สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

แบบเสนอรายงานโครงการวิจัยโดยใช้เงินรายได้คณะวิศวกรรมศาสตร์
ประจำปี 2551

ชุดตรวจสอบขนาดปลาด้วยแมชชีนวิชั่นโดยใช้เทคนิค Structured Light Sectioning
(Fish Size Inspector by Machine Vision using Structured Light Sectioning Technique)

หัวหน้าโครงการวิจัย ดร. นวภัทรา หนูนาค
สังกัดภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

RCH
QA
465
น297ช

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..120297
วัน, เดือน, ปี..13 ก.ค. 2555

b.1237566
i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

โครงงานนี้นำเสนอวิธีการวัดปริมาตรของปลาจากภาพ (Metric Vision) การวัดนี้ใช้หลักการวัดขนาดของวัตถุแบบสามมิติจากอุปกรณ์รับภาพ โดยในเบื้องต้นเป็นการประมวลผลภาพแบบออฟไลน์ รูปแบบของระบบประกอบด้วย ชุดสายพาน มอเตอร์เพื่อขับเคลื่อนสายพาน อุปกรณ์กำเนิดแสงเลเซอร์สีแดงแบบลำแสงเส้นตรงติดตั้งอยู่ด้านบนและตั้งฉากกับระนาบของสายพาน กล้องจับภาพจะจับภาพของลำแสงเลเซอร์ที่ตกกระทบกับวัตถุโดยทำมุมประมาณ 45 องศากับระนาบของลำแสง ในการวัดใดๆ ก็ตามต้องมีการสอบเทียบกับวัตถุที่ทราบขนาดและมิติที่แท้จริง เพื่อใช้สำหรับคำนวณหา Homography transform matrix เพื่อใช้ในการแปลงค่าจากหน่วยของพิกเซลของภาพให้เป็นขนาดทางการวัดจริง (หน่วยเป็นเซนติเมตร) เมื่อได้ค่ามิติทางการวัดแล้ว จึงสามารถวัดขนาดของพื้นที่หน้าตัดและปริมาตรของปลาได้ ในการทดสอบนี้ใช้ปลานิลเป็นตัวอย่างทดสอบ ซึ่งมีลักษณะพื้นที่หน้าตัดเป็นรูปวงรี เมื่อหาค่าของพื้นที่หน้าตัดในแต่ละส่วนได้แล้ว จากนั้นนำพื้นที่ที่ได้ในแต่ละส่วนมารวมกันตั้งแต่หัวปลาจนสุดปลายหางจะได้ปริมาตรของปลา ผลการทดสอบพบว่า ปริมาตรของปลาที่วัดด้วยระบบแมชชีนวิชั่นอาศัยเทคนิค Structure Light Sectioning นี้ ให้ความแม่นยำสูงถึง 92% เปรียบเทียบกับการวัดปริมาตรโดยการแทนที่น้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจาก เงินรายได้คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ประจำปี 2551

ขอขอบคุณ - คณะวิศวกรรมศาสตร์ สจล.
- บุคลากรประจำภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สจล.
- รศ.ทวีพล ซื่อสัตย์ อ.ประจำภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สจล.

นวภัทรา หนูนาค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย
กิตติกรรมประกาศ
สารบัญ
สารบัญรูป
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1.ความเป็นมาและที่มาของงานวิจัย 1
1.2.วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 1
1.3.ขอบเขตของงานวิจัย 2

บทที่ 2 การตรวจเอกสาร 3
2.1 การหาปริมาตรด้วยวิธีแบบเปียก.....3
2.2 การหาปริมาตรด้วยวิธีแบบแห้ง.....4
2.3 การวิเคราะห์ภาพด้วยวิธีการวัดบนระนาบ.....7

บทที่ 3 การออกแบบ สร้างชุดวัดขนาดและผลการทดสอบการวัดขนาดปลา.....9
3.1 การออกแบบและสร้างชุดวัดขนาด.....9
3.2 การทำงานของชุดวัดขนาดปลาด้วยแมชชีนวิชั่น.....12
3.3 โปรแกรมสำหรับการวัดขนาดปลา.....14
3.4 ผลการทดสอบ.....17

บทที่ 4 สรุปผลการทดสอบและข้ออเสนอแนะ.....18

เอกสารอ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 การหาปริมาตรโดยการแทนที่ของเหลว....3
2.2 การหาปริมาตรโดยการชั่งน้ำหนักในของเหลว....4
2.3 ตัวเก็บประจุไฟฟ้า....5
2.4 รูปแบบการทำงานของคอมพิวเตอร์วิชั่น....6
2.5 วิธีการวัดปริมาตรและพื้นที่หน้าตัด....8
3.1 ชุดวัดขนาดปลาด้วยแมชชีนวิชั่น....9
3.2 ชุดสายพานลำเลียงและการติดตั้งอุปกรณ์รับภาพและ Linear Laser Diode....10
3.3 ชุดวัดขนาดปลาด้วยแมชชีนวิชั่นอาศัยเทคนิค Light Sectioning....11
3.4 ลักษณะการตกกระทบของแสงเลเซอร์บนตัวปลา....13
3.5 โพรไฟล์ของปลาที่ได้จากการสแกน....13
3.6 ขั้นตอนในการประมวลผลภาพ....15
3.7 ตัวอย่างหน้าต่างของโปรแกรมในการคำนวณหาค่า a และ b....16
3.8 ตัวอย่างหน้าต่างของโปรแกรมในส่วนการสอบเทียบ....16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและที่มาของงานวิจัย

จากข้อมูลการส่งออกปลาในปี 2549 ประเทศไทยส่งออกปลาน้ำจืดเป็นมูลค่ามากถึง 1,356 ล้านบาท โดยส่งออกปลานิลมากเป็นอันดับ 1 นำรายได้เข้าประเทศมากถึง 788 ล้านบาท โดยส่งออกทั้งในรูปปลาสด แช่เย็น แช่แข็ง และในรูปของเนื้อปลาแบบฟิลเล แนวโน้มความต้องการของตลาดส่งออกปลานิลในรูปแบบปลาทั้งตัวแช่แข็งเพิ่มสูงขึ้นทุกปี โดยความต้องการเพิ่มจาก 7.6 ล้านกิโลกรัมในปี 2548 เป็น 12.3 ล้านกิโลกรัมในปี 2549 (ข้อมูล: กลุ่มวิเคราะห์การค้าสินค้าประมงระหว่างประเทศ) ปัจจัยหนึ่งซึ่งมีผลต่อการส่งออกปลาคือ วิธีการคัดขนาด โดยทั่วไปการคัดขนาดปลาจะใช้การประมาณด้วยสายตา ซึ่งจัดเป็นหนึ่งในต้นทุนและกรรมวิธีในการผลิต จากข้อมูลเบื้องต้นพบว่า ความต้องการปลานิลเพื่อบริโภคของตลาดต่างประเทศยังคงมีความต้องการค่อนข้างสูง โดยประเทศไทยมีประเทศคู่แข่งสำคัญคือไต้หวัน บังคลาเทศ เพื่อให้ประเทศไทยสามารถแข่งขันในระดับนานาชาติได้อย่างยั่งยืน ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพัฒนาเทคโนโลยีเข้ามาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการคัดปลาซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในกรรมวิธีการผลิตปลา

