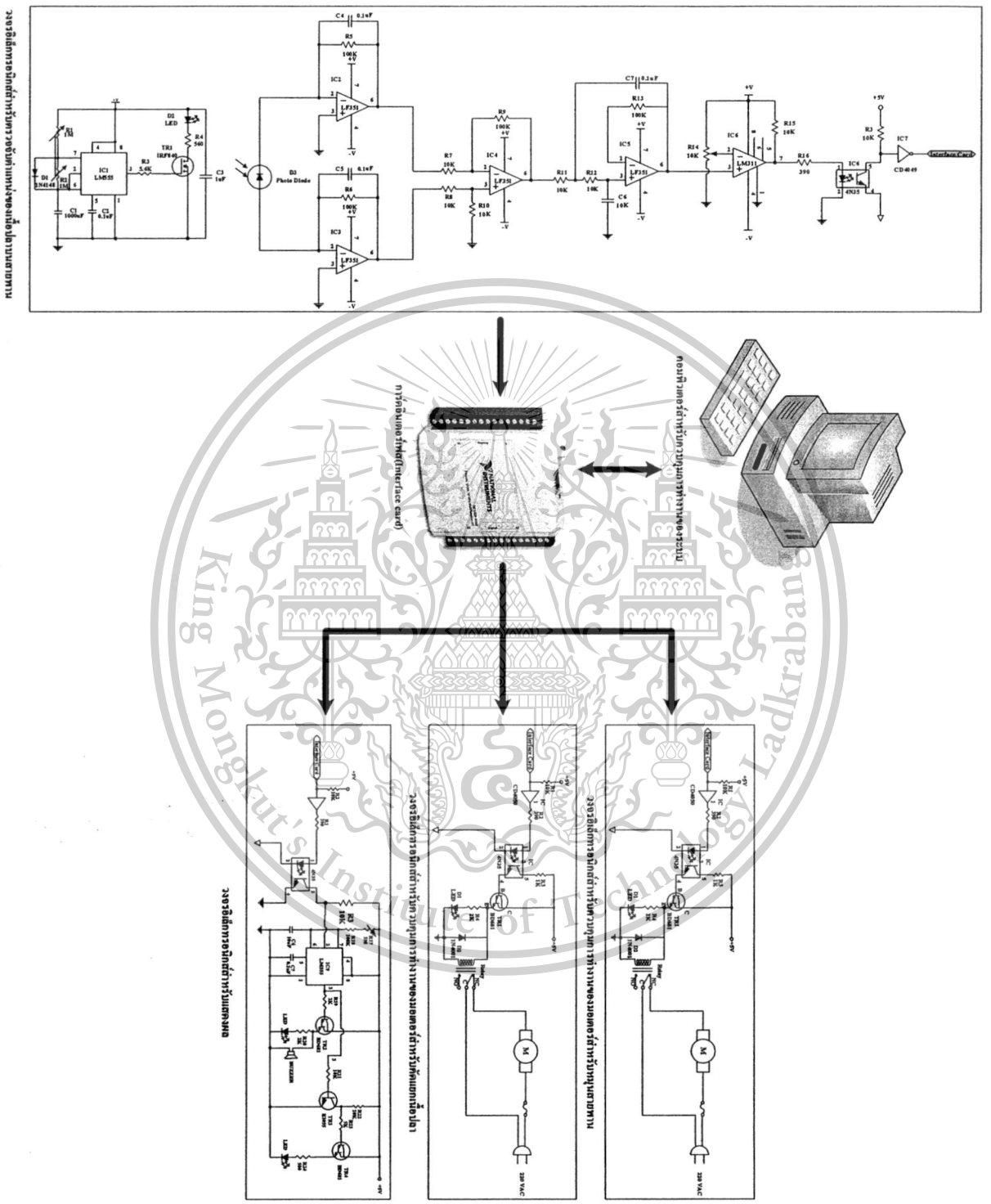
สำหรับวงจรส่วนนี้จะทำหน้าที่ในการจ่ายไฟให้กับวงจรควบคุมทั้งหมดของระบบตรวจสอบคุณภาพเนื้อปลาโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ โดยลักษณะของวงจรที่ออกแบบและทำการสร้างขึ้นมาสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 วงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับแหล่งจ่ายไฟ

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.

จากวงจรย่อยต่างๆ ของระบบ สามารถแสดงวงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับใช้ในการควบคุมระบบสายพานลำเลียงทั้งหมดได้ดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 วงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับใช้ในการควบคุมระบบสายพานลำเลียง

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 4.9 วงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับใช้ในการควบคุมระบบสายพานลำเลียงจะประกอบด้วย วงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับควบคุมการทำงานของมอเตอร์สำหรับหมุนสายพาน วงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับควบคุมการทำงานของมอเตอร์สำหรับคัดแยกเนื้อปลา วงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับตรวจจับตำแหน่งของเนื้อปลาบนสายพาน และวงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับแสดงผล โดยวงจรทั้งหมดจะถูกควบคุมโดยคอมพิวเตอร์ผ่านการ์ดอินเตอร์เฟสของบริษัท National Instruments รุ่น USB-6009

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

สำหรับในบทนี้จะกล่าวถึงการทดสอบระบบต่างๆของระบบตรวจสอบคุณภาพเนื้อปลาโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพในส่วนต่างๆ ที่ทำการสร้างขึ้นมาดังรายละเอียดต่อไปนี้

การทดสอบวงจรวงจรอิเล็กทรอนิกส์

- การทดสอบวงจรวงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับควบคุมการทำงานของมอเตอร์สำหรับหมุนสายพานและคัดแยกชิ้นเนื้อปลา
- การทดสอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับตรวจจับตำแหน่งของชิ้นเนื้อปลาบนสายพาน

การทดสอบโปรแกรมในการประมวลผลภาพ

- ส่วนของโปรแกรมในการแยกองค์ประกอบของภาพถ่ายเนื้อปลา
- ส่วนของโปรแกรมในการหาขนาดพื้นที่ขององค์ประกอบของภาพถ่ายเนื้อปลา

5.1 การทดสอบวงจรวงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับควบคุมการทำงานของมอเตอร์สำหรับหมุนสายพานและคัดแยกชิ้นเนื้อปลา

จากการทดสอบวงจรวงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับควบคุมการทำงานของมอเตอร์สำหรับหมุนสายพานและคัดแยกชิ้นเนื้อปลา ซึ่งจะรับสัญญาณจากการ์ดอินเตอร์เฟสมาควบคุมการทำงานของมอเตอร์สำหรับหมุนสายพานและคัดแยกชิ้นเนื้อปลา ผลปรากฏว่าระบบสามารถสามารถควบคุมการทำงานของมอเตอร์สำหรับหมุนสายพานและคัดแยกชิ้นเนื้อปลาได้ตามสัญญาณควบคุมที่ส่งมาจากการ์ดอินเตอร์เฟส

