สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานฉบับสมบูรณ์

เครื่องคัดขนาดปลาแบบอัตโนมัติด้วยเทคนิคลำแสงเลเซอร์ตัดขวาง
Automatic Fish size grading using Laser Light Sectioning

โดย

รศ.ดร.ทวีพล ซื่อสัตย์

ดร. นวภัทรา หนูนาค

สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์

สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

RCH
TJ
1540
ท3147

สขทม.....
เลขทะเบียน 114504
วัน,เดือน,ปี 20 มิ.ย. 2554

ได้รับการสนับสนุนโครงการวิจัยโดยใช้งบประมาณเงินรายได้
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ประจำปี 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

b. 12292102
i.....

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้นำเสนอการคัดแยกขนาดของปลา โดยวัดขนาดของวัตถุแบบสามมิติจากกล้องด้วยการประมวลผลภาพบนโปรแกรม Matlab GUI โครงงานนี้ได้นำเสนอการใช้เทคนิค Metric Vision ที่ใช้เพื่อการวัดขนาดและปริมาตรของวัตถุ ร่วมกับหลักการใช้แสงเลเซอร์ตัดผ่าน ซึ่งเป็นการฉายลำแสงไปบนวัตถุเพื่อเป็นตัวกำหนดลักษณะของวัตถุตัวอย่างที่จะการตรวจวัด และทำการแปลงข้อมูลรูปภาพที่ได้เป็นข้อมูลพิกัดในระบบสามมิติ โดยใช้ทฤษฎี Planar Metrology และ ทฤษฎีการหาระยะทางระหว่างสองระนาบมาประยุกต์เพื่อหาขนาดความกว้างความยาวและความสูงของวัตถุตัวอย่าง เมื่อทราบข้อมูลความกว้างความยาวและความสูงก็สามารถที่จะคำนวณหาพื้นที่และปริมาตรของวัตถุได้จากสูตรพื้นฐานของรูปทรงเลขาคณิตทั่วไป ซึ่งเทคนิคที่นำเสนอนี้ได้นำมาประยุกต์และพัฒนาเพื่อใช้ในระบบคัดแยกหรือตรวจสอบวัตถุแบบอัตโนมัติโดยเชื่อมต่อส่วนการประมวลผลภาพเข้ากับระบบควบคุมแบบตรรกที่โปรแกรมได้ เพื่อควบคุมสายพายและกระบอกลมเพื่อทำการคัดแยก จากโครงงานวิจัยการตรวจสอบขนาดของปลาด้วยภาพโดยใช้เทคนิค Structured Light Sectioning เป็นวิธีการตรวจสอบขนาดแบบไม่ทำลาย (non-destructive test) สามารถปฏิบัติได้อย่างรวดเร็ว โครงการวิจัยนี้ได้พัฒนาระบบเป็นเครื่องต้นแบบสำหรับคัดแยกขนาดของปลาแบบอัตโนมัติ สามารถพัฒนาสู่การใช้งานในระดับอุตสาหกรรมในอนาคตได้ เช่น งานด้านการผลิตในอุตสาหกรรมอาหารและการเกษตรกรรมเพื่อใช้ในการคัดแยกวัตถุดิบเป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจาก เงินรายได้คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ประจำปี 2553

ทวีพล ซื่อสัตย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย

กิตติกรรมประกาศ

สารบัญ

สารบัญรูป

บทที่ 1 บทนำ ...1

1.1.ความเป็นมาและที่มาของงานวิจัย ..1

1.2.วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 2

1.3.ขอบเขตของงานวิจัย ...2

1.4.ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....2

บทที่ 2 การตรวจเอกสาร .3

2.1 การหาปริมาตรด้วยวิธีแห้..... 5

2.2 การวิเคราะห์ด้วยวิธีการวัดบนระนาบ ...6

2.3 การวัดปริมาตรโดยการคำนวณพื้นที่หน้าตัด.. 7

บทที่ 3 การออกแบบ สร้างเครื่องคัดขนาดด้วยเทคนิคลำแสงเลเซอร์ตัดขวาง... 8

3.1 ระบบการรับภาพ..... 8

3.2 ระบบการวัดโดยใช้แสงเลเซอร์ตัดขวางบนผิวของวัตถุ.....8

3.3 การสอบเทียบ..... 9

3.4 การวิเคราะห์ทางเรขาคณิตของวัตถุจากเส้นแสงเลเซอร์.....10

3.5 การออกแบบเครื่องคัดขนาดและระบบควบคุมสายพานลำเลียง ..13

3.6 การทำงานของระบบควบคุมและชุดคัดแยก.....17

3.7 การทดสอบการทำงาน.....19

บทที่ 4 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ..... 23

เอกสารอ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 ชุดสายพานลำเลียงและการติดตั้งอุปกรณ์รับภาพและLinear Laser Diode 4
2.2 วิธีการวัดปริมาตรและพื้นที่หน้าตัด.....7
3.1 ระบบแสงเลเซอร์ตัดขวางสำหรับวัดขนาดของวัตถุและลักษณะแสงที่กระทบ 9
3.2 ตารางขนาด 30x30 mm. ที่ใช้ในการสอบเทียบ.....9
3.3 ขั้นตอนและผลลัพธ์ที่ได้ของการสอบเทียบ.....10
3.4 การวิเคราะห์ทางเรขาคณิตของวัตถุจากเส้นแสงเลเซอร์.....11
3.5 เครื่องคัดแยกขนาดปลา ... 14
3.6 เครื่องคัดแยกขนาดปลามองจากด้านข้าง 14
3.7 เครื่องคัดแยกขนาดปลามองจากมุมบน .. .15
3.8 ระบบควบคุมและตรวจสอบขนาดของปลา 15
3.9 ชุดสายพานลำเลียงและชุดคัดแยก ... 16
3.10 การทำงานของชุดสายพานลำเลียงและชุดคัดแยก . 19
3.11 การทำงานของชุดสายพานลำเลียงและชุดคัดแยก.....20
3.12 การทำงานของชุดสายพานลำเลียงและชุดคัดแยก .20
3.13 การทำงานของชุดสายพานลำเลียงและชุดคัดแยก .21
3.14 การทดสอบกับการคัดขนาดปลา.....21
3.15 โปรแกรม MATLAB GUI กับการทดสอบกับการคัดขนาดปลา.....22
3.16 การทำงานของกระบอกลมในการทดสอบกับการคัดขนาดปลา.....22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

3.1 การกำหนดอินพุท/เอาพุทของชุดสายพานลำเลียง.....17
3.2 โปรแกรมชุดคำสั่งบูลีนของชุดสายพานลำเลียง.....17

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

จากโครงงานวิจัยการตรวจสอบขนาดของปลาด้วยภาพโดยใช้เทคนิค Structured Light Sectioning เป็นวิธีการตรวจสอบขนาดแบบไม่ทำลาย (non-destructive test) สามารถปฏิบัติได้อย่างรวดเร็วและไม่ซับซ้อนสำหรับผู้ปฏิบัติงาน การศึกษาการวิเคราะห์ขนาดของปลาด้วยภาพหรือด้วยแมชชีนวิชั่นจึงมีความสำคัญและเป็นประโยชน์ในระดับประเทศ ในโครงการวิจัยนี้ได้พัฒนาต่อยอดให้ระบบเป็นเครื่องต้นแบบสำหรับคัดแยกขนาดของปลาแบบอัตโนมัติ สามารถพัฒนาสู่การใช้งานในระดับอุตสาหกรรมในอนาคตได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