การตรวจสอบขนาดของปลาด้วยภาพโดยใช้เทคนิค Structured Light Sectioning (O'Leary et al., 2005) เป็นวิธีการตรวจสอบขนาดแบบไม่ทำลาย (non-destructive test) สามารถปฏิบัติได้อย่างรวดเร็วและไม่ซับซ้อนสำหรับผู้ปฏิบัติงาน การศึกษาการวิเคราะห์ขนาดของปลาด้วยภาพหรือด้วยแมชชีนวิชั่นจึงมีความสำคัญและเป็นประโยชน์ในระดับประเทศ อีกทั้งยังสามารถพัฒนาสู่การสร้างเครื่องคัดแยกขึ้นใช้ในระดับอุตสาหกรรมในอนาคตได้อีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

วัตถุประสงค์โดยทั่วไปของโครงการคือ เพื่อศึกษาและออกแบบชุดตรวจสอบขนาดปลา โดยมีวัตถุประสงค์จำเพาะดังนี้

1. เพื่อออกแบบและสร้างชุดตรวจสอบขนาดของปลาด้วยแมชชีนวิชั่น
2. เพื่อพัฒนาโปรแกรมที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ขนาดปลาโดยอาศัยเทคนิค Structured Light Sectioning
3. เพื่อศึกษาความสามารถในวิเคราะห์ขนาดของปลาด้วยชุดตรวจสอบที่ได้รับการพัฒนาขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1.3.1 ศึกษาการหาขนาดปลาด้วยวิธีการแช่น้ำเปรียบเทียบกับวิธีการวัดด้วยแมชชีนวิชั่น

1.3.2 พัฒนาโปรแกรมสำหรับการวิเคราะห์ขนาดปลาโดยอาศัยเทคนิค Structured Light Sectioning

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
การตรวจเอกสาร

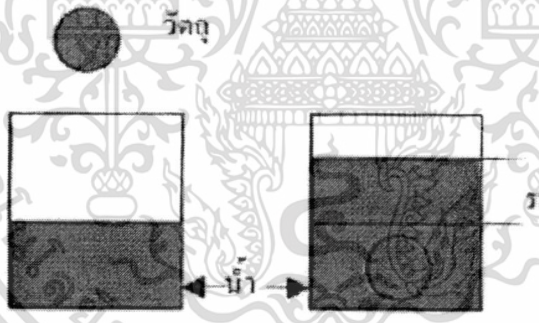
การหาปริมาตรของวัตถุสามารถแบ่งเป็น 2 วิธีใหญ่ ๆ คือ วิธีแบบเปียก (Wet Method) และวิธีแบบแห้ง (Dry Method) วิธีแบบเปียกคือการจุ่มชิ้นวัตถุลงในถังบรรจุของเหลวได้แก่ สารละลายเกลือหรือน้ำ โดยการใช้หลักการแทนที่ของเหลวและการชั่งน้ำหนักของวัตถุในของเหลว (Mohsenin, 1980) วิธีแบบแห้งได้แก่ การคำนวณหาเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเราขาคณิต (Mohsenin, 1980) การใช้เทคนิคทางไฟฟ้า (Kato, 1997) และการใช้เทคนิคคอมพิวเตอร์วิชั่น (Toda et al., 1992) เป็นต้น

2.1 การหาปริมาตรด้วยวิธีแบบเปียก

วิธีการหาปริมาตรของวัตถุโดยวิธีแบบเปียกได้แก่ การใช้หลักการแทนที่ของเหลวด้วยวัตถุและการชั่งน้ำหนักของวัตถุในของเหลว

2.1.1 หลักการแทนที่ของเหลวด้วยวัตถุ

เมื่อวัตถุแทรกตัวลงไปในของเหลวทำให้ของเหลวมีปริมตรเพิ่มขึ้นเท่ากับปริมาตรของวัตถุนั้น (รูปที่ 2.1)

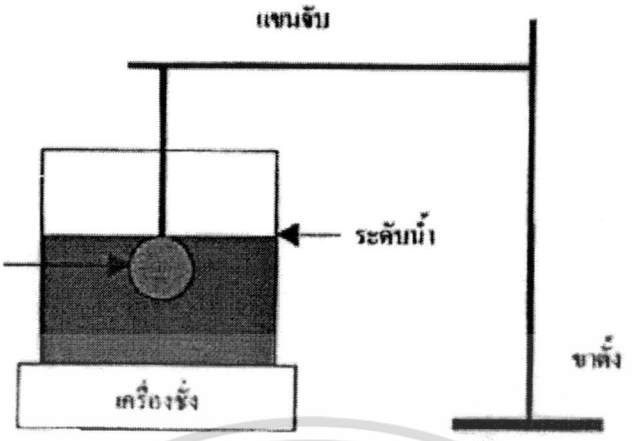


รูปที่ 2.1 การหาปริมาตรโดยการแทนที่ของเหลว

2.1.2 หลักการชั่งน้ำหนักวัตถุในของเหลว

น้ำหนักวัตถุที่ชั่งในของเหลวคือ น้ำหนักของของเหลวที่ถูกแทนที่ด้วยวัตถุ นั่นคือ แรงพยุงลอยของของเหลวนั่นเอง (รูปที่ 2.2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 การหาปริมาตรโดยการชั่งน้ำหนักในของเหลว

เนื่องจากวัตถุบางชนิดมีรูพรุนหรือดูดซับของเหลวโดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำได้ดี การหาปริมาตรโดยวิธีเหล่านี้อาจมีข้อผิดพลาดได้มาก จึงมีการเลือกใช้ของเหลวให้เหมาะสมกับวัตถุที่จะหาปริมาตรและคำนึงว่าปริมาตรภายนอกของวัตถุเท่ากับปริมาตรของของเหลวที่ถูกแทนที่และปริมาตรของของเหลวที่ซึมเข้าไปในวัตถุ ส่วนปริมาตรที่แท้จริงของผลไม้เท่ากับปริมาตรของของเหลวที่ถูกแทนที่