5.2 การทดสอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับตรวจจับตำแหน่งของชิ้นเนื้อปลาบนสายพาน

สำหรับวงจรส่วนนี้จะทำหน้าที่ในการตรวจจับตำแหน่งของชิ้นเนื้อปลาที่เคลื่อนที่อยู่บนสายพาน ซึ่งจะทำหน้าที่ในการส่งสัญญาณไปให้การ์ดอินเตอร์เฟสเมื่อชิ้นเนื้อปลาเคลื่อนที่มาถึงตำแหน่งของการถ่ายภาพชิ้นเนื้อปลา ซึ่งจากผลการทดสอบระบบสามารถส่งสัญญาณไปให้การ์ดอินเตอร์เฟสเมื่อชิ้นเนื้อปลาเคลื่อนที่มาถึงตำแหน่งของการถ่ายภาพชิ้นเนื้อปลาได้

5.3 การทดสอบโปรแกรมในการประมวลผลภาพ

สำหรับโปรแกรมในการประมวลผลภาพจะรับข้อมูลรูปภาพที่ถ่ายมาจากกล้อง CCD มาทำการประมวลผลโดยการประมวลผลจะแยกเป็นส่วนที่สำคัญคือ

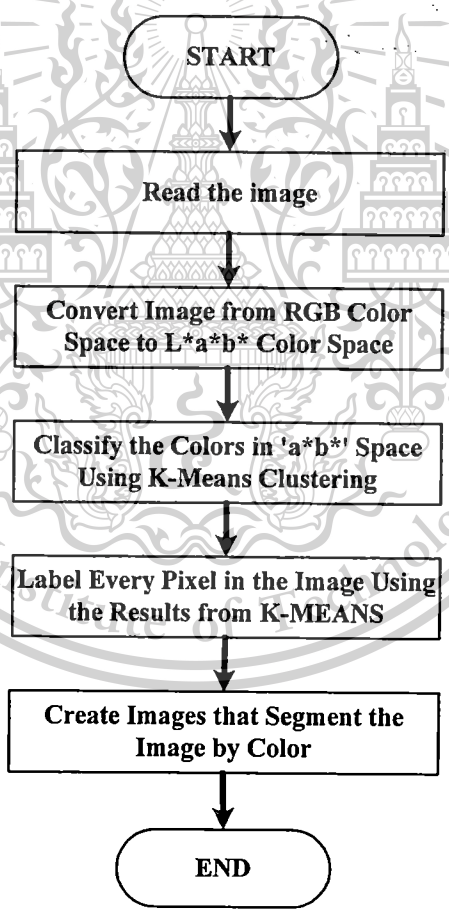
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden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

5.3.1 ส่วนของโปรแกรมในการแยกองค์ประกอบของภาพถ่ายเนื้อปลา

สำหรับในโปรแกรมส่วนนี้จะทำหน้าที่ในการแยกองค์ประกอบของเนื้อปลาออกเป็น 3 ส่วนคือ

- ภาพของเนื้อปลาทั้งหมด
- ภาพของเนื้อปลาในส่วนของเนื้อ
- ภาพของเนื้อปลาในส่วนของก้างปลา

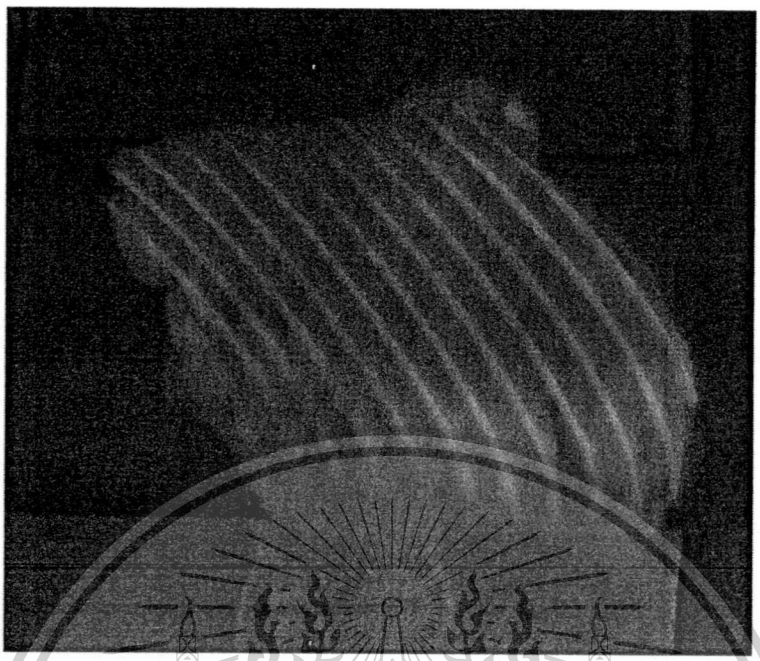
โดยอัลกอริธึมในการประมวลภาพจะอาศัยอัลกอริธึมแบบเคมีน(K-maens clustering) ซึ่งเป็นอัลกอริธึมที่ใช้แพร่หลายในการใช้จัดกลุ่มข้อมูล[23-24] โดยลักษณะขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมที่ใช้ในระบบตรวจสอบคุณภาพเนื้อปลาโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพนี้ ในส่วนของการแยกองค์ประกอบของเนื้อปลา สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5.1



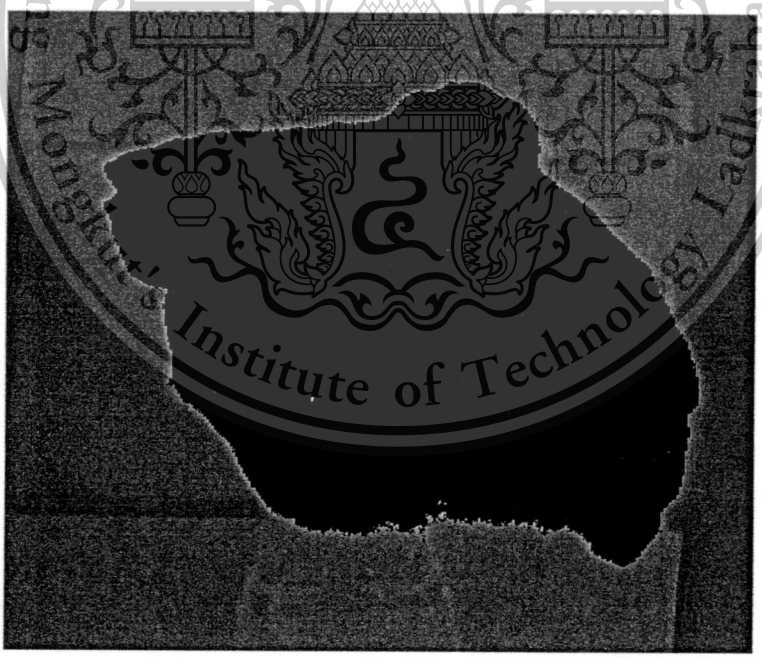
รูปที่ 5.1 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมในการแยกองค์ประกอบของเนื้อปลา

สำหรับตัวอย่างของผลการทดสอบโปรแกรมโดยใช้ภาพถ่ายเนื้อปลาในลักษณะต่างๆ สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5.2 ถึง 5.9

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.