วัตถุประสงค์โดยทั่วไปของโครงการคือ เพื่อศึกษาและออกแบบชุดคัดแยกขนาดปลา โดยมีวัตถุประสงค์จำเพาะดังนี้

1.เพื่อพัฒนาโปรแกรมที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ขนาดปลาโดยอาศัยเทคนิค Structured Light Sectioning

2. เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องคัดขนาดของปลานิล 3 มิติ ด้วยเทคนิคแสงเลเซอร์ตัดขวาง

3. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องคัดขนาดของปลานิลที่ออกแบบขึ้นมาและพัฒนาต่อยอดให้สามารถใช้ในระดับอุตสาหกรรมได้ในอนาคต

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1. ออกแบบและสร้างเครื่องคัดขนาดของปลานิล 3 มิติ ด้วยเทคนิคแสงเลเซอร์ตัดขวาง
2. ปรับปรุงประสิทธิภาพให้เครื่องคัดขนาดปลาสามารถทำงานได้ในแบบอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

ระบบคอมพิวเตอร์วิชั่นได้ถูกวิจัยและพัฒนาในช่วงปี 1920 และได้นำมาประยุกต์ใช้ในการตรวจสอบและตรวจวัดขนาดของวัตถุในหลายประเภทเช่น ยา ชีววิทยา ภาพถ่ายดาวเทียม อุตสาหกรรมการผลิต อุตสาหกรรมการเกษตร เป็นต้น โดยส่วนใหญ่ระบบที่ใช้จะวัดขนาดและตรวจสอบวัตถุในลักษณะสองมิติคือความกว้างและยาวเท่านั้น [1] ในงานวิจัยทางด้านประมง Strobeck และ Daan ได้นำเสนอวิธีลำแสงตัดขวางมาใช้ในการประมาณค่าน้ำหนักของปลาที่เคลื่อนที่บนสายพานลำเลียง แต่ยังไม่ได้ทำการวัดขนาดและปริมาตรของปลาในหน่วยของการวัดสากล เช่น มิลลิเมตร หรือ เซนติเมตร ต่อมาพวกเขาได้พัฒนานำวิธีนี้ไปใช้กับการแยกแยะพันธุ์ปลา ในปี 2000 [2] Farag และ คณะ[3][4] ได้ทำการวิจัยเพื่อหาปริมาตรของปลาแบบวิธีชั่งน้ำหนักผ่านคอมพิวเตอร์จากหลักการเบื้องต้นของการแทนที่ด้วยน้ำ แต่ในงานหลายประเภทที่จำเป็นต้องตรวจสอบและวัดขนาดในลักษณะสามมิติ (กว้าง ยาว สูง) นวภัทรา และ ทวีพล (2007)[5] ได้นำเสนอวิธีการวัดขนาดของผลไม้และผักที่มีรูปทรงสมมาตร ต่อมาในปี 2009 [6] พวกเขาได้พัฒนาระบบนี้ให้สามารถวัดขนาดของปลานิลเป็นหน่วยวัดสากลโดยใช้เทคนิคลำแสงเลเซอร์ตัดขวาง ซึ่งประโยชน์ที่ได้ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการตรวจวัดวัตถุแบบสามมิติจะทำการตรวจสอบและวัดขนาดที่มีความแม่นยำและถูกต้องมากยิ่งขึ้น โดยนำเสนอการใช้เทคนิค Metric Vision [7][8] ที่ใช้เพื่อการวัดขนาดและปริมาตรของวัตถุ ร่วมกับหลักการใช้แสงเลเซอร์ตัดขวาง ซึ่งเป็นการฉายลำแสงไปบนวัตถุเพื่อเป็นตัวกำหนดลักษณะของวัตถุตัวอย่างที่จะทำการตรวจวัด และทำการแปลงข้อมูลรูปภาพที่ได้เป็นข้อมูลพิกัดในระบบสามมิติ โดยใช้ทฤษฎี Planar Metrology และทฤษฎีการหาระยะทางระหว่างสองระนาบมาประยุกต์เพื่อหาขนาดความกว้างความยาวและความสูงของวัตถุตัวอย่าง เมื่อทราบข้อมูลความกว้างความยาวและความสูงก็สามารถที่จะคำนวณหาพื้นที่และปริมาตรของวัตถุได้จากสูตรพื้นฐานของรูปทรงเรขาคณิตทั่วไป ซึ่งเทคนิคที่นำเสนอนี้สามารถที่จะนำไปประยุกต์และพัฒนาเพื่อใช้ในระบบคัดแยกหรือตรวจสอบวัตถุแบบเวลาจริง (Real-Time) [9] หรือนำไปใช้ในงานด้านการผลิตในอุตสาหกรรมอาหารและการเกษตรกรรมเพื่อใช้ในการคัดแยกวัตถุดิบเป็นต้น

จากงานวิจัยชุดตรวจสอบขนาดปลาด้วยเทคนิค Light sectioning โครงงานวิจัยนี้เป็นโครงงานวิจัยที่ได้รับอนุมัติในปี 2551 โดยชุดอุปกรณ์รับภาพจะถูกนำมาใช้พัฒนาต่อในโครงงานวิจัยนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

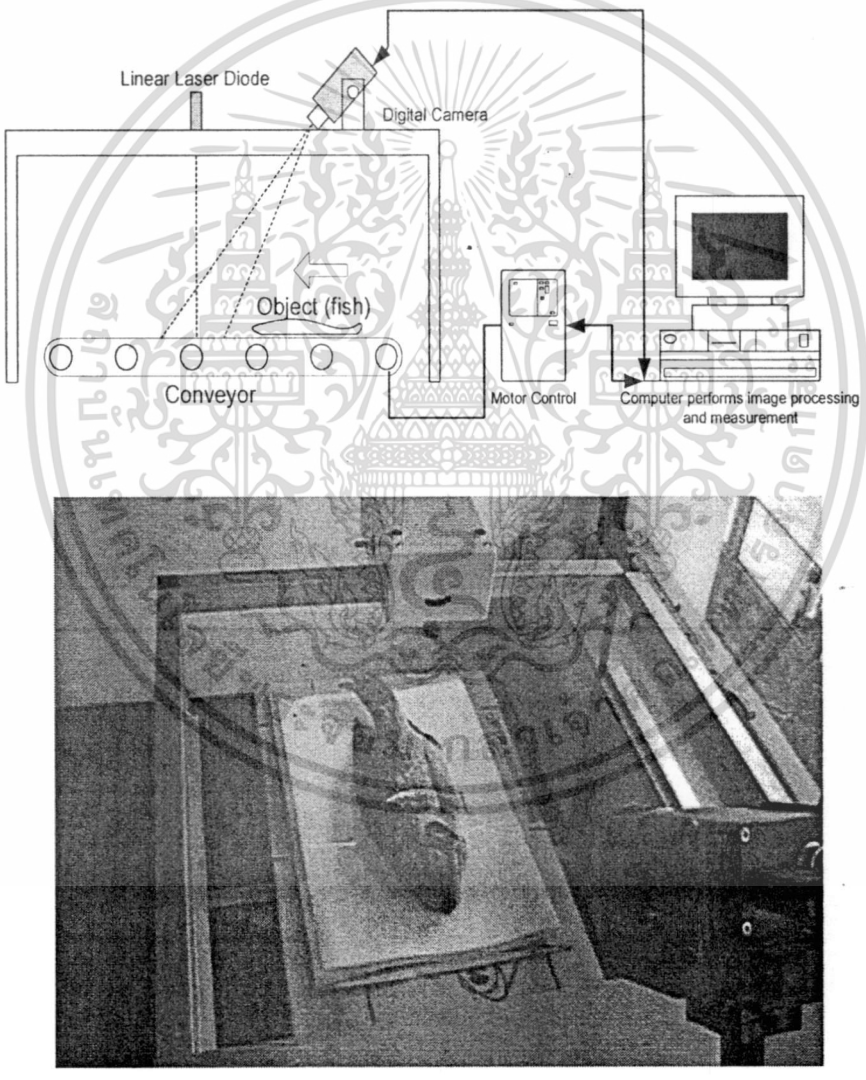
แสดงดังรูปที่ 2.1 โดยชุดตรวจสอบประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก 3 ส่วน ดังนี้

