สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบอัตโนมัติสำหรับแยกชนิดพันธุ์ปลา

AUTOMATIC SYSTEM FOR FISH CLASSIFICATION

โดย

นายอนุกูล ลีลาภัทรกิจ

นายปัณณธร จตาริยวัตร

เลขหมู่ 83148
เลขทะเบียน - 6 ส.ค. 2551
วัน,เดือน,ปี
.b 11961922
.i

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AUTOMATIC SYSTEM FOR FISH CLASSIFICATION

BY

ANUGOON LEELAPHATTARAKIJ

PANNATORN CHATARIYAWAT

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF

THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR IN DEPARTMENT OF INFORMATION ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2007

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ระบบอัตโนมัติสำหรับแยกชนิดพันธุ์ปลา
	AN AUTOMATIC SYSTEM FOR FISH CLASSIFICATION
รายชื่อนักศึกษา	นายอนุกูล ลีลาภัทรกิจ รหัสประจำตัว 47010927
	นายปัณณธร จตาริยวัตร รหัสประจำตัว 47010697
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.พิทักษ์ ธรรมวาริน
ระดับการศึกษา	ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
	สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ
ภาควิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2550

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับการอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

.....

(ดร.พิทักษ์ ธรรมวาริน)

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ระบบอัตโนมัติสำหรับแยกชนิดพันธุ์ปลา	
รายชื่อนักศึกษา	นายอนุกูล ลีลาภัทรกิจ	รหัสประจำตัว 47010927
	นายปัณณธร จดาริยวัตร	รหัสประจำตัว 47010697
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.พิทักษ์ ธรรมวาริน	
ระดับการศึกษา	ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	
	สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ	
ภาควิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ	
ปีการศึกษา	2550	

บทคัดย่อ

โครงงานนี้นำเสนอการสร้างระบบอัตโนมัติสำหรับคัดแยกพันธุ์ปลาอย่างง่าย ซึ่งกระบวนการเริ่มจากการบันทึกภาพตัวปลาด้วยกล้องวิดีโอซีซีดี (change-coupled device - CCD) ภายใต้สภาวะแวดล้อมที่ควบคุม จากนั้นนำภาพที่ได้ไปผ่านกระบวนการประมวลผลภาพ (Image processing) เพื่อลดความเบี่ยงเบนของภาพ ในโครงงานนี้นำรูปร่างของปลามาใช่ในการแยกพันธ์ปลา โดยรูปร่างของปลาแสดงได้จากระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางของตัวปลาและเส้นขอบของตัวปลา หลังจากนั้นเพื่อดึงลักษณะเด่นของรูปร่างปลาและเพื่อลดความเบี่ยงเบนของตำแหน่งภาพที่เกิดจากการหมุนของตัวปลา จะนำค่าระยะห่างดังกล่าวที่คำนวณได้มากระจายลงในอนุกรมฟูเรียร์ ซึ่งค่าสัมบูรณ์ของสัมประสิทธิ์ฟูเรียร์ที่คำนวณได้ ถือว่าเป็นลักษณะเด่นของปลาแต่ละพันธุ์ และนำค่าดังกล่าวมาใช้ในการแยกพันธุ์ปลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	An automatic system for fish classification
Student	Mr. Anugoon Leelaphattarakij ID.47010927
	Mr. Pannatorn Chatariyawat ID.47010697
Advisor	Doctor Peetuk Thumawarin
Graduate Level	Bachelor Degree of Information Engineering
Department	Information Engineering
Academic Year	2550

Abstract

This project presents an automatic system for fish classification. First, the image of fish are collected by using change-coupled device (CCD) camera under controlled condition such as light, distance and back ground color. In this project, shape of the fish can be described by the distance between the centroid of the fish's image and the edge of the fish's image. In order to extract the rotation invariance feature of fish image, the above distance is expanded into Fourier series. The obtained magnitude of Fourier coefficient is used as an individual feature for fish classification.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ อาจารย์พิทักษ์ ธรรมวาริน ที่ได้ให้คำปรึกษาและให้ความสนับสนุนในทุกๆ ด้าน ขอบคุณเพื่อนๆทุกคน ที่ได้ให้กำลังใจและไมตรีจิต ขอขอบคุณคุณพ่อ คุณแม่ที่ได้ให้ความสนับสนุนทางด้านกำลังใจ เงินทุน และปัจจัย 4 จนกระทั่งโครงงานนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

คณะผู้จัดทำหวังว่าโครงงานนี้จะเป็นส่วนหนึ่งในการช่วยจุดประกายความคิดและเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจสามารถนำไปพัฒนาต่อจนสำเร็จได้

นายอนุกูล ลีลาภัทรกิจ

นายปัณณธร จตาริยวัตร

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เนื้อหา	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง-ฉ
สารบัญรูป	ช-ฌ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 บทนำ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	2
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	2
1.4 สถาปัตยกรรมของระบบ	2
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ทฤษฎีการประมวลผลภาพดิจิตอล	4
2.1.1 แบบจำลองสี RGB	4
2.1.2 แบบจำลองสี HSV	5
2.1.3 การแปลงภาพสี RGB ให้เป็นภาพสี HSV	6
2.1.4 การทำเทรสโชลด์	7
2.1.5 ตัวกรองความถี่มัธยฐาน	9
2.1.6 การลดขนาดรูปทรงของวัตถุในภาพ	10
2.1.7 การขยายขนาดรูปทรงของวัตถุในภาพ	10
2.1.8 การลดและขยายรูปทรงวัตถุในภาพ	11
2.1.9 การแยกขอบวัตถุจากภาพ	12
2.1.10 การถมช่องว่างของวัตถุในภาพขาวดำ	13
2.2 ทฤษฎีการคำนวณทางคณิตศาสตร์	14
2.2.1 การคำนวณหาจุดศูนย์กลางของวัตถุใดๆในระนาบ 2 มิติ	14
2.2.2 การคำนวณระยะการกระจัดแบบยูคลิด	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

เนื้อหา		หน้า
2.2.3	การปรับขนาดของข้อมูล	15
2.2.4	การปรับขอบเขตของข้อมูลให้อยู่ในช่วงเดียวกัน	15
2.2.5	อนุกรมฟูเรียร์	16
2.2.6	การประมาณเส้นตรง	17
2.2.7	Dynamic Time Matching	18
2.2.8	การกระจายแบบ Karhunen – Loeve Expansion	20
บทที่ 3 การออกแบบโครงงาน		
3.1 เครื่องคัดแยกพันธุ์ปลา		21
3.1.1	โครงสร้างของเครื่องคัดแยกพันธุ์ปลา	21
3.1.2	กระบวนการทำงานของเครื่องคัดแยกพันธุ์ปลา	27
3.2 การถ่ายรูปตัวปลา		28
3.2.1	ควบคุมฉากหลังของภาพ	28
3.2.2	ควบคุมปริมาณแสง	28
3.3 การประมวลผลภาพเบื้องต้น		29
3.3.1	การปรับแต่งคุณภาพของภาพ	30
3.3.2	แปลงภาพสีในแบบจำลองสี RGB ให้เป็นภาพในแบบจำลองสี HSV	31
3.3.3	ลบฉากหลังออกจากภาพ	32
3.3.4	แปลงภาพให้เป็นขาวดำ	33
3.3.5	การเติมเต็มภาพในส่วนที่ขาดหายไป	33
3.3.6	การตัดภาพส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องทิ้ง	35
3.4 การดึงลักษณะเด่นของตัวปลา		37
3.4.1	การคำนวณหาลักษณะรูปร่างของตัวปลา	37
3.4.1.1	การระบุส่วนขอบของตัวปลาจากภาพ	37
3.4.1.2	การคำนวณหาส่วนรูปร่างของปลาด้วยวิธีการวัดระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางและขอบของตัวปลา	38
3.4.1.3	การคำนวณหาส่วนรูปร่างของปลาด้วยวิธีการประมาณเส้นตรง	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

เนื้อหา		หน้า
	3.4.1.4 การทำข้อมูลอยู่ในมาตรฐานเดียวกัน	40
	3.4.1.5 Translation Invariant	41
	3.4.1.6 การลดจำนวนข้อมูลที่นำไปใช้ในการคำนวณ	44
	3.4.1.7 การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ของอนุกรมฟูเรียร์	45
	3.4.2 การคำนวณหาขนาดของตัวปลา	47
	3.4.3 การคำนวณหาขนาดของตาปลา	47
	3.4.3.1 การระบุส่วนตาปลา	47
	3.4.3.2 การวัดขนาดตาปลา	49
	3.5 การเปรียบเทียบลักษณะเด่นของตัวปลา	49
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง		
	4.1 ปลาที่นำมาใช้ในการทดลอง	52
	4.2 การทดลองคัดแยกพันธุ์ปลาด้วยวิธีการพิจารณาลักษณะรูปร่างของปลา	53
	4.2.1 การทดลองคัดแยกพันธุ์ปลาด้วยวิธีการพิจารณาลักษณะรูปร่างโดยคำนวณหาส่วนของรูปร่างปลาด้วยวิธีการวัดระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางและขอบของตัวปลา	54
	4.2.2 การทดลองคัดแยกพันธุ์ปลาด้วยวิธีการพิจารณาลักษณะรูปร่างโดยคำนวณหาส่วนของรูปร่างปลาด้วยวิธีการประมาณเส้นตรง	62
	4.3 การทดลองคัดแยกพันธุ์ปลาด้วยวิธีการพิจารณาลักษณะขนาดตาปลาร่วมกับขนาดของตัวปลา	66
บทที่ 5 สรุป		
	5.1 สรุปโครงงาน	69
	5.2 ปัญหาที่ประสบในการทำงาน	69
	5.3 แนวทางในการพัฒนาขั้นต่อไป	70
บรรณานุกรม		
ภาคผนวก		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
รูปที่ 1.1 การคัดแยกปลาในปัจจุบัน ณ สะพานปลา	1
รูปที่ 2.1 แบบจำลองสี RGB	5
รูปที่ 2.2 แบบจำลองสีแบบ HSV จากด้านข้างและด้านบน	6
รูปที่ 2.3 ค่าฮิสโตรแกรมของภาพวัตถุและพื้นหลัง	8
รูปที่ 2.4 ภาพก่อนและหลังผ่านการทำกระบวนการเทรสโชลด์	8
รูปที่ 2.5 วิธีการคำนวณตัวกรองความถี่มัธยฐาน	9
รูปที่ 2.6 ภาพก่อนและหลังผ่านกระบวนการ Median Filter ขนาด 3x3	9
รูปที่ 2.7 กระบวนการลดขนาดรูปทรงของวัตถุในภาพ (Erosion) ด้วยมาร์ค B	10
รูปที่ 2.8 กระบวนการขยายขนาดรูปทรงของวัตถุในภาพ (Dilation) ด้วยมาร์ค B	11
รูปที่ 2.9 กระบวนการลดและขยายรูปทรงวัตถุในภาพ (Opening morphology) ด้วยมาร์ค B	11
รูปที่ 2.10 ภาพแสดงผลก่อนและหลังการแยกขอบวัตถุจากภาพ	12
รูปที่ 2.11 ภาพก่อนทำการถมช่องว่างของวัตถุ	13
รูปที่ 2.12 ภาพหลังการถมช่องว่างทั้งหมดด้วยสีอื่นที่ไม่มีในภาพ	13
รูปที่ 2.13 ภาพหลังการทำการลบสีที่ถมไปบริเวณขอบนอกทั้งหมด	13
รูปที่ 2.14 ภาพหลังการทำการแปลงภาพให้กลายเป็นขาวดำอีกครั้ง	13
รูปที่ 2.15 ภาพที่แสดงการคำนวณหาจุดศูนย์กลางวัตถุในระนาบ 2	14
รูปที่ 2.16 การคำนวณการหา secant approximation	17
รูปที่ 2.17 (ก) การเปรียบเทียบข้อมูลแบบ Euclidean Distance (ข) การเปรียบเทียบข้อมูลแบบ DWT	18
รูปที่ 2.18 ตัวอย่างการคำนวณเปรียบเทียบข้อมูลด้วยวิธี DP Matching	19
รูปที่ 3.1 กล้องวิดีโอ CCD	21
รูปที่ 3.2 แผงหลอดไฟ LED	22
รูปที่ 3.3 วงจรควบคุมแรงดันไฟสำหรับแผงหลอดไฟ LED	22
รูปที่ 3.4 การ์ด Video Capture	22
รูปที่ 3.5 กล่องถ่ายภาพขณะยังไม่ได้นำไปประกอบกับเครื่องคัดแยก	23
รูปที่ 3.6 กล่องถ่ายภาพนำไปประกอบกับเครื่องคัดแยก	23
รูปที่ 3.7 มอเตอร์ควบการหมุนของสายพาน	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
รูปที่ 3.8 ชุดดีดดิดมอเตอร์ จำนวน 2 ชุด	24
รูปที่ 3.9 วงจรขับมอเตอร์	25
รูปที่ 3.10 ไมโครสวิตช์	25
รูปที่ 3.11 วงจรสำเร็จรูป ET-BASE AVR ATMEGA 128	25
รูปที่ 3.12 แบตเตอรี่ Lithium-Polymer	25
รูปที่ 3.13 เครื่องคัดแยกพันธุ์ปลา (ก) ภาพถ่ายด้านข้าง (ข) ภาพถ่ายด้านบน	26
รูปที่ 3.14 ลำดับกระบวนการทำงานของเครื่องคัดแยกพันธุ์ปลา	27
รูปที่ 3.15 ภาพถ่ายที่ไม่ได้ควบคุมสภาพแวดล้อมขณะถ่าย	28
รูปที่ 3.16 ภาพถ่ายปลาที่ควบคุมสภาพแวดล้อมขณะถ่าย	29
รูปที่ 3.17 ลำดับการประมวลผลภาพเพื่อระบุตัวปลาในการทดลอง	30
รูปที่ 3.18 การกรองสัญญาณรบกวนด้วย Median filter (ก) ภาพที่ประกอบด้วยสัญญาณรบกวน (ข) ผลลัพธ์ที่ถูกกรองด้วย Median filter ขนาด 3x3	31
รูปที่ 3.19 ภาพในแต่ละแบนด์ของแบบจำลองสี HSV	32
รูปที่ 3.20 ภาพปลาที่ผ่านการลบฉากหลังออกจากภาพแล้ว	33
รูปที่ 3.21 ภาพปลาที่แปลงให้เป็นภาพขาวดำ	33
รูปที่ 3.22 ภาพปลาที่มีส่วนขาดแหว่งไป	34
รูปที่ 3.23 ภาพปลาที่มีส่วนขาดแหว่งไป	35
รูปที่ 3.24 ภาพปลาหลังทำการเติมเต็มส่วนที่ขาดหายไป	35
รูปที่ 3.25 ถาดที่ใช้เป็นภาชนะวางปลาเพื่อการแยกส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องออกจากภาพ	36
รูปที่ 3.26 ภาพที่ได้จากการถ่ายบนเครื่องคัดแยกพันธุ์ปลา	36
รูปที่ 3.27 ภาพที่ได้จากการคัดแยกเฉพาะขอบของตัวปลา	37
รูปที่ 3.28 ภาพลำดับการคำนวณหาส่วนรูปร่างของปลาด้วยวิธีการวัดระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางและขอบของตัวปลา	39
รูปที่ 3.29 กราฟข้อมูลแสดงผลการคำนวณหาส่วนรูปร่างของปลาด้วยวิธีการวัดระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางและขอบของตัวปลา	39
รูปที่ 3.30 ภาพลำดับการคำนวณหาส่วนรูปร่างของปลาด้วยวิธีการประมาณเส้นตรง	40
รูปที่ 3.31 กราฟข้อมูลแสดงผลการคำนวณหาส่วนรูปร่างของปลาด้วยวิธีการประมาณเส้นตรง	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
รูปที่ 3.32 กราฟข้อมูลแสดงลักษณะตัวปลาก่อน (สีแดง) และหลัง (สีน้ำเงิน) การทำ Data scaling ให้มีจำนวน 500 ค่า	41
รูปที่ 3.33 ภาพปลาทูในท่าปกติและที่หมุน 45 องศา	41
รูปที่ 3.34 กราฟลักษณะเด่นของปลาทูในท่าปกติ (สีแดง) และของปลาทู ที่หมุน 45 องศา (น้ำเงิน)	41
รูปที่ 3.35 กราฟเปรียบเทียบค่าสัมบูรณ์ของค่าสัมประสิทธิ์อนุกรมฟูเรียร์ของปลา ในท่าปกติและที่ หมุน 45 องศา	42
รูปที่ 3.36 ภาพปลาทูในท่าปกติและที่หมุน 45 องศา	42
รูปที่ 3.37 (ก) ผลที่ได้จากการทำ KL-Expansion ของภาพปลาทูในท่าปกติ (ข) ผลที่ได้จากการทำ KL-Expansion ของภาพปลาทูที่หมุน 45 องศา	43
รูปที่ 3.38 ภาพแสดงข้อมูลเดิม, สัมประสิทธ์ฟูเรียร์และการประมาณค่า โดยใช้จำนวนสัมประสิทธ์ฟูเรียร์แตกต่างกัน	44
รูปที่ 3.39 กราฟแสดงค่าสัมบูรณ์ของค่า a_n . b_n (สัมประสิทธิ์อนุกรมฟูเรียร์)	45
รูปที่ 3.40 ตัวอย่างกราฟเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์อนุกรมฟูเรียร์ของ ปลากระบอกกับปลาทูไทย	46
รูปที่ 3.41 ภาพการคำนวณหาขนาดของตัวปลา	47
รูปที่ 3.42 มาร์คขนาด 5x5 ที่ได้จากการดึงส่วนหนึ่งของภาพปลา	48
รูปที่ 3.43 การวัดขนาดตาปลา	49
รูปที่ 3.44 ตัวอย่างการทำ Dynamic Programming Matching	51
รูปที่ 4.1 รูปปลาพันธุ์ต่างๆที่ใช้ในการทดลอง	52
รูปที่ 4.2 กราฟแสดงผลการคัดแยกพันธุ์ปลาด้วยการคัดแยกพันธุ์ปลาด้วย วิธีการพิจารณาขนาดตาปลาร่วมกับขนาดของตัวปลา	66
รูปที่ 4.3 ตัวอย่างภาพปลาที่ไม่สามารถวัดขนาดตาปลาได้	67
รูปที่ 4.4 ตัวอย่างภาพปลาที่สามารถวัดขนาดตาปลาได้	68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 บทนำ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีในด้านการประมวลผลภาพดิจิตอลมีความก้าวหน้าขึ้นมาก โดยมีการนำศาสตร์ความรู้ทางด้านนี้มาประยุกต์ในการทำงานด้านต่างๆ เช่น ทางด้านบุกเบิกอวกาศ ทางด้านการรักษาความปลอดภัย หรือทางด้านการทหาร เป็นต้น และยังมีการนำเทคโนโลยีนี้มาใช้กับอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ

โครงงานนี้เราจึงได้นำเสนอโปรแกรมที่ประยุกต์ความรู้ศาสตร์นี้มาใช้นั้นก็คือ "ระบบอัตโนมัติสำหรับแยกชนิดปลา" (An automatic system for fish classification) เพื่อการวิเคราะห์และทำการแยกพันธุ์ปลา โดยมีจุดประสงค์โครงงานเพื่อการทดสอบความสามารถของโปรแกรมตัวอย่างก่อนที่จะพัฒนานำไปประยุกต์ใช้ในจริงในอุตสาหกรรมการประมง อุตสาหกรรมผลิตอาหารกระป๋องหรือนำไปใช้งานกับอุตสาหกรรมอื่นๆที่ต้องการแยกประเภทหรือชนิดปลาออกจากกันในอนาคต ซึ่งจะสามารถทำให้ประหยัดทั้งเวลาและแรงงานของมนุษย์

โดยวิธีการระบุพันธุ์ปลานั้นจะใช้วิธีการเปรียบเทียบจากการหาลักษณะเด่นของปลาเพื่อนำมาใช้ในการหาความแตกต่างของปลาแต่ละพันธุ์ออกมา จากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์เปรียบเทียบกับข้อมูลลักษณะของตัวปลาที่ได้ทำการเก็บบันทึกไว้เพื่อแยกพันธุ์ปลาแต่ละพันธุ์ออกจากกัน

รูปที่ 1.1 การคัดแยกปลาในปัจจุบัน ณ สะพานปลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

(1) เพื่อศึกษาวิธีการที่จะสามารถนำมาใช้แยกแยะปลาพันธุ์ต่างๆได้

(2) เพื่อเป็นนำความรู้ในการด้านการประมวลผลภาพทางทฤษฎีมาประยุกต์ใช้งานจริง

(3) เพื่อเป็นต้นแบบแก่บุคคลที่สนใจจะนำเทคโนโลยีด้านนี้ไปพัฒนาต่อไป

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

(1) สามารถแยกประเภทของพันธุ์ปลาที่แตกต่างกันได้

(2) สามารถแยกประเภทของพันธุ์ปลาได้อัตโนมัติ

1.4 สถาปัตยกรรมของระบบ

องค์ประกอบของระบบนั้นประกอบด้วยส่วนของซอฟต์แวร์ที่ใช้ทดลองกระบวนการแยกพันธุ์ปลาแบบอัตโนมัติและในส่วนของฮาร์ดแวร์ที่ใช้ทดสอบถ่ายภาพปลาเพื่อนำมาใช้ในการทดลองและแยกปลาแต่ละพันธุ์ออกจากกัน (ดูรายละเอียดของฮาร์ดแวร์ได้ในบทที่3) ในส่วนของซอฟแวร์นั้นเราใช้ Microsoft Visual C++.NET ในการพัฒนาโปรแกรม โดยมีการนำใช้ Libraries VideoOCX มาประยุกต์ใช้ในการต่อรับภาพจากกล้อง CCD

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

(1) ศึกษาข้อมูลและความเป็นไปได้ของโครงงานจากแหล่งข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวข้อง

(2) กำหนดจุดประสงค์และขอบเขตในการทำโครงงาน

(3) จัดทำแผนงานและทำการแบ่งงานให้สอดคล้องกับเวลาที่มี

(4) ศึกษาอุปกรณ์และโปรแกรมต่างๆที่เกี่ยวข้องในการทำโครงงาน

(5) เก็บข้อมูลและรูปภาพที่จะนำมาใช้เป็นตัวอย่างในการทดลอง

(6) ศึกษาและทดสอบวิธีการที่ใช้ในแยกพันธุ์ปลา

(7) ออกแบบและเขียนโปรแกรมเพื่อการใช้งานจริง

(8) ออกแบบและจัดสร้างส่วนของอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ที่ใช้เพื่อการใช้งานจริง

(9) ทำการทดลองเพื่อหาข้อผิดพลาดและหาปัญหาที่เกิดขึ้นเมื่อนำมาประยุกต์ใช้จริง

(10) บันทึกและสรุปผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

(1) ได้รับความรู้จากการทำโครงงานนี้

(2) ฝึกการแก้ไขปัญหาที่พบ โดยหาวิธีการที่เหมาะสมมาใช้แก้ปัญหา

(3) สามารถนำความรู้ที่ได้จากโครงงานนี้ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในงานด้านอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะขอกล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการทำโครงงานตรวจพินิจภาพปลา โดยจะแบ่งเป็นส่วนหลักๆคือ ในส่วนของทฤษฎีการประมวลผลภาพดิจิตอลและส่วนของทฤษฎีการคำนวณทางคณิตศาสตร์

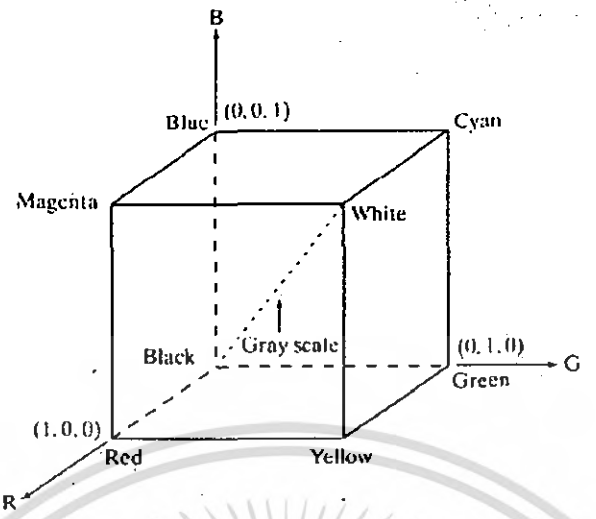
2.1 ทฤษฎีการประมวลผลภาพดิจิตอล

การประมวลผลภาพดิจิตอล หรือ Digital image processing เกี่ยวกับการแปลงข้อมูลภาพให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลดิจิตอล (Digital format) ซึ่งสามารถที่จะนำเอาข้อมูลนี้จัดการผ่านกระบวนการต่างๆด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้ ภาพดิจิตอล เป็นภาพที่ประกอบด้วยจุดภาพเล็กๆจำนวนมากเรียกว่า พิกเซล (pixels) เราใช้ตัวเลขจำนวนหนึ่งแทนค่าของระดับสีหรือระดับความสว่างของแต่ละพิกเซล ซึ่งสิ่งนี้เองที่เราสามรถปรับแต่งเพื่อการแสดงผลภาพได้ ซึ่งในแต่ละพิกเซลก็จะมีตัวเลขบอกระดับความสว่างหรือระดับสีบรรจุอยู่ ข้อดีของภาพดิจิตอลก็คือมันสามารถนำมาประมวลผลต่างๆด้วยคอมพิวเตอร์ได้

2.1.1 แบบจำลองสี RGB (RGB Color model)