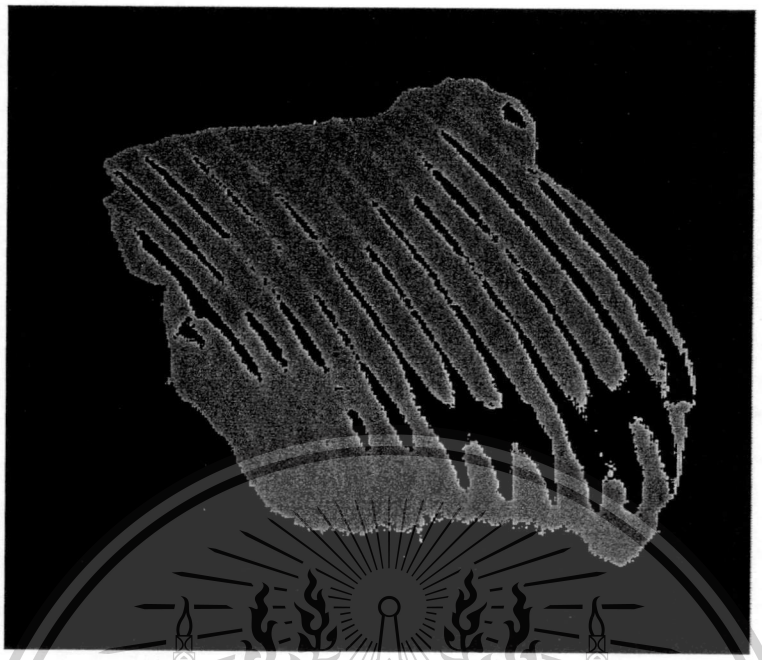


รูปที่ 5.2 ภาพของเนื้อปลาเมื่อทำการฉายแสงอัลตราไวโอเลต

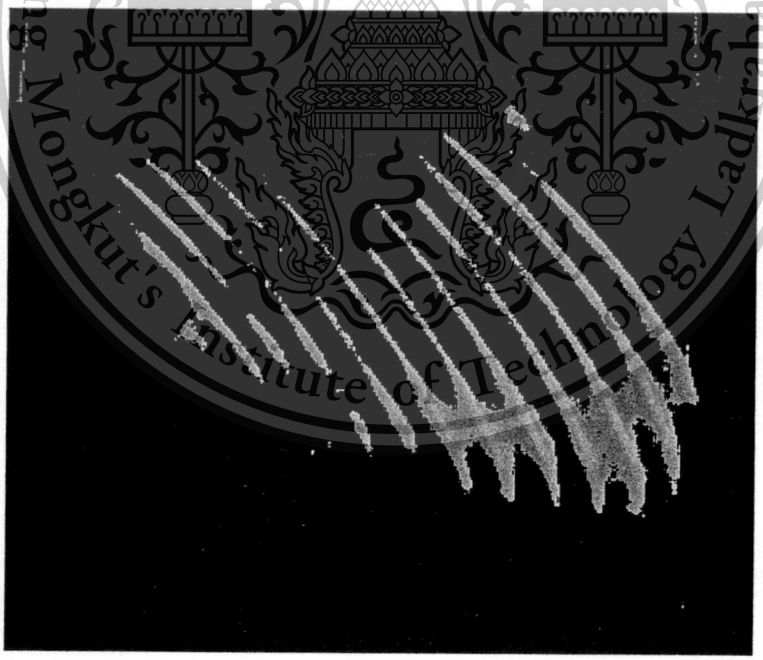


รูปที่ 5.3 ภาพของเนื้อปลาทั้งหมด

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.

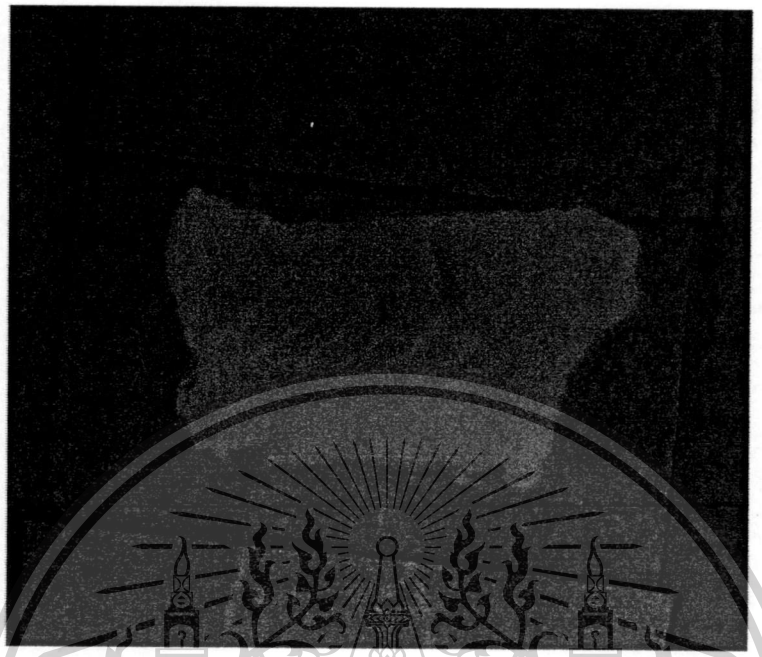


รูปที่ 5.4 ภาพของเนื้อปลาในส่วนของเนื้อ

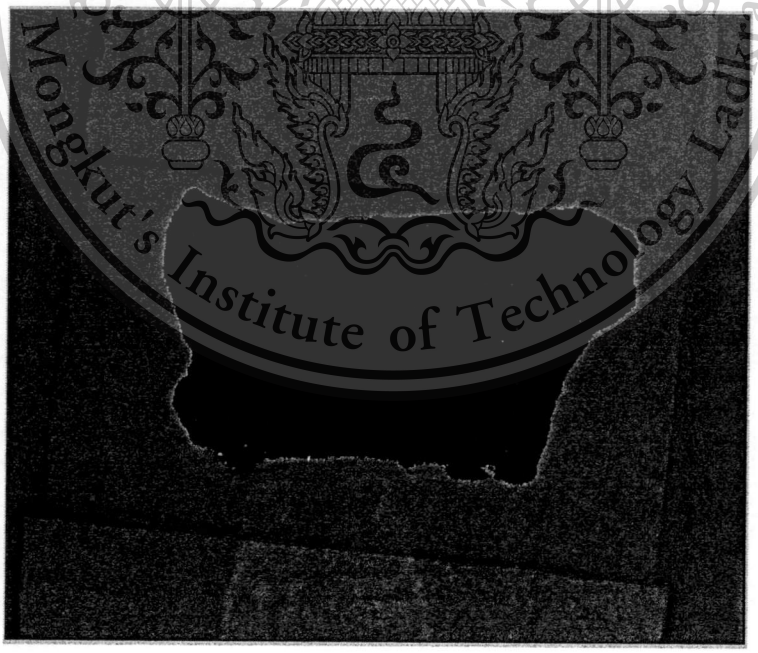


รูปที่ 5.5 ภาพของเนื้อปลาในส่วนของก้างปลา

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.