1) ชุดสายพานลำเลียง ขนาด 50 cm x 100 cm x 100 cm

2) โปรแกรมสำหรับการวิเคราะห์ขนาดปลา และคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการประมวลผล

3) ชุดอุปกรณ์รับภาพ และ Linear Laser Diode

ในส่วนของการประมวลผลภาพ อุปกรณ์รับภาพจะจับภาพและประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อหาขอบภาพของลำแสงและวิเคราะห์หาขนาดของปลา



รูปที่ 2.1 ชุดสายพานลำเลียงและการติดตั้งอุปกรณ์รับภาพและLinear Laser Diode

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การนำระบบตรวจสอบขนาดมาพัฒนาให้เป็นเครื่องคัดแยกอัตโนมัติจำเป็นจะต้องเชื่อมต่อกับระบบควบคุมอัตโนมัติเพื่อสั่งการควบคุมให้กับชุดคัดแยก เช่น กระบอกสูบ ให้ทำงานสอดคล้องกับชุดตรวจวัด มีงานวิจัยหลายเรื่องที่ทำการออกแบบโดยอาศัยเทคนิคของมาชีนวิชั่นหรือวิสัยจักรกลในการตรวจสอบ และส่งสัญญาณให้ระบบควบคุมทำการคัดแยก Brosnan และคณะ [1]ได้พัฒนาระบบตรวจสอบและคัดแยกผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรและอาหารด้วยวิธีคอมพิวเตอร์วิชั่น ในงานวิจัยเรื่องนี้ได้พัฒนาระบบตรวจสอบวัตถุเพียงสองมิติเท่านั้น ระบบควบคุมที่สามารถใช้งานร่วมกับระบบตรวจสอบนี้ มีทั้งที่ทำงานร่วมกับระบบควบคุมแบบตรรกะที่โปรแกรมได้ และระบบควบคุมบนพื้นฐานคอมพิวเตอร์โดยส่งการควบคุมผ่านชุดอินพุทเอาท์พุทระยะไกล [10] [11] ในโครงงานวิจัยนี้พัฒนาระบบตรวจสอบแบบสามมิติด้วยเทคนิคลำแสงเลเซอร์ตัดผ่าน และควบคุมระบบคัดแยกด้วยเครื่องควบคุมแบบตรรกที่โปรแกรมได้

2.1 การหาปริมาตรด้วยวิธีแบบแห้ง

วิธีการหาปริมาตรของวัตถุแบบแห้ง คือการหาปริมาตรโดยที่วัตถุไม่สัมผัสกับของเหลว ได้แก่ การวัดขนาดและคำนวณหาเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต การใช้เทคนิคทางไฟฟ้า และการใช้เทคนิคแมชชีนวิชั่น เป็นต้น

2.1.1 การวัดขนาด

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

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

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

2.1.2 การใช้เทคนิคแมชชีนวิชั่น

แมชชีนวิชั่นหรือคอมพิวเตอร์วิชั่นรู้จักในชื่อของเครื่องวิเคราะห์ภาพฉายหรือคอมพิวเตอร์วิเคราะห์ภาพ เป็นเทคนิคหนึ่งที่จำลองการมองของมนุษย์ โดยระบบของคอมพิวเตอร์วิชั่นประกอบด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ เซนเซอร์ (Sensor) หรือกล้องถ่ายภาพ ซึ่งเครื่องคอมพิวเตอร์ที่บรรจุโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการวิเคราะห์ผลสามารถเปรียบเทียบได้กับสมองของมนุษย์และ กล้องถ่ายภาพเปรียบเทียบได้กับดวงตาของมนุษย์ ปัจจุบันเทคนิคคอมพิวเตอร์วิชั่นได้นำมาใช้วัดปริมาตรของวัตถุโดยการหมุนวัตถุให้กล้องถ่ายภาพสามารถรับภาพได้ทุกมุมและวิเคราะห์หาปริมาตรออกมา

2.2 การวิเคราะห์ภาพด้วยวิธีการวัดบนระนาบ

ระบบการวัดบนระนาบเป็นวิธีการวัดในลักษณะเรขาคณิตบนระนาบ นำมาใช้เพื่อแปลงระยะทางในพิกัดบนรูปภาพเป็นค่าระยะทางจริงโดยเทียบกับพิกัดอ้างอิง ในระบบสองมิติ Homography Matrix จะเป็นตัวแปลงระหว่าง Homogeneous Point และ Homogeneous Coordinate

จากความสัมพันธ์ระหว่างระนาบในระบบพิกัดรูปภาพ (p) และจุดบนพิกัดจริง (p') สามารถที่เขียนได้เป็น

$$p' = Hp \tag{2.1}$$

เมื่อ p' และ p เป็น Homogeneous Coordinate ที่ร่วมกันของตำแหน่ง p (พิกัดรูปภาพ) และ p' (พิกัดจริง) ซึ่งมี H เป็น Homography Matrix

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ w' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & h_{13} \\ h_{21} & h_{22} & h_{23} \\ h_{31} & h_{32} & h_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ w \end{bmatrix} \tag{2.2}$$

โดยในสมการที่ (2.2) จะเพิ่มจุดสมมุติ w และ w_i' ขึ้นมาโดยให้มีค่าเท่ากับ 1 แล้วคูณ p และ H เมื่อ $\frac{x'}{w'}$ และ $\frac{y'}{w'}$ โดยที่ค่า $w = w_i' = 1$ จัดรูปแบบสมการใหม่ได้เป็น

$$x_i' = \left[\frac{h_{11}x_i + h_{12}y_i + h_{13}}{h_{31}x_i + h_{32}y_i + h_{33}} \right] \quad , \quad y_i' = \left[\frac{h_{21}x_i + h_{22}y_i + h_{23}}{h_{31}x_i + h_{32}y_i + h_{33}} \right] \tag{2.3}$$