แบบจำลองสีเป็นวิธีที่กำหนดสีต่างๆให้เป็นแบบมาตรฐาน ซึ่งแบบจำลองสีแบบ RGB นั้นเป็นแบบจำลองของแม่สีหลัก 3 สี (Primary Color) ซึ่งเป็นสีที่เกิดจากการรวมกันของแสง (Additive Color) ประกอบด้วยสีสำคัญ 3 สีได้แก่ สีแดง (Red) สีเขียว (Green) และสีน้ำเงิน (Blue) ถูกนำมาใช้ในด้านการแสดงผลข้อมูลบนจอภาพ รวมไปถึงการเก็บข้อมูลภาพในระบบคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 แบบจำลองสี RGB [1]

2.1.2 แบบจำลองสี HSV (HSV Color model)

แบบจำลองสี HSV เป็นแบบจำลองสีที่ถูกกำหนดขึ้นมาเพื่อใช้งานศิลปะในระบบคอมพิวเตอร์ โดยที่

- ค่าสี (Hue) หมายถึง ค่าสีต่างๆ เช่น สีแดง สีเขียว สีน้ำเงิน สีส้ม เป็นต้น
- ค่าความอิ่มตัว (Saturation) หมายถึง ปริมาณของสีที่ถูกทำให้เจือจางลงด้วยสีขาว โดยยิ่งมีปริมาณสีขาวมากเท่าใด ความอิ่มตัวก็ยิ่งมีน้อย เช่นสีแดงจะมีความอิ่มตัวสูงกว่าสีชมพู
- ค่าความสว่าง (Brightness,Value) หมายถึง ระดับความสว่างของสีนั้น

แบบจำลองสีนี้จะมีความเป็นไปตามความจริงมากกว่าแบบจำลองอื่นเพราะว่าความเข้มข้นของสีนั้นไม่ได้ขึ้นอยู่กับตัวเนื้อสีเพียงอย่างเดียว แต่ยังเกี่ยวกับเรื่องแสงสว่างอีกด้วย ดังนั้นแบบจำลองนี้จะเพิ่มหรือลดความสว่างของสีใดสีหนึ่งได้

หลักการของแบบจำลองนี้จะเสมือนว่าเรามองลูกบาศก์ในแบบจำลองสี RGB ในทิศทางขนานกับแกนระดับสีเทา จากตำแหน่งสีขาวเข้าไป จึงมองเห็นเป็นรูปทรงกรวยดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.2 แบบจำลองสีแบบ HSV จากด้านข้างและด้านบน [1]

2.1.3 การแปลงภาพสี RGB ให้เป็นภาพสี HSV (HSV color conversion)

การแปลงภาพสี RGB ให้เป็นภาพสี HSV เป็นกระบวนการที่มีประโยชน์มากในการประมวลผลภาพที่ต้องการคำนวณเกี่ยวกับสีในภาพด้วย เนื่องจากสามารถแยกสีต่างๆออกจากภาพได้โดยการดูจากค่า Hue

กระบวนการในการแปลงภาพสีในแบบจำลองสี RGB ไปเป็นภาพในแบบจำลองสี HSV สามารถทำได้โดยใช้สมการ

$$V = \max\{R, G, B\} \tag{2.1}$$

$$\delta = V - \min\{R, G, B\} \tag{2.2}$$

$$S = \frac{\delta}{V} \tag{2.3}$$

ทำให้ได้ผลลัพธ์สำหรับค่าสีโดยที่เราจะพิจารณาจากกรณีต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$R = V\ ,\quad H = \frac{1}{6}\frac{G-B}{\delta} \tag{2.5}$$

$$G = V\ ,\quad H = \frac{1}{6}\left(2+\frac{B-R}{\delta}\right) \tag{2.6}$$

$$B = V\ ,\quad H = \frac{1}{6}\left(4+\frac{B-R}{\delta}\right) \tag{2.7}$$

เมื่อ H คือ ค่าสี (Hue)

S คือ ค่าความอิ่มตัว (Saturation)

V คือ ค่าความสว่าง (Brightness, Value)

R คือ ค่าสีแดงของจุด Pixel

G คือ ค่าสีเขียวของจุด Pixel

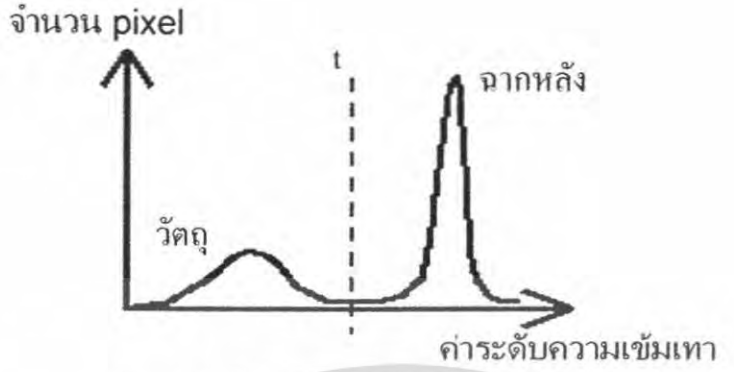
B คือ ค่าสีน้ำเงินของจุด Pixel

*ค่าสูงสุดของค่าสีแบบ RGB จะต้องถูก normalized ให้อยู่ในช่วง [0...1] เท่านั้น ซึ่งจะทำได้โดยการนำค่าสูงสุดหรือ 255 ไปหารค่าสีก่อนนำมาคำนวณนั้นเอง

2.1.4 การทำเทรสโชลด์ (Threshold)

การทำเทรสโชลด์ คือ การกำหนดค่าระดับความเข้มเทาคงที่ค่าหนึ่งเพื่อแยกสิ่งที่ต้องการ (Object) ออกมาจากพื้นหลังของภาพ (Background) และเป็นอีกวิธีการหนึ่งเพื่อใช้ในการสร้างภาพขาวดำ หรือภาพแบบไบนารี (Binary) ซึ่งในการกำหนดค่าเทรสโชลด์นั้นจะต้องกำหนดให้มีความเหมาะสม เพราะถ้าหากใช้ค่าเทรสโชลด์มากหรือน้อยเกินไปอาจทำให้รายละเอียดบางส่วนของภาพวัตถุที่ต้องการขาดหายไป หรือภาพจะมีสิ่งที่ไม่พึงประสงค์ปนมาด้วย เช่นสัญญาณรบกวน (Noise) โดยการหาค่าเทรสโชลด์ที่เหมาะสมนั้นวิธีหนึ่งที่นิยมกันคือการพิจารณาจากฮิสโตรแกรม (Histogram) ของภาพ เนื่องจากค่าของกลุ่มข้อมูลของฉากหลังและตัววัตถุจะแยกออกจากกัน ทำให้ง่ายแก่การกำหนดค่าเทรสโชลด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 ค่าฮิสโตรแกรมของภาพวัตถุและพื้นหลัง [2]

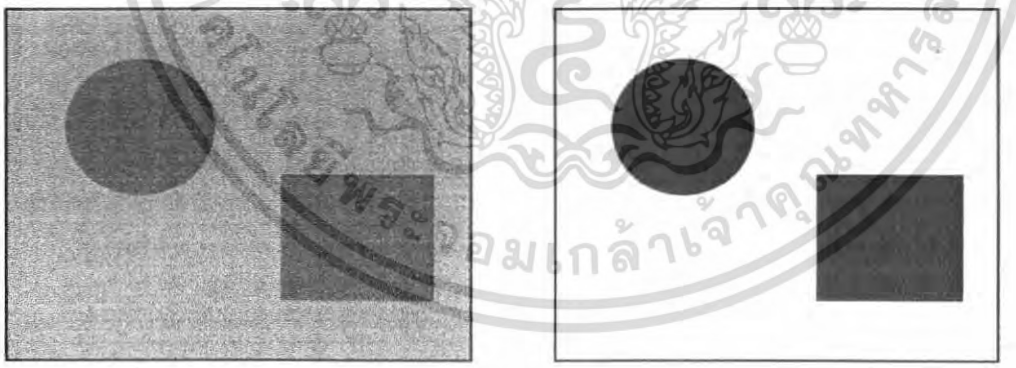
กระบวนการทำเทรสโฮลด์สามารถทำได้โดยใช้สมการ

$$B(x,y) = \begin{cases} 1 & if\ I(x,y) \geq t \\ 0 & \end{cases} \tag{2.5}$$

เมื่อ $B(x,y)$ คือ ภาพผลลัพท์ที่ได้

$I(x,y)$ คือ ระดับความเข้มของเทา ณ ตำแหน่ง x,y ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 255

t คือ ค่าระดับที่จะใช้ในการทำเทรสโฮลด์

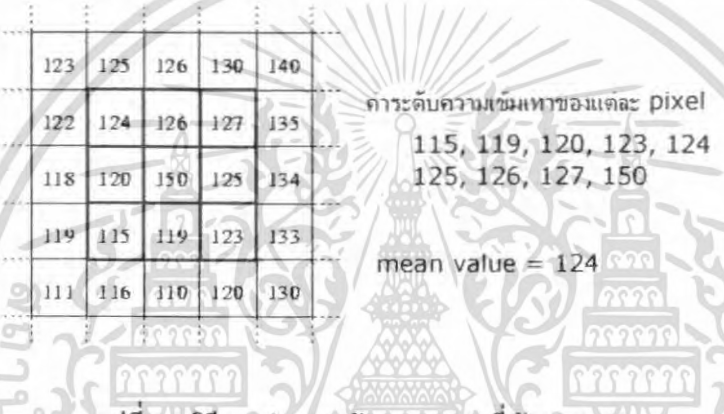


รูปที่ 2.4 ภาพก่อนและหลังผ่านการทำกระบวนการเทรสโฮลด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5 ตัวกรองความถี่มัธยฐาน (Median Filter)

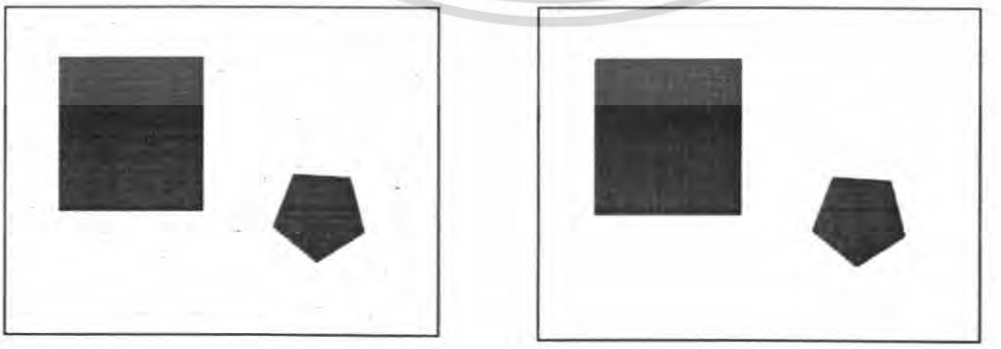
ตัวกรองความถี่มัธยฐาน หรือ Median Filter คือ ตัวกรองความถี่ที่พิจารณาข้อมูลทางสถิติ โดยใช้ค่ามัธยฐาน (Median) มีประโยชน์ในการช่วยลดสัญญาณรบกวนที่ไม่เป็นเชิงเส้น (Non-Linear) เช่น สัญญาณรบกวนแบบจุดขาว-ดำ (Salt and Pepper Noise) โดยในการหาค่ามัธยฐานนั้นทำได้โดยการนำข้อมูลในมาร์ค (Mask) มาทำการเรียงค่าจากน้อยไปมากตามค่าระดับความเข้มเทาของข้อมูลซึ่งค่ามัธยฐานจะเป็นค่าตำแหน่งกึ่งกลาง จากนั้นจึงนำค่าที่ได้แทนกลับลงไปในตำแหน่งกึ่งกลางของ Template ดังรูป



รูปที่ 2.5 วิธีการคำนวณตัวกรองความถี่มัธยฐาน [3]

ตัวกรองความถี่แบบมัธยฐานนั้นจะพิจารณาในลักษณะของมาร์คหน้าต่าง (Template) ซึ่งสามารถทำได้หลายระดับโดยการกำหนดขนาดตามความเหมาะสมกับปริมาณสัญญาณรบกวน เช่น 3x3, 5x5, 7x7 ไปจนถึง NxN

อนึ่งการใช้ตัวกรองความถี่มัธยฐานนั้นจะส่งให้ความคมชัดของภาพลดลงหรือจะทำให้ภาพเบลอตามขนาดของขนาดมาร์คหน้าต่างที่ใช้



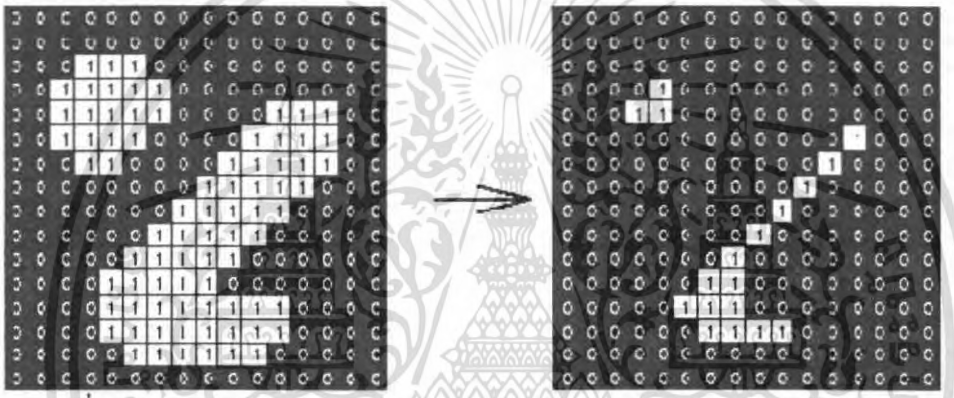
รูปที่ 2.6 ภาพก่อนและหลังผ่านกระบวนการ Median Filter ขนาด 3x3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.6 การลดขนาดรูปทรงของวัตถุในภาพ (Erosion)

การลดขนาดรูปทรงของวัตถุในภาพ หรือ Erosion จัดเป็นเป็นกระบวนการประมวลผลภาพที่เกี่ยวกับรูปทรงของภาพ (Morphology) โดยการลดขนาดรูปทรงของวัตถุในภาพนั้นจะลดข้อมูลของภาพทิ้งเหลือไว้แต่ตรงจุดกึ่งกลางของวัตถุที่มีลักษณะรูปทรงที่เหมือนกับในมาร์ค (Mask) ที่กำหนดไว้เท่านั้น

$$B = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$



รูปที่ 2.7 กระบวนการลดขนาดรูปทรงของวัตถุในภาพ (Erosion) ด้วยมาร์ค B [3]

การทำกระบวนการลดขนาดรูปทรงของวัตถุในภาพสามารถแทนได้ด้วยสัญลักษณ์

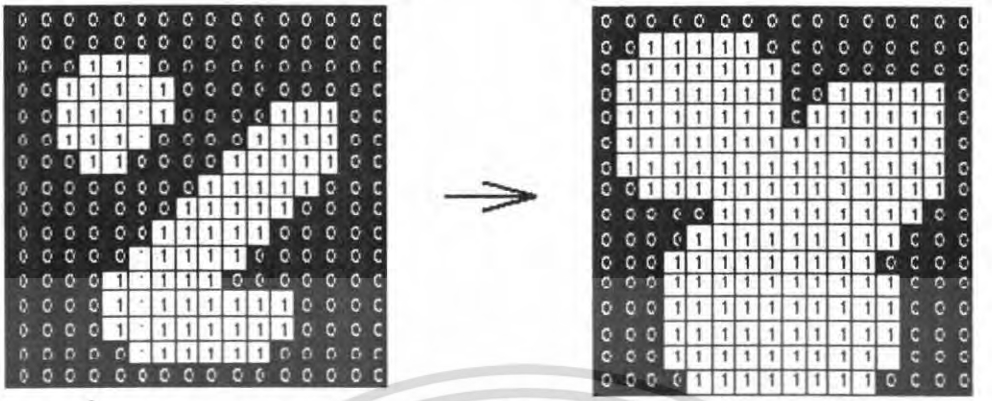
$$(A \Theta B) \tag{2.6}$$

2.1.7 การขยายขนาดรูปทรงของวัตถุในภาพ (Dilation)

การขยายขนาดรูปทรงของวัตถุในภาพ หรือ Dilation จัดเป็นเป็นกระบวนการประมวลผลภาพทางรูปทรง (Morphology) เช่นเดียวกับกระบวนการลดขนาดรูปทรงของวัตถุในภาพ (Erosion) โดยการขยายขนาดรูปทรงของวัตถุในภาพนั้นจะทำการหาตำแหน่งของรูปจากนั้นจึงทำการขยายขนาดรูปทรงของวัตถุให้เหมือนกับในมาร์ค (Mask) ที่กำหนดไว้

$$B = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 กระบวนการขยายขนาดรูปทรงของวัตถุในภาพ (Dilation) ด้วยมาร์ค B [4]

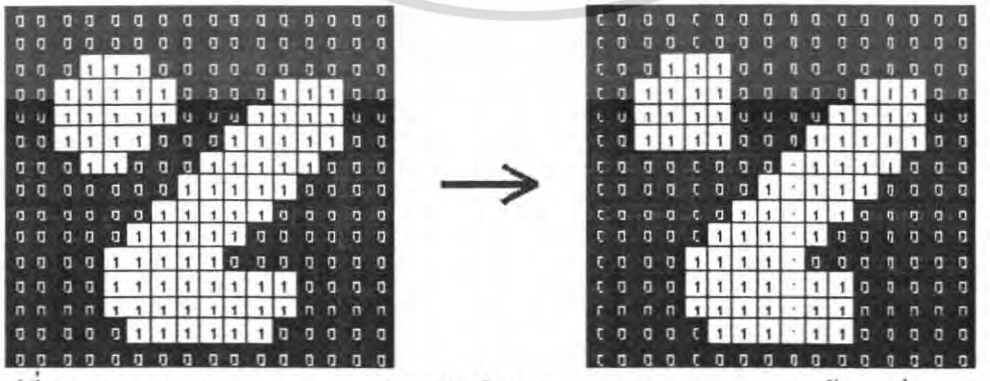
การทำกระบวนการขยายขนาดรูปทรงของวัตถุในภาพสามารถแทนได้ด้วยสัญลักษณ์

$$(A \oplus B) \tag{2.7}$$

2.1.8 การลดและขยายรูปทรงวัตถุในภาพ (Opening morphology)

การลดและขยายรูปทรงวัตถุในภาพ หรือ Opening morphology จัดเป็นการนำการประมวลผลภาพทางรูปทรง (Morphology) มาประยุกต์ ด้วยการลดขนาดรูปทรงของวัตถุในภาพ (Erosion) ก่อน จากนั้นจึงทำการขยายขนาดรูปทรงของวัตถุในภาพ (Dilation) คืน โดยการใช้มาร์คเดียวกันในการลดและขยายขนาดรูปทรงทำให้รายละเอียดที่ไม่เหมือนกับในมาร์คที่กำหนดไว้หายไป คงเหลือไว้เฉพาะวัตถุที่รูปทรงที่ต้องการ

$$B = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$



รูปที่ 2.9 กระบวนการลดและขยายรูปทรงวัตถุในภาพ (Opening morphology) ด้วยมาร์ค B [3]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการลดและขยายรูปทรงวัตถุในภาพสามารถแสดงได้ด้วยสัญลักษณ์

$$A \circ B = (A \oplus B) \Theta B \tag{2.8}$$

2.1.9 การแยกขอบวัตถุจากภาพ (Boundary Extraction)

การแยกขอบวัตถุจากภาพ หรือ Boundary Extraction จัดเป็นอีกวิธีหนึ่งที่นำกระบวนการประมวลผลภาพที่เกี่ยวกับรูปทรงของภาพ (Morphology) มาประยุกต์ใช้ โดยการนำภาพวัตถุต้นฉบับกับภาพวัตถุที่ทำการลดขนาดรูปทรงของวัตถุในภาพ (Erosion) แล้วมาลบกัน ผลที่ได้จะทำให้เหลือเพียงขอบของวัตถุในภาพเท่านั้น

รูปที่ 2.10 ภาพแสดงผลก่อนและหลังการแยกขอบวัตถุจากภาพ [2]

การทำกระบวนการแยกขอบวัตถุในภาพสามารถแทนได้ด้วยสัญลักษณ์

$$\beta(A) = A - (A \Theta B) \tag{2.9}$$

เมื่อ $\beta(A)$ คือ ส่วนขอบของภาพ A

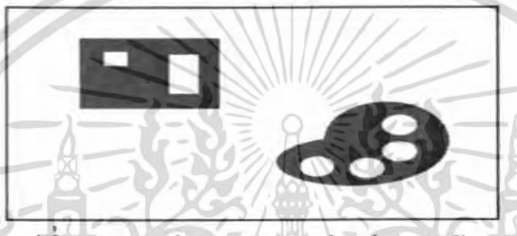
$(A \Theta B)$ คือ ผลของการทำ Erosion ของภาพ A ด้วยรูปแบบ B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.10 การถมช่องว่างของวัตถุในภาพขาวดำ (Gap flood fill)

การถมช่องว่างของวัตถุในภาพขาวดำนั้นเป็นการทำให้วัตถุในภาพดูเป็นเนื้อเดียวกัน เป็นการนำวิธีการประมวลผลภาพอื่นๆมาใช้ประยุกต์ร่วมกัน มีขั้นตอนการทำ 3 ขั้นตอนคือ

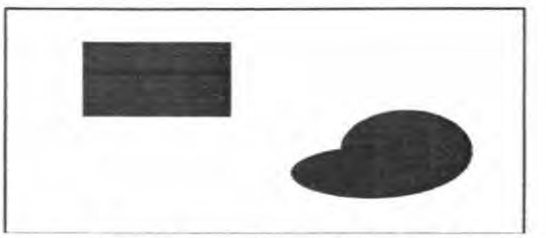
1) เติมสีในช่องว่างทั้งหมดด้วยสีอื่นที่ไม่มีในภาพ
2) ทำการลบสีที่ถมไปบริเวณขอบนอกทั้งหมด ด้วย Algorithms Flood fill
3) ทำการแปลงภาพให้กลายเป็นขาว-ดำอีกครั้ง ซึ่งจะทำให้ส่วนของสีอื่นที่ถมในช่องว่างของวัตถุกลายเป็นสีเดียวกับวัตถุในภาพ



รูปที่ 2.11 ภาพก่อนทำการถมช่องว่างของวัตถุ

รูปที่ 2.12 ภาพหลังการถมช่องว่างทั้งหมดด้วยสีอื่นที่ไม่มีในภาพ

รูปที่ 2.13 ภาพหลังการทำการลบสีที่ถมไปบริเวณขอบนอกทั้งหมด



รูปที่ 2.14 ภาพหลังการทำการแปลงภาพให้กลายเป็นขาวดำอีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ทฤษฎีการคำนวณทางคณิตศาสตร์

ในส่วนนี้จะขอกล่าวเกี่ยวกับทฤษฎีการคำนวณทางคณิตศาสตร์ ที่ใช้ในโครงงานนี้ซึ่งจะประกอบไปด้วยการคำนวณข้อมูลในระนาบสองมิติที่ใช้ในกระบวนการประมวลผลภาพ และการคำนวณทางสถิติเพื่อการเปรียบเทียบผลที่ได้จากการทดลอง

2.2.1 การคำนวณหาจุดศูนย์กลางของวัตถุใดๆในระนาบ 2 มิติ (2D object centroid)

ในการหาจุดศูนย์กลางของวัตถุที่มีรูปทรงไม่คงที่ในระนาบ 2 มิตินั้นสามารถหา จากสมการดังนี้

$$A = \frac{1}{2}\sum_{i=0}^{N-1}(x_i y_{i+1} - x_{i+1}y_i)$$

$$C_x = \frac{1}{6A}\sum_{i=0}^{N-1}(x_i + x_{i+1})(x_i y_{i+1} - x_{i+1}y_i) \qquad (2.10)$$

$$C_y = \frac{1}{6A}\sum_{i=0}^{N-1}(y_i + y_{i+1})(x_i y_{i+1} - x_{i+1}y_i)$$

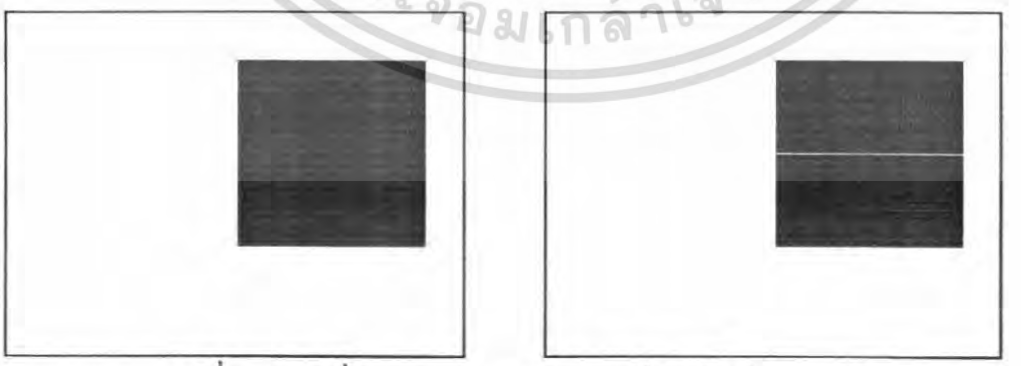
$$i = 0,1,2,\ldots,N-1$$

เมื่อ C_x คือ จุดศูนย์กลางของวัตถุในแกน x

C_y คือ จุดศูนย์กลางของวัตถุในแกน y

A คือ พื้นที่ทั้งหมดของวัตถุ

N คือ เส้นรอบรูปของวัตถุ



รูปที่ 2.15 ภาพที่แสดงการคำนวณหาจุดศูนย์กลางวัตถุในระนาบ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 การคำนวณระยะการกระจัดแบบยูคลิด (Euclidean Distance)