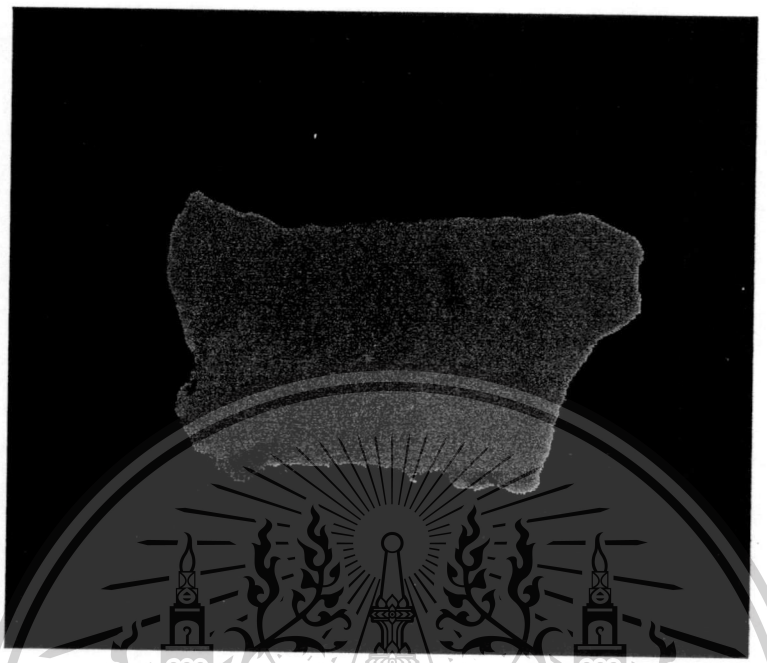


รูปที่ 5.6 ภาพของเนื้อปลาเมื่อทำการฉายแสงอัลตราไวโอเลต



รูปที่ 5.7 ภาพของเนื้อปลาทั้งหมด

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 ภาพของเนื้อปลาในส่วนของเนื้อ

รูปที่ 5.9 ภาพของเนื้อปลาในส่วนของก้างปลา

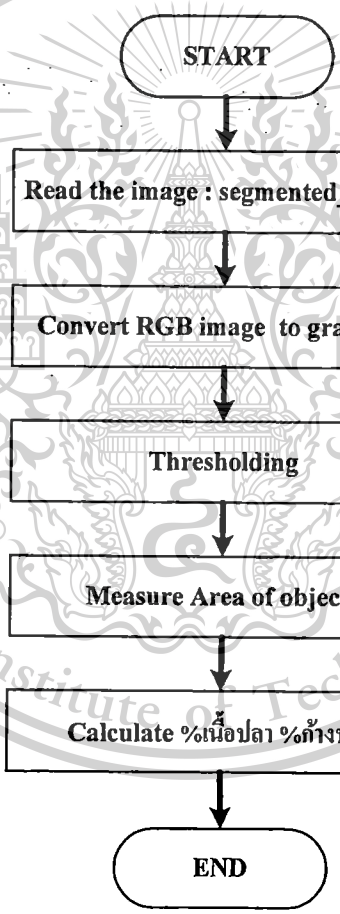
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden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

5.3.2 ส่วนของโปรแกรมในการหาขนาดพื้นที่ขององค์ประกอบของภาพถ่ายเนื้อปลา

สำหรับโปรแกรมในส่วนนี้จะทำหน้าที่ในนำเอาองค์ประกอบของเนื้อปลาซึ่งผ่านการแยกองค์ประกอบแล้ว 3 ส่วนคือ

- ภาพของเนื้อปลาทั้งหมด
- ภาพของเนื้อปลาในส่วนของเนื้อ
- ภาพของเนื้อปลาในส่วนของก้างปลา

มาทำการหาขนาดพื้นที่ขององค์ประกอบของเนื้อปลาในแต่ละส่วน โดยลักษณะขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมที่ใช้ในระบบตรวจสอบคุณภาพเนื้อปลาโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพนี้ ในส่วนของการหาขนาดพื้นที่ขององค์ประกอบของเนื้อปลา สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5.10



รูปที่ 5.10 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมในการหาขนาดพื้นที่ขององค์ประกอบของเนื้อปลาและก้างปลา

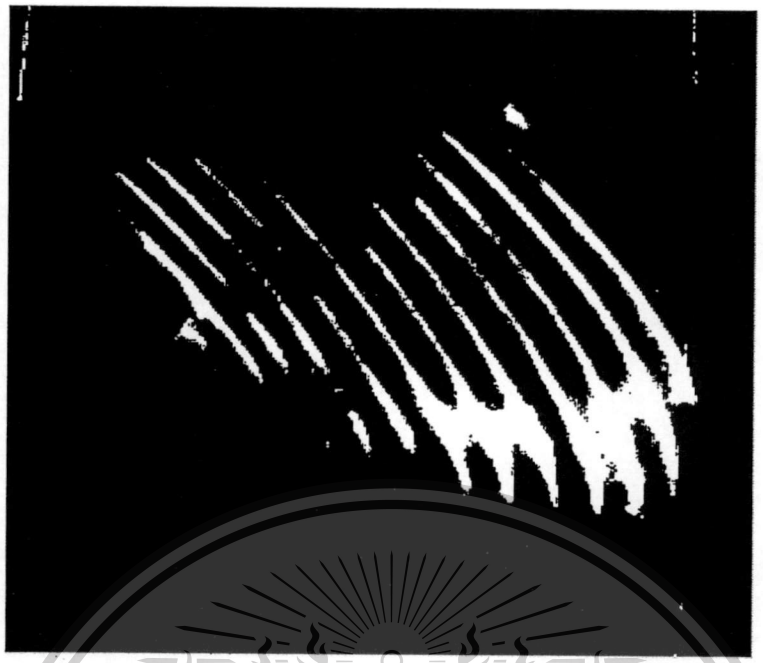
สำหรับตัวอย่างของผลการทดสอบโปรแกรมโดยใช้ภาพถ่ายเนื้อปลาในลักษณะต่างๆ สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5.11 ถึงรูปที่ 5.8