ซึ่งสามารถจัดสมการใหม่ให้อยู่ในรูปแบบ Homogeneous ได้เป็นสมการที่ (2.4) โดยที่ตัวแปร 9 ตัวภายใน H สามารถที่จะแปลความหมายเป็นอัตราการขยายหรือตัวแปลงค่าจุดระหว่างพิกัด ซึ่งในการหาค่า Homography Matrix จำเป็นจะต้องทราบค่าจุดบนพิกัดอย่างน้อย 4 จุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{bmatrix} x_1 & y_1 & 1 & 0 & 0 & 0 & x_1'x_1 & x_1'y_1 & x_1' \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_4 & y_4 & 1 & 0 & 0 & 0 & x_4'x_4 & x_4'y_4 & x_4' \\ 0 & 0 & 0 & x_1 & y_1 & 1 & y_1'x_1 & y_1'y_1 & y_1' \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & x_4 & y_4 & 1 & y_4'x_4 & y_4'y_4 & y_4' \end{bmatrix} \begin{bmatrix} h_{11} \\ h_{12} \\ h_{13} \\ h_{21} \\ h_{22} \\ h_{23} \\ h_{31} \\ h_{32} \\ h_{33} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (2.4)$$

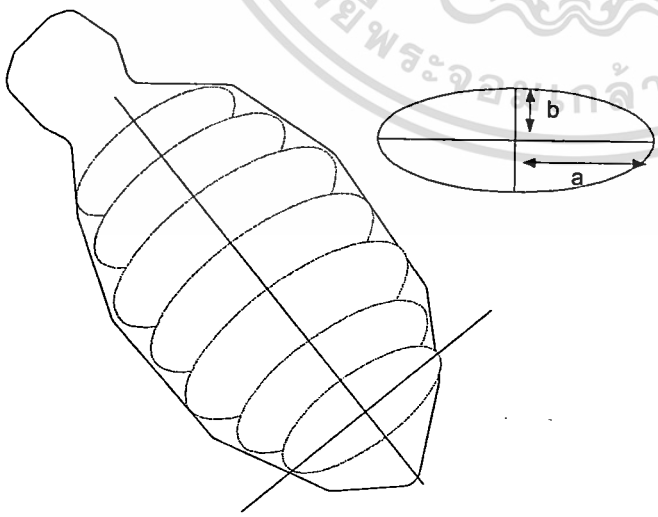
Homography Matrix สามารถที่จะหาได้โดยการใช้ระบบสมการเชิงเส้น Singular value decomposition (SVD) เป็นวิธีการประมาณค่าแบบ Least Squares (LS) ซึ่งเมื่อทราบค่าของ H ก็จะสามารถที่จะนำไปคำนวนหาค่าจริงของตำแหน่งบนรูปภาพโดยการคูณกันระหว่าง H และ p ดังสมการที่ (2.1)

2.3 การวัดปริมาตรโดยการคำนวณพื้นที่หน้าตัด

สามารถคำนวณปริมาตรได้โดยการคำนวณพื้นที่หน้าตัดในแต่ละช่วง ตลอดช่วงความยาวของวัตถุ ลักษณะแสดงดังรูปที่ 2.2 โดยพื้นที่หน้าตัดของตัวปลาจะมีลักษณะเป็นวงรี

พื้นที่วงรี(A) = ¶ab

ปริมาตรปลา (V) = $\int$ A dl



รูปที่ 2.2 วิธีการวัดปริมาตรและพื้นที่หน้าตัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบ สร้างเครื่องคัดขนาดด้วยเทคนิคลำแสงเลเซอร์ตัดขวาง

พัฒนาปรับปรุงส่วนของระบบตรวจวัดขนาดปลาด้วยเทคนิคลำแสงเลเซอร์ตัดขวางให้สามารถทำงานแบบเวลาจริง (Real-time) ได้ดียิ่งขึ้น ในโครงงานนี้ได้พัฒนาต่อยอดเป็นระบบคัดแยกแบบอัตโนมัติที่ประกอบไปด้วยชุดตรวจวัดขนาด และระบบควบคุมบนพื้นฐานคอมพิวเตอร์ (Computer based control system) สำหรับควบคุมการทำงานของกระบอกลมและชุดความเร็วของสายพานลำเลียง ให้สามารถคัดแยกขนาดของปลาได้อย่างอัตโนมัติมีส่วนประกอบดังต่อไปนี้

3.1 ระบบการรับภาพ (Image acquisition system)

การเชื่อมต่อระบบการรับภาพแสดงในรูปที่ 1. โดยอุปกรณ์รับภาพใช้กล้องของ Blasler รุ่น Scolt 725x483 pixels เซ็นเซอร์รับภาพเป็นชนิด CMOS ชนิดรับภาพสี โดยมีการเข้ารหัสสีแบบ Bayer filter การเชื่อมต่อระหว่างกล้องและคอมพิวเตอร์เป็นแบบ Fire wire หรือ IEEE 1394 B ซึ่งมีความเร็วในการรับส่งข้อมูลถึง 800 Mbps ความสามารถในการรับภาพสำหรับการทำงานแบบต่อเนื่องทำได้ 60 ภาพต่อวินาที ซึ่งมีความเร็วสูงสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการทำงานแบบเวลาจริงได้ (Real-time)

การเชื่อมต่อแบบ IEEE 1394 B นี้มีข้อดีในเรื่องของความเร็วในการเชื่อมต่อข้อมูลแต่ว่ามีข้อจำกัดในเรื่องของความยาวของสายเคเบิ้ลระหว่างกล้องและ การ์ดจับภาพ (Frame grabber) ได้ไม่ไกลแต่มีข้อดีคือระบบนี้ไม่จำเป็นต้องใช้แหล่งจ่ายกำลังจากภายนอกเพื่อป้อนให้กับกล้อง

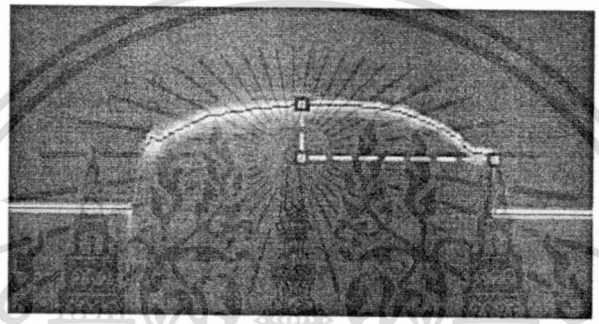
3.2 ระบบการวัดโดยใช้แสงเลเซอร์ตัดขวางบนผิวของวัตถุ

ระบบที่ออกแบบเพื่อใช้ในการตรวจวัดวัตถุจะแสดงอยู่ในรูปที่ 3.1 ซึ่งวัตถุตัวอย่างจะถูกบนสายพานลำเลียงและทำการควบคุมการเคลื่อนที่โดยใช้วงจรควบคุมความเร็วที่ทำการพัฒนาด้วยอินเวอร์เตอร์ ทำหน้าที่ปรับความเร็วและควบคุมทิศทางของมอเตอร์เหนี่ยวนำ และ ติดตั้งแสงเลเซอร์โดยให้เส้นของแสงเลเซอร์ฉายไปในทิศทางขวางกับทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเส้นแสงเลเซอร์ตามลักษณะพื้นผิวของวัตถุ ซึ่งเลเซอร์ที่ใช้เป็นเลเซอร์แบบเส้นสีแดงความยาวคลื่น 650 nm ขนาด16 mW (Roithner laser technik, Austria)

หลักการใช้แสงตัดผ่านเป็นเทคนิคการวัดรูปทรงแบบตัดขวางที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีความสะดวกและง่ายในการออกแบบ โดยวิธีนี้เป็นการฉายแหล่งกำเนิดแสงลงบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