2.2 การหาปริมาตรด้วยวิธีแบบแห้ง

วิธีการหาปริมาตรของวัตถุแบบแห้ง คือการหาปริมาตรโดยที่วัตถุไม่สัมผัสกับของเหลว ได้แก่ การวัดขนาดและคำนวณหาเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต การใช้เทคนิคทางไฟฟ้า และการใช้เทคนิคแมชชีนวิชั่น เป็นต้น

2.2.1 การวัดขนาด

การหาปริมาตรของวัตถุทำได้โดยวัดความยาว (ที่ยาวที่สุด) ที่ตั้งฉากกัน 3 แกน (แกน a b และ c) คำนวณหาค่าเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต (Geometric Mean Diameter, GMD) แล้วคำนวณหาปริมาตร (Mohsenin, 1980)

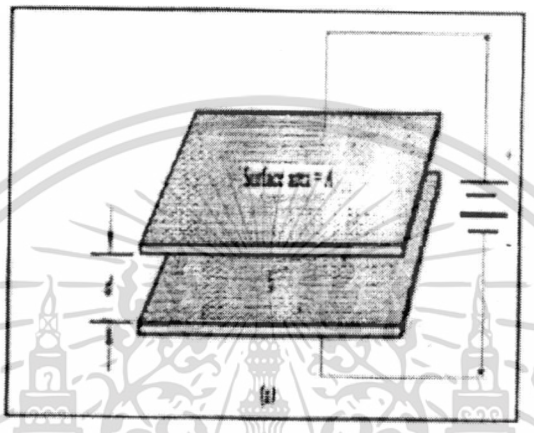
เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต (GMD) = $(abc)^{1/3}$

ปริมาตรสมมูลย์เชิงเรขาคณิต (V) = $4\P r^3/3$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 การใช้เทคนิคทางไฟฟ้า

การใช้เทคนิคทางไฟฟ้าหรือการวัดค่าความจุไฟฟ้า เมื่อนำแผ่นโลหะ 2 แผ่นมาวางให้หันเข้าหากันแล้วต่อกับแบตเตอรี่ (รูปที่ 2.3) แผ่นโลหะที่ต่อกับขั้วลบของแบตเตอรี่จะมีประจุลบและแผ่นที่ต่อกับขั้วบวกของแบตเตอรี่จะมีประจุบวกมาออกันอยู่จึงเกิดการดูดซึ่งกันและกัน ประจุบวกและประจุลบจะอยู่ที่แผ่นโลหะทั้งสองนั้น แผ่นโลหะคู่นี้จะทำหน้าที่สะสมประจุไว้ได้ จึงเรียกว่าเป็นตัวเก็บประจุไฟฟ้าสถิตหรือเรียกสั้น ๆ ว่าตัวเก็บประจุ (สมศักดิ์, 2522)



รูปที่ 2.3 ตัวเก็บประจุไฟฟ้า

ปริมาณประจุไฟฟ้า Q ซึ่งจะสะสมในตัวเก็บประจุที่ทำด้วยแผ่นตัวนำที่ขนานกัน

1. แปรผันตามแรงดันไฟฟ้า V (โวล์ต) ที่ใส่เข้ามา

2. แปรผันตามพื้นที่ของแผ่นโลหะตัวนำที่ขนานกันนั้น A (m^2)

3. แปรผกผันกับระยะห่างระหว่างแผ่นตัวนำที่ขนานกันนั้น d (m)

ปริมาณของประจุ = (ε x พื้นที่ของแผ่นตัวนำ x แรงดันไฟฟ้า)/ ระยะห่างระหว่างแผ่นตัวนำ

$$Q = (\varepsilon \times A \times V)/d$$

ซึ่ง ε คือค่าคงที่ที่กำหนดได้จากชนิดของฉนวนที่อยู่ระหว่างแผ่นตัวนำที่ขนานกันนี้เรียกค่าคงที่ไดอิเลคตริค (Dielectric Constant)

ปริมาณของประจุไฟฟ้าขึ้นอยู่กับรูปร่างของตัวเก็บประจุและวัสดุที่ใช้ ความสามารถในการเก็บประจุของตัวเก็บประจุเรียกว่า ความจุไฟฟ้าสถิต (ใช้สัญลักษณ์ C) มีหน่วยเป็น ฟารัด (F) เมื่อใส่แรงดันไฟฟ้า 1 V แก่ตัวเก็บประจุแล้ว ตัวเก็บประจุนั้นสามารถเก็บประจุได้ 1 คูลอมบ์ ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เก็บประจุนั้นมีความจุไฟฟ้าสถิต 1 ฟารัด ดังนั้น ถ้าตัวเก็บประจุมีพื้นที่ A (m^2) และห่างกัน d (m) เมื่อใส่แรงดันไฟฟ้า V (V) สามารถเก็บประจุได้ Q © ความจุไฟฟ้าสถิต C (F) จะเป็น

$$C = Q/V = (\varepsilon \times A)/d \quad , F$$

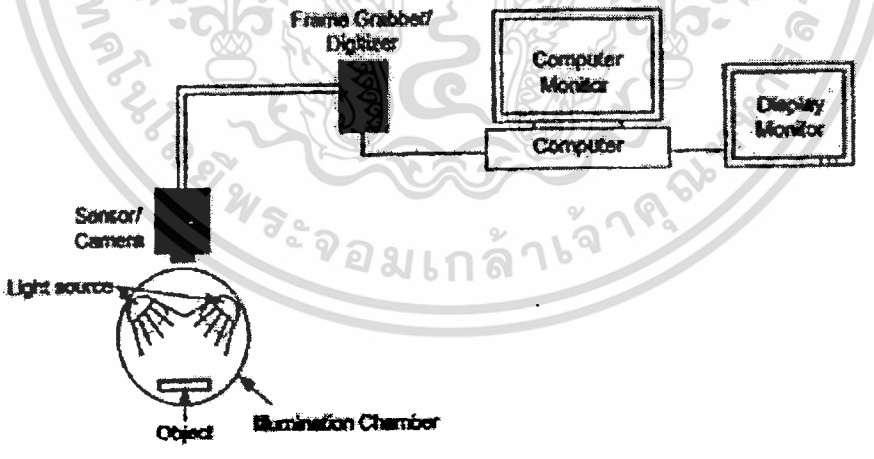
$$C = (\varepsilon_r \varepsilon_0 A)/d \quad , F$$