การคำนวณระยะการกระจัดแบบยูคลิด หรือ Euclidean Distance คือการหาระยะทางระหว่างจุดสองจุด โดยประยุกต์มาจากทฤษฎีบทของพีทาโกรัส หาได้จากสมการดังนี้

$$\mathrm{d} = |\boldsymbol{x} - \boldsymbol{y}| = \sqrt{\sum_{i=1}^{N} |x_i - y_i|^2} \tag{2.11}$$

เมื่อ d คือ ระยะการกระจัดยูคลิด

$(\boldsymbol{x}, \boldsymbol{y})$ คือ ข้อมูลที่ต้องการนำมาคำนวณหาระยะการกระจัดยูคลิด

2.2.3 การปรับขนาดของข้อมูล (Data scaling)

การปรับขนาดของข้อมูลหรือ Data scaling นั้นเป็นกระบวนการที่ใช้ในการลดหรือขยายขนาดของข้อมูลโดยยังคงลักษณะเดิมอยู่ ซึ่งการปรับขนาดของข้อมูลสามารถทำได้โดยใช้สมการ

$$\boldsymbol{d_f}(n) = \boldsymbol{d_i}\left(n \times \frac{N_f}{N_i}\right) \quad ; \quad n = 0,1,2,\dots,N_f \tag{2.12}$$

เมื่อ N_i คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมดก่อนการทำ Scaling

N_f คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมดหลังการทำ Scaling

$\boldsymbol{d_i}$ คือ ชุดข้อมูลก่อนทำการ Scaling

$\boldsymbol{d_f}$ คือ ชุดข้อมูลหลังทำการ Scaling

2.2.4 การปรับขอบเขตของข้อมูลให้อยู่ในช่วงเดียวกัน (Normalization)

การปรับข้อมูลให้เป็นมาตรฐาน คือการปรับขอบเขตของข้อมูลให้มีค่าเท่ากัน โดยส่วนใหญ่มักจะปรับให้มีค่ามาตรฐานเท่ากับหนึ่ง ซึ่งสามารถทำได้โดยใช้สมการ

$$\boldsymbol{d_f}(n) = \boldsymbol{d_i}(n)/\max\left[\boldsymbol{d_i}\right] \quad ; \quad n = 0,1,2,\dots,N \tag{2.13}$$

เมื่อ $\boldsymbol{d_i}$ คือ ชุดข้อมูลก่อนทำการ Normalization

$\boldsymbol{d_f}$ คือ ชุดข้อมูลหลังทำการ Normalization

$\max\left[\boldsymbol{d_i}\right]$ คือ ค่าสูงสุดของชุดข้อมูลก่อนทำการ Normalization

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.5 อนุกรมฟูเรียร์ (Fourier series)

ในทางคณิตศาสตร์ มีทฤษฎีหนึ่งที่ทำให้สามารถพิจารณาฟังก์ชันใดๆก็ตามที่เป็นฟังก์ชันแบบเป็นคาบ จะสามารถเขียนให้อยู่ในรูปของอนุกรมของฟังก์ชันฮาร์โมนิกส์ได้ ซึ่งการพิจารณาฟังก์ชันที่เป็นคาบให้เป็นอนุกรมดังกล่าวเรามักเรียกว่า *การวิเคราะห์ฮาร์โมนิกส์* (Harmonic Analysis) และอนุกรมที่เราใช้แทนค่าฟังก์ชันเป็นที่รู้จักกันดีในชื่อของ *อนุกรมฟูเรียร์* (Fourier series) ซึ่งจะเป็นอนุกรมของฟังก์ชันไซน์และโคไซน์

ถ้าฟังก์ชัน $f(x)$ เป็นฟังก์ชันคาบใดๆซึ่งมีคาบเท่ากับ T สามารถเขียนให้อยู่ในรูปอนุกรมฟูเรียร์ได้ในรูป

$$f(x) = a_0 + a_1\cos(\omega x) + a_2\cos(2\omega x) + \cdots + b_1\sin(\omega x) + b_2\sin(2\omega x) + \cdots \tag{2.14}$$

หรือ

$$f(x) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty}[a_n\cos(n\omega x) + b_n\sin(n\omega x)] \tag{2.15}$$

เมื่อ $\omega = \frac{2\pi}{T}$ ค่า $a_0, a_1, a_2, \ldots$ และ $b_0, b_1, b_2, \ldots$ เป็นค่าคงที่ เรียกว่า สัมประสิทธิ์อนุกรมฟูเรียร์ Fourier Coefficient สามารถหาได้โดยคูณสมการด้วย $\cos(n\omega x)$ และ $\sin(n\omega x)$ จากนั้นจึงหาปริพันธ์ในช่วงหนึ่งคาบเวลา จะได้ว่า

$$a_0 = \frac{1}{T}\int_{-T/2}^{T/2} f(x)dx \tag{2.16}$$

$$a_0 = \frac{2}{T}\int_{-T/2}^{T/2} [f(x)\cos(n\omega x)]dx \tag{2.17}$$

$$b_0 = \frac{2}{T}\int_{-T/2}^{T/2} [f(x)\sin(n\omega x)]dx \tag{2.18}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.6 การประมาณเส้นตรง (Linear Approximation)

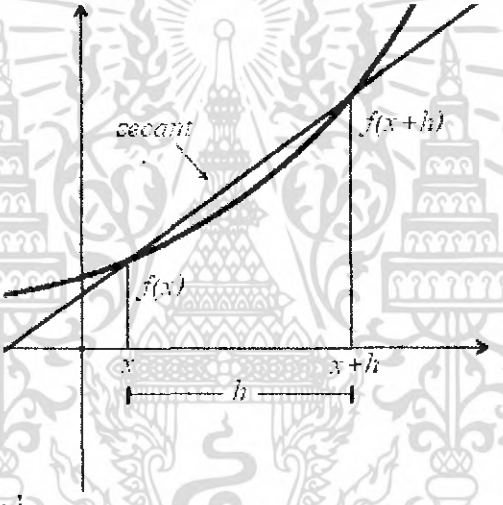
คือกระบวนการประมาณค่าการเปลี่ยนแปลงของกราฟ โดยอาศัย Linear function ซึ่งในที่นี้เราจะใช้วิธีการ secant approximation หรือการประมาณค่าความชันโดยอาศัยเส้นตรงที่ลากตัดกราฟ 2 จุดขึ้นไป มาคำนวณหาความชันของกราฟ ณ ตำแหน่งใดๆ ซึ่งคำนวณได้ด้วยสมการดังนี้

$$m = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{f(x+h) - f(x)}{(x+h) - x} = \frac{f(x+h) - f(x)}{h} \qquad (2.19)$$

เมื่อ m คือ ความชันของเส้นตรงที่ลากตัดผ่านกราฟ

$f(x)$ คือ ฟังก์ชันของกราฟ หรือ ตำแหน่งในแกน y

h คือ ระยะห่างในแกน x ระหว่างจุดตัดของเส้นตรงที่ตัดกราฟ



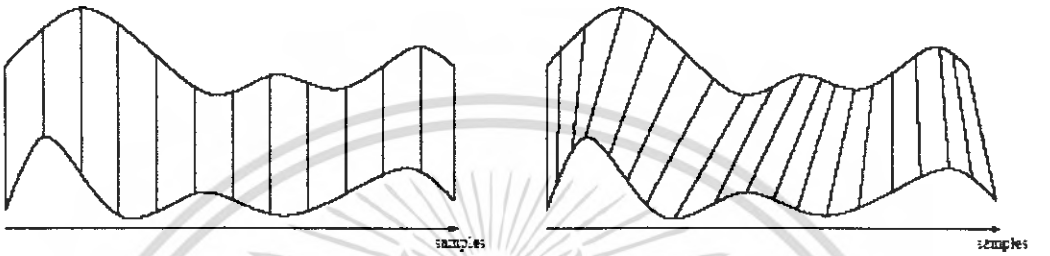
รูปที่ 2.16 การคำนวณการหา secant approximation

*หมายเหตุ – สมการการคำนวณหา Secant approximation มีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Newton's difference quotient

83148
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.7 Dynamic Programming Matching (DP Matching)

Dynamic Programming Matching หรือ DP Matching เป็นวิธีการเปรียบเทียบชุดข้อมูลสองชุด โดยมีการคำนึงความเบี่ยงเบนของข้อมูลที่อยู่ตำแหน่งใกล้เคียงกัน ของข้อมูลที่มาเปรียบเทียบด้วย ซึ่งต่างจากวิธีการ Euclidean Distance ซึ่งจะเป็นการจับคู่ข้อมูลเพื่อทำการคำนวณเปรียบเทียบกันแบบหนึ่งต่อหนึ่งเพื่อหาว่าข้อมูลมีค่าต่างกันเท่าไหร่



(ก) (ข)

รูปที่ 2.17 (ก) การเปรียบเทียบข้อมูลแบบ Euclidean Distance (ข) การเปรียบเทียบข้อมูลแบบ DP Matching

วิธีการ DP Matching จะเปรียบเทียบของข้อมูลที่ลักษณะรูปแบบใกล้เคียงกันมากที่สุด เพื่อให้ค่าที่เหลือเปรียบเทียบกับค่าที่ใกล้เคียงกับตัวมันเองซึ่งจะทำให้ความความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในการเปรียบเทียบน้อยที่สุด

DP Matching สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$DP(Q,C) = min \sqrt{\sum_{k=1}^{K} w_k} \tag{2.30}$$

เมื่อ Q คือ ค่าของข้อมูลที่จุดต่างๆของกราฟอ้างอิง

C คือ ค่าของข้อมูลที่จุดต่างๆของกราฟที่นำมาเปรียบเทียบ

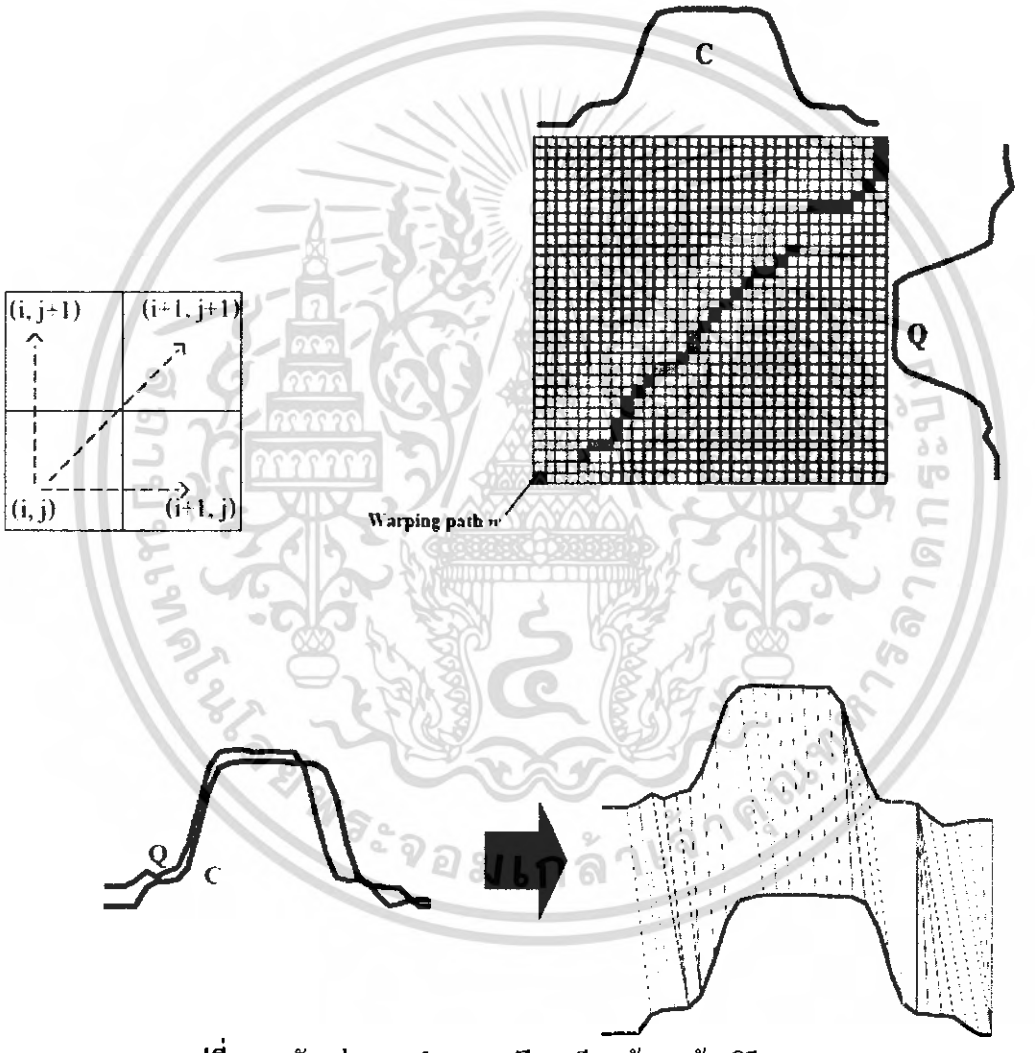
w_k คือ ค่าที่นับเพิ่มขึ้นเมื่อ Q เปรียบเทียบกับ C แล้วได้ค่าที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Wrapping Path หรือ w สามารถหาได้จากการประมาณตามสมการ

$$\gamma(i,j) = d(q_i, c_j) + \min\{\gamma(i+1, j+1), \gamma(i+1, j), \gamma(i, j+1)\} \quad (2.31)$$

เมื่อ $\gamma(i,j)$ คือ ระยะทางสะสมของระยะทาง $d(q_i, c_j)$ และระยะทางสะสมน้อยที่สุดอยู่ที่อยู่ในตารางช่องข้างเคียง



รูปที่ 2.18 ตัวอย่างการคำนวณเปรียบเทียบข้อมูลด้วยวิธี DP Matching

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.8 การกระจายแบบ Karhunen – Loeve (K-L Expansion)

เราสามารถแสดงลำดับข้อมูลใดๆ ให้อยู่ในรูปของอนุกรมลำดับของฟังก์ชันที่ตั้งฉากกัน $\boldsymbol{U}_n$ ร่วมกับค่าสัมประสิทธิ์ ซึ่งเรียกว่าการกระจายแบบ Karhunen - Loeve expansion แสดงได้ดังสมการต่อไปนี้

$$\bar{X} = \sum_{n=0}^{N} C_n \boldsymbol{U}_n \tag{2.32}$$

เมื่อ $\bar{X}$ คือ เวคเตอร์แสดงลำดับข้อมูลใดๆ

C_n คือ ค่าสัมประสิทธิ์

$\boldsymbol{U}_n$ คือ เวคเตอร์ที่ตั้งฉากกัน

เราสามารถแสดงค่า $\boldsymbol{U}_n$ ให้อยู่ในรูปของ Eigen Vector ได้ดังนี้

$$R\boldsymbol{U}_n = \lambda_n \boldsymbol{U}_n \tag{2.33}$$

เมื่อ λ_n คือ Eigen value ที่มีค่าสอดคล้องกับ Eigen vector $\boldsymbol{U}_n$

R คือ Covariance Matrix

ค่า R หรือ Covariance Matrix สามารถคำนวณได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$R = \frac{1}{N}\sum_{i=0}^{N}(\bar{X} - \bar{\bar{X}})(\bar{X} - \bar{\bar{X}})^T \quad ; \quad \bar{\bar{X}} = \frac{1}{N}\sum_{i=0}^{N}\bar{X}_i \tag{2.34}$$

เราสามารถคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ K-L ได้ดังนี้

$$\bar{C} = \boldsymbol{U}_n \bar{X}$$

$$\boldsymbol{U} = [\boldsymbol{U}_1, \boldsymbol{U}_2, \dots, \boldsymbol{U}_n]$$

$$\bar{C} = [C_1, C_2, \dots, C_n]$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบโครงงาน

ในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนรายละเอียดที่ใช้ในการแยกพันธุ์ปลา และส่วนของโครงสร้างรวม ไปถึงกระบวนการทำงานของเครื่องคัดแยกพันธุ์ปลาในส่วนที่ใช้ในโครงงานนี้เพื่อการคัดแยกพันธุ์ปลา

3.1 เครื่องคัดแยกพันธุ์ปลา

เครื่องคัดแยกพันธุ์ปลานี้เป็นการพัฒนาร่วมกันระหว่างกลุ่มโครงงานการตรวจสอบกลิ่น (Odor Verification) โดยมีการแยกเป็นส่วนต่างๆตามลักษณะการทำงาน ทำให้สามารถทำงานแยกกันได้

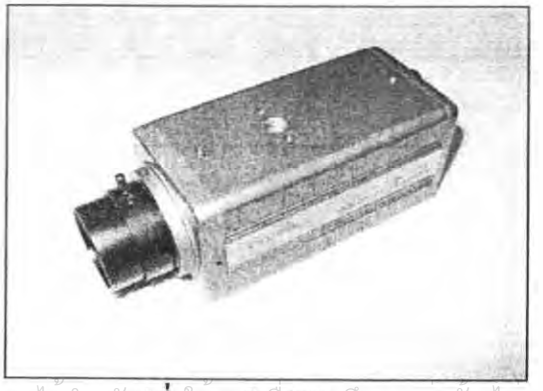
3.1.1 โครงสร้างของเครื่องคัดแยกพันธุ์ปลา

เครื่องคัดแยกพันธุ์ปลามีส่วนประกอบหลักๆ 3 ส่วนด้วยกัน ได้แก่

1) ส่วนกล่องถ่ายภาพ
2) ส่วนสายพานและชุดดีด
3) ส่วนเครื่องตรวจจับกลิ่น

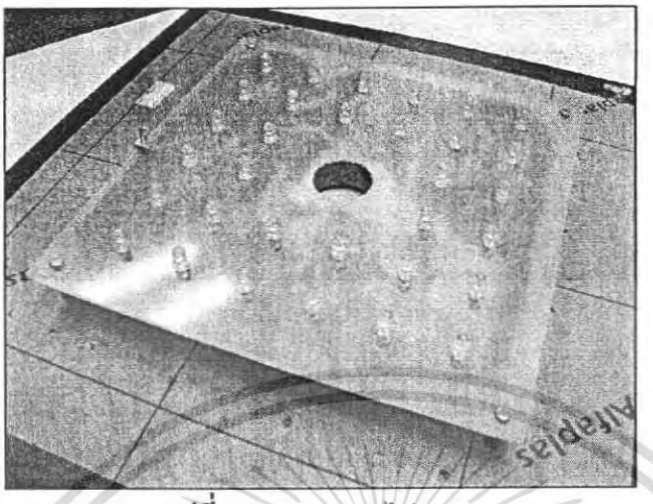
โดยในส่วนของกล่องถ่ายภาพนั้นจะประกอบไปด้วย

- กล้องดิจิตอลวิดีโอ
- แผงหลอดไฟ LED
- วงจรควบคุมแรงดันไฟสำหรับแผงหลอดไฟ LED
- การ์ด Video Capture

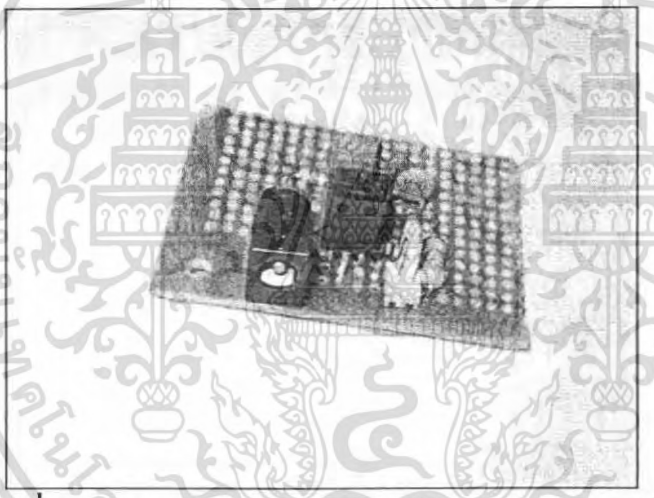


รูปที่ 3.1 กล้องวิดีโอ CCD

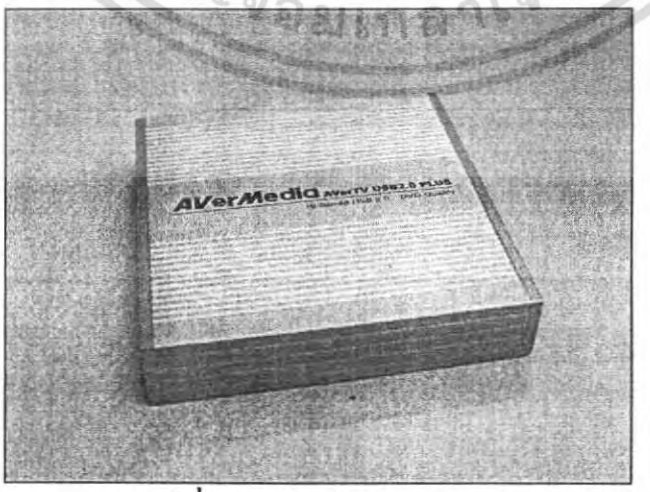
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 แผงหลอดไฟ LED

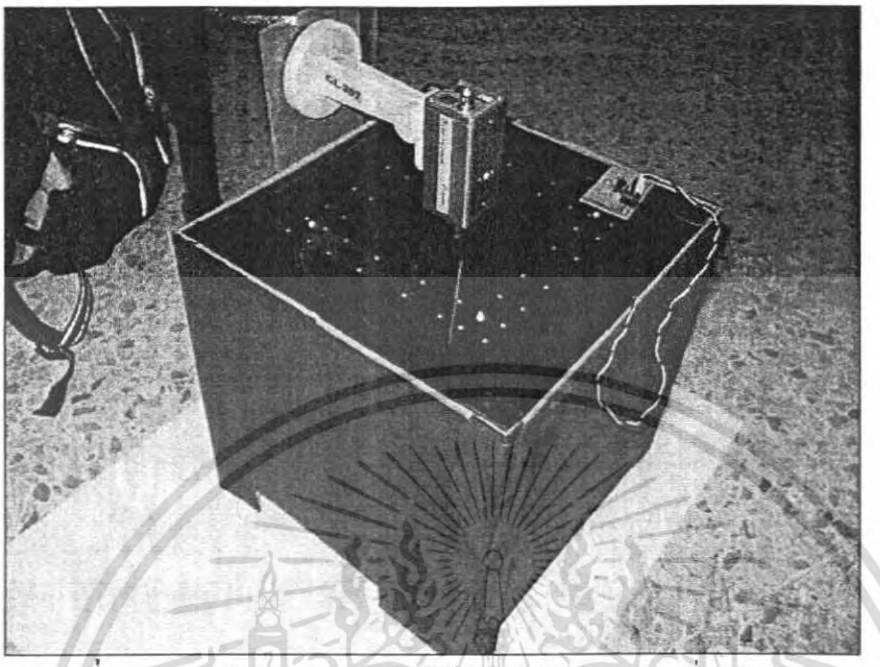


รูปที่ 3.3 วงจรควบคุมแรงดันไฟสำหรับแผงหลอดไฟ LED

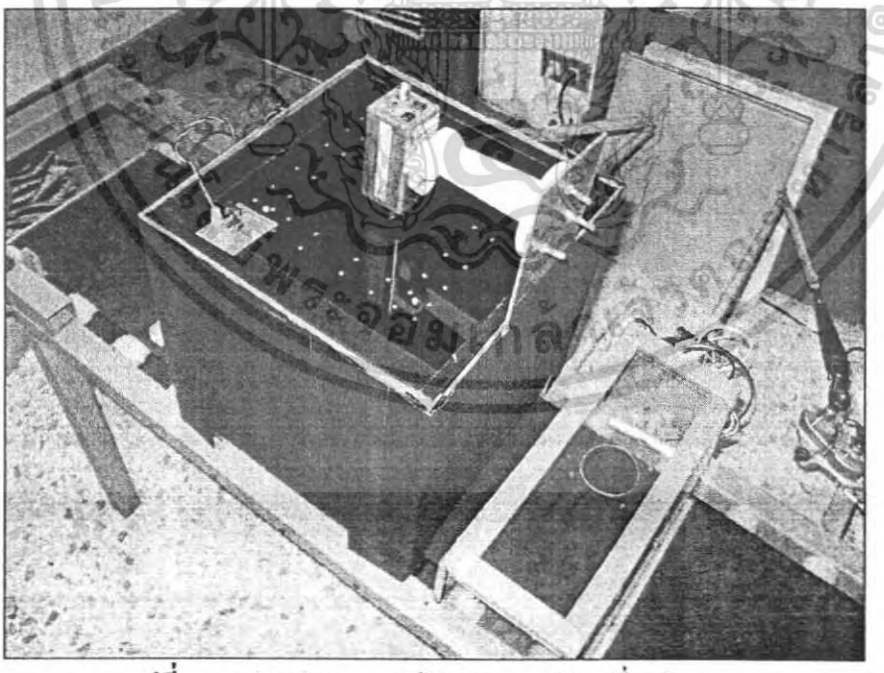


รูปที่ 3.4 การ์ด Video Capture

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 กล่องถ่ายภาพขณะยังไม่ได้นำไปประกอบกับเครื่องคัดแยก