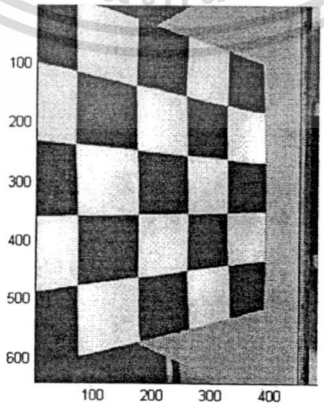
พื้นผิววัตถุเพื่อให้เกิดเป็นลักษณะตามพื้นผิวของวัตถุที่แสงตกกระทบ ซึ่งส่วนมากแล้วแหล่งกำเนิดแสงนี้จะใช้เส้นเลเซอร์สีแดง เนื่องจากการนำมาวิเคราะห์และประมวลผลทำได้ง่ายและช่วยลดขั้นตอนในการปรับแต่งคุณภาพของรูปภาพ แสงที่กระทบกับพื้นผิวของวัตถุจะถูกจับภาพและบันทึกไว้ด้วยกล้องที่วางทำมุมเอียงกับแหล่งกำเนิดแสง โดยข้อมูลรูปภาพที่ได้มาจะเปรียบเสมือนเป็นข้อมูลความสูงและความกว้างของแต่ละจุดบนผิววัตถุ เมื่อทำการเคลื่อนที่วัตถุก็จะได้ข้อมูลในส่วนต่อไปของวัตถุในลักษณะของภาพตัดขวางของแต่ส่วนดังรูปที่ 3.1 และนำมารวมกันเพื่อสร้างเป็นระบบพิกัดสามมิติที่เป็นตัวบอกได้ถึงความกว้างความยาวและความสูงของตัวปลา



รูปที่ 3.1 ระบบแสงเลเซอร์ตัดขวางสำหรับวัดขนาดของวัตถุและลักษณะแสงที่กระทบ

3.3 การสอบเทียบ

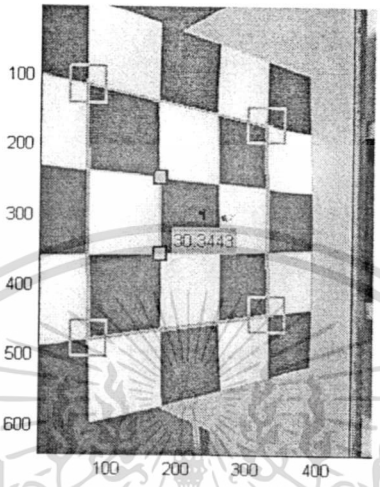
ในการสอบเทียบจะใช้ตารางที่ทราบขนาดเพื่อจะเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง 4 จุดของพิกัดรูปภาพเทียบกับขนาดจริงในพิกัดจริง เพื่อที่จะนำไปคำนวนหาค่า Homography Matrix (H) ซึ่งเป็นค่าเฟกเตอร์ที่นำไปแปลงค่าจากข้อมูลรูปภาพเป็นค่าในพิกัดจริง



รูปที่ 3.2 ตารางขนาด 30x30 mm. ที่ใช้ในการสอบเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนจะทำการกำหนดจุดแต่ละจุดและนำค่าที่ได้จากกำหนดนี้ไปคำนวณตามสมการที่(2.4) โดยการใช้ฟังก์ชั่น SVD ที่เป็นการประมาณค่าแบบ Least Squares (LS) ในโปรแกรม Matlab เป็นตัวช่วยในการคำนวนหาค่า Homography Matrix (H) ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะอยู่ในรูปแบบเมทริกซ์ขนาน 3X3 และสามารถนำค่า H ไปใช้ในสมการที่ (1)



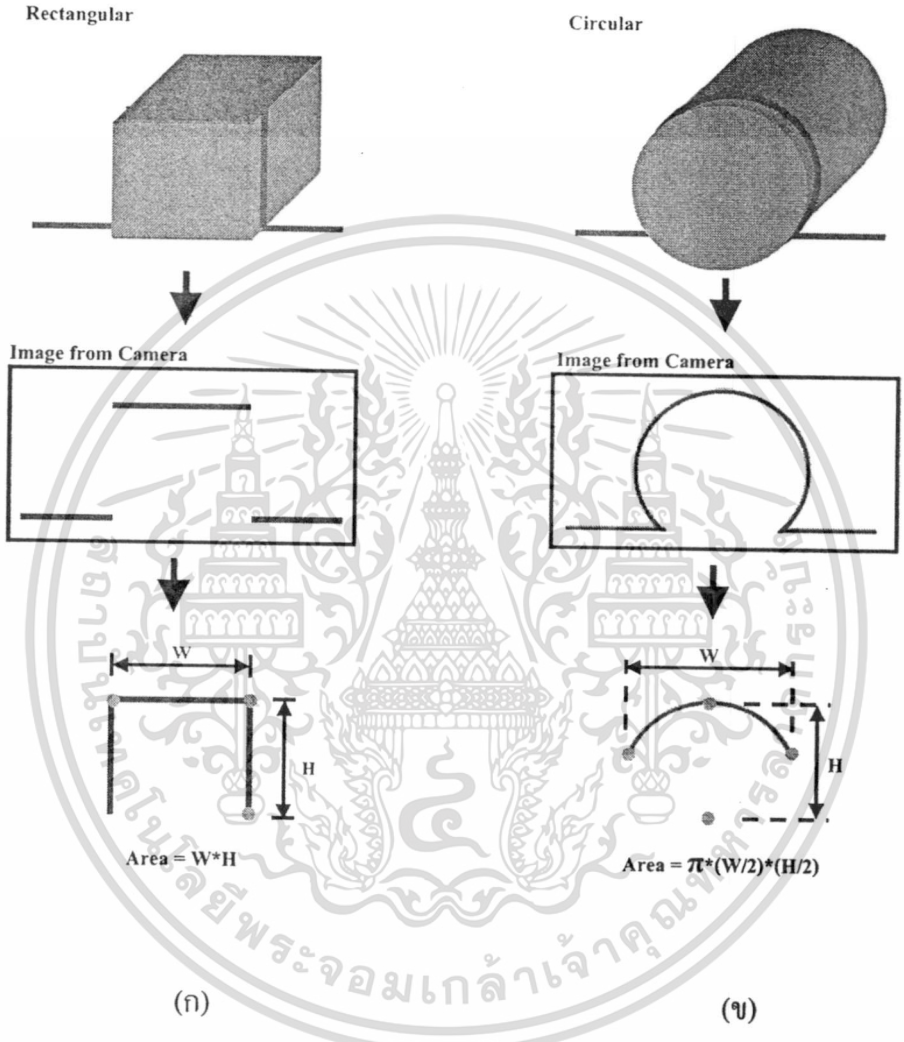
รูปที่ 3.3 ขั้นตอนและผลลัพธ์ที่ได้ของการสอบเทียบ