ε_0 คือ Permittivity ของที่ว่าง 8.854×10^{-12}, F/m

ε_r คือ Relative Permittivity ของอากาศ, F/m

2.2.3 การใช้เทคนิคแมชชีนวิชั่น

แมชชีนวิชั่นหรือคอมพิวเตอร์วิชั่นรู้จักในชื่อของเครื่องวิเคราะห์ภาพฉายหรือคอมพิวเตอร์วิเคราะห์ภาพ เป็นเทคนิคหนึ่งที่จำลองการมองของมนุษย์ โดยระบบของคอมพิวเตอร์วิชั่นประกอบด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ เซนเซอร์ (Sensor) หรือกล้องถ่ายภาพ ซึ่งเครื่องคอมพิวเตอร์ที่บรรจุโปรแกรมสำหรับการวิเคราะห์ผลสามารถเปรียบเทียบได้กับสมองของมนุษย์และ sensor หรือกล้องถ่ายภาพเปรียบเทียบได้กับดวงตาของมนุษย์ (Panigrahi and Gunasekaran, 2001) ปัจจุบันเทคนิคคอมพิวเตอร์วิชั่นได้นำมาใช้วัดปริมาตรของวัตถุโดยการหมุนวัตถุให้กล้องถ่ายภาพสามารถรับภาพได้ทุกมุมและวิเคราะห์หาปริมาตรออกมา (Toda et al., 1992)



รูปที่ 2.4 รูปแบบการทำงานของคอมพิวเตอร์วิชั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การวิเคราะห์ภาพด้วยวิธีการวัดบนระนาบ (Planar metrology)

วิธีการนี้ต้องทราบขนาดที่แท้จริงเพื่อเป็นตัวอ้างอิงบนระนาบ โดยใช้ homography matrix (H) แปลงพิกัดแบบ Homogeneous จากตำแหน่งพิกัดบนภาพ(pixel) ให้เป็นขนาดบนที่ใช้ในการวัดค่า โดยที่ Homography matrix นี้สามารถคำนวณได้จากพิกัดบนภาพกับขนาดที่แท้จริงบนพิกัด ดังในสมการ

$$p' = Hp$$

เมื่อ P' คือพิกัดบนภาพ และ P คือพิกัดทางการวัดที่แท้จริง ในระบบพิกัดแบบ Homogeneous สามารถเขียนได้ดังสมการ

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ w' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} h_{11} & h_{12} & h_{13} \\ h_{21} & h_{22} & h_{23} \\ h_{31} & h_{32} & h_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ w \end{pmatrix}$$

ในการคำนวณหาค่าของ homography matrix เราจำเป็นต้องทราบพิกัดที่แท้จริงจำนวนสี่จุด และสามารถคำนวณได้จากการแก้สมการเชิงเส้นในสมการ

$$\begin{pmatrix} x_1 & y_1 & 1 & 0 & 0 & 0 & x'_1 x_1 & x'_1 y_1 & x'_1 \\ \text{M} & \text{M} & \text{M} & \text{M} & \text{M} & \text{M} & \text{M} & \text{M} & \text{M} \\ x_4 & y_4 & 1 & 0 & 0 & 0 & x'_4 x_4 & x'_4 y_4 & x'_4 \\ 0 & 0 & 0 & x_1 & y_1 & 1 & y'_1 x_1 & y'_1 y_1 & y'_1 \\ \text{M} & \text{M} & \text{M} & \text{M} & \text{M} & \text{M} & \text{M} & \text{M} & \text{M} \\ 0 & 0 & 0 & x_4 & y_4 & 1 & y'_4 x_4 & y'_4 y_4 & y'_4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} h_{11} \\ h_{12} \\ h_{13} \\ h_{21} \\ h_{22} \\ h_{23} \\ h_{31} \\ h_{32} \\ h_{33} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

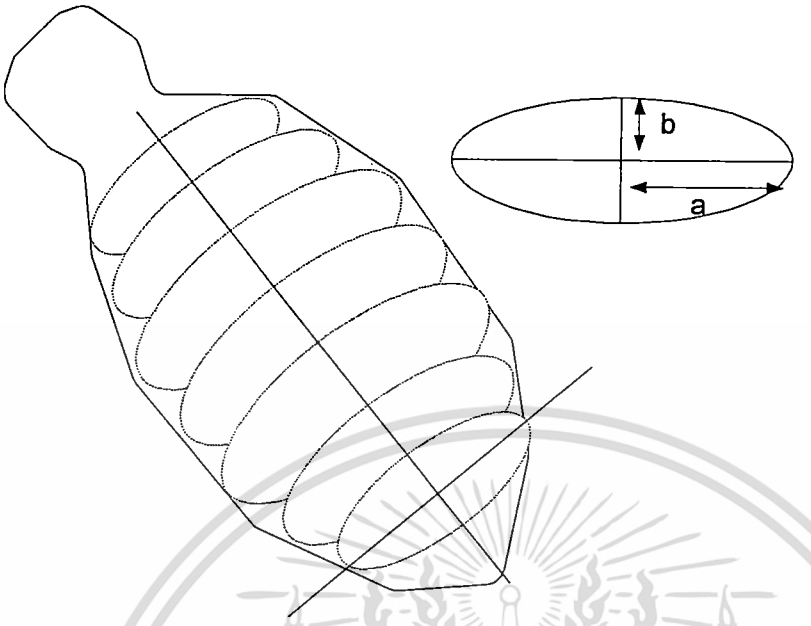
2.4 การวัดปริมาตรโดยการคำนวณพื้นที่หน้าตัด

สามารถคำนวณปริมาตรได้โดยการคำนวณพื้นที่หน้าตัดในแต่ละช่วง ตลอดช่วงความยาวของวัตถุ ลักษณะแสดงดังรูปที่ 2.5 โดยพื้นที่หน้าตัดของตัวปลาจะมีลักษณะเป็นวงรี

$$\text{พื้นที่วงรี(A)} = \P ab$$

$$\text{ปริมาตรปลา (V)} = \int A \, dl$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 วิธีการวัดปริมาตรและพื้นที่หน้าตัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบ สร้างชุดวัดขนาดและ ผลการทดสอบวัดขนาดปลา