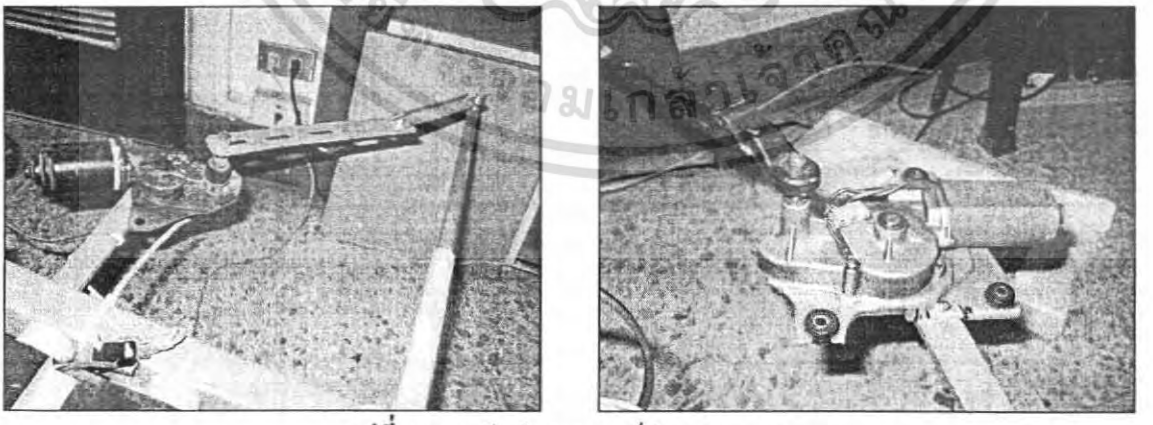
รูปที่ 3.6 กล่องถ่ายภาพนำไปประกอบกับเครื่องคัดแยก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนบริเวณสายพานและชุดดีดจะประกอบไปด้วย

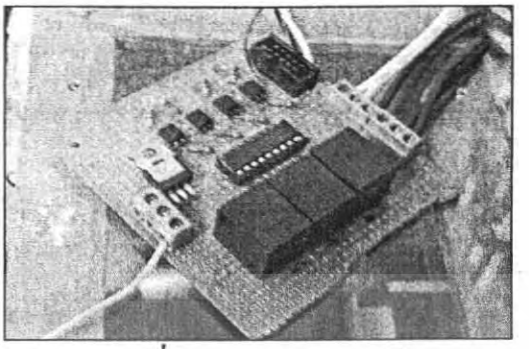
- มอเตอร์ควบคุมการหมุนของสายพาน
- ชุดดีดติดมอเตอร์ จำนวน 2 ชุด
- ไมโครสวิตช์ เพื่อการระบุตำแหน่งการหยุดสายพานและควบคุมชุดดีด
- วงจรขับมอเตอร์ทั้งสามตัว
- วงจรสำเร็จรูป ET-BASE AVR ATMEGA 64 เพื่อการติดต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่าน Serial Port
- แบตเตอรี่ Lithium-Polymer ขนาด 3 Cell, ให้ไฟ 11.9 Volt

รูปที่ 3.7 มอเตอร์ควบการหมุนของสายพาน

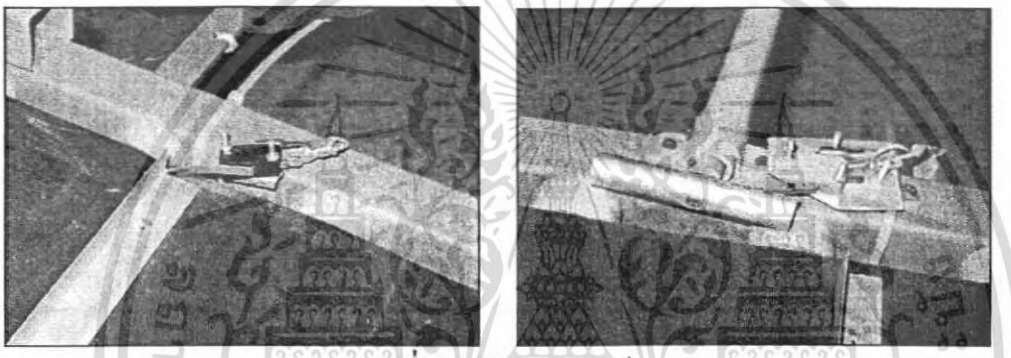


รูปที่ 3.8 ชุดดีดติดมอเตอร์ จำนวน 2 ชุด

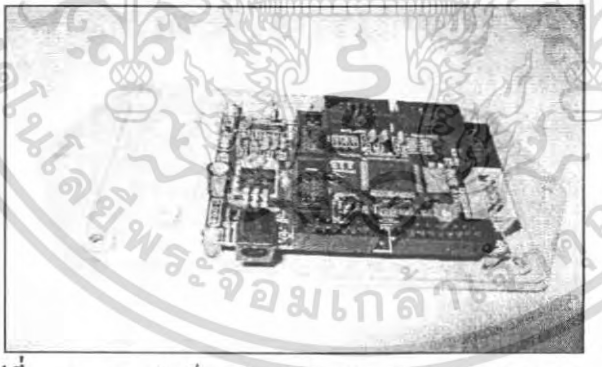
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 วงจรขับมอเตอร์



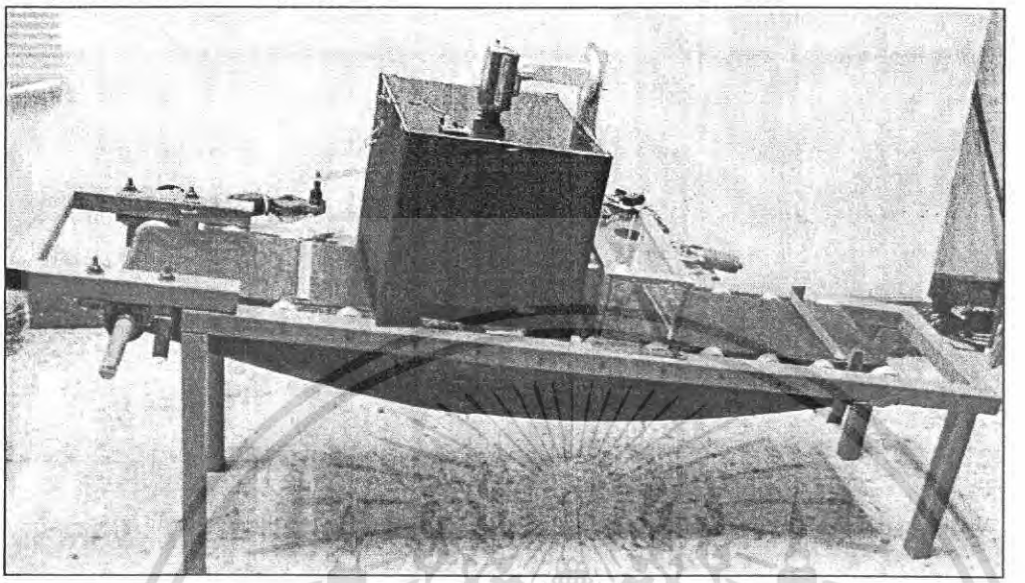
รูปที่ 3.10 ไมโครสวิตช์



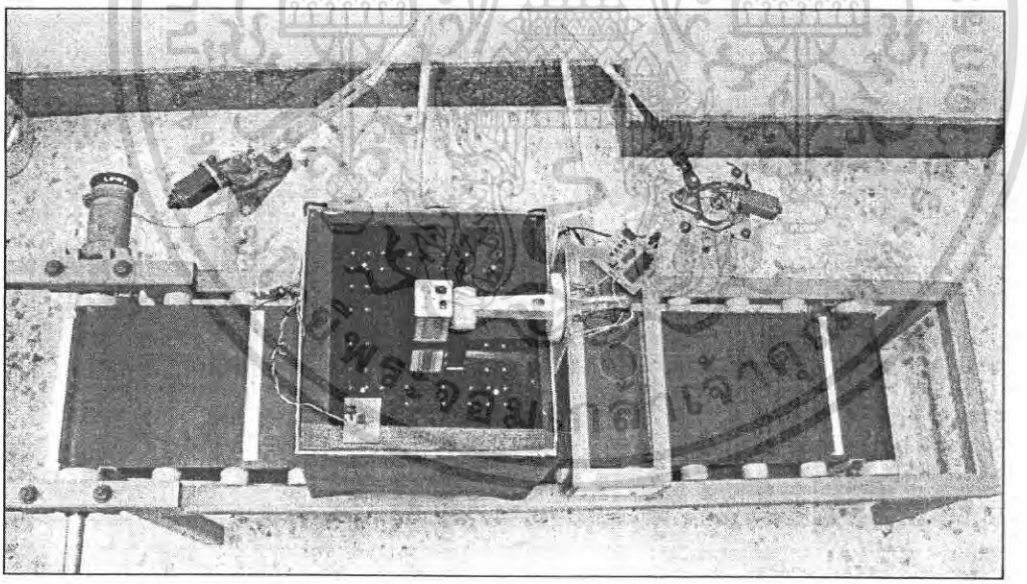
รูปที่ 3.11 วงจรสำเร็จรูป ET-BASE AVR ATMEGA 128

รูปที่ 3.12 แบตเตอรี่ Lithium-Polymer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)



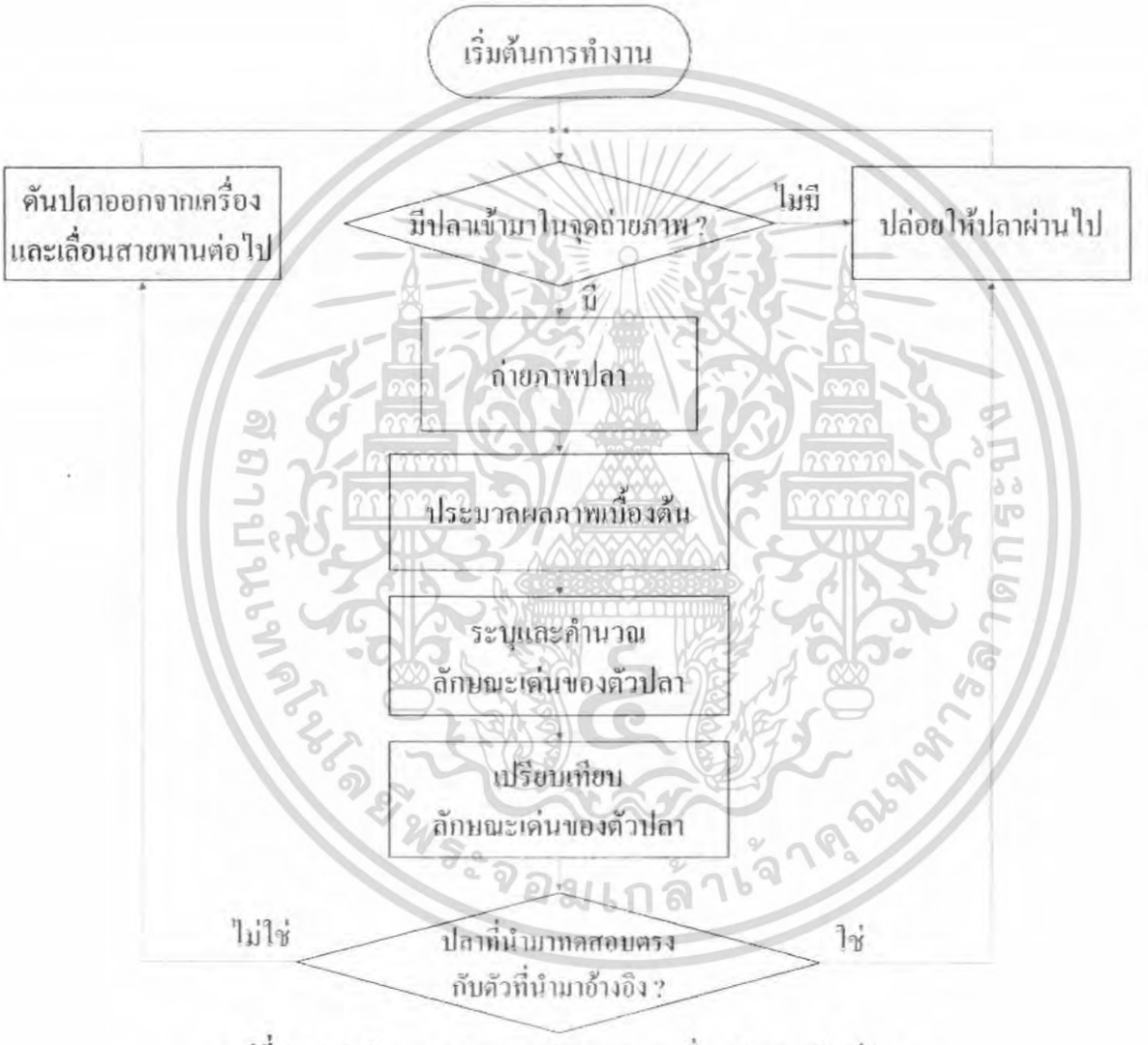
(ข)

รูปที่ 3.13 เครื่องคัดแยกพันธุ์ปลา (ก) ภาพถ่ายด้านข้าง (ข) ภาพถ่ายด้านบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 กระบวนการทำงานของเครื่องคัดแยกพันธุ์ปลา

ในการทำงานของเครื่องคัดแยกพันธุ์ปลาในส่วนของการถ่ายภาพเพื่อการคัดแยกนั้นแสดงให้เห็นตามไดอะแกรมในรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 ลำดับกระบวนการทำงานของเครื่องคัดแยกพันธุ์ปลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การถ่ายรูปตัวปลา (Capturing fish image)

ในการถ่ายภาพนั้นเพื่อที่จะได้ภาพที่มีความเหมาะสมในการประมวลผลภาพหรือสามารถระบุส่วนของตัวปลาออกมาจากภาพได้อย่างชัดเจนนั้นเรามีความจำเป็นจะต้องทำการควบคุมสภาพแวดล้อมด้วย โดยภาพที่ถ่ายออกมานั้นจะต้องเห็นตัวปลาชัดเจนและมีสิ่งรบกวนในภาพน้อย ลักษณะสีของภาพถ่ายไม่ผิดเพี้ยนไปจากความจริงมากนัก ซึ่งการวิธีการควบคุมสภาพแวดล้อมสามารถทำได้ดังนี้

3.2.1 ควบคุมฉากหลังของภาพ

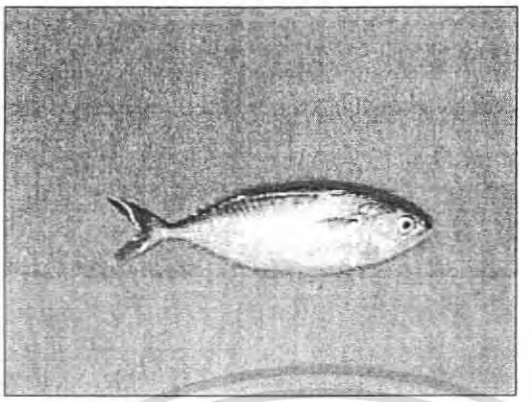
การควบคุมฉากหลังของภาพให้มีสีเดียวกันโดยตลอดนั้นจะทำให้การระบุตัวปลาออกจากฉากพื้นหลังทำได้ง่ายและมีประสิทธิภาพมากขึ้น แต่เนื่องจากตัวปลาที่นำมาทดสอบเป็นวัตถุที่มีชีวิตที่เปียกน้ำและมีคราบติดอยู่ดังนั้นหลังการถ่ายภาพปลาทุกครั้งเราจึงควรทำความสะอาดพื้นหลังก่อนทำการถ่ายปลาตัวต่อไป

3.2.2 ควบคุมปริมาณแสง

การควบคุมปริมาณแสงขณะทำการถ่ายทำถือเป็นอีกส่วนหนึ่งที่สำคัญ การควบคุมให้แสงที่ถูกต้องจะต้องทำให้ไม่เกิดการสะท้อนบนบริเวณฉากหลัง และแสงที่ส่องลงมานั้นต้องมีการกระจายให้แสงให้มีความเข้มเท่ากันทุกพื้นที่ เพื่อทำให้ฉากหลังดูเรียบเป็นสีเดียวกัน

รูปที่ 3.15 ภาพถ่ายที่ไม่ได้ควบคุมสภาพแวดล้อมขณะถ่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.16 ภาพถ่ายปลาที่ควบคุมสภาพแวดล้อมขณะถ่าย

3.3 การประมวลผลภาพเบื้องต้น (Image processing)

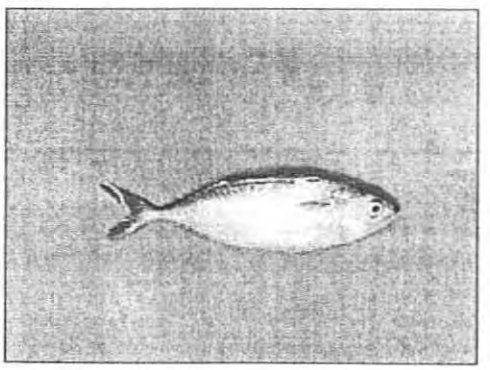
จากภาพถ่ายที่ได้มานั้น เราจะทำการแยกฉากหลังออกจากภาพให้เพื่อเหลือแต่ตัวปลาเท่านั้น ซึ่งสามารถทำได้โดยการนำกระบวนการประมวลผลภาพดิจิตอลเข้ามาช่วย ดังที่แสดงในไดอะแกรมด้านล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

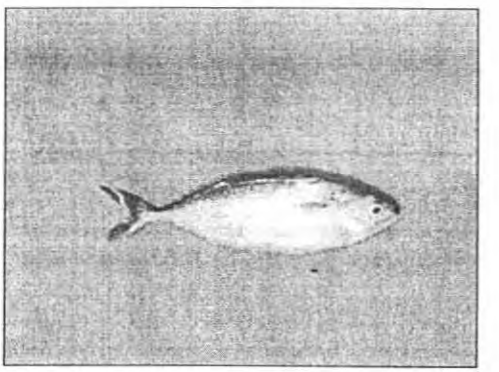
รูปที่ 3.17 ลำดับการประมวลผลภาพเพื่อระบุตัวปลาในการทดลอง

3.3.1 การปรับแต่งคุณภาพของภาพ

การปรับแต่งคุณภาพของภาพ คือการทำให้ภาพมีความเหมาะสมต่อการประมวลผลมากยิ่งขึ้น เช่น การลดสัญญาณรบกวนภายในภาพที่เกิดขึ้น ทำได้ด้วยการใช้ตัวกรองความถี่มัธยฐาน (Median Filter) เข้ามาช่วยซึ่งจะทำให้สัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นในภาพลดลงในระดับหนึ่งก่อน เป็นต้น



(ก)



(ข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.18 การกรองสัญญาณรบกวนด้วย Median filter (ก) ภาพที่ประกอบด้วยสัญญาณรบกวน (ข) ผลลัพธ์ที่ถูกกรองด้วย Median filter ขนาด 3x3

3.3.2 แปลงภาพสีในแบบจำลองสี RGB ให้เป็นภาพในแบบจำลองสี HSV

เนื่องจากภาพที่ถ่ายมานั้นมีลักษณะเป็นภาพสีแบบ RGB ดังนั้นเพื่อความสะดวกในการลบฉากหลังออกเราจึงต้องแปลงสีของภาพให้อยู่ในรูปแบบ HSV ก่อน เพราะภาพที่มีสีแบบ HSV นั้น จะสามารถแบ่งแยกสีได้อย่างชัดเจนด้วยการพิจารณาค่าสี (Hue) นั้นเอง

การแปลงภาพสีแบบ RGB ให้เป็นภาพสีแบบ HSV สามารถทำได้โดยใช้ทฤษฎีสมการที่ (2.1) – (2.4) มาใช้ในคำนวณ

$$V = \max\{R, G, B\}$$

$$\delta = V - \max\{R, G, B\}$$

$$S = \frac{\delta}{V}$$

ทำให้ได้ผลลัพธ์สำหรับค่าสีโดยที่เราจะพิจารณาจากกรณีต่อไปนี้

$$R = V, \quad H = \frac{1}{6}\frac{G - B}{\delta}$$

$$G = V, \quad H = \frac{1}{6}\left(2 + \frac{B - R}{\delta}\right)$$

$$B = V, \quad H = \frac{1}{6}\left(4 + \frac{B - R}{\delta}\right)$$

ค่าของสามสี R, G, B ต้องอยู่ระหว่าง 0 และ 1 เท่านั้น ถ้ามีค่าระหว่าง 0 และ 255 ต้องทำการหารค่าต่างๆด้วย 255 จากภาพขอยกตัวอย่างออกมา 1 พิกเซล ดังนี้

ตัวอย่างการคำนวณ

(R, G, B) = (0.2 , 0.4 , 0.6) จะได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$V = \max\{0.2, 0.4, 0.6\} = 0.6$$

$$\delta = V - \min\{0.2, 0.6, 0.4\} = 0.6 - 0.2 = 0.4$$

$$S = \frac{0.4}{0.6} = 0.6667$$

เมื่อ $B = V$ ดังนั้นจะได้ $H = \frac{1}{6}\left(4 + \frac{0.2 - 0.4}{0.4}\right) = 0.5883$

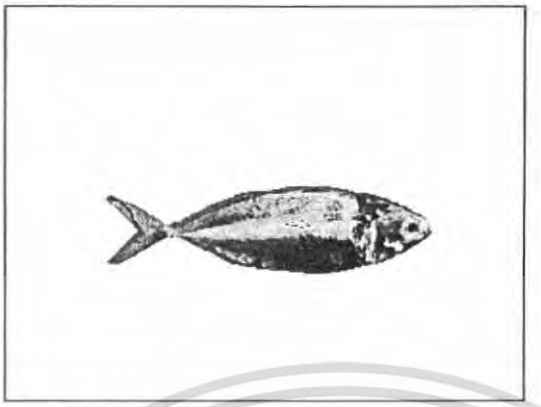
Value **Hue** **Saturation**

รูปที่ 3.19 ภาพในแต่ละแบนด์ของแบบจำลองสี HSV

3.3.3 ลบฉากหลังออกจากภาพ

จากขั้นตอนที่แล้วนั้นภาพที่ได้จากการแปลงสีให้เป็นแบบ HSV นั้น จะทำให้สามารถแบ่งแยกสีของแต่ละจุดบนภาพได้อย่างชัดเจน ดังนั้นเราจึงสามารถแยกส่วนที่เป็นฉากหลังออกไปได้โดยการลบจุดบนภาพที่มีลักษณะสี (ค่า Hue) เหมือนกับสีฉากหลังนั้นเอง โดยสำหรับภาพตัวอย่างนั้นจะเป็นการลบฉากหลังที่เป็นสีเขียวซึ่งมีค่าสีอยู่ที่ประมาณ 0.666 ออกไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.20 ภาพปลาที่ผ่านการลบฉากหลังออกจากภาพแล้ว

3.3.4 แปลงภาพให้เป็นขาวดำ

ภาพที่ทำการตัดฉากหลังออกจะเหลือแต่เพียงตัวปลาเท่านั้น แต่ภาพที่ได้นั้นไม่มีความเหมาะในการทำงาน เราจึงต้องทำการแปลงเป็นภาพขาวดำก่อน โดยการจะกระทำผ่านกระบวนการเทรสโชลด์ (Threshold) ซึ่งสามารถทำได้โดยใช้ทฤษฎีสมการที่ (2.5) มาใช้ในการคำนวณ

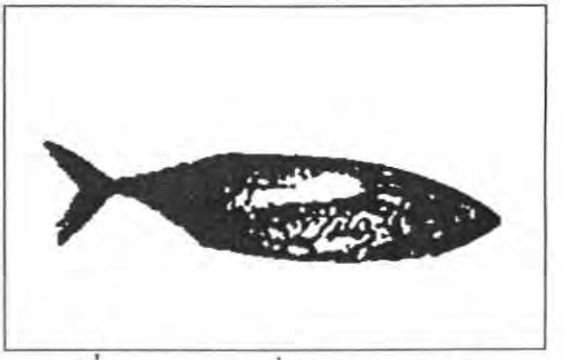
$$B(x,y) = \begin{cases} 1 & \text{ถ้า } I(x,y) \geq 0 \\ 0 & \end{cases}$$

รูปที่ 3.21 ภาพปลาที่แปลงให้เป็นภาพขาวดำ

3.3.5 การเติมเต็มภาพในส่วนที่ขาดหายไป

ในบางครั้งนั้นเนื่องจากภาพปลาที่ผ่านการประมวลผลภาพแล้ว อาจเกิดช่องว่างภายในหรือมีส่วนที่ขาดหายไปบริเวณขอบได้ ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นนี้เราจึงนำกระบวนการประมวลผลภาพทางรูปทรง (Morphology) และกระบวนการถมช่องว่างของวัตถุในภาพเข้ามาช่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.22 ภาพปลาที่มีส่วนขาดแหว่งไป

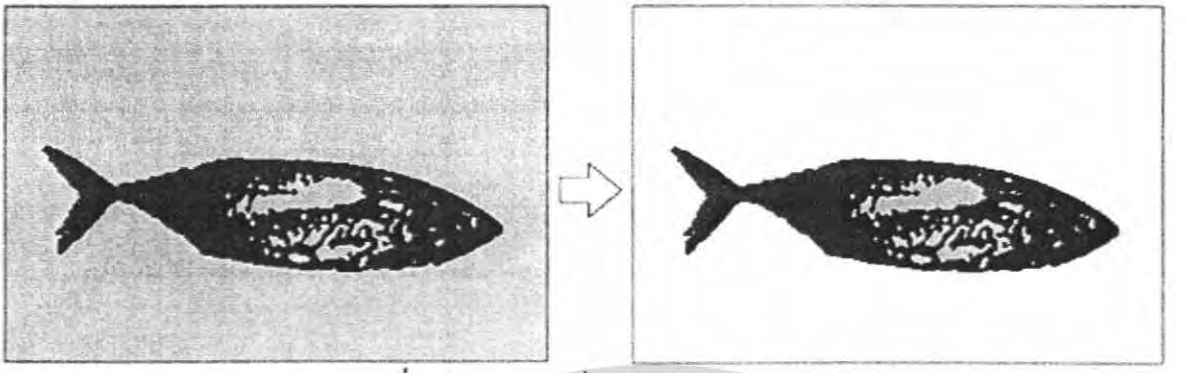
โดยในเบื้องต้นนั้นเพื่อที่จะทำให้ส่วนขอบของวัตถุในภาพที่ขาดออกจากกันกลับมาติดกัน เราจะทำการขยายรูปทรง (Morphology Dilation) ของวัตถุในภาพตามทฤษฎีสมการที่ (2.7)

$$(A \oplus B)$$

หลังจากที่ขอบวัตถุติดกันแล้วขั้นต่อมาที่จะต้องทำคือการถมช่องว่างของวัตถุในภาพให้วัตถุมีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน โดยทำได้ด้วยนำวิธีการประมวลผลภาพอื่นๆมาใช้ประยุกต์ร่วมกัน มีขั้นตอนการทำ 3 ขั้นตอนคือ