3.4 การวิเคราะห์ทางเรขาคณิตของวัตถุจากเส้นแสงเลเซอร์

เมื่อทำการฉายแสงเลเซอร์ลงบนพื้นผิวของวัตถุจะทำให้เส้นแสงเลเซอร์เปลี่ยนแปลงไปตามพื้นผิวของวัตถุนั้นๆ ซึ่งสามารถนำแสงเลเซอร์ที่ได้จากการมองด้วยกล้องวีดีโอมาวิเคราะห์ถึงรูปทรงของวัตถุได้ โดยงานวิจัยนี้จะทำการทดสอบการวัดขนาดจากวัตถุรูปทรงสี่เหลี่ยมและทรงกลม ดังนั้นลักษณะของเส้นแสงเลเซอร์ที่ได้จะมี 2 ลักษณะคือเป็นเส้นตรงและเส้นโค้งซึ่งเกิดจากวัตถุรูปทรงสี่เหลี่ยมและทรงกลมตามลำดับ โดยลักษณะของเส้นแสงเลเซอร์ที่ได้เมื่อฉายลงบนพื้นผิวของวัตถุได้แสดงในรูปที่ 3.4 รูปที่ 3.4 (ก) กรณีที่วัตถุรูปทรงสี่เหลี่ยมเส้นแสงเลเซอร์ที่ได้จะเป็นลักษณะเส้นตรงสามารถจะวิเคราะห์หาความกว้างของวัตถุได้จากการหาระยะห่างระหว่างจุดพิกัดของเส้นแสงเลเซอร์ที่อยู่ในตำแหน่งซ้ายสุดและขวาสุด และสามารถจะหาความหนาของวัตถุได้จากการหาระยะห่างระหว่างจุดพิกัดของเส้นแสงเลเซอร์จากตำแหน่งซ้ายหรือขวากับตำแหน่งของเส้นอ้างอิงซึ่งเส้นอ้างอิงจะเป็นเส้นแสงเลเซอร์เมื่อไม่มีวัตถุตัดผ่าน และจากรูปที่ 3.4 (ข) จะเป็นกรณีของเส้นแสงเลเซอร์ที่ได้จากวัตถุทรงกลม การวิเคราะห์เพื่อหาขนาดจะดูจากเส้นผ่านศูนย์กลางถ้ากรณีที่เป็นทรงกลมเส้นผ่านศูนย์กลางในแนวความกว้างและในแนวความหนาจะมีขนาดเท่ากันแต่ถ้าเป็นวงรีเส้นผ่านศูนย์กลางในแนวความกว้างและในแนวความหนาจะไม่เท่ากัน โดยการหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางในแนวความหนาของรูปทรงกลมสามารถหาได้โดยการหาระยะห่างระหว่างจุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิกัดของเส้นแสงเลเซอร์ที่อยู่ในตำแหน่งสูงสุดกับตำแหน่งของเส้นอ้างอิงซึ่งเสมือนความหนาของวัตถุ ในส่วนของเส้นผ่านศูนย์กลางในแนวความกว้างก็จะได้จากระยะห่างระหว่างจุดพิกัดของเส้นแสงเลเซอร์ด้านซ้ายและขวาสุดซึ่งเสมือนความกว้างของวัตถุ



รูปที่ 3.4 การวิเคราะห์ทางเรขาคณิตของวัตถุจากเส้นแสงเลเซอร์

ในการหาระยะห่างจุดพิกัด 2 จุดซึ่งเป็นขนาดของวัตถุจำเป็นต้องแปลงพิกัดจากพิกัดภาพให้เป็นจุดที่อยู่บนพิกัดจริงเสียก่อน โดยการใช้โฮโมกราฟฟีทรานส์ฟอร์มในการแปลงจุดพิกัดเหล่านี้ เมื่อทำการแปลงแล้วระยะห่างระหว่างจุดพิกัดก็จะเป็นขนาดจริงของวัตถุในหน่วยของหน่วยวัดมาตราฐาน ซึ่งการคำนวณระยะห่างระหว่างจุดนี้ก็จะใช้หลักการของการหาระยะทางระหว่างจุด 2 จุดบนระนาบ 2 มิติ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$D = \sqrt{\Delta x^2 - \Delta y^2} \tag{3.1}$$

เมื่อ D คือระยะห่างระหว่างจุดพิกัด 2 จุด (ขนาดวัตถุ)

Δx คือผลต่างของจุดในแกน x

Δy คือผลต่างของจุดในแกน y

นอกจากนั้นยังสามารถคำนวณพื้นที่แต่ละส่วนของวัตถุได้จากสูตรการหาพื้นที่ ซึ่งในกรณีวัตถุทรงสี่เหลี่ยมสามารถหาพื้นที่ได้โดย

$$A = W + H \tag{3.2}$$

เมื่อ A คือพื้นที่หน้าตัดแต่ละส่วนของวัตถุ

W คือความกว้างในแต่ละส่วนของวัตถุ

H คือความหนาในแต่ละส่วนของวัตถุ

และในกรณีวัตถุทรงกลมหรือวงรีสามารถหาพื้นที่ได้โดย

$$A = \pi * \frac{W}{2} * \frac{H}{2} \tag{3.3}$$

เมื่อ A คือพื้นที่หน้าตัดในแต่ละส่วนของวัตถุ

$W/2$ คือรัศมีในแนวความกว้างของวัตถุ

$H/2$ คือรัศมีในแนวความหนาของวัตถุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อนำพื้นที่หน้าตัดในแต่ละส่วนมารวมกันก็จะได้เป็นพื้นที่โดยรวมหรือปริมาตรของวัตถุ ซึ่งสามารถหาได้โดย

$$V = \sum_{n=1}^{L} A_n \tag{3.4}$$

เมื่อ V คือปริมาตรหรือพื้นที่รวมของวัตถุ

A คือพื้นที่หน้าตัดในแต่ละส่วนของวัตถุ

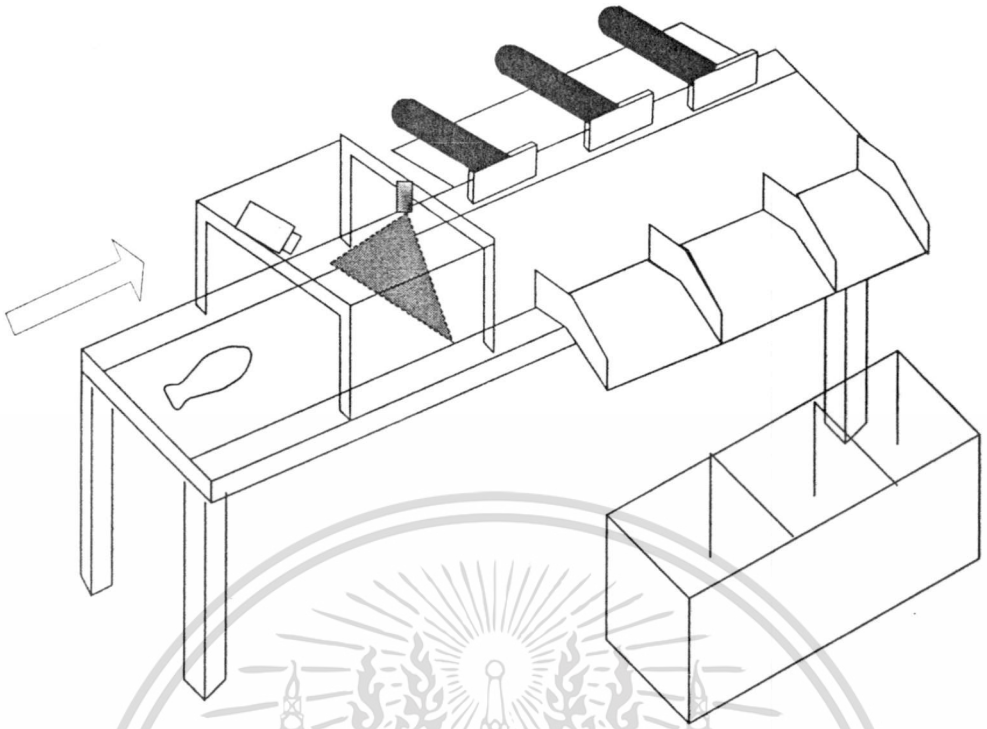
L คือจำนวนเฟรมที่มีวัตถุตัดผ่านเส้นแสงเลเซอร์หรือความยาวของวัตถุ