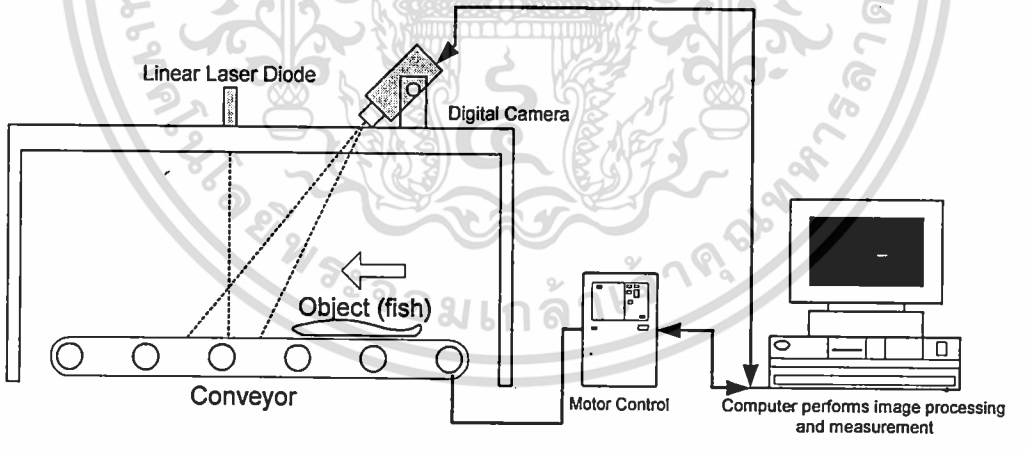
3.1 การออกแบบและสร้างชุดวัดขนาด

ชุดวัดขนาดปลาด้วยแมชชีนวิชั่น แสดงดังรูปที่ 3.1 โดยชุดวัดขนาดประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก 3 ส่วน ดังนี้

1) ชุดสายพานลำเลียง ขนาด 50 cm x 100 cm x 100 cm
2) โปรแกรมสำหรับการวิเคราะห์ขนาดปลา และคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการประมวลผล
3) ชุดอุปกรณ์รับภาพ และ Linear Laser Diode

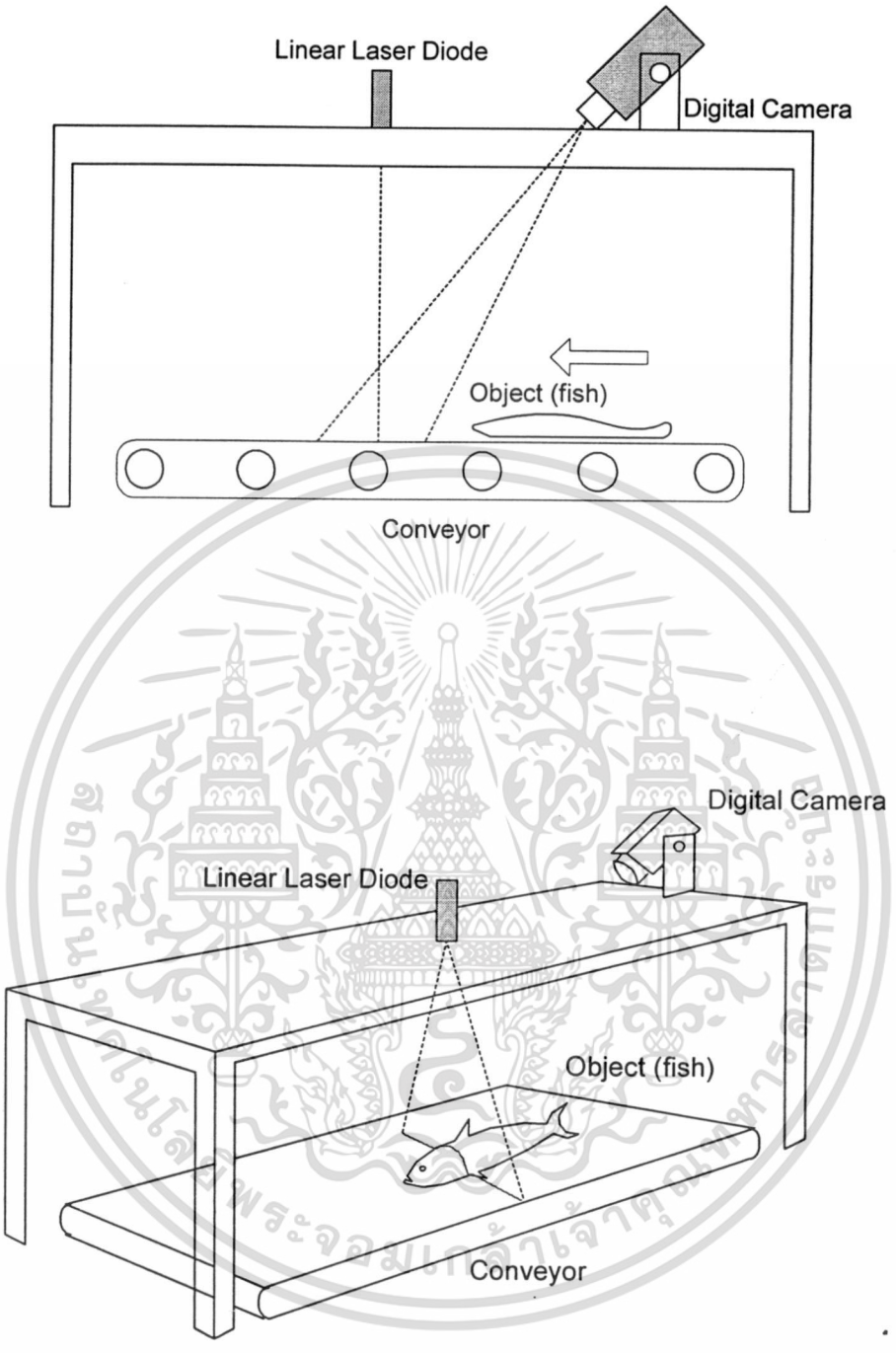
ชุดสายพานลำเลียงและการติดตั้งอุปกรณ์รับภาพและLinear Laser Diode แสดงในรูปที่ 3.2

ในส่วนของการประมวลผลภาพ อุปกรณ์รับภาพจะจับภาพและประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้นหาขอบภาพและวิเคราะห์หาขนาดของปลา รูปที่ 3.3แสดงภาพชุดวัดขนาดปลาที่สร้างเรียบร้อยแล้วพร้อมลักษณะของแสงเลเซอร์ที่ตัดกับตัวปลา