1) เติมสีในช่องว่างทั้งหมดด้วยสีอื่นที่ไม่มีในภาพ
2) ทำการลบสีที่ถมไปบริเวณขอบนอกทั้งหมด ด้วย Algorithms Flood fill
3) ทำการแปลงภาพให้กลายเป็นขาว-ดำอีกครั้ง ซึ่งจะทำให้ส่วนของสีอื่นที่ถมในช่องว่างของวัตถุกลายเป็นสีเดียวกับวัตถุในภาพ

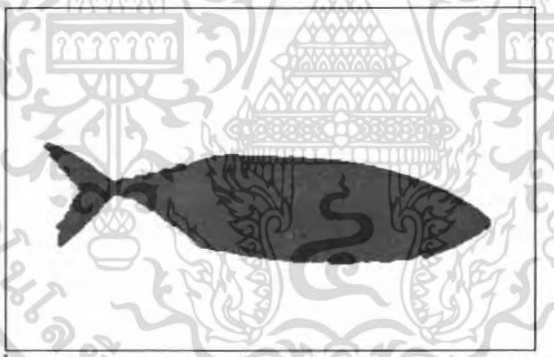
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.23 ภาพปลาที่มีส่วนขาดแหว่งไป

สุดท้ายเพื่อที่จะทำให้วัตถุในภาพกลับมามีขนาดเท่าเดิม เราจะทำการลดรูปทรง (Morphology Erosion) ของวัตถุในภาพตามทฤษฎีสมการที่ (2.7)

$$(A \ominus B)$$



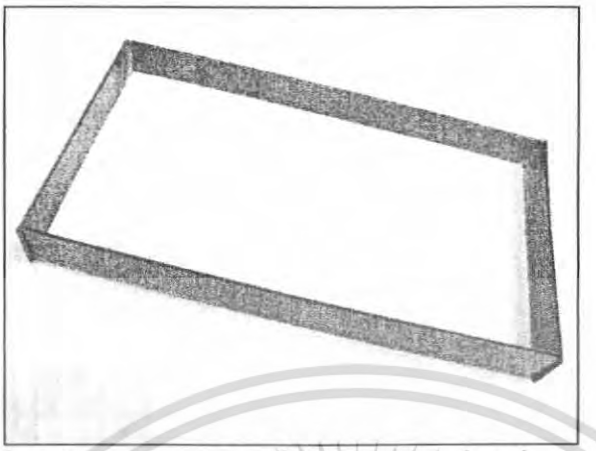
รูปที่ 3.24 ภาพปลาหลังทำการเติมเต็มส่วนที่ขาดหายไป

3.3.6 การตัดภาพส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องทิ้ง

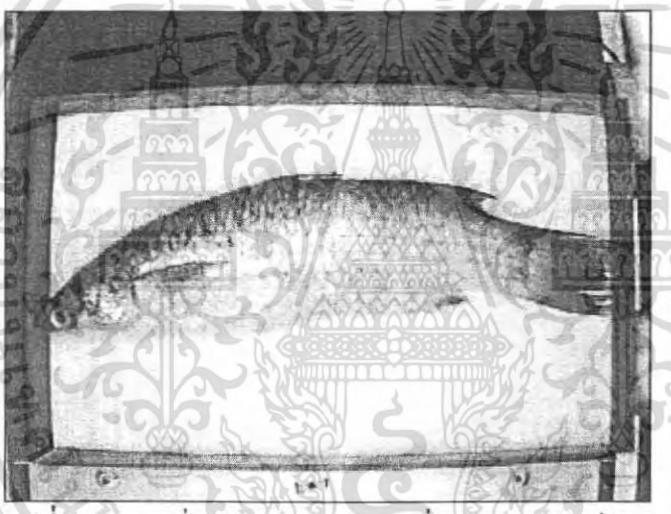
เนื่องจากภาพถ่ายที่จากการถ่ายด้วยกล่องถ่ายภาพที่ติดอยู่เครื่องคัดแยกพันธุ์ปลานั้นจะมีภาพที่ไม่เกี่ยวข้องติดมาทำให้ไม่สามารถระบุส่วนที่เป็นตัวปลาได้ ในการแก้ปัญหานี้เราจึงจะทำการเพิ่มขั้นตอนพิเศษเข้าไปอีกขั้นตอนหนึ่งเพื่อการแก้ปัญหานี้ นั้นคือการตัดส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องทิ้งนั้นเอง

โดยในการจะระบุว่าส่วนไหนคือส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องนั้น เราจะทำการวางปลาลงบนถาดที่ทำขึ้นเป็นพิเศษ ซึ่งบริเวณขอบของถาดนั้นจะมีสีพิเศษ ทำให้เมื่อนำไปประมวลผลภาพแล้วจะใช้ถือเป็นหลักในการแบ่งส่วนที่ต้องการของภาพได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.25 ถาดที่ใช้เป็นภาชนะวางปลาเพื่อการแยกส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องออกจากภาพ



รูปที่ 3.26 ภาพที่ได้จากการถ่ายบนเครื่องคัดแยกพันธุ์ปลา

จากภาพที่ถ่ายได้นั้นการที่จะทำให้ระบุว่าส่วนไหนคือส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องได้จากการพิจารณาขอบสีแดงของถาดที่นำมาใช้นั้นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การดึงลักษณะเด่นของตัวปลา (Feature Extraction)

ในการที่เราจะจำแนกปลาแต่ละพันธุ์ออกจากกันนั้น โครงงานฉบับนี้ได้เลือกศึกษาลักษณะเด่นที่จะนำมาใช้พิจารณาได้ดังนี้

- ลักษณะรูปร่างของตัวปลา
- ขนาดของตัวปลา
- ขนาดของดาปลา (สำหรับทดสอบแยกปลาทูไทยและปลาทูแขกเท่านั้น)

3.4.1 การคำนวณหาลักษณะรูปร่างของตัวปลา

ลักษณะเด่นเบื้องต้นที่เราจะนำมาใช้พิจารณาในการคัดแยกพันธุ์ปลา ในที่นี้เราจะนำลักษณะรูปร่างของตัวปลามาใช้ในการแยกปลาแต่ละชนิดออกจากกัน โดยมีสมมติฐานว่าปลาต่างชนิดกันย่อมมีลักษณะรูปร่างภายนอกแตกต่างกัน

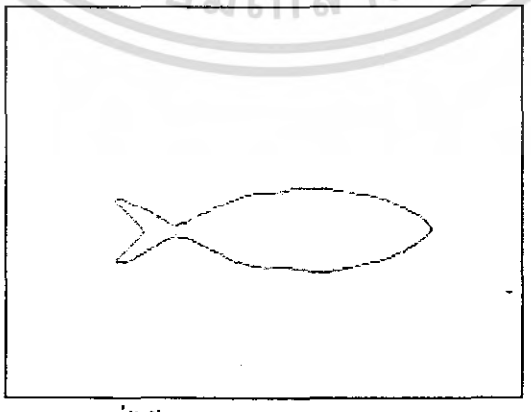
3.4.1.1 การระบุส่วนขอบของตัวปลาจากภาพ

ขั้นแรกนั้นในการที่เราจะคำนวณหาลักษณะรูปร่างของปลาได้นั้นเราจำเป็นที่จะต้องแยกส่วนของขอบปลาในภาพออกมาให้ได้ก่อนซึ่งสามารถทำได้โดยนำภาพปลาในขั้นตอนที่แล้วมาผ่านกระบวนการประมวลผลภาพทางรูปทรง (Morphology) โดยจะทำการลดรูปทรง (Morphology Erosion) ของภาพตามทฤษฎีสมการที่ (2.7)

$$(A \Theta B)$$

จากนั้นจึงนำผลที่ได้มาลบกับภาพต้นฉบับตามทฤษฎีสมการที่ (2.9) ก็จะทำได้ภาพเฉพาะส่วนขอบปลาซึ่งแสดงให้เห็นรูปร่างของปลาออกมาตามที่ต้องการ

$$\beta(A) = A - (A \Theta B)$$



รูปที่ 3.27 ภาพที่ได้จากการคัดแยกเฉพาะขอบของตัวปลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.1.2 การคำนวณหาส่วนรูปร่างของปลาด้วยวิธีการวัดระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางและขอบของตัวปลา

วิธีการหนึ่งที่เรานำมาใช้คำนวณหารูปร่างของปลา คือ การวัดระยะการกระจัดยูคลิดระหว่างจุดศูนย์กลางและขอบของตัวปลาในภาพ

การหาจุดศูนย์กลางของตัวปลาในภาพสามารถหาได้โดยใช้ทฤษฎีสมการที่ (2.10)

$$A = \frac{1}{2}\sum_{i=0}^{N-1}(x_i y_{i+1} - x_{i+1} y_i)$$

$$C_x = \frac{1}{6A}\sum_{i=0}^{N-1}(x_i - x_{i-1})(x_i y_{i-1} - x_{i+1} y_i)$$

$$C_y = \frac{1}{6A}\sum_{i=0}^{N-1}(y_i - y_{i+1})(x_i y_{i-1} - x_{i+1} y_i)$$

$$i = 0, 1, 2, \ldots, N-1$$

เมื่อ C_x คือ จุดศูนย์กลางของตัวปลาในแกน x

C_y คือ จุดศูนย์กลางของตัวปลาในแกน y

A คือ ขนาดของตัวปลา

N คือ ขนาดเส้นรอบรูปของตัวปลาในภาพ

หลังจากที่เราคำนวณหาจุดศูนย์กลางของตัวปลาได้แล้วจากนั้นจึงทำการคำนวณหาระยะการกระจัดระหว่างจุดศูนย์กลางกับขอบของตัวปลา (เส้นสีฟ้าในรูป) โดยใช้ทฤษฎีสมการ (2.11)

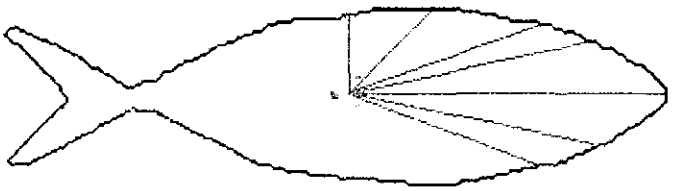
$$d = \sqrt{(C_x - X_i)^2 - (C_y - Y_i)^2} \qquad i = 0, 1, 2, \ldots, N-1$$

เมื่อ (X_i, Y_i) คือ ตำแหน่งแต่ละจุดในแกน x และ y ของขอบปลาในภาพ

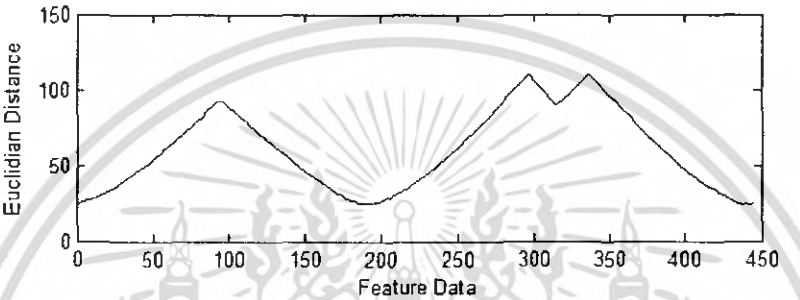
(C_x, C_y) คือ ตำแหน่งแต่ละจุดในแกน x และ y ของขอบปลาในภาพ

N คือ ขนาดเส้นรอบรูปของตัวปลาในภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.28 ภาพลำดับการคำนวณหาส่วนรูปร่างของปลาด้วยวิธีการวัดระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางและขอบของตัวปลา



รูปที่ 3.29 กราฟข้อมูลแสดงผลการคำนวณหาส่วนรูปร่างของปลาด้วยวิธีการวัดระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางและขอบของตัวปลา

3.4.1.3 การคำนวณหาส่วนรูปร่างของปลาด้วยวิธีการประมาณเส้นตรง

อีกวิธีการหนึ่งที่เรานำมาใช้คำนวณหารูปร่างของปลา คือ วิธีการประมาณเส้นตรง (Linear approximation) ซึ่งจะทำให้เราทราบได้ว่าลักษณะขอบของตัวปลานั้นมีความเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร วิธีการนี้มีข้อดีคือถึงแม้ตัวปลาจะมีการเปลี่ยนท่าทาง เช่น ครีบหางมีการขยับ ก็ยังสามารถคำนวณได้อย่างถูกต้อง

โดยในการคำนวณนั้นเราจะอาศัยการดูจากค่าความชัน ณ ตำแหน่งบนขอบของตัวปลา เริ่มจากขอบของส่วนบนของตัวปลาไล่ไปทางทิศตามเข็มนาฬิกาจนกลับมาบรรจบที่จุดเริ่มต้น ซึ่งการคำนวณหาความชันจะใช้วิธีการ Secant approximation หรือการประมาณค่าความชันโดยอาศัยเส้นตรงที่ลากตัดกราฟ 2 จุด ซึ่งสามารถคำนวณได้ตามสมการที่แสดงด้านล่าง

$$m = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{f(x-h) - f(x)}{(x-h) - x} = \frac{f(x-h) - f(x)}{h}$$

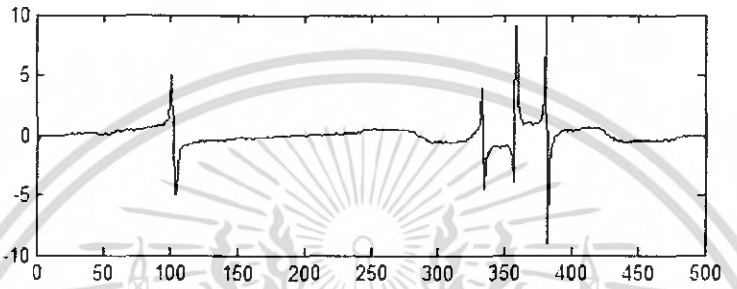
เมื่อ m คือ ความชันของเส้นตรงที่ลากตัดผ่านกราฟ

$f(x)$ คือ ฟังก์ชันของกราฟ หรือ ตำแหน่งในแกน y

h คือ ระยะห่างในแกน x ระหว่างจุดตัดของเส้นตรงที่ตัดกราฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.30 ภาพลำดับการคำนวณหาส่วนรูปร่างของปลาด้วยวิธีการประมาณเส้นตรง



รูปที่ 3.31 กราฟข้อมูลแสดงผลการคำนวณหาส่วนรูปร่างของปลาด้วยวิธีการประมาณเส้นตรง

3.4.1.4 การทำข้อมูลอยู่ในมาตรฐานเดียวกัน

ข้อมูลที่ได้จากการคำนวณทั้งจากวิธีการวัดระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางกับขอบของตัวปลา และวิธีการประมาณเส้นตรงนั้น จะอยู่ในลักษณะชุดข้อมูลซึ่งปลาแต่ละตัวจะมีจำนวนที่ไม่เท่ากัน ดังนั้นเพื่อที่จะนำมาเปรียบกันระหว่างปลาสองตัวได้นั้น เราจึงจำเป็นจะต้องทำการปรับขนาดของข้อมูลให้มีมาตรฐานเดียวกันและยังคงลักษณะของข้อมูลเดิมอยู่ด้วยวิธีการ Data scaling

การทำ Data scaling สามารถทำได้จากการคำนวณตามสมการ (2.12)

$$d_f(n) = d_i\left(n \times \frac{N_i}{N_f}\right) \quad ; \quad n = 0,1,2,\ldots,N_f$$

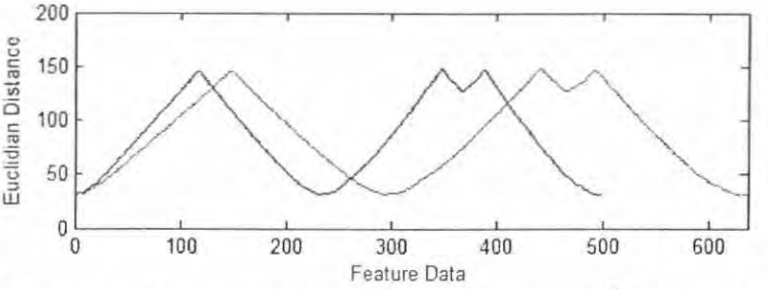
เมื่อ N_i คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมดก่อนการทำ Scaling

N_f คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมดหลังการทำ Scaling

d_i คือ ชุดข้อมูลก่อนทำการ Scaling

d_f คือ ชุดข้อมูลหลังทำการ Scaling

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

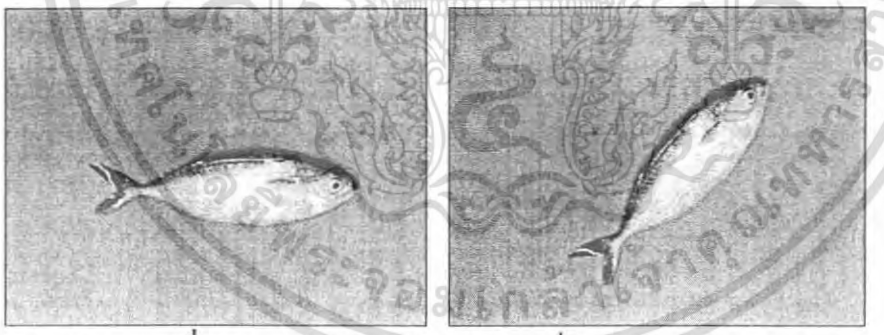


รูปที่ 3.32 กราฟข้อมูลแสดงลักษณะตัวปลาก่อน (สีแดง) และหลัง (สีน้ำเงิน) การทำ Data scaling ให้มีจำนวน 500 ค่า

3.4.1.5 Translation Invariant

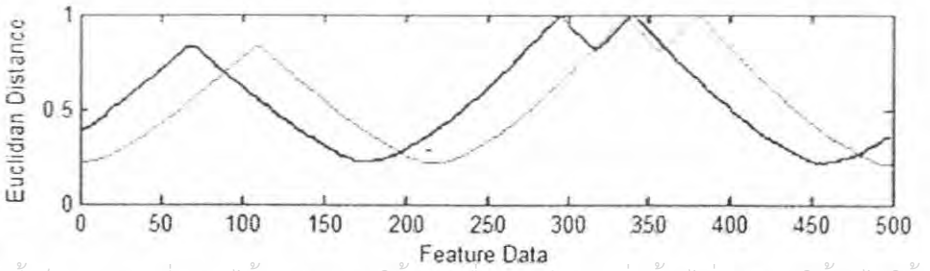
ปัญหาที่พบอย่างหนึ่งในการทำงาน คือในความเป็นจริงนั้นวัตถุที่เราต้องการตรวจสอบนั้นสามารถเกิดการหมุนหรือเอียงได้ตามแต่ละครั้งที่เราทำการถ่ายภาพ ส่งผลทำให้กราฟลักษณะเด่นที่ได้เกิดการเปลี่ยนเฟสไปจากเดิมจึงส่งผลต่อพิจารณา

ในการแก้ปัญหานี้เราสามารถทำได้ 2 วิธีคือ โดยการใช้ค่าสัมประสิทธิ์อนุกรมฟูเรียร์ที่เป็นฟังก์ชันแบบเป็นคาบซึ่งจะทำให้ค่าสัมบูรณ์ที่คำนวณได้มีค่าเท่ากันแม้ปลาจะหมุนไปในทิศใดก็ตาม และการใช้ทฤษฎี KL-Expansion เพื่อทำให้ภาพปลาหมุนอยู่ในมุมที่เดียวกันก่อนนำไปประมวลผล



รูปที่ 3.33 ภาพปลาทูในท่าปกติและที่หมุน 45 องศา

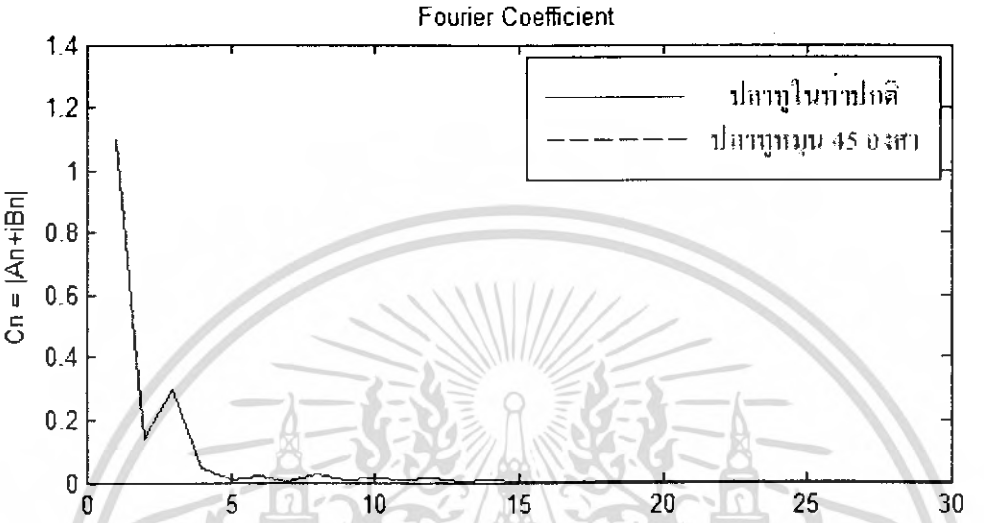
จากรูปทั้งสองเมื่อนำมาหาหาลักษณะเด่นจะได้กราฟดังรูป



รูปที่ 3.34 กราฟลักษณะเด่นของปลาทูในท่าปกติ (สีแดง) และของปลาทูที่หมุน 45 องศา (น้ำเงิน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

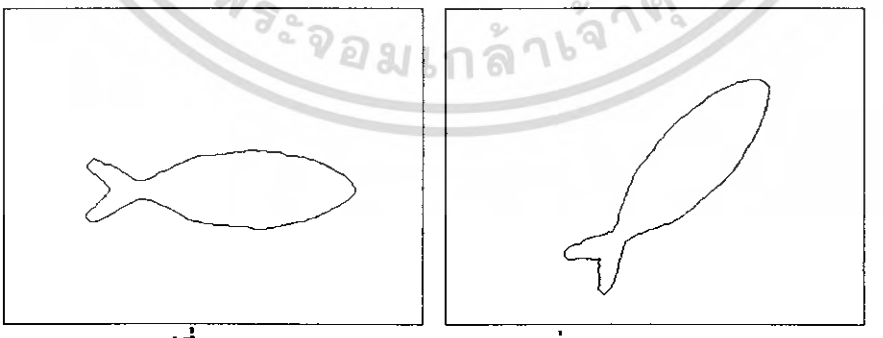
จากรูปจะเห็นว่ากราฟทั้งสองมีเฟสต่างกัน เราจึงไม่สามารถนำกราฟทั้งสองนี้ไปพิจารณาได้ทันที จึงต้องนำกราฟทั้งสองนี้ไปการหาค่าสัมประสิทธิ์อนุกรมฟูเรียร์ (Fourier Coefficient) แล้วนำค่าที่ได้ไปทำการหาค่าสัมบูรณ์จะได้กราฟ ดังรูป



รูปที่ 3.35 กราฟเปรียบเทียบค่าสัมบูรณ์ของค่าสัมประสิทธิ์อนุกรมฟูเรียร์ของปลาในท่าปกติและที่ หมุน 45 องศา

ซึ่งจากกราฟจะเห็นว่าค่าสัมบูรณ์ของค่าสัมประสิทธิ์อนุกรมฟูเรียร์ของปลาที่ทำการหมุนและในท่าปกติจะมีค่าเท่ากันทุกค่า

สำหรับการใช้ทฤษฎี Kahunen-Loeve Expansion (K-L Expansion) จะทำในขณะที่เราหาส่วนของขอบปลาออกมาได้แล้ว



รูปที่ 3.36 ภาพปลาทูในท่าปกติและที่หมุน 45 องศา

จากภาพที่แสดงส่วนของของขอบปลาที่เก็บอยู่ในลักษณะแกน x และแกน y เราจะนำมาคำนวณประยุกต์ร่วมทฤษฎี K-L Expansion ตามสมการที่ (2.32) - (2.34)