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 5.11 ภาพของเนื้อปลาทั้งหมดในการนำไปคำนวณหาพื้นที่

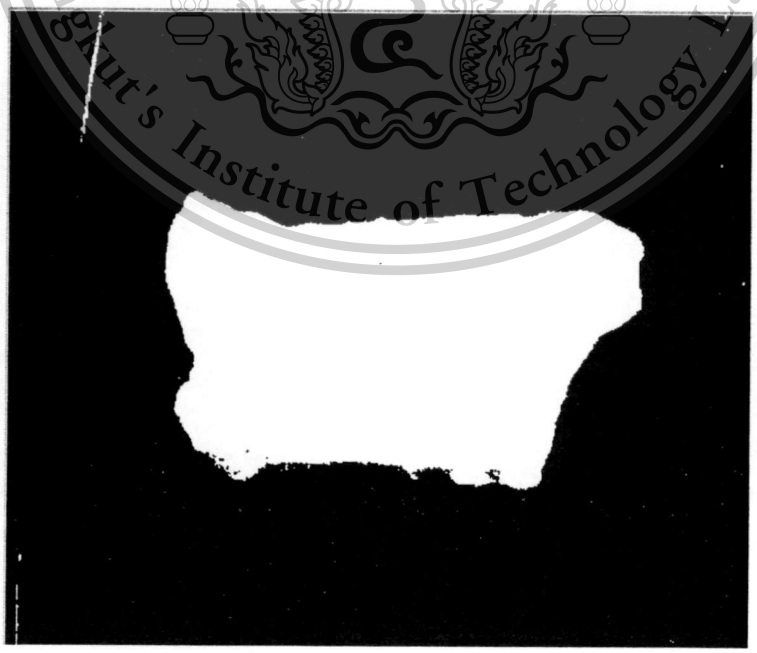
รูปที่ 5.12 ภาพของเนื้อปลาในส่วนของเนื้อในการนำไปคำนวณหาพื้นที่

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 5.13 ภาพของเนื้อปลาในส่วนของก้างปลาในการนำไปคำนวณหาพื้นที่

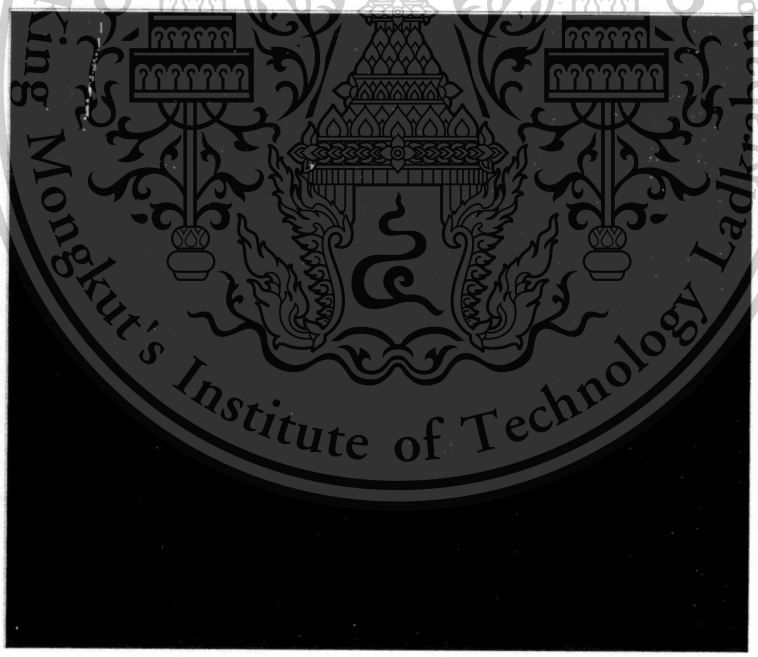
จากรูปที่ 5.11 ถึง 5.13 จะได้ขนาดของพื้นที่ส่วนที่เป็นเนื้อปลาทั้งหมดเท่ากับ 80.3% และขนาดของก้างปลาเท่ากับ 20.23% ที่ค่าความผิดพลาดประมาณ 0.53% โดยผลการทดลองจากภาพถ่ายเนื้อปลาแบบต่างๆ สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5.14 ถึง 5.16



รูปที่ 5.14 ภาพของเนื้อปลาทั้งหมดในการนำไปคำนวณหาพื้นที่

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 5.15 ภาพของเนื้อปลาในส่วนของเนื้อในการนำไปคำนวณหาพื้นที่



รูปที่ 5.16 ภาพของเนื้อปลาในส่วนของก้างปลาในการนำไปคำนวณหาพื้นที่

จากรูปที่ 5.14 ถึง 5.16 จะได้ขนาดของพื้นที่ส่วนที่เป็นเนื้อปลาทั้งหมดเท่ากับ 96.2% และขนาดของก้างปลาเท่ากับ 3.64% ที่ค่าความผิดพลาดประมาณ 0.16%

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.

บทที่ 6
บทสรุป

จากการทดสอบระบบตรวจสอบคุณภาพเนื้อปลาโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพผลปรากฏว่าระบบที่ได้ทำการพัฒนาขึ้นมา สามารถแยกภาพเนื้อปลาและก้างปลาออกจากกันเพื่อนำมาใช้ในการประเมินคุณภาพของเนื้อปลาที่นำมาทดสอบได้ แต่ยังคงมีความผิดพลาดของภาพเนื้อปลาและก้างปลาได้อยู่บ้างโดยจากการผลทดลองพบว่าความผิดพลาดของผลการทดลองส่วนใหญ่ เกิดจากเงาของสายพานทำให้ภาพถ่ายที่ได้มีความผิดพลาด เมื่อนำภาพที่ถ่ายได้ไปทำการวิเคราะห์ต่อจึงเกิดความผิดพลาดของผลการทดลองขึ้น ซึ่งทางผู้วิจัยสามารถสรุปข้อแนะนำแก่ผู้สนใจที่จะนำระบบตรวจสอบคุณภาพเนื้อปลาโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพที่ทำการสร้างขึ้น ไปพัฒนาต่อดังนี้

1. ในโครงการวิจัยนี้ ผู้วิจัยมุ่งเน้นในการประเมินคุณภาพเนื้อปลาโดยการประเมินปริมาณก้างปลาต่อปริมาณเนื้อปลาทั้งหมดเป็นหลัก ดังนั้นผู้สนใจสามารถนำวิธีการประเมินอื่นมาพัฒนาต่อได้ เช่น การนำลักษณะของลายเนื้อปลามาใช้ในการประเมินคุณภาพของเนื้อปลาที่นำมาทดสอบเป็นต้น
2. ผู้สนใจสามารถนำเทคนิคที่พัฒนาขึ้นไปใช้กับผลิตภัณฑ์อื่นๆ ได้

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

จากผลการพัฒนาเทคนิคในการตรวจสอบคุณภาพเนื้อปลาโดยใช้เทคนิคในการประมวลผลภาพเข้ามาช่วยในการตรวจสอบคุณภาพของเนื้อปลา ทั้งนี้เพื่อเป็นการประหยัดแรงงานและค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพเนื้อปลาก่อนที่จะส่งลงบรรจุภัณฑ์ ทางผู้วิจัยได้ทำการนำเทคนิคและผลการทดลองของระบบที่พัฒนาขึ้นมาทำการเขียนบทความและได้รับการตอบรับให้นำเสนอผลงานแบบ Oral presentation ในงาน 2014 International Conference on Computer, Communications and Information Technology (CCIT 2014), Beijing, China, January 16-17, 2014 ในหัวข้อเรื่อง "**System Development for Quality Evaluation of Fish Fillet Using Image Processing**" ดังรายละเอียดในภาคผนวก ก

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.