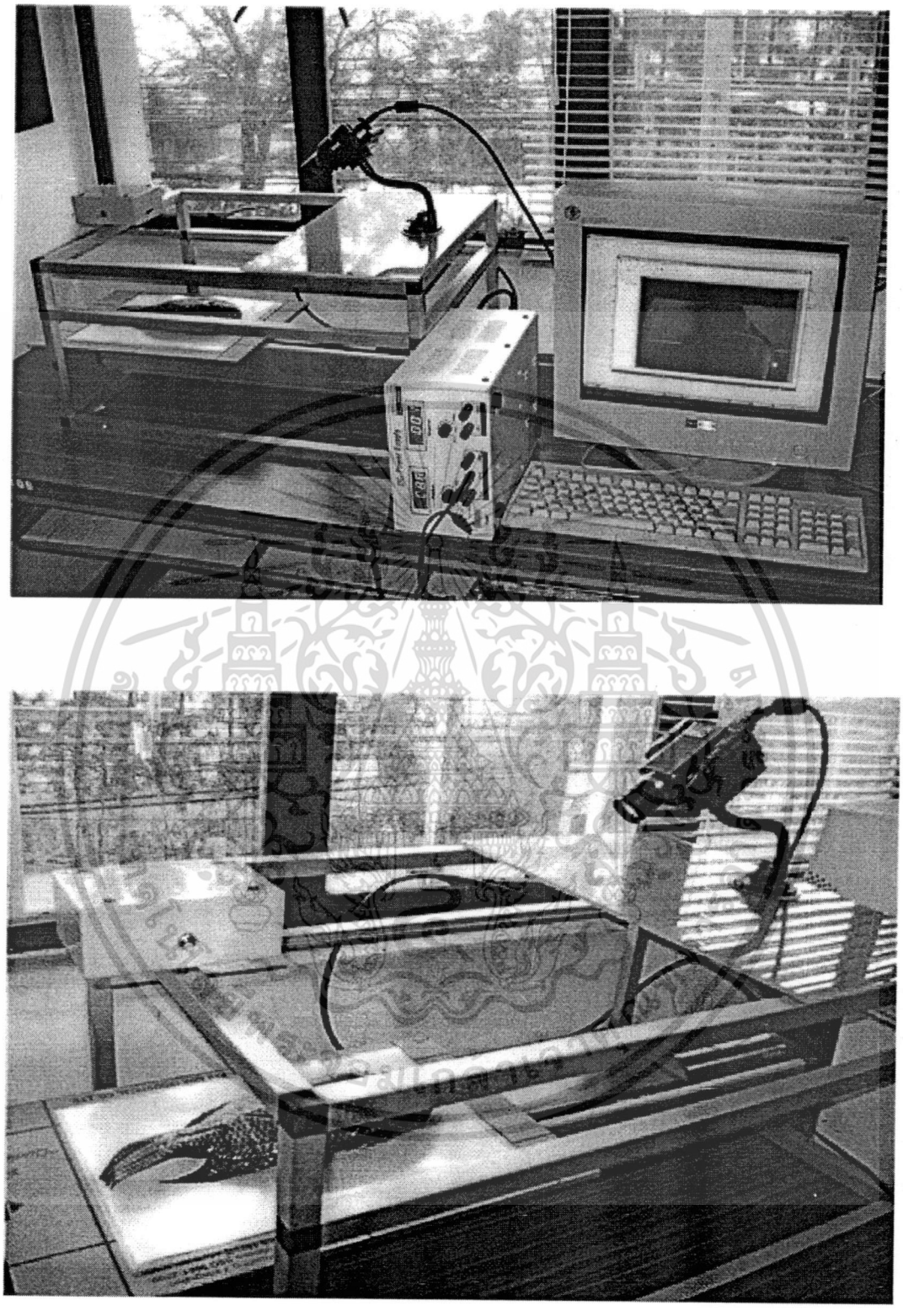
รูปที่ 3.1 ชุดวัดขนาดปลาด้วยแมชชีนวิชั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 ชุดสายพานลำเลียงและการติดตั้งอุปกรณ์รับภาพและLinear Laser Diode

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 ชุดวัดขนาดปลาด้วยแมชชีนวิชั่นอาศัยเทคนิค light sectioning

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การทำงานของชุดวัดขนาดปลาด้วยแมชชีนวิชั่น

ลักษณะการทำงานของชุดวัดขนาดสามารถอธิบายตามส่วนประกอบต่าง ๆ ได้ดังนี้ ชุดวัดขนาดปลาด้วยแมชชีนวิชั่น (รูปที่ 3.3) ประกอบด้วย คอมพิวเตอร์ โปรแกรมประมวลผล ชุดสายพานลำเลียงและอุปกรณ์จับภาพ

3.2.1 อุปกรณ์จับภาพ

กล้องถูกเชื่อมต่อกับ frame grabble ที่เป็นแบบ IEEE1394A โดยอุปกรณ์รับภาพใช้กล้องของ Blasler รุ่น Scolt 725x483 pixels เซ็นเซอร์รับภาพเป็นชนิด CMOS ชนิดรับภาพสี โดยมีการเข้ารหัสสีแบบ Bayer filter การเชื่อมต่อระหว่างกล้องและคอมพิวเตอร์เป็นแบบ Firewire หรือ IEEE 1394 B ซึ่งมีความเร็วในการรับส่งข้อมูลถึง 800 Mbps ความสามารถในการรับภาพสำหรับการทำงานแบบต่อเนื่องทำได้ 60 ภาพต่อวินาที ซึ่งมีความเร็วสูงสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการทำงานแบบเวลาจริงได้ (Real-time) การเชื่อมต่อแบบ IEEE 1394 B นี้มีข้อดีในเรื่องของความเร็วในการเชื่อมต่อข้อมูลแต่ว่ามีข้อจำกัดในเรื่องของความยาวของสายเคเบิ้ลระหว่างกล้องและ การ์ดจับภาพ (Frame grabber) ได้ไม่ไกลแต่มีข้อดีคือระบบนี้ไม่จำเป็นต้องใช้แหล่งจ่ายกำลังจากภายนอกเพื่อป้อนให้กับกล้อง