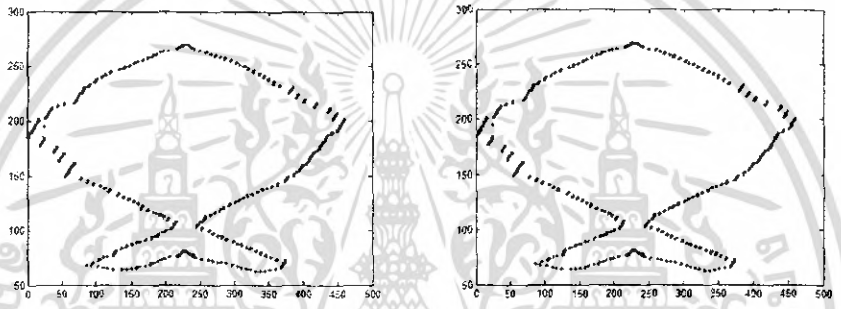
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\bar{X} = \sum_{n=0}^{N} C_n U_n$$

$$RU_n = \lambda_n U_n$$

$$R = \frac{1}{N}\sum_{i=0}^{N}(\bar{X} - \bar{\bar{X}})(\bar{X} - \bar{\bar{X}})^T \quad ; \quad \bar{\bar{X}} = \frac{1}{N}\sum_{i=0}^{N}\bar{X}_i$$

ผลของการทำ K-L Expansion จะทำให้ภาพปลาหมุนอยู่ในมุมเดียวกันก่อนนำไปประมวลผลคำนวณหาลักษณะเด่น ส่งผลให้ผลคำนวณที่ได้มีค่าเท่ากันแม้ปลาจะหมุนไปในทิศใดก็ตาม



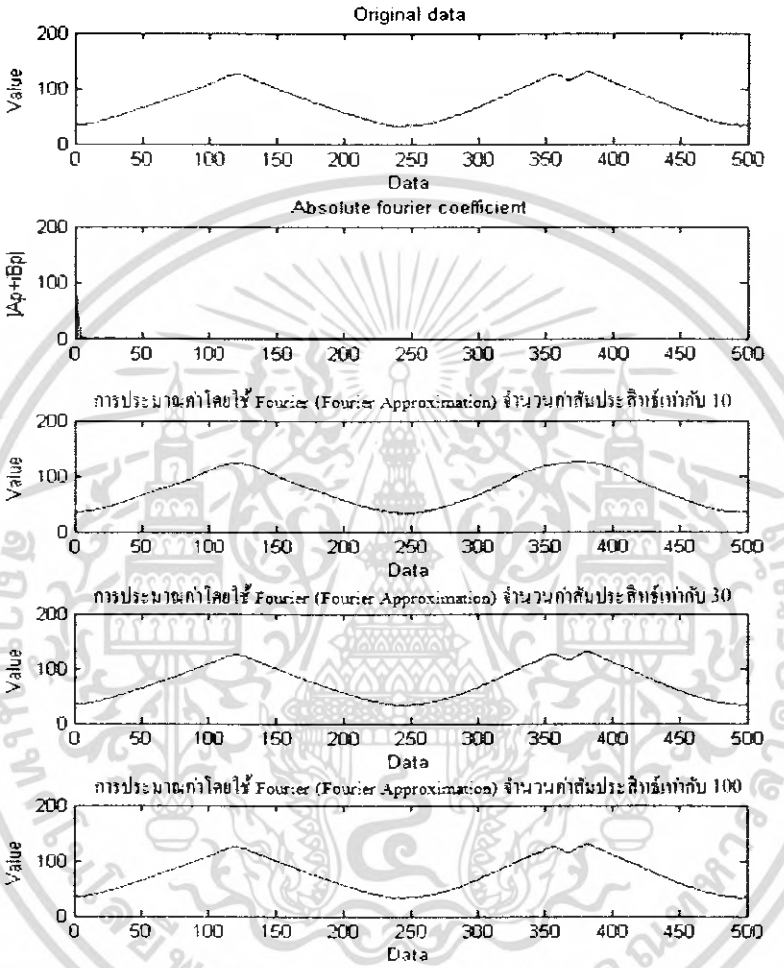
(ก) (ข)

รูปที่ 3.37 (ก) ผลที่ได้จากการทำ KL-Expansion ของภาพปลาทูในท่าปกติ (ข) ผลที่ได้จากการทำ KL-Expansion ของภาพปลาทูที่หมุน 45 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.1.6 การลดจำนวนข้อมูลที่นำไปใช้ในการคำนวณ

การใช้ค่าสัมประสิทธิ์อนุกรมฟูเรียร์ยังมีประโยชน์อีกอย่างหนึ่งของ คือค่าสัมประสิทธิ์ที่ลักษณะรูปร่างหลักๆของข้อมูลจะอยู่ในช่วงแรกเสมอ ทำให้เราสามารถลดขนาดข้อมูลที่จะนำไปคำนวณได้



รูปที่ 3.38 ภาพแสดงข้อมูลเดิม, สัมประสิทธิ์ฟูเรียร์และการประมาณค่าโดยใช้จำนวนสัมประสิทธิ์ฟูเรียร์แตกต่างกัน

จากรูปเราเป็นการแสดงให้เห็นว่าการใช้จำนวนปริมาณข้อมูลสัมประสิทธิ์ที่แตกต่างกันได้แก่ 10 , 30 และ 100 ค่า ก็สามารถแปลงกลับมาเป็นกราฟข้อมูลของตัวปลาได้เหมือนกัน โดยถ้าเราใช้ค่าน้อยๆนั้นก็จะเป็นการลดสิ่งรบกวนในกราฟออกได้โดยที่กราฟที่ได้จะยังคงมีความคล้ายคลึงกับต้นฉบับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.1.7 การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ของอนุกรมฟูเรียร์

ด้วยความประโยชน์เนื่องจากเป็นการเป็น Translation Invariant และสามารถลดจำนวนข้อมูลที่นำมาใช้ในการคำนวณทำให้การหาค่าสัมประสิทธิ์อนุกรมฟูเรียร์ เป็นวิธีการที่น่าจะนำมาใช้ในการเปรียบเทียบคัดแยกปลา

ค่าสัมประสิทธ์ของอนุกรมฟูเรียร์สามารถคำนวณหาได้จากทฤษฎีสมการ (2.15) – (2.18) ดังต่อไปนี้

$$d(n) = a_0 + \sum_{n=1}^{N} [a_n \cos(\omega_n n) + b_n \sin(\omega_n n)] \quad ; \quad n = 1,2,\ldots,N$$

$$a_0 = \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} d(n)dn$$

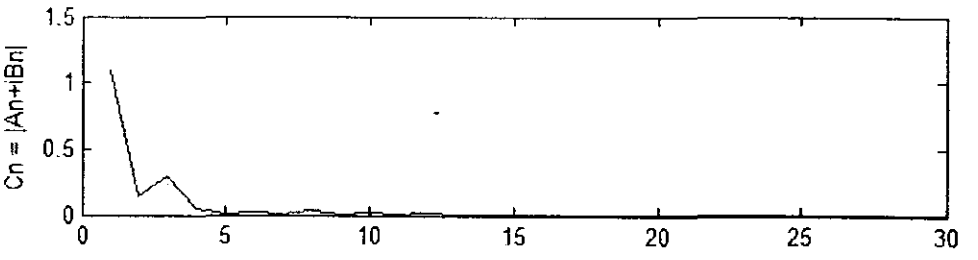
$$a_0 = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} [d(n)\cos(\omega_n n)]dn$$

$$b_0 = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} [d(n)\sin(\omega_n n)]dn$$

เมื่อเราได้ค่าสัมประสิทธิ์ของอนุกรมฟูเรียร์มาแล้ว จึงนำค่า a_n , b_n มาทำการคำนวณเพื่อหาค่าสัมบูรณ์จากสมการ

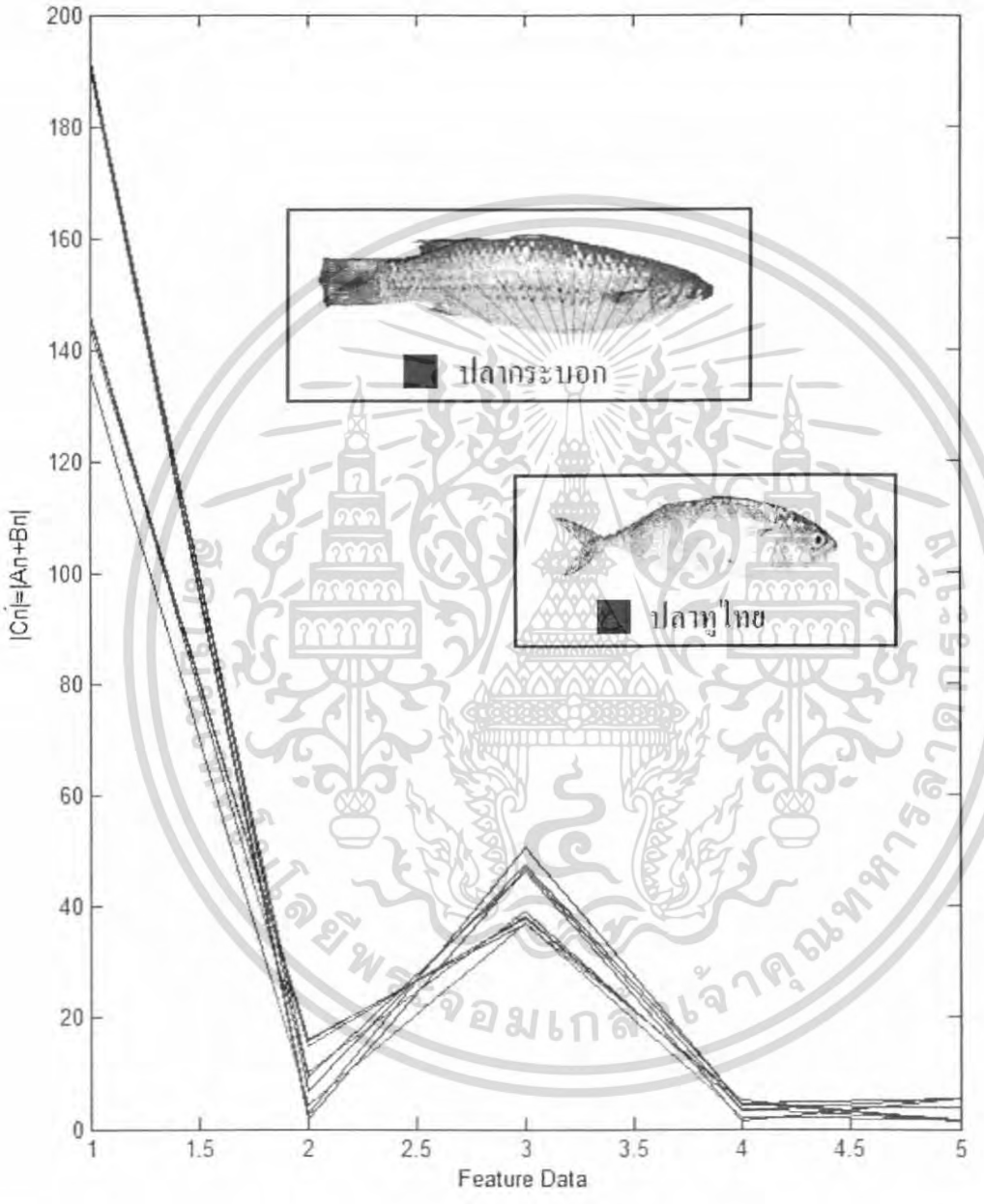
$$|C_n| = \sqrt{a_n^2 - b_n^2}$$

โดยค่าสัมบูรณ์ที่ได้ออกมา นำไปพล๊อตกราฟจะได้ลักษณะดังรูป



รูปที่ 3.39 กราฟแสดงค่าสัมบูรณ์ของค่า (สัมประสิทธิ์อนุกรมฟูเรียร์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



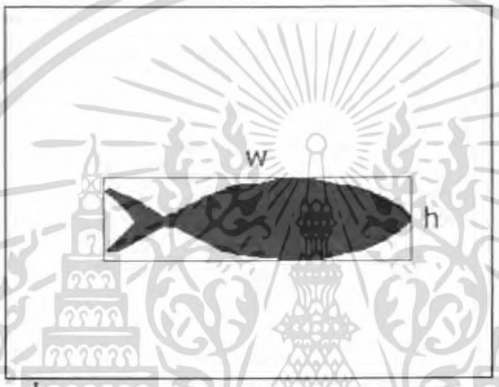
รูปที่ 3.40 ตัวอย่างกราฟเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์อนุกรมฟูเรียร์ของปลากระบอกกับปลาทูไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 การคำนวณหาขนาดของตัวปลา

ลักษณะเด่นที่สองที่เราจะนำมาใช้พิจารณาในการคัดแยกพันธุ์ปลา ในที่นี้เราจะนำขนาดของตัวปลามาใช้ในการแยกปลาแต่ละชนิดออกจากกัน โดยมีสมมติฐานว่าปลาแต่ละพันธุ์ย่อมมีขนาดตัวแตกต่างกัน

จากภาพปลาที่เราทำการประมวลผลภาพเบื้องต้นมาแล้วนั้น เราจะวัดหาขนาดของตัวปลาทั้งในด้านกว้างและด้านยาว



รูปที่ 3.41 ภาพการคำนวณหาขนาดของตัวปลา

เมื่อ w คือ ความกว้างของตัวปลาในภาพ

h คือ ความสูงของตัวปลาในภาพ

3.4.3 การคำนวณหาขนาดของตาปลา

ลักษณะเด่นที่สามที่เราจะนำมาใช้พิจารณาในการคัดแยกพันธุ์ปลานี้ เป็นการทดลองในกรณีพิเศษเนื่องจากใช้ได้เฉพาะการคัดแยกปลาทูไทยและปลาทูแขกเท่านั้น โดยมีสมมติฐานว่าในกรณีที่ปลาสายพันธุ์ใกล้เคียงกันสามารถแยกกันได้ด้วยพิจารณาส่วนประกอบปลีกย่อยอื่นๆ ที่มองเห็นได้

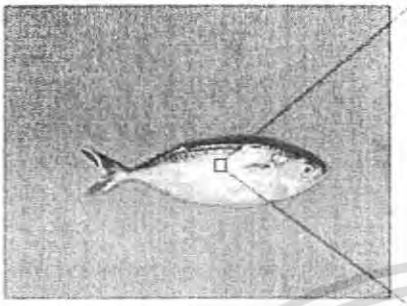
3.4.3.1 การระบุส่วนตาปลา

ขั้นแรกนั้นในการที่เราจะคำนวณหาขนาดของตาปลาให้ได้นั้นเราจะต้องระบุตำแหน่งของตาปลาให้ได้ซะก่อน และเนื่องจากตาของปลามีลักษณะเป็นสีดำสนิทจึงทำให้มีสีแตกต่างจากส่วนอื่น ดังนั้นในการระบุตำแหน่งของตาปลาก็คือการหาบริเวณที่มีสีดำบนตัวปลานั้นเอง

โดยในการหาบริเวณที่มีสีดำนั้นเราจะทำการคำนวณโดยการนำค่าสีของแต่จุดบนมาร์ค (Mask) ขนาด 5x5 มารวมกัน เพื่อหาตำแหน่งที่มีค่าน้อยที่สุดหรือส่วนที่มืดที่สุดของภาพนั้นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการคำนวณหาค่าสีของมาร์คขนาด 5x5



450	418	486	428	422
121	128	140	112	320
150	126	145	51	70
515	320	320	574	30
603	674	770	687	594

รูปที่ 3.42 มาร์คขนาด 5x5 ที่ได้จากการดึงส่วนหนึ่งของภาพปลา

จากสมการหาผลรวมค่าสี RGB

$$V_{x,y} = sum(R, G, B)$$

ผลที่ได้จากการหาผลรวมของค่าสีของ Pixel ในมาร์ค

$$V = \left\{ \begin{matrix} 450, 418, 486, 428, 422, 121, 128, 140, 112, 320, \\ 150, 126, 145, 51, 70, 515, 320, 320, 574, 30, \\ 603, 674, 770, 687, 594 \end{matrix} \right\}$$

$$S(x,y) = \sum_{i=1}^{25} V_i$$

เมื่อ $S(x,y)$ คือ ผลรวมค่าสีทั้งหมดในมาร์ค 5x5 รอบตำแหน่ง (x,y)

ในกรณีที่ตำแหน่ง (x,y) นั้นเป็นบริเวณที่มีสีดำมากที่สุดหรือเป็นบริเวณตาปลา ผลที่ได้จะมีลักษณะ

$$S_{min}(x,y) = min\ \{S(x,y)\}$$

เมื่อ $S_{min}(x,y)$ คือ ผลรวมค่าสีทั้งหมดในมาร์ค 5x5 ที่มีค่าน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3.2 การวัดขนาดตาปลา

หลังจากที่เราสามารถหาตำแหน่งของตาปลาได้แล้ว เราก็จะมาทำการวัดขนาดของตาปลาโดย ในการวัดขนาดของตาปลานั้นเราจะวัดเส้นผ่าศูนย์กลางของตาปลาในแนวกว้างเท่านั้นเนื่องจากการวัดมีความแม่นยำมากกว่าการวัดในแนวดิ่งเพราะตาปลาในด้านดิ่งนั้นอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงไปตามลักษณะหัวปลา

ในการที่จะวัดว่าขนาดตามีขนาดเท่าไหร่นั้นวัดได้จากการดูลักษณะการเปลี่ยนแปลงของระดับความเข้มเทาที่เปลี่ยนแปลงไป โดยที่ตำแหน่งของตาปลาที่หามาได้ในตอนแรกนั้นจะมีสีดำแต่ส่วนรอบๆจะมีสีขาว จากนั้นบริเวณขอบตาจะมีสีดำอีกครั้ง

รูปที่ 3.43 การวัดขนาดตาปลา

เมื่อ d คือ ขนาดของตาปลาในแนวกว้างที่วัดจากจุดกึ่งกลางของตาปลาไปทางด้านข้าง

3.5 การเปรียบเทียบลักษณะเด่นของตัวปลา (Feature comparison)

ในการเปรียบเทียบลักษณะเด่นเพื่อที่ทดสอบว่าปลาที่นำมาทดสอบนั้นเป็นพันธุ์เดียวกันหรือไม่ เราจะนำข้อมูลลักษณะเด่นที่ได้จากปลาตัวที่เราทราบว่าเป็นพันธุ์ใดมาเป็นตัวอ้างอิง แล้วทำการเปรียบเทียบกับปลาตัวอื่นที่เราไม่ทราบพันธุ์

$$F_{ref} \in \{F_1, F_2, F_3, \ldots, F_N\}$$

เมื่อ F_{ref} คือ ปลาตัวที่เราทราบพันธุ์

F_N คือ ปลาตัวที่เราไม่ทราบพันธุ์และต้องการนำมาเปรียบเทียบ

N คือ จำนวนปลาที่เรานำมาทดสอบเปรียบเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งวิธีที่เราจะนำมาใช้เปรียบเทียบลักษณะเด่นที่นำมาใช้ในโครงงานนี้ คือ การคำนวณหาระยะการกระจัดยูคลิกระหว่างปลาแต่ละคู่ที่นำมาเปรียบเทียบกัน คำนวณได้จากสมการ

$$d = |x - y| = \sqrt{\sum_{i=1}^{N} |x_i - y_i|^2}$$

เมื่อ d คือ ระยะการกระจัดยูคลิดหรือความแตกต่างระหว่างของปลาที่นำมาเปรียบเทียบกับปลาตัวที่ใช้อ้างอิง

x คือ ข้อมูลลักษณะเด่นที่ได้จากการคำนวณของปลาตัวที่เราทราบพันธุ์

y คือ ข้อมูลลักษณะเด่นที่ได้จากการคำนวณของปลาตัวที่เราไม่ทราบพันธุ์และต้องการนำมาเปรียบเทียบ

โดยถ้าค่าระยะการกระจัดยูคลิดที่คำนวณได้นั้นน้อยกว่าค่าระดับที่กำหนดไว้ จะถือว่าปลาตัวที่เรานำมาเปรียบเป็นพันธุ์เดียวกันกับปลาตัวที่เราทราบพันธุ์อยู่ก่อนแล้ว

$$F_N = F_{ref} \quad \text{ถ้า} \quad d(F_{ref}, F_N) < t$$

เมื่อ d คือ ระยะการกระจัดยูคลิด

F_{ref} คือ ปลาตัวที่เราทราบพันธุ์

F_N คือ ปลาตัวที่เราไม่ทราบพันธุ์และต้องการนำมาเปรียบเทียบ

t คือ ค่าระดับที่กำหนดไว้ในการแบ่งแยกปลาแต่ละพันธุ์ ซึ่งจากการเก็บข้อมูลทดลองทางสถิติ

นอกจากนี้ยังมีอีกวิธีการหนึ่งที่สามารถใช้เปรียบคัดแยกปลาได้โดยใช้วิธีการเปรียบเทียบแบบ Dynamic Programming Matching (DP) มาใช้ในการเปรียบเทียบค่าของข้อมูล แทนการใช้ระยะการกระจัดยูคลิด ซึ่งคำนวณได้จากสมการ

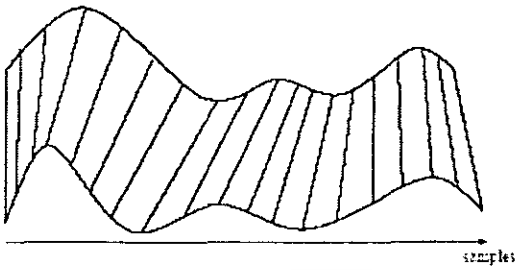
$$DP(Q, C) = min \sqrt{\sum_{k=1}^{K} w_k}$$

เมื่อ Q คือ ค่าของข้อมูลที่จุดต่างๆของกราฟอ้างอิง

C คือ ค่าของข้อมูลที่จุดต่างๆของกราฟที่นำมาเปรียบเทียบ

w_k คือ ค่าที่นับเพิ่มขึ้นเมื่อ Q เปรียบเทียบกับ C แล้วได้ค่าที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.44 ตัวอย่างการทำ Dynamic Programming Matching

ซึ่งการเปรียบเทียบวิธีนี้มีข้อดีคือ

- ผลที่ได้มีความถูกต้องมากกว่าการเทียบปกติ เนื่องจากมีการคำนึงความเบี่ยงเบนของข้อมูลที่อยู่ตำแหน่งใกล้เคียงกันด้วย
- ข้อมูลที่นำมาเปรียบเทียบไม่จำเป็นต้องการทำให้มีขนาดข้อมูลเท่ากันก็สามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้

ส่วนข้อเสียของวิธีการนี้ คือ

- การคำนวณเสียเวลาและการประมวลผลมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

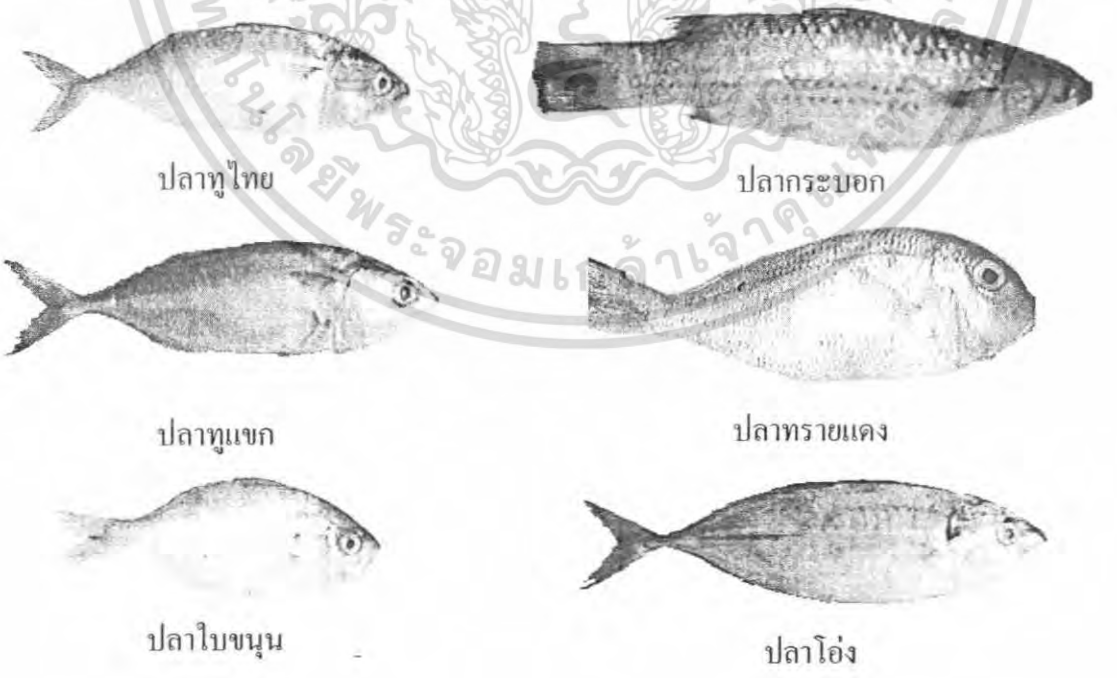
ในการทดลองนั้น เราได้แบ่งการทดลองออกเป็นสองตอนหลักๆ คือ การทดลองเพื่อหาวิธีการที่เหมาะสมในการคัดแยกปลา

4.1 ปลาที่นำมาใช้ในการทดลอง

ปลาพันธุ์ที่มาใช้ทดลองเพื่อหาวิธีการที่เหมาะสมในการคัดแยกปลาในโครงงานนี้ ได้แก่

- ปลาทูไทย
- ปลาทูแขก
- ปลาใบขนุน
- ปลากระบอก
- ปลาทรายแดง
- ปลาโอ่ง

โดยใช้ทดลองพันธุ์ละ 10 ตัวอย่าง



รูปที่ 4.1 รูปปลาพันธุ์ต่างๆที่ใช้ในการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดลองคัดแยกพันธุ์ปลาด้วยวิธีการพิจารณาลักษณะรูปร่างของปลา