3.5. ออกแบบเครื่องคัดขนาดและระบบควบคุมการทำงานของสายพานและกระบอกลมนิวแมติค

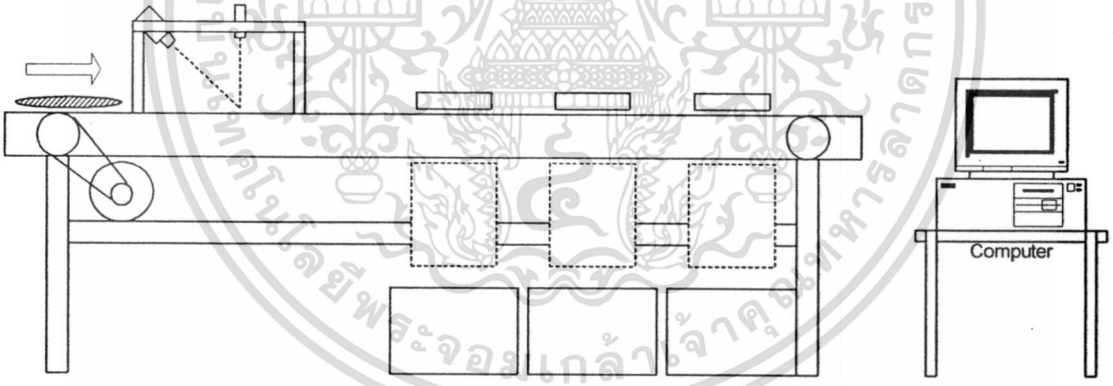
ระบบที่ออกแบบประกอบด้วยชุดสายพานลำเลียงที่ควบคุมความเร็วมอเตอร์ด้วยอินเวอเตอร์ และสั่งการควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ การทำงานจะต้องสัมพันธ์กับการวัดขนาดของปลา และการควบคุมการทำงานของชุดคัดแยก ในส่วนของชุดคัดแยกประกอบไปด้วยกระบอกลมนิวเมติคที่จะทำหน้าที่ผลักตัวปลาที่ได้ขนาดตามต้องการ ไปยังรางย่อย ในโครงการวิจัยเครื่องคัดขนาดต้นแบบนี้ได้ออกแบบให้สามารถคัดขนาดได้ 3 ขนาด ขนาดของตัวปลาสามารถกำหนดได้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ในการวัดขนาดของปลาเมื่อปลาเคลื่อนที่ผ่านลำแสงเลเซอร์ กล้องจะทำการจับภาพและประมวลผลเพื่อหาขนาดของปลา และแยกกลุ่ม จากนั้นเมื่อปลาเคลื่อนที่บนสายพานผ่านไปยังอุปกรณ์ตรวจจับด้วยแสงที่ติดตั้งอยู่ใกล้กับกระบอกลม เมื่อขนาดของปลาตามกลุ่มที่ต้องการคัดเคลื่อนมาตรงกับกระบอกลมที่ต้องการคัดแยก คอมพิวเตอร์จะสั่งการให้กระบอกลมเคลื่อนที่เพื่อผลักปลาให้เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งของรางย่อยนั้นๆ ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

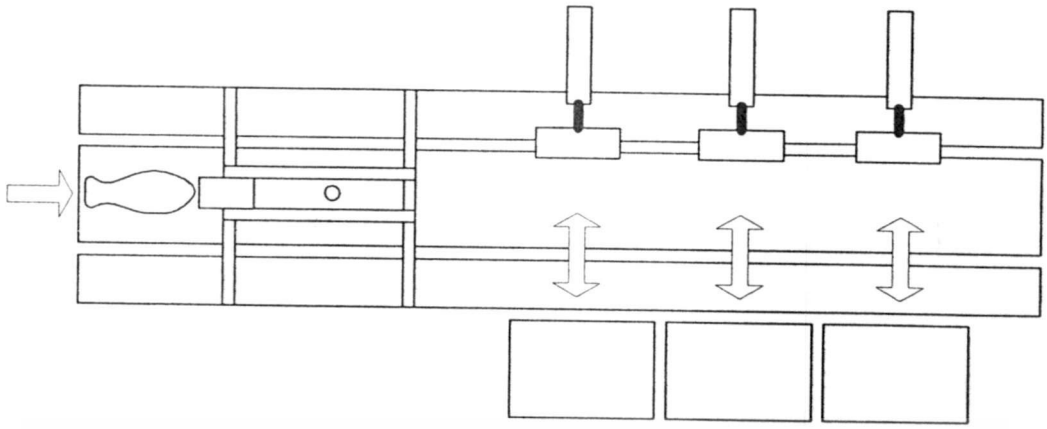


รูปที่ 3.5 เครื่องคัดแยกขนาดปลา



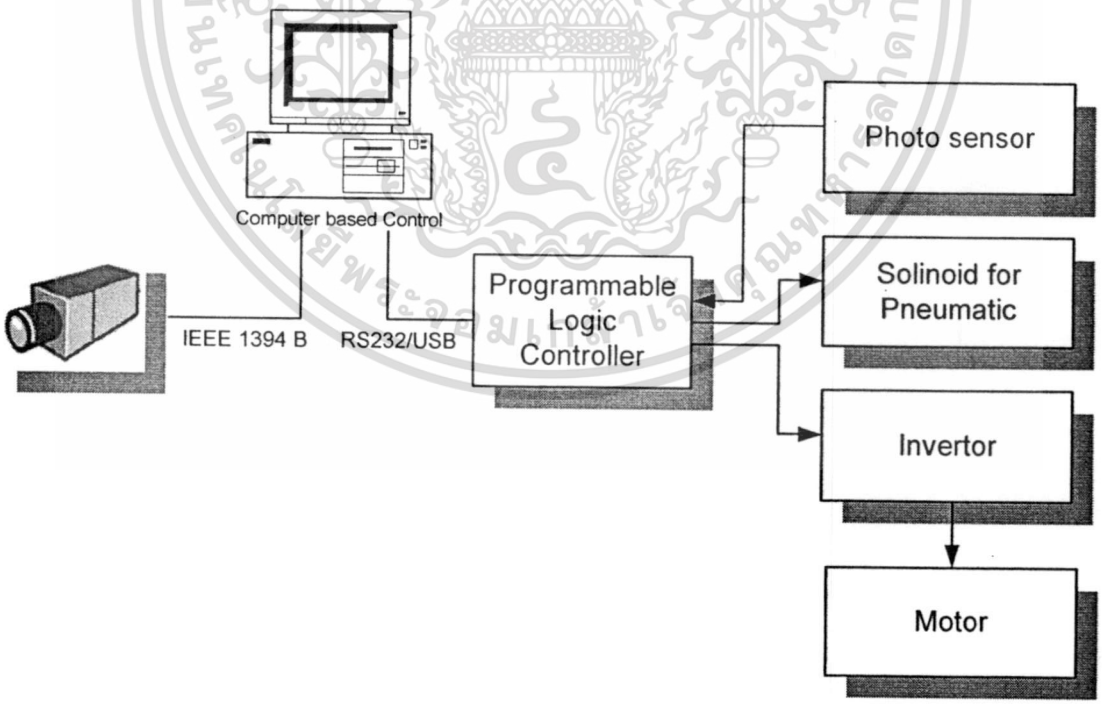
รูปที่ 3.6 เครื่องคัดแยกขนาดปลามองจากด้านข้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 เครื่องคัดแยกขนาดปลามองจากมุมบน