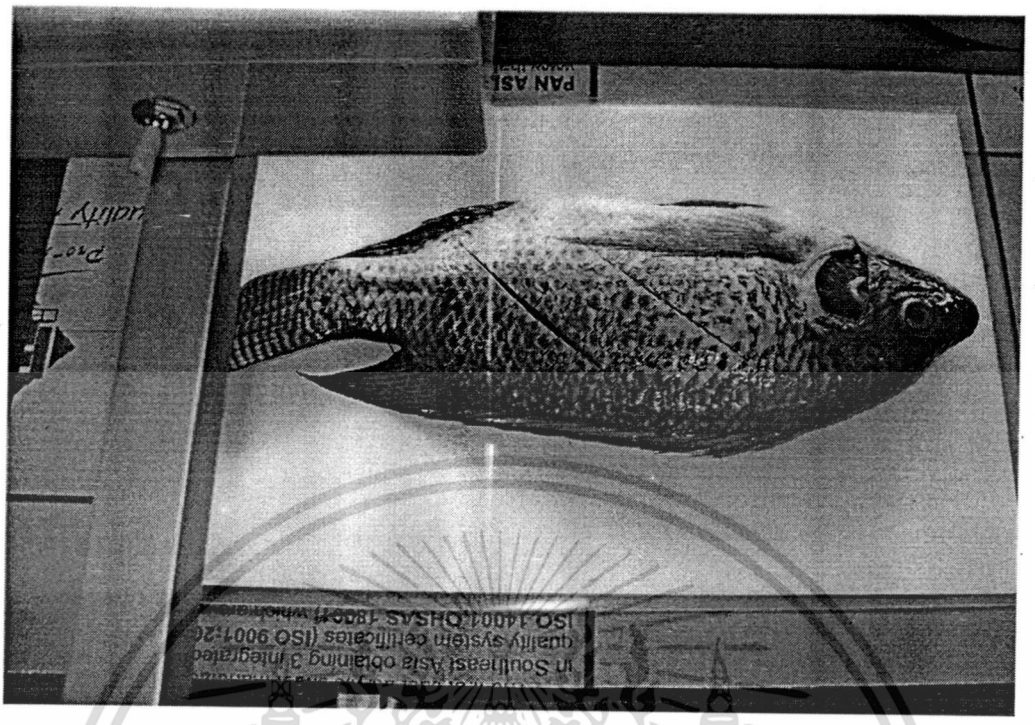
3.2.2 ชุดควบคุมมอเตอร์

ชุดควบคุมมอเตอร์ใช้ในการขับรางเลื่อนให้เคลื่อนที่ในทิศทางเป็นเชิงเส้น เพื่อนำวัตถุเคลื่อนที่ผ่านแสงเลเซอร์

3.2.3 อุปกรณ์กำเนิดแสง (Laser Diode)

อุปกรณ์จับภาพจะทำการจับภาพจาก Laser Diode ซึ่งเป็นชนิด Line Laser ให้แสงเป็นลำเส้นตรง ความยาวคลื่นอยู่ในระดับแสงสีแดง โดยอุปกรณ์กำเนิดถูกติดตั้งอยู่ด้านบนและตั้งฉากกับระนาบของสายพาน กล้องจับภาพจะจับภาพของลำแสงเลเซอร์ที่ตกกระทบกับวัตถุโดยทำมุมประมาณ 45 องศากับระนาบของลำแสง แสงเลเซอร์จะตกกระทบบนตัวปลาและกล้องจะจับภาพของแสงที่ตกตกระทบนั้น ปลาจะเคลื่อนที่ผ่านเลเซอร์สแกนตั้งแต่หัวจนสุดปลายหาง ภาพที่ได้จะเป็นเลเซอร์โพรไฟล์ของตัวปลา (รูปที่ 3.4-3.5) ในแต่ละ cross section จะสามารถนำมาคำนวณเพื่อหาค่าพื้นที่หน้าตัดและคำนวณหาปริมาตรของตัวปลาโดยการคำนวณพื้นที่หน้าตัดตลอดความยาวของตัวปลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 ลักษณะการตกกระทบของแสงเลเซอร์บนตัวปลา

รูปที่ 3.5 โพรไฟล์ของปลาที่ได้จากการสแกน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3โปรแกรมสำหรับการวัดขนาดปลา

ใช้โปรแกรม Matlab ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้กันอย่างแพร่หลายสำหรับการคำนวณทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ อีกทั้ง ยังมีเครื่องมือที่ใช้ในการประมวลผลภาพ (Image processing) โปรแกรมจะแบ่งออกเป็นสองส่วนคือ ส่วนสอบเทียบและส่วนคำนวณปริมาตร การประมวลผลภาพถูกนำมาใช้เพื่อปรับปรุงภาพและแยกส่วนที่ต้องการเพื่อนำมาทำการวัด โดยมีขั้นตอนดังรูปที่ 3.6 เริ่มจากการรับภาพจากกล้อง จากนั้นเข้าสู่กระบวนการมอร์ฟอโลยีเพื่อขยายขนาดของลำแสงและวิธีการแยกส่วน (Segmentation) จนได้ลำแสงที่ตกกระทบบนตัวปลาที่ต้องการ (รูปที่ 3.7) การคำนวณ Center of Gravity จะทำให้ได้พิกัดในระบบพิกัดฉากของลำแสง ในการวัดนี้ใช้วิธี Planar metrology ซึ่งสมการเส้นตรงและจุดบนพิกัดฉากจะถูกแปลงให้อยู่ในระบบ Homogenous equation

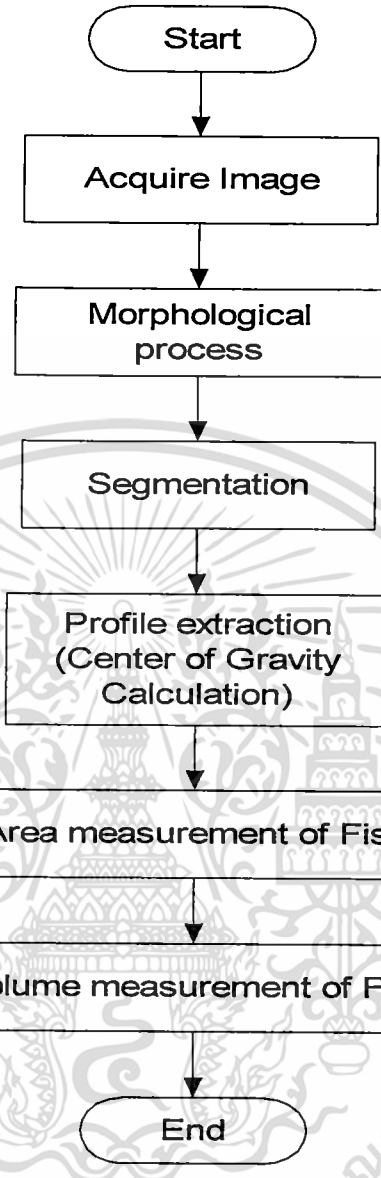
3.3.1 การสอบเทียบ

การสอบเทียบการวัดปริมาตรด้วยโปรแกรม MatLab ในโครงงานนี้ได้พัฒนา Mat lab Gui เพื่อให้ง่ายต่อการทดสอบ ในการวัดใดๆ ก็ตามจำเป็นต้องมีการสอบเทียบกับวัตถุที่ทราบขนาดและมิติที่แท้จริงเพื่อหา Homography Transformation Matrix ซึ่งในโครงงานนี้ใช้ LED จำนวน 4 ดวง ถูกจัดวางเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่ทราบกำหนดพิกัดชัดเจน (รูปที่ 3.8) โดยนำมาวางทาบกับระนาบของลำแสงเลเซอร์เพื่อใช้สำหรับคำนวณหา Homography transform matrix เพื่อใช้ในการแปลงค่าจากหน่วยของพิกเซลของภาพให้เป็นขนาดทางการวัดจริง (หน่วยเป็นเซนติเมตร) เมื่อได้ค่ามิติทางการวัดแล้ว จึงสามารถวัดขนาดของพื้นที่หน้าตัดและปริมาตรของวัตถุได้