ลักษณะเด่นเบื้องต้นที่เราจะนำมาใช้พิจารณาในการคัดแยกพันธุ์ปลา ในที่นี้เราจะนำลักษณะรูปร่างของตัวปลามาใช้ในการแยกปลาแต่ละชนิดออกจากกัน เนื่องจากปลาที่มีสายพันธุ์ต่างกันส่วนใหญ่จะมีลักษณะรูปร่างภายนอกที่แตกต่างกัน ซึ่งในการพิจารณาเพื่อหาส่วนของรูปร่างปลาในส่วนนี้นั้นเราได้แบ่งเป็น 2 วิธี คือ

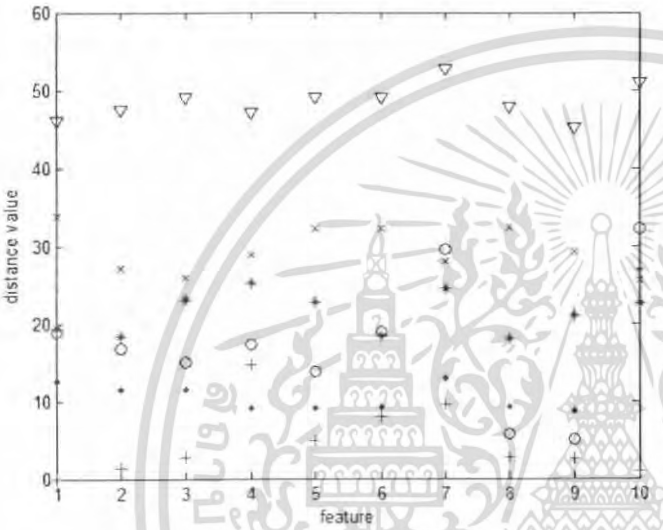
- วิธีการวัดระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางและขอบของตัวปลา
- วิธีการประมาณเส้นตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1 การทดลองคัดแยกพันธุ์ปลาด้วยวิธีการพิจารณาลักษณะรูปร่างโดยคำนวณหาส่วนของรูปร่างปลาด้วยวิธีการวัดระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางและขอบของตัวปลา

ผลที่ได้จากเปรียบเทียบปลาแต่ละตัวด้วยวิธีวัดจากค่าสัมประสิทธิ์อนุกรมฟูเรียร์

ผลการเปรียบเทียบเมื่อปลาทูไทยเป็นตัวอ้างอิง

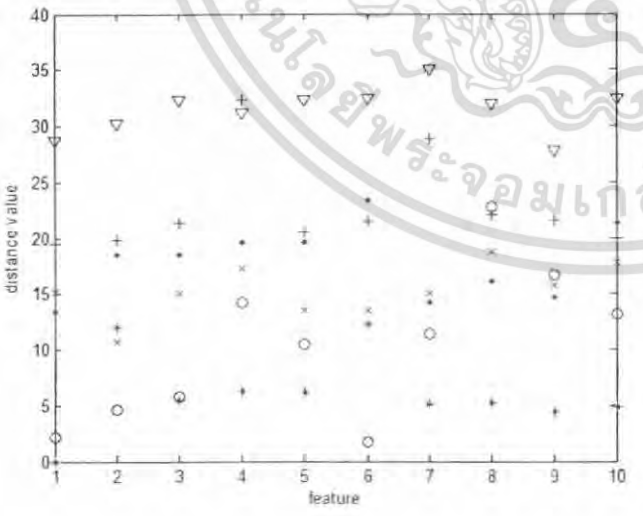


ที่ Theshold = 9.5

False Accept = 14 %

False Reject = 10 %

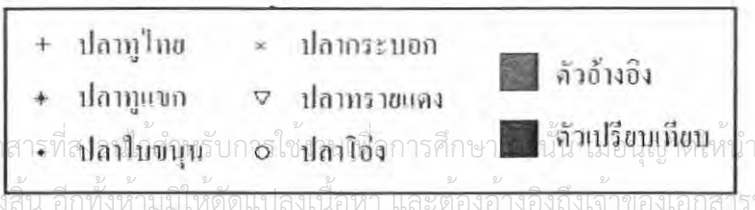
ผลการเปรียบเทียบเมื่อปลาทูแขกเป็นตัวอ้างอิง



ที่ Theshold = 12.5

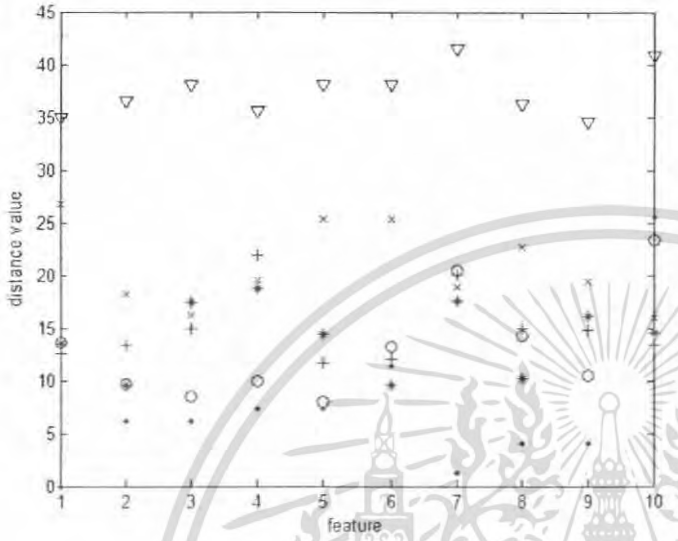
False Accept = 14 %

False Reject = 0 %



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการเปรียบเทียบเมื่อปลาใบขนุนเป็นตัวอ้างอิง

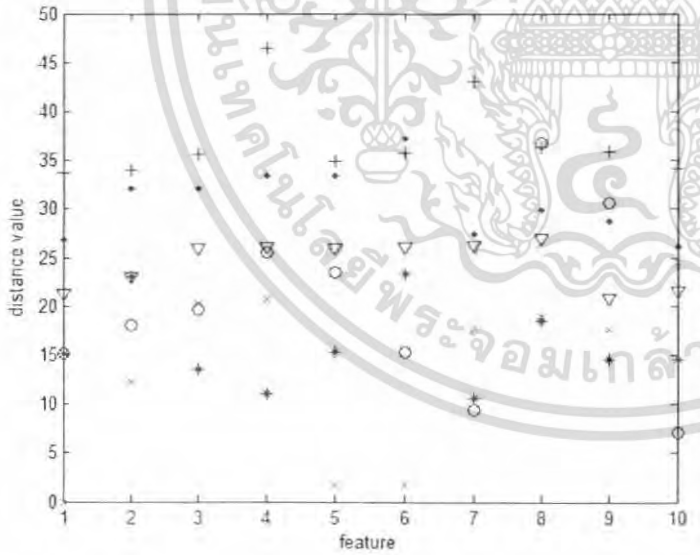


ที่ Theshold = 16.5

False Accept = 16 %

False Reject = 10 %

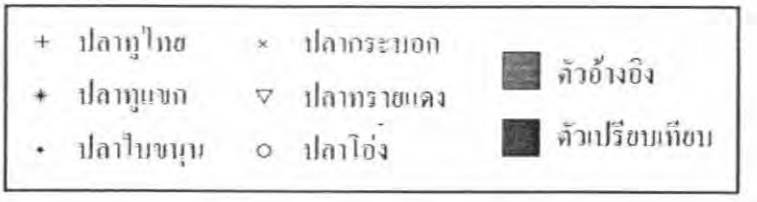
ผลการเปรียบเทียบเมื่อปลากระบอกเป็นตัวอ้างอิง



ที่ Theshold = 20.5

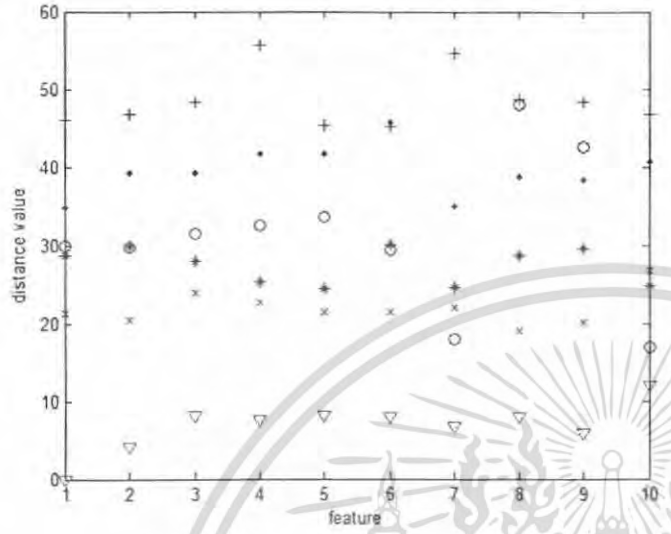
False Accept = 28 %

False Reject = 20 %



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการเปรียบเทียบเมื่อปลาทรายแดงเป็นตัวอ้างอิง

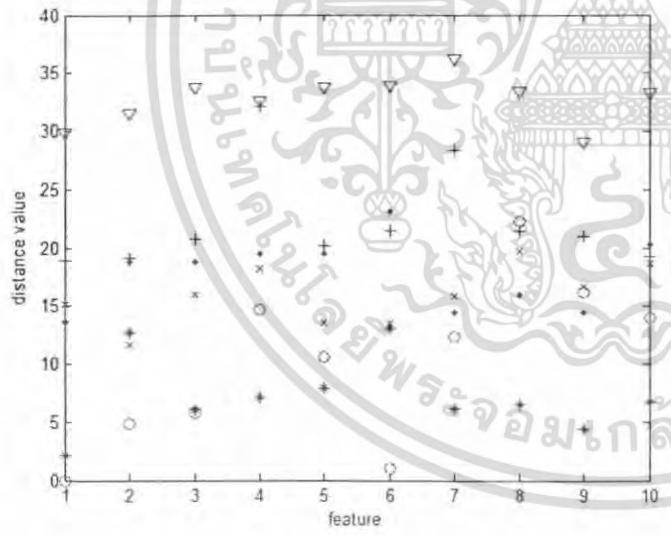


ที่ Theshold = 15

False Accept = 0 %

False Reject = 0 %

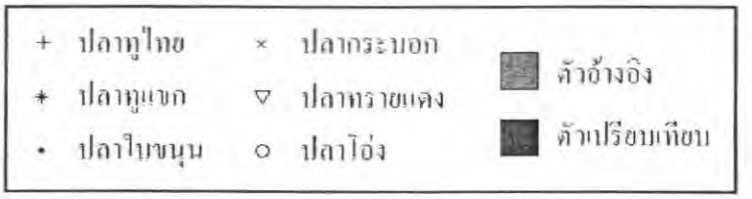
ผลการเปรียบเทียบเมื่อปลาโอ่งเป็นตัวอ้างอิง



ที่ Theshold = 14.5

False Accept = 32 %

False Reject = 30 %



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

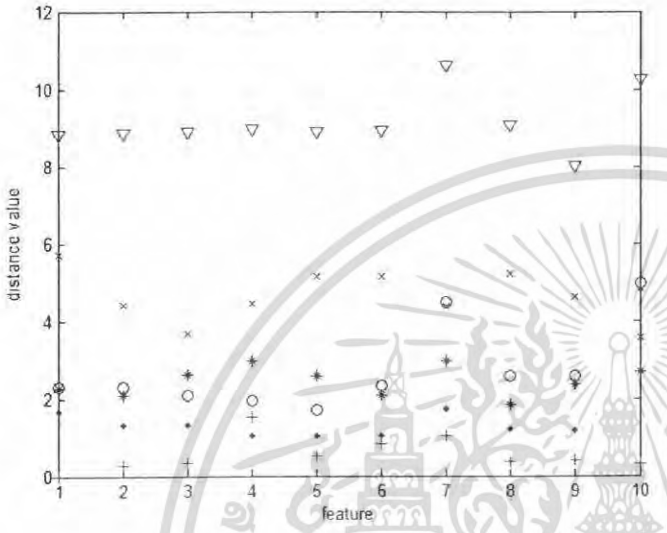
จากผลการเปรียบเทียบลักษณะรูปร่างโดยคำนวณหาส่วนของรูปร่างปลาด้วยวิธีการวัดระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางและขอบของตัวปลา และเปรียบเทียบด้วยค่าสัมประสิทธิ์อนุกรมฟูเรียร์ พบว่าส่วนใหญ่สามารถแยกปลาออกจากกันได้ในระดับหนึ่ง โดยมีค่าความผิดพลาดในการตรวจสอบมีค่าอยู่ในเกณฑ์ระดับดีในกรณีปลาที่นำมาใช้เป็นตัวอ้างอิงมีความแตกต่างชัดเจนจากปลาที่นำมาเปรียบเทียบ

วิธีการนี้จึงเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้คัดแยกปลาที่มีลักษณะความแตกต่างภายนอกที่เห็นได้ชัดเจนเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลที่ได้จากเปรียบเทียบปลาแต่ละตัวด้วยวิธีวัดด้วยวิธี Dynamic Programming Matching

ผลการเปรียบเทียบเมื่อปลาทูไทยเป็นตัวอ้างอิง

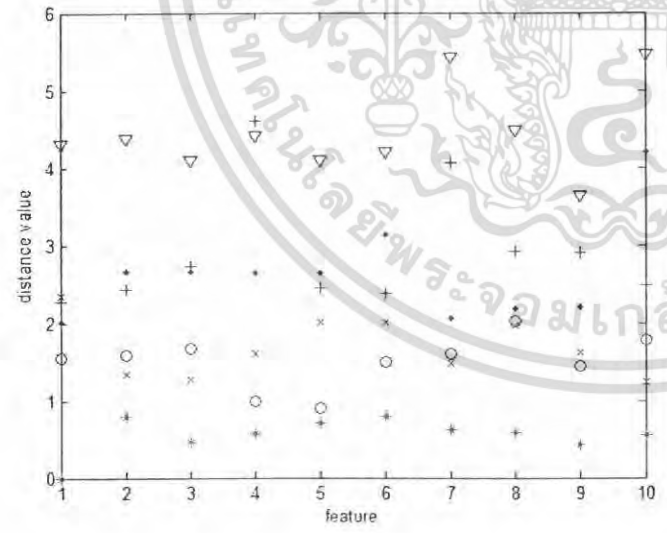


ที่ Theshold = 1.1

False Accept = 6 %

False Reject = 10 %

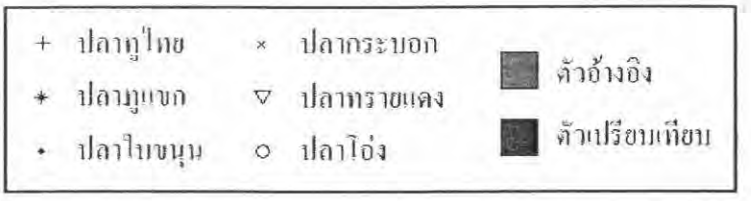
ผลการเปรียบเทียบเมื่อปลาทูแขกเป็นตัวอ้างอิง



ที่ Theshold = 0.9

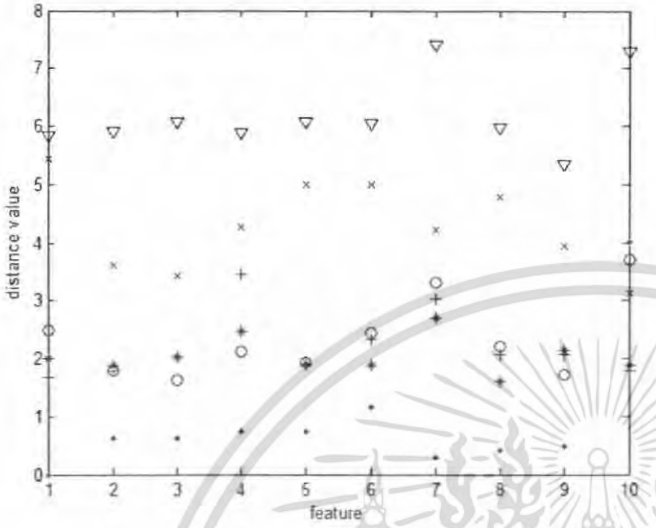
False Accept = 0 %

False Reject = 0 %



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการเปรียบเทียบเมื่อปลาใบขนุนเป็นตัวอ้างอิง

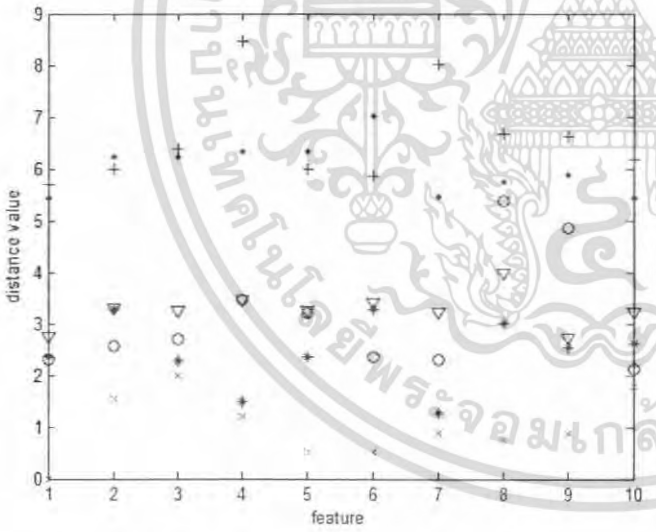


ที่ Theshold = 1.2

False Accept = 0 %

False Reject = 10 %

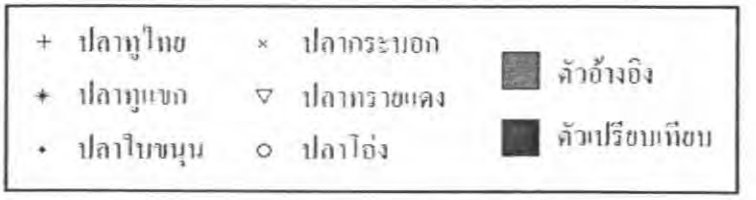
ผลการเปรียบเทียบเมื่อปลากระบอกเป็นตัวอ้างอิง



ที่ Theshold = 2.0

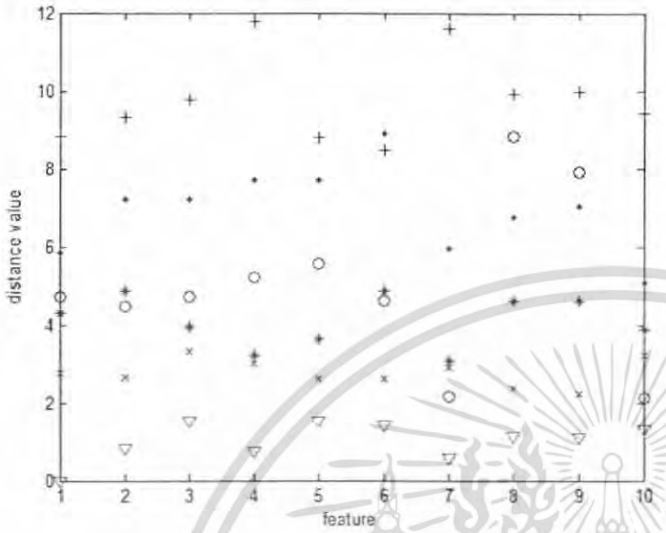
False Accept = 4 %

False Reject = 0 %



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการเปรียบเทียบเมื่อปลาทรายแดงเป็นตัวอ้างอิง

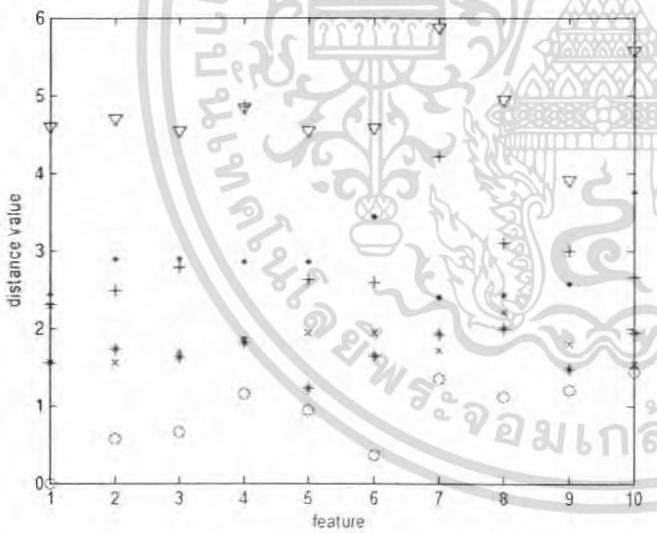


ที่ Theshold = 1.7

False Accept = 0 %

False Reject = 0 %

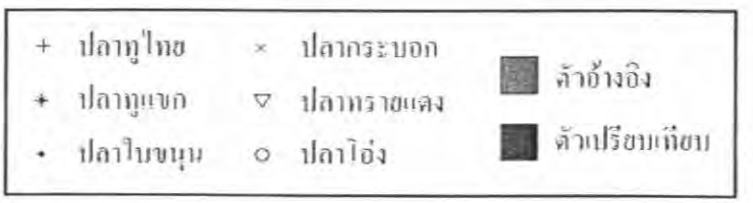
ผลการเปรียบเทียบเมื่อปลาโอ่งเป็นตัวอ้างอิง



ที่ Theshold = 1.45

False Accept = 2 %

False Reject = 0 %



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

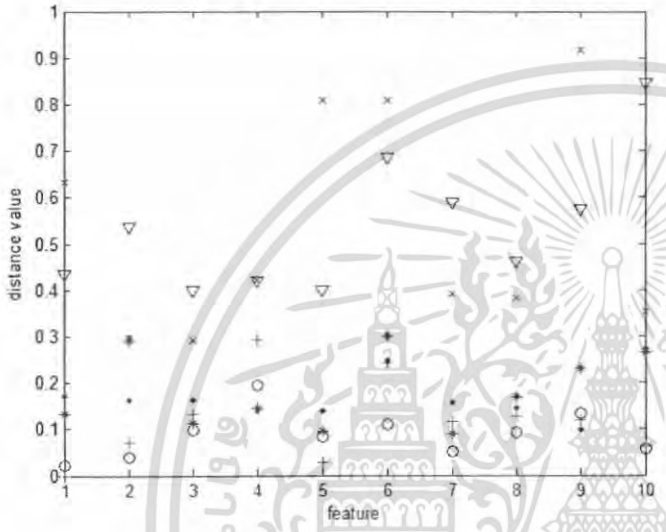
สรุปผลการทดลอง

จากผลการเปรียบเทียบลักษณะรูปร่างโดยคำนวณหาส่วนของรูปร่างปลาด้วยวิธีการวัดระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางและขอบของตัวปลา และเปรียบเทียบด้วยวิธี Dynamic Programming Matching สามารถแยกปลาออกจากกันได้ดี โดยมีค่าความผิดพลาดในการตรวจสอบมีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำในทุกกรณี เราจึงสามารถนำวิธีนี้ไปใช้ในการคัดแยกปลาได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 การทดลองการคัดแยกพันธุ์ปลาด้วยวิธีการพิจารณาลักษณะรูปร่างโดยคำนวณหาส่วนของรูปร่างปลาด้วยวิธีการประมาณเส้นตรง

ผลการเปรียบเทียบเมื่อปลาทูไทยเป็นตัวอ้างอิง

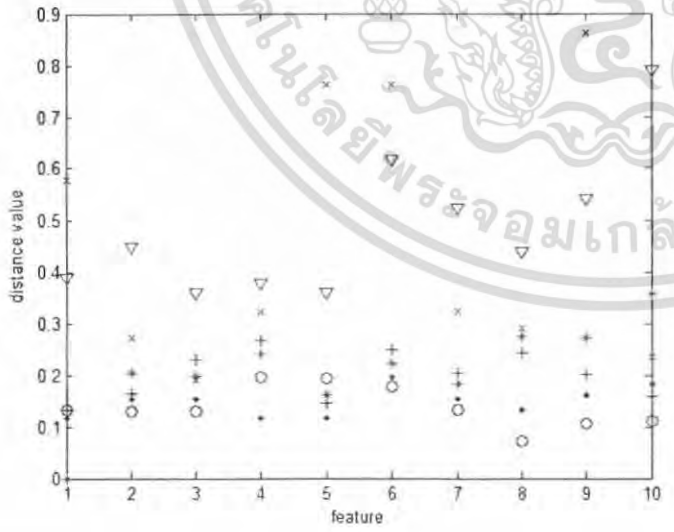


ที่ Theshold = 0.13

False Accept = 26 %

False Reject = 30 %

ผลการเปรียบเทียบเมื่อปลาทูแขกเป็นตัวอ้างอิง



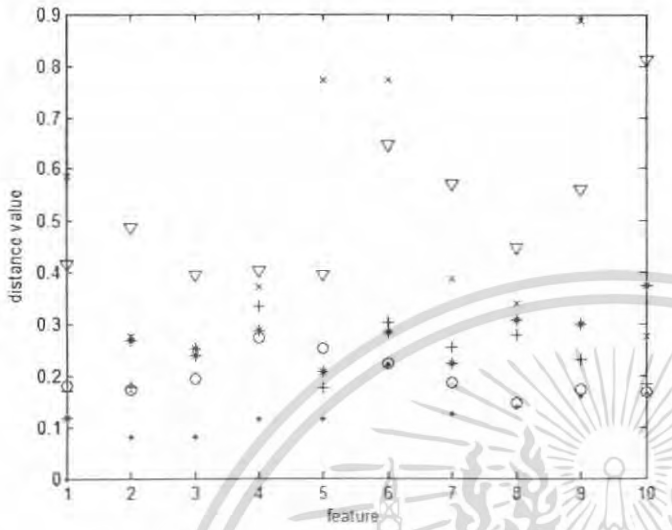
ที่ Theshold = 0.3

False Accept = 68 %

False Reject = 10 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการเปรียบเทียบเมื่อปลาใบขนุนเป็นตัวอ้างอิง