เอกสารอ้างอิง

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

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

[3] 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.

[4] 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.

[5] 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.

[6] 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.

[7] 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.

[8] J. Blasco, N. Aleixos, S. Cubero, J. Gomez-Sanch˚s 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.

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

[10] 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.

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

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

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

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] 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.

[15] 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.

[16] 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.

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

[18] L. F. Pau and R. Olafsson, "Fish Quality Control by Computer Vision" Marcel Dekker, Inc.1991.

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

[20] "หลอดไฟพิเศษในงานพิเศษ" นายอุดม สิทธิการุณ : http://www.sathitavl.com/

[21] 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.

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

[23] ANIL Z CHITADE and DR. S.K. KATIYAR, "Color-Based Segmentation Using K-Means Clustering" International Journal of Engineering Science and Technology, Vol. 2(10), 2010, 5319-5325.

[24] อาทร สรรพานิช ชูชาติ ปิณฑวิรุจน์ และ ประสงค์ ธูสรานนท์ "การแยกส่วนนิวเคลียสของเม็ดเลือดขาวโดยการใช้อัลกอริธึมเคมีน

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

บทความวิจัย

[1] Apinai Rerkratn and Anucha Kaewppoonsuk. **"System Development for Quality Evaluation of Fish Fillet Using Image Processing"** accepted for presentation at 2014 International Conference on Computer, Communications and Information Technology (CCIT 2014), Beijing, China, January 16-17, 2014.

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.

Notification of Acceptance CCIT 2014

Beijing, China, January 16-17, 2014
http://www.ccit-conf.org/

Dear Apinai Rerkratn and Anucha Kaewpoonsuk,
Paper ID: CCIT 1157
Paper Title: System Development for Quality Evaluation of Fish Fillet Using Image Processing

Congratulations! The review processes for the 2014 International Conference on Computer, Communications and Information Technology (CCIT 2014) has been completed. Based on the recommendations of the reviewers and the Technical Program Committees, we are pleased to inform you that your paper identified above has been accepted for publication and oral presentation. You are cordially invited to present the paper orally at CCIT 2014 to be held on January 16-17, 2014, Beijing, China. All accepted papers will be published in the conference proceedings by Atlantis Press and be online available in full text via the publication platform.

(Important)So in order to register the conference and have your paper included in the proceedings successfully, you must finish following FIVE steps.

1. Revise your paper according to the Review Comments in the attachment carefully.

2. Format your paper according to the Template in the attachment carefully. Conference Paper Format.doc (for English paper) Chinese paper template.doc (for Chinese paper)

3. Complete the Registration Form in the attachment.

RegCN.doc (for Chinese)

International_REG.doc (for authors out of China)

4. Finish the payment of Registration fee and scan the Receipt of your bank. (The detailed information can be found in the Registration form)

5. Send your final papers (both .doc and .pdf format), filled registration form (.doc format) and the Scanned Receipt of your bank to us at ccit2014@163.com (Before December 19, 2013).

If the above requirements are met by the set deadlines, All accepted papers will be published in the conference proceedings.

Maybe some unforeseeable events could prevent a few authors not to attend the event to present their papers, so if you and your co-author(s) could not attend CCIT 2014 to present your paper for some reasons, please inform us. And we will send you the official receipt of registration fee and proceedings after CCIT 2014.

Please strictly adhere to the format specified in the conference template while preparing your final paper. If you have any problem in preparing the final paper, please feel free to contact us via ccit2014@163.com. For the most updated information on the conference, please check the conference website at http://www.ccit-conf.org/

The Conference Program will be available at the website in December, 2013.

Finally, we would like to further extend our congratulations to you and we are looking forward to meeting you in Beijing, China

Yours sincerely,
CCIT 2014 Organizing Committees
http://www.ccit-conf.org/
Beijing, China

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.

System Development for Quality Evaluation of Fish Fillet Using Image Processing

Apinai Rerkratn[1] and Anucha Kaewpoonsuk[2]

[1] Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Ladkrabang, Bangkok, 10520, Thailand.
Email address : apinai@yahoo.com
[2] Department of Physics, Naresuan University, Phitsanulok 65000, Thailand
Email address : anuchak@nu.ac.th

Abstract - This paper presents system development for quality evaluation of fish fillet using image processing. The proposed system consists of conveyer belt, Ultraviolet (UV) lamp, CCD Camera, electronic circuits, interface card and computer. K-means clustering and thresholding techniques are used for quality evaluation of fish fillet. The image segments are used to calculated area of fish fillet and fish bone. The quality of fish fillet is based on percentage of fish fillet and fish bone area. The experimental results show that the proposed system can evaluate quality of fish fillet.

Index Terms - Quality evaluation, Fish fillet, Fish bone, Image processing.

1. Introduction

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

Fish fillet is a fish which has been cut or sliced away from the bone by cutting lengthwise along one side of the fish parallel to the backbone. Frozen fish fillet is importance product of Thailand. Many countries import frozen fish fillet from Thailand. The quality of frozen fish fillet is based on size, weight and freshness. Major problem in many fish fillet product is remained have bone in side. Many researchers propose method for bone inspection in fish fillet[4-6]. Jensen et al. used UV lamp to exposed ultraviolet light about 340 nm and any fluorescent radiation emitted by fish bone which intensity is proportional to the amount of bones in the fish fillet[4]. Yanfang Han and Pengfei Shi presented fish bone detection based on image preprocessing[5]. Particle Swarm Clustering and D. Mery et al. presented automated fish bone detection using X-ray imaging[6]. However the above mentioned system is very expensive. In this paper presents low-cost system for quality evaluation of fish fillet using image processing.

2. The Proposed System

The schematic diagram of proposed low cost system for quality evaluation of fish fillet using image processing is shown in Fig.1.