3.3.2 การหาปริมาตร

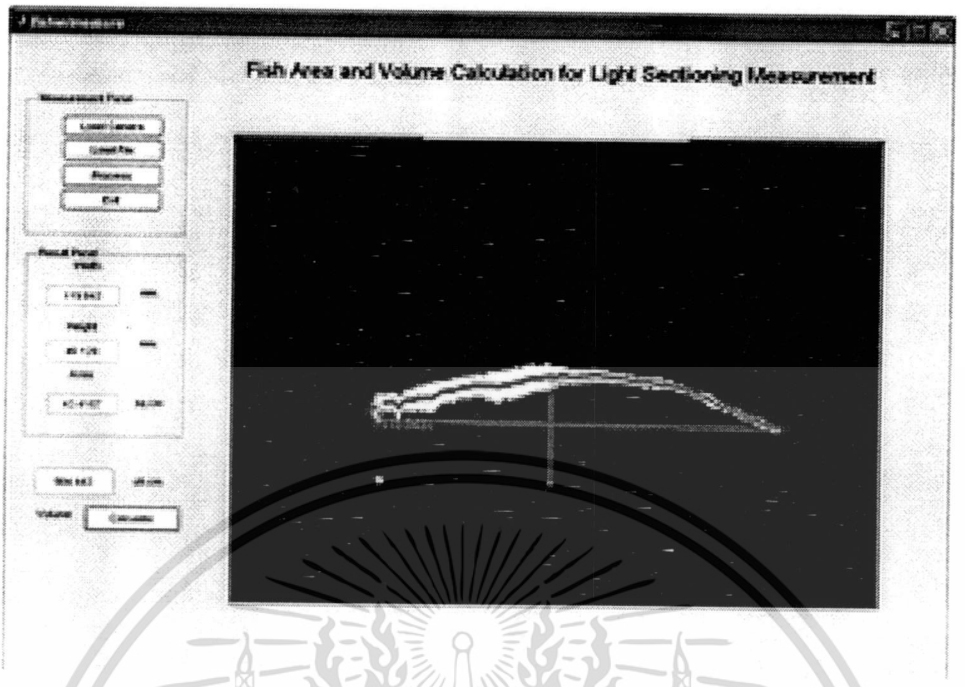
ทำการเก็บภาพของแต่ละ Cross section ที่ได้จาก Laser Profile รูปที่ 3.7 นี้ได้ผ่านกระบวนการการประมวลผลภาพเรียบร้อยแล้ว จากนั้นทำการ segmentation เพื่อที่จะหาจุดของขอบจุดที่สูงที่สุดและกว้างที่สุดโดยเทียบเคียงกับสมการของวงรี เพื่อที่จะหาพื้นที่ของวงรีหลังจากได้พื้นที่ของวงรีซึ่งเทียบเคียงกับตัวปลาในแต่ละ section จากนั้นคำนวณปริมาตร โดยการอินดิเกรทพื้นที่หน้าตัดตลอดความยาวของตัวปลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

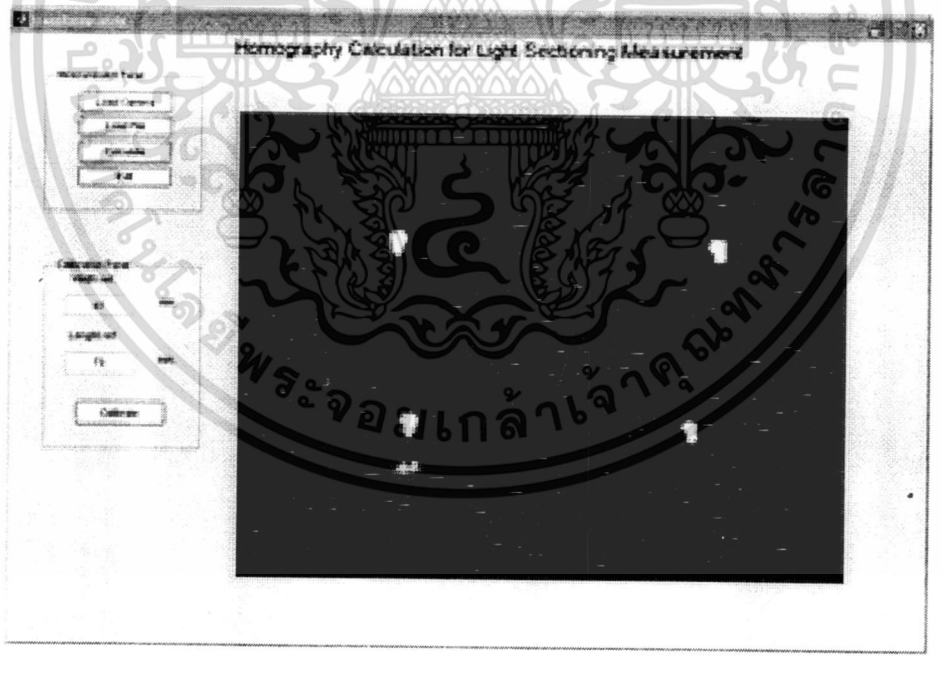


รูปที่ 3.6 ขั้นตอนในการประมวลผลภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 ตัวอย่างหน้าต่างของโปรแกรมในการคำนวณหาค่า a และ b



รูปที่ 3.8 ตัวอย่างหน้าต่างของโปรแกรมในส่วนการสอบเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

3.4 ผลการทดสอบ

ทำการวัดขนาดของปลาโดยระยะการจับภาพและคำนวณพื้นที่หน้าตัดทุก ๆ 1 ซม. จากผลการทดสอบพบว่า ปริมาตรของปลาที่วัดด้วยระบบแมชชีนวิชั่นอาศัยเทคนิค Structure Light Sectioning นี้ ให้ความแม่นยำสูงถึง 92 % เปรียบเทียบกับการวัดปริมาตรโดยการแทนที่น้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

120297

Toda, S., Mosishima, H. and Seo, Y. 1992. Fundamental study of mechanical sorting for fruits II, In Proceedings of Annual Meeting of the Society of Agricultural Structures, Japan. Pp. 340-341.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้