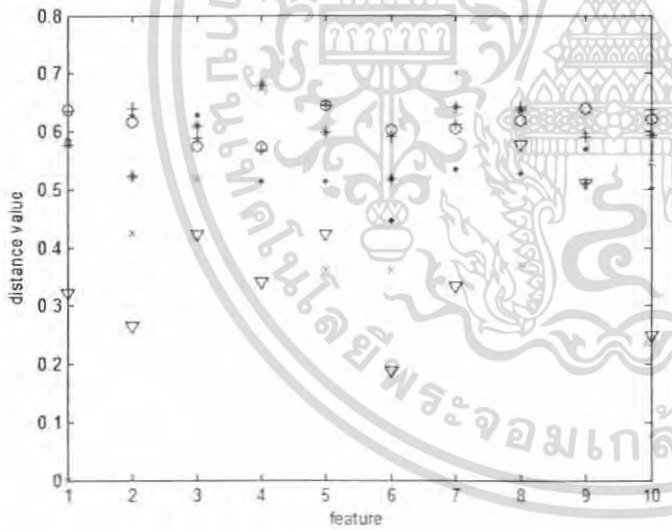


ที่ Theshold = 0.19

False Accept = 22 %

False Reject = 10 %

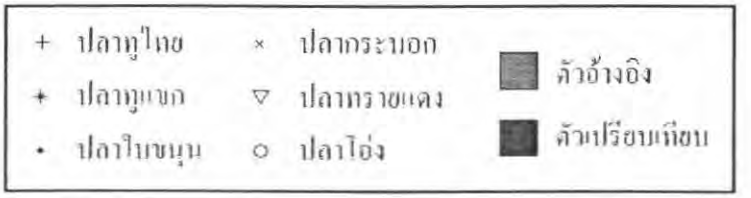
ผลการเปรียบเทียบเมื่อปลากระบอกเป็นตัวอ้างอิง



ที่ Theshold = 0.53

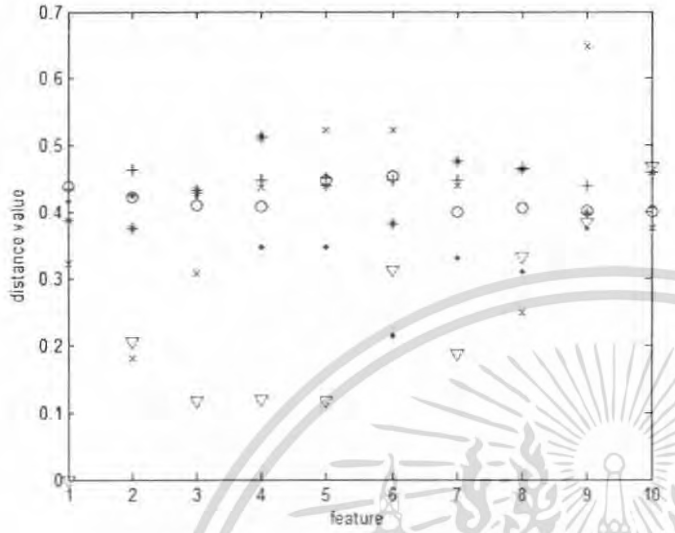
False Accept = 34 %

False Reject = 31 %



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการเปรียบเทียบเมื่อปลาทรายแดงเป็นตัวอ้างอิง

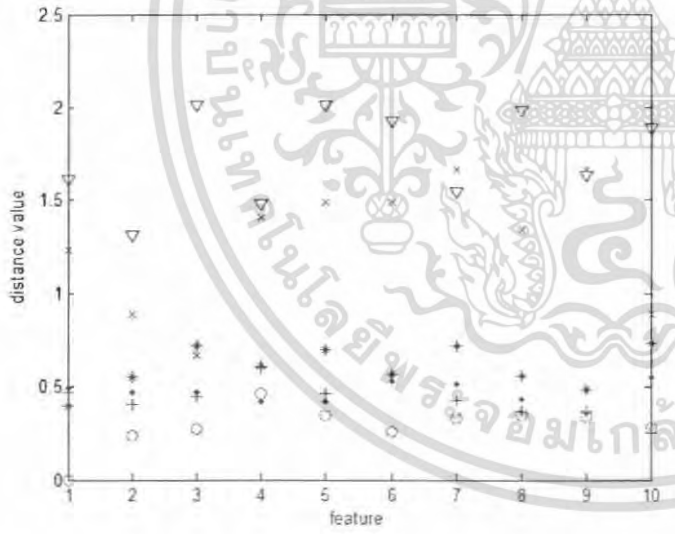


ที่ Theshold = 0.4

False Accept = 31 %

False Reject = 10 %

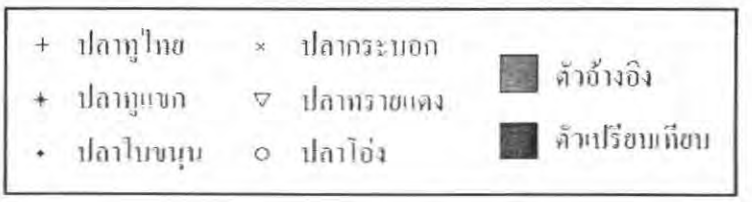
ผลการเปรียบเทียบเมื่อปลาโอ่งเป็นตัวอ้างอิง



ที่ Theshold = 0.12

False Accept = 20 %

False Reject = 20 %



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

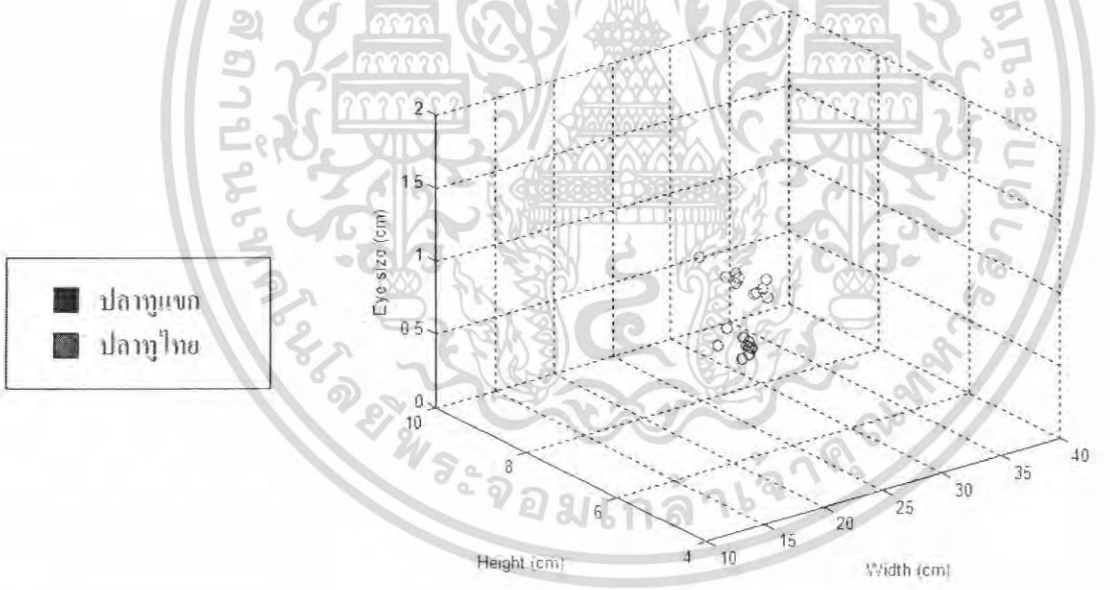
จากผลการเปรียบเทียบลักษณะรูปร่างโดยคำนวณหาส่วนของรูปร่างปลาด้วยวิธีการประมาณเส้นตรง นั้นพบว่ามีค่าความผิดพลาดในการตรวจสอบมีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่สูง ไม่เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการคัดแยกพันธุ์ปลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดลองคัดแยกพันธุ์ปลาด้วยวิธีการพิจารณาลักษณะขนาดตาปลาร่วมกับขนาดของตัวปลา

จากการทดลองที่ผ่านมานั้นพบว่าปลาบางพันธุ์ที่มีสายพันธุ์ใกล้เคียงกันจะไม่สามารถคัดแยกได้โดยการพิจารณาขนาดของตัวปลาได้อย่างเดียว ดังนั้นในการคัดแยกปลาที่มีสายพันธุ์ใกล้เคียงกันจึงต้องพิจารณาส่วนอื่นของปลาเพิ่มขึ้นเพื่อให้ผลที่ได้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น ซึ่งในการทดลองนี้เราจะพิจารณาแยกปลาทูไทยและปลาทูแขกออกจากกันโดยนำข้อมูลเกี่ยวกับขนาดของตาปลามาพิจารณาร่วมด้วย ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของปลาทูทั้งสองชนิดนี้เท่านั้น

การคัดแยกปลาทูไทยกับปลาทูแขกโดยใช้วิธีการวัดขนาดของตัวปลาและขนาดของตาปลาได้ผลการทดลองดังนี้

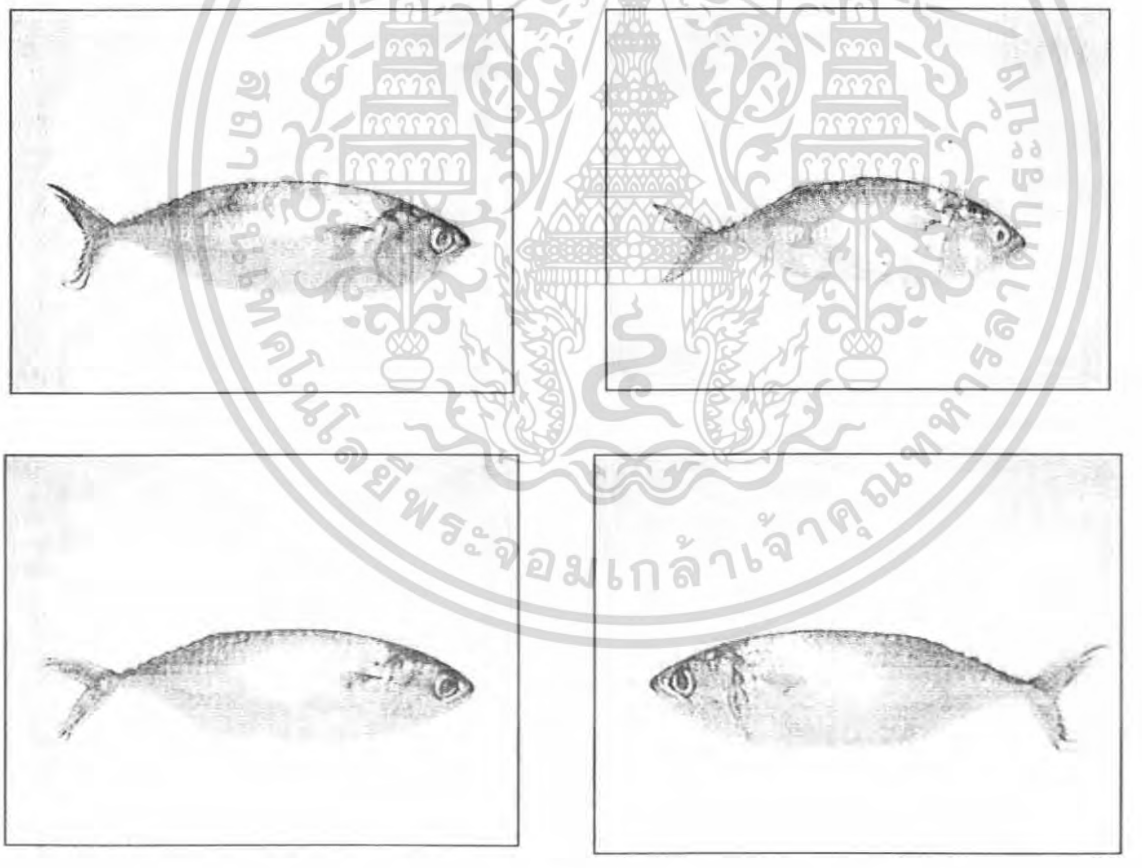


รูปที่ 4.2 กราฟแสดงผลการคัดแยกพันธุ์ปลาด้วยการคัดแยกพันธุ์ปลาด้วยวิธีการพิจารณาขนาดตาปลาร่วมกับขนาดของตัวปลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

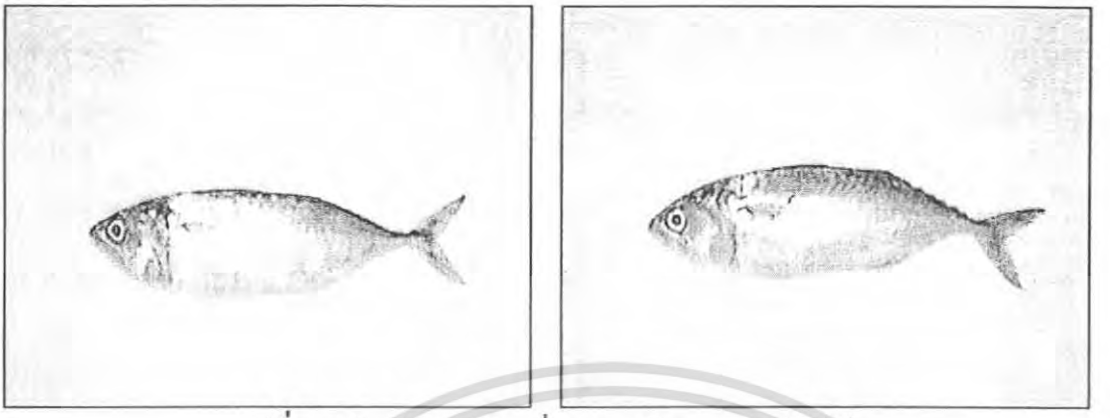
แต่จากการทดลองพบว่าในการทดลองนี้มีปัญหาทำให้ไม่สามารถนำไปประยุกต์ใช้จริงได้ เนื่องจากปลาส่วนใหญ่ไม่สามารถระบุตำแหน่งตาปลาได้โดยมีสาเหตุมาจาก

- ตาปลาบางตัวมีเลือดไหลเนื่องจากถูกกระทบจากการเคลื่อนย้าย
- หลังจากที่เก็บปลาไว้ในระยะเวลาหนึ่ง ตาปลาจะมีสารเมือกไหลออกมาทำให้บริเวณตามีสีเปลี่ยนไป
- บริเวณตาดำของปลาบางตัวไม่อยู่ ณ จุดกึ่งกลางของตา
- ความหนาของตัวปลาทำให้เมื่อถ่ายภาพออกมาแล้วทำให้เห็นเส้นขอบตาไม่ชัดเจนและทำให้เกิดเงาดำขึ้นบริเวณส่วนหัวทำให้ระบุตำแหน่งตาปลาผิดพลาด



รูปที่ 4.3 ตัวอย่างภาพปลาที่ไม่สามารถวัดขนาดตาปลาได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 ตัวอย่างภาพปลาที่สามารถวัดขนาดตาปลาได้

สรุปผลการทดลอง

จากรูปจะพบว่าเมื่อเราเพิ่มวิธีการวัดขนาดของตาปลาเข้ามาด้วยแล้ว ปลาทั้งสองชนิดนั้นก็จะเกิดการแบ่งแยกกันอย่างชัดเจนยิ่งขึ้น เพราะว่าตาของปลาทั้งสองชนิดนั้นมีขนาดไม่เท่ากัน โดยปลาทูแขกจะมีขนาดตาใหญ่กว่าปลาทูไทย แต่วิธีการนี้ไม่สามารถนำมาใช้งานจริงเนื่องจากไม่มีความแน่นอนว่าจะระบุบริเวณส่วนที่เป็นตาปลาได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปโครงงาน

5.1 สรุปโครงงาน

จากการทดลองโดยการหาลักษณะเด่นของปลาโดยวิธีการต่างๆนั้น สามารถสรุปผลได้ดังนี้

การนำลักษณะรูปร่างของปลามาเปรียบเทียบด้วยวิธีการวัดจากจุดศูนย์กลางของตัวปลาจากนั้นจึงวัดค่าสัมประสิทธิ์อนุกรมฟูเรียร์นั้น ผลที่ได้คือสามารถแยกปลาออกจากกันได้ในระดับหนึ่งโดยเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้คัดแยกปลาที่มีลักษณะความแตกต่างภายนอกที่เห็นได้ชัดเจนเท่านั้น ส่วนถ้าวัดเปรียบเทียบด้วยกระบวนการ Dynamic time wrapping จะสามารถแยกปลาออกจากกันได้ดี เราสามารถนำวิธีนี้ไปใช้ในการคัดแยกปลาได้จริง

สำหรับวิธีการวัดโดยใช้ความเป็นเชิงเส้นของตัวปลานั้น ผลที่ได้คือวิธีการนี้มีประสิทธิภาพในการแยกปลาออกจากกันได้ค่อนข้างต่ำ เนื่องจากลำตัวของปลานั้นมีลักษณะโค้งมนเหมือนกันทำให้ความแตกต่างนั้นมีเพียงเล็กน้อย ไม่เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการคัดแยกปลาจริง

ส่วนการวัดขนาดความยาวของปลาร่วมกับขนาดของตัวปลาเพื่อการคัดแยกปลาทูไทยกับปลาทูแขกเท่านั้น ผลที่ได้คือ สามารถทำให้ความแตกต่างระหว่างปลาทูไทยกับปลาทูแขกแตกต่างกันมากยิ่งขึ้น แต่จากการทดลองพบว่าวิธีนี้ไม่สามารถนำมาใช้งานจริงได้เนื่องปลาบางส่วนไม่สามารถระบุตำแหน่งตาปลาได้ถูกต้องเพราะบริเวณตาปลาอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงได้จากสาเหตุต่างๆ

ดังนั้นในวิธีการที่เราจะนำไปใช้กับทดลองกับเครื่องคัดแยกปลานั้น ได้แก่ วิธีการหารูปร่างของปลาด้วยวิธีการวัดระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางและขอบของตัวปลา และวัดเปรียบเทียบด้วยกระบวนการ Dynamic time wrapping

5.2 ปัญหาที่ประสบในการทำงาน

- ปลาบางพันธุ์ที่ต้องการใช้ในการทดลองยังหามาทดลองได้ยาก
- การประมวลผลภาพในบางครั้งอาจเกิดการผิดพลาด ทำให้ผลการเปรียบเทียบผิดพลาดได้
- ความละเอียดของภาพที่ถ่ายได้นั้นยังไม่เพียงพอต่อที่จะหาลักษณะเด่นที่มีความละเอียดสูงๆ ได้
- ขนาดของฮาร์ดแวร์ที่ใช้ทำการทดลองมีขนาดเล็กทำให้ปลาที่นำทดลองต้องที่ขนาดเล็กตามไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 แนวทางการพัฒนาขั้นต่อไป

- ทำการปรับปรุงฮาร์ดแวร์ที่ใช้ให้สามารถใช้งานได้สอดคล้องกับการทดลองมากยิ่งขึ้น
- ทำการทดลองกับจำนวนปลามากยิ่งขึ้นเพื่อทำให้ผลการคัดแยกมีผลแม่นยำขึ้น
- พยายามหาลักษณะเด่นของตัวปลาอื่นๆมาใช้ร่วมกันเพิ่มเติม
- ปรับปรุงกระบวนการประมวลผลภาพเพื่อทำให้การคัดแยกพันธุ์ปลามีความผิดพลาดจากการประมวลผลลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] ผศ.ดร.สมเกียรติ อุดมหรรษากุลม. 2550. การประมวลผลภาพเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[2] Rafael C. Gonzalez และ Richard E. Woods. 2545. Digital Image Processing. พิมพ์ครั้งที่ 2. New Jersey : Prentice – Hall

[3] HTTP://WWW.CEE.HW.AC.UK/HIPR/HTML/HIPR_TOP.HTML

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

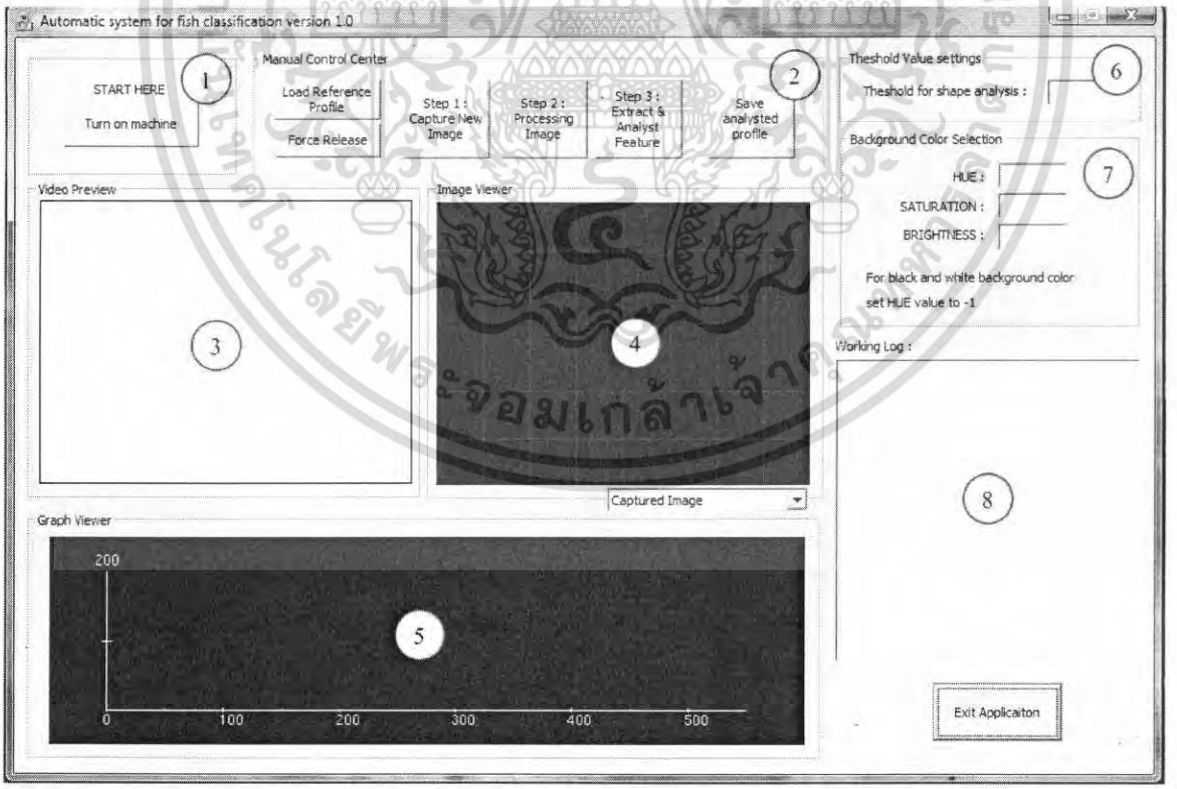
1. สิ่งที่ทำก่อนการใช้โปรแกรมเพื่อตรวจวัดเทียบปลา

ในการใช้โปรแกรมเพื่อตรวจวัดเทียบปลาจำเป็นต้องลง Libraries และโปรแกรมดังนี้

- Video OCX เวอร์ชัน 1.62 หรือสูงกว่า
- Libraries OpenGL Utility Toolkit (GLUT) เวอร์ชัน 3.7.6
- Visual Studio.NET 2008

2. การใช้งานโปรแกรม

1. เริ่มการทำงานด้วยการ Run ไฟล์ MainUI.exe ใน Folder "/Automatic system for fish classification/debug"
2. Interface ของโปรแกรม



1. ปุ่มเริ่มการทำงาน
2. ปุ่มควบคุมขั้นตอนการเคลื่อนที่ของเครื่องจักรและถ่ายภาพ
3. ส่วนแสดงผลภาพที่ถ่ายจากกล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ส่วนแสดงผลภาพที่ผ่านการประมวลผล
5. กราฟแสดงค่าลักษณะเด่นของตัวปลาที่คำนวณออกมาได้
6. ช่องกำหนดค่าขั้นต่ำสำหรับการคัดแยกปลา
7. ช่องกำหนดค่าสีบริเวณส่วนฉากหลัง
8. ส่วนรายงานผลการทำงาน

3.การใช้งานโปรแกรม

1. กดปุ่ม Turn on machine เพื่อเริ่มการทำงานของกล้องและทดสอบการใช้งานของ Port Serial
2. กดปุ่มโหลด Reference Data เพื่อทำการโหลดข้อมูลของปลาที่จะใช้อ้างอิงเปรียบเทียบ
3. กำหนดค่าระดับขั้นต่ำเปรียบเทียบ (ส่วนที่ 6)
4. กำหนดสีของฉากหลัง (ส่วนที่ 7)
5. เมื่อปลาเข้ามาอยู่ในตรวจสอบ กดปุ่ม Capture Image เพื่อทำการจับภาพ แต่ถ้าในส่วนตรวจสอบไม่มีปลาเข้ามาให้กดปุ่ม Force Release เพื่อให้สายพานเลื่อนต่อไป
6. กดปุ่ม Processing Image เพื่อทำการประมวลภาพให้เหลือเฉพาะส่วนตัวปลาเท่านั้น หากภาพที่ได้ไม่เหมาะสมให้ทำการกำหนดสีของฉากหลัง (ส่วนที่ 7) ใหม่แล้วกดปุ่ม Processing Image อีกครั้ง
7. กดปุ่ม Extract & Analyst Feature เพื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างตัวปลา หากปลาเป็นพันธุ์เดียวกันสายพานจะเลื่อนต่อไป แต่ถ้าเป็นคนละพันธุ์จะชุดดีดจะทำการดีดปลาออกไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้