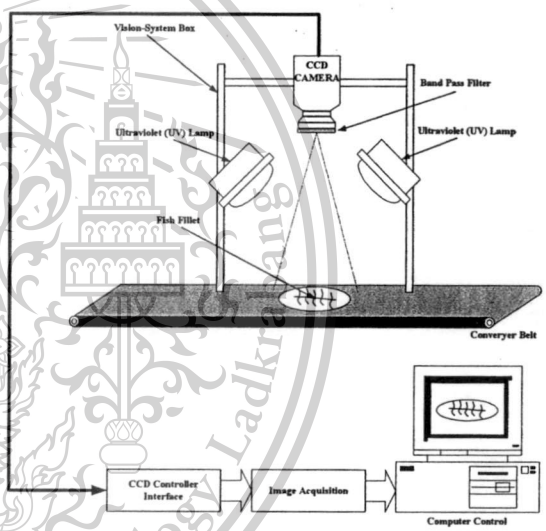


Fig.1. low-cost system for quality evaluation of fish fillet using image processing.

From Fig. 1, the proposed system consists of conveyer belt, UV lamp, CCD Camera, electronic circuits, interface card and computer. Conveyer belt uses for transport fish fillet to inspection box. UV lamp uses to exposed ultraviolet light about 340 nm to fish fillets sample. Webcam camera employs for image capture. Computer employs for control system and image analysis.

A. Image acquisition system

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

1. A webcam camera with 5 megapixels of resolution, transmission rate 30 fps (WEBCAM OKER Model OE-183) with USB interface for image capture.

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. DELL INSPIRON N4010 notebook computer system is used for image stored and image analysis.

3. Two ultraviolet lamps (UV lamps) emit radiation over the whole UVA part of the spectrum 315-400 nm.

4. A plastic box where the illuminating tubes and the camera are placed. The interior walls of the box are painted black to minimize background light.

B. Image analysis

Fish fillet image from the image acquisition system is used for fish quality evaluation by image analysis. Image analysis is separate into two parts as shown in Fig. 2. and Fig. 3.

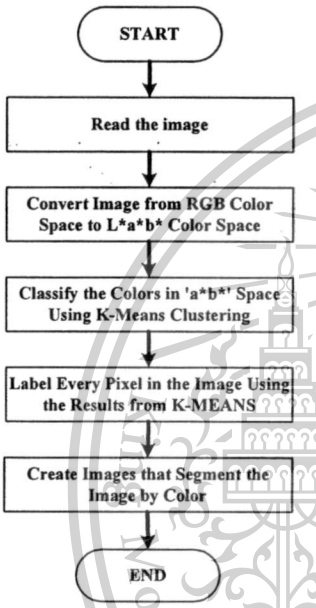


Fig. 2. Colour segmentation of fish fillet.

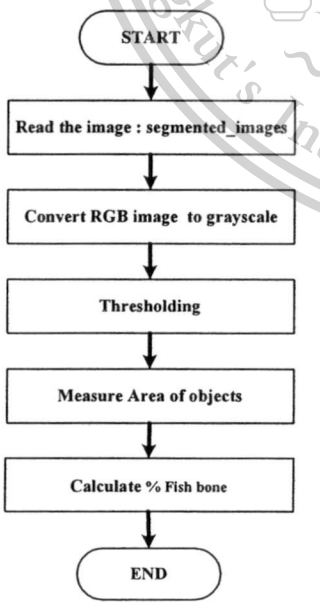


Fig. 3. Area calculation of fish bone.

Fig. 2. shows image processing algorithm for color segmentation of fish fillet. The algorithm is based on K-means clustering and thresholding technique [1,7-8]. Three classify images were generated by this algorithm. Segmentation of fish images are fish fillet, fish flesh and fish bone. The segmentation images are used to calculate area of fish bone by algorithm as shown in Fig. 3. The area of fish bone is used to evaluate quality of fish fillet.

3. Experimental results

To verify the performance of the proposed system, two fish fillet are used for experiment. Fig. 4 shows fish fillet with bone for testing the proposed system.

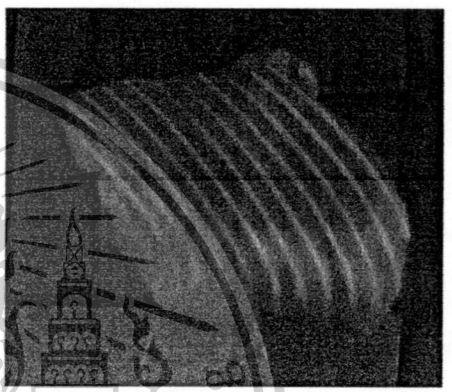
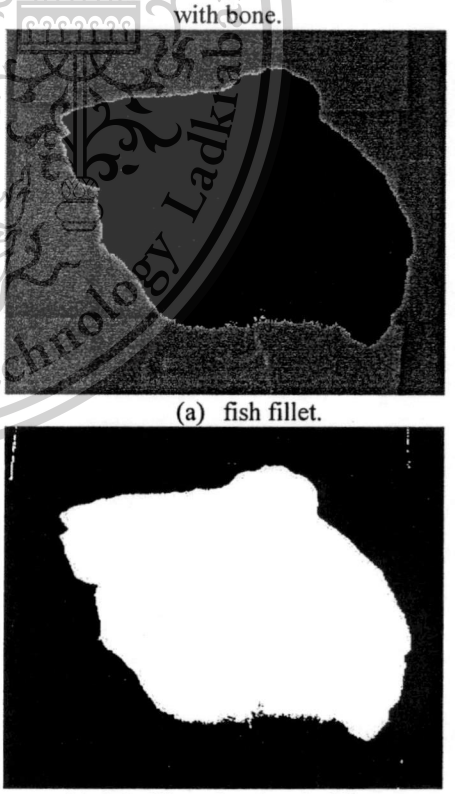


Fig. 4. Fish fillet sample for experiments. Sample I: Fish fillet with bone.

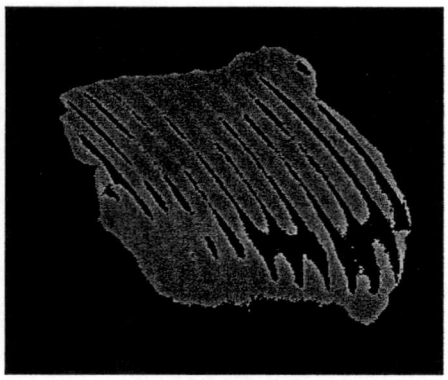


(a) fish fillet.

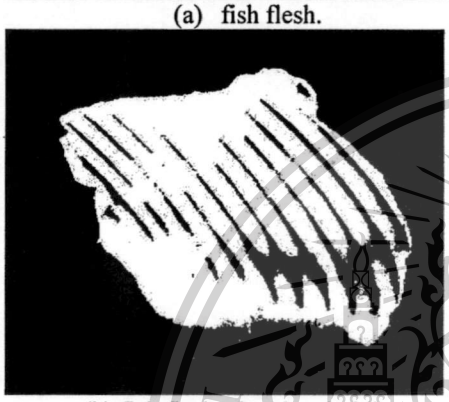
(b) fish fillet after thresholding.

Fig. 5. Segmentation images of sample I : fish fillet.

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.

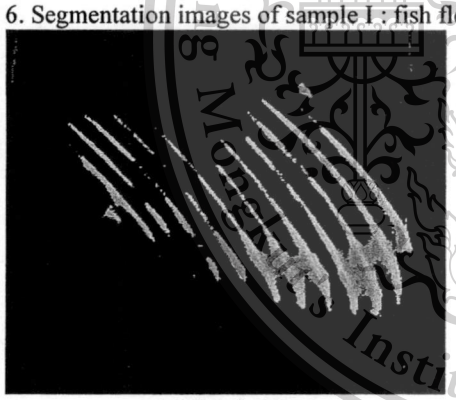


(a) fish flesh.

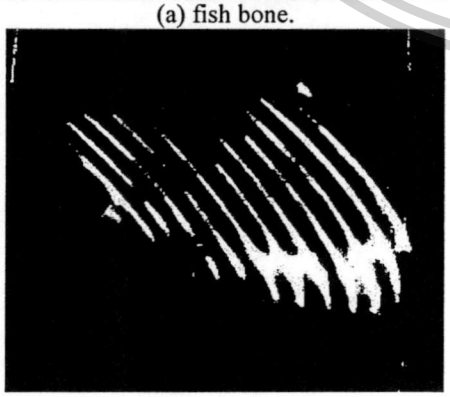


(b) fish flesh after thresholding.

Fig. 6. Segmentation images of sample I : fish flesh.



(a) fish bone.



(b) fish bone after thresholding.

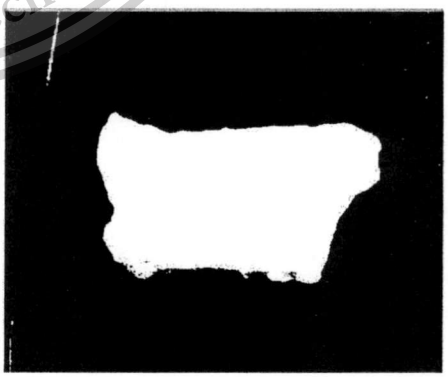
Fig. 7. Segmentation images of sample I : fish bone.

The Fig. 5~7. show segmentation images of sample I (fish fillet with fish bone). Fig. 5(a), 6(a) and 7(a) show area of fish fillet in black color, fish flesh in purple color and fish bone in white color, respectively. Fig. 5(b), 6(b) and 7(b) show the images of Fig. 5(a), 6(a) and 7(a) after using thresholding technique, which can distinguish the image of fish fillet, fish flesh and fish bone, respectively. The percentage calculation of fish bone is about 20.23 percent.

Fig. 8. shows fish fillet without bone for testing the proposed system.

Fig. 8. Fish fillet sample for experiments. Sample II : Fish fillet without bone.

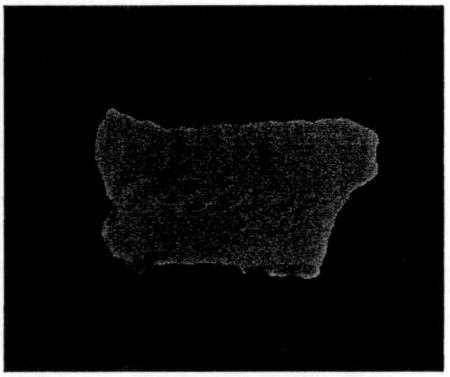
(a) fish fillet.



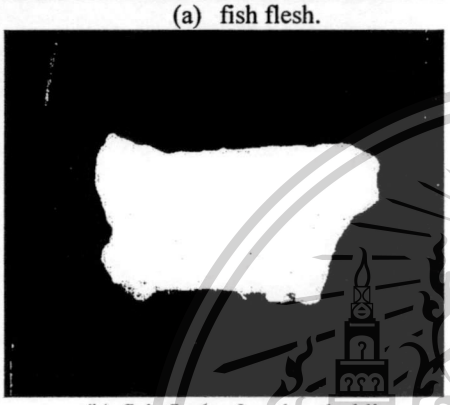
(b) fish fillet after thresholding.

Fig. 9 Segmentation images of sample II : fish fillet.

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.



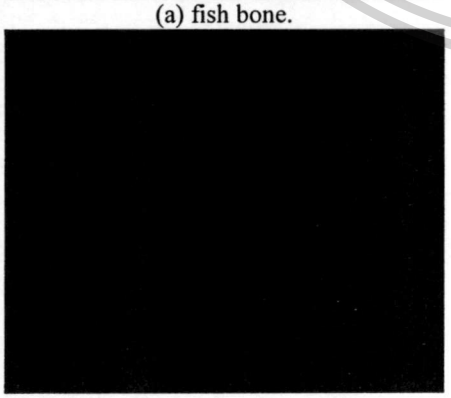
(a) fish flesh.



(b) fish flesh after thresholding.

Fig. 10 Segmentation images of sample II : fish flesh.

(a) fish bone.



(b) fish bone after thresholding.

Fig. 11 Segmentation images of sample II : fish bone.

The Fig. 9~11. show segmentation images of sample II (fish fillet without fish bone). Fig. 9(a), 10(a) and 11(a) show area of fish fillet in black color, fish flesh in purple color and fish bone in white color, respectively. Fig. 9(b), 10(b) and 11(b) show the images of Fig. 9(a), 10(a) and 11(a) after using thresholding technique, which can distinguish the image of fish fillet, fish flesh and fish bone, respectively. The percentage calculation of fish bone is about 3.64 percent.

The percentage of fish bone is used to evaluate quality of fish fillet sample.

4. Conclusion

System development for quality evaluation of fish fillet using image processing has been detailed in this paper. Results of some preliminary experiments with fish fillet has been shown satisfy evaluation of the proposed system. In experimental results shown the proposed system can evaluate quality of fish fillet sample by percentage of fish 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] Yanfang Han and Pengfei Shi. "An Efficient Approach for Fish Bone Detection Based on Image Preprocessing and Particle Swarm Clustering" Advanced Intelligent Computing Theories and Applications. With Aspects of Contemporary Intelligent Computing Techniques Communications in Computer and Information Science Volume 2, 2007, pp 940-948.

[6] Domingo Mery, Ivan Lillo, Hans Loebel, Vladimir Riffo, Alvaro Soto, Aldo Cipriano, Jose Miguel Aguilera. "Automated fish bone detection using X-ray imaging" Journal of Food Engineering, 105 (2011) 485–492.

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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
ข้อมูลประวัติผู้วิจัย

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

2. ตำแหน่งปัจจุบัน นักวิจัย

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.