พัฒนาปรับปรุงฮาร์ดแวร์ และ ซอฟแวร์ของเครื่องคัดแยกขนาดของปลาให้สามารถทำงานร่วมกันได้ในแบบเวลาจริงได้อย่างอัตโนมัติ คอมพิวเตอร์จะรับสัญญาณภาพจากกล้องผ่านการเชื่อมต่อแบบ IEEE 1394 B เมื่อทำการประมวลผลภาพและการคัดแยกแล้ว คอมพิวเตอร์ส่งสัญญาณควบคุมไปที่ชุดอินพุทเอาท์พุทระยะไกล เพื่อสั่งการควบคุมการทำงานของมอเตอร์และกระบอกลม

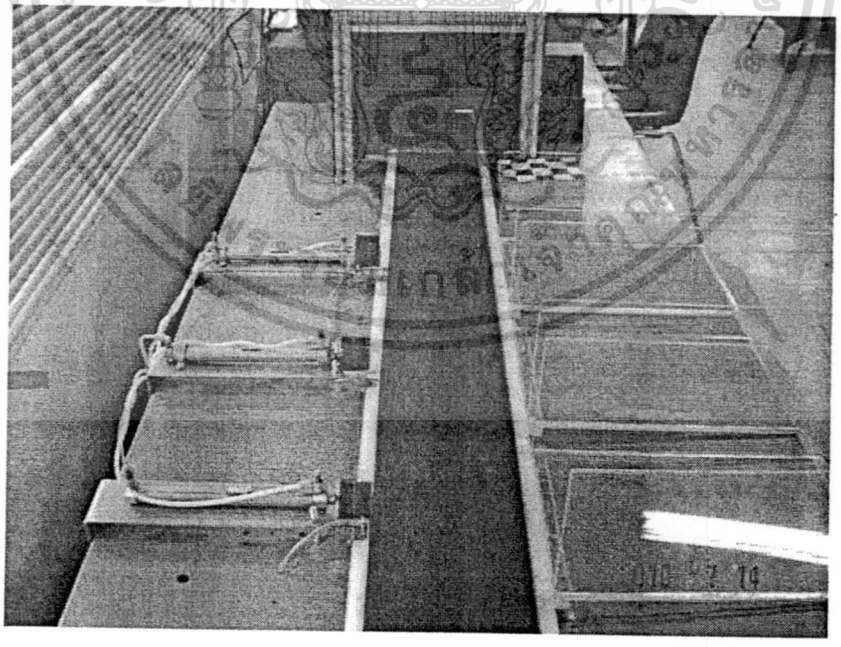


รูปที่ 3.8 ระบบควบคุมและตรวจสอบขนาดของปลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบที่ออกแบบประกอบด้วยชุดสายพานลำเลียงที่ควบคุมความเร็วมอเตอร์ด้วยอินเวอร์เตอร์ และสั่งการควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ การทำงานต้องสัมพันธ์กับการวัดขนาดของวัสดุที่ต้องการคัดแยก และการควบคุมการทำงานของชุดคัดแยก ในส่วนของชุดคัดแยกประกอบไปด้วยกระบอกลมนิวเมติคที่จะทำหน้าที่ผลัดตัววัสดุสินค้าที่ได้ขนาดตามต้องการไปยังรางย่อย ในโครงงานเครื่องคัดแยกขนาดต้นแบบนี้ได้ออกแบบให้สามารถคัดขนาดได้ 3 ขนาด ขนาดของวัสดุสามารถกำหนดได้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ในการวัดขนาดของวัตถุเมื่อขนาดของวัตถุเคลื่อนที่ผ่านลำแสงเลเซอร์ กล้องจะทำการจับภาพและประมวลผลเพื่อหาขนาดของวัตถุ และแยกกลุ่ม จากนั้นเมื่อวัตถุเคลื่อนที่บนสายพานผ่านไปยังอุปกรณ์ตรวจจับด้วยแสงที่ติดตั้งอยู่ใกล้กับกระบอกลม เมื่อขนาดของวัตถุตามกลุ่มที่ต้องการคัดเคลื่อนมาตรงกับกระบอกลมที่ต้องการคัดแยก คอมพิวเตอร์จะสั่งการให้กระบอกลมเคลื่อนที่เพื่อผลักให้วัตถุไปยังตำแหน่งของรางย่อยนั้นๆต่อไป

เมื่อเราทำการปรับชุดควบคุมอินเวอเตอร์แล้วเพื่อเป็นการปรับความเร็วของมอเตอร์ในการหมุนสายพาน แล้วหลังจากนั้นก็ทำการชุดกระบอกลม ที่ซื้อมาต่อเข้ากับชุดควบคุมที่เป็นสายพาน โดยใช้กระบอกลมในการทำงานจำนวน 3 ตัว ที่มีการติดตั้งมีระยะห่างกัน 30 เซนติเมตร เพื่อเป็นการคัดแยกสิ่งของที่มี 3 ระดับหรือ 3ขนาด ซึ่งเราได้ทำการติดตั้งดังรูปที่ 3.9 หลังจากที่มีการติดตั้งชุดกระบอกลมแล้วเราก็มีการติดตั้งท้ังหมด 3 ตัวที่มีระยะห่างเท่ากันแต่ละตัวห่างกัน 30 ซม. เพื่อความเหมาะสมในการควบคุม ซึ่งจะมีรูปแบบในการติดตั้งเป็นดังรูปนี้



รูปที่ 3.9 ชุดสายพานลำเลียงและชุดคัดแยก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

3.6 การทำงานของระบบควบคุมและชุดคัดแยก

การต่อชุดลมเข้ามายังชุดกระบอกลมโดยที่ในการต่อลมเข้ามานั้นจะมีตัวควบคุมความดันของลมอีกทีเพื่อที่จะให้ลมที่เข้ามาในชุดควบคุมมีแรงที่เหมาะสมในการทำงานของกระบอกลม ซึ่งจะมีกำหนดในการชักของกระบอกลมว่ามีแรงเท่าใด ซึ่งได้ต่อตัวควบคุมแรงลม

ตารางที่ 3.1 การกำหนดอินพุท/เอาพุทของชุดสายพานลำเลียง

อินพุท	เอาท์พุท
001.01 - สวิตช์ START(SW)	000.01 - มอเตอร์สามเฟส (M)
001.02 - PHOTO SENSOR (S1)	003.01 - โซลีนอยด์วาล์วตัวที่1 (SOL1)
001.04 - PHOTO SENSOR (S2)	003.03 - โซลีนอยด์วาล์วตัวที่1 (SOL2)
001.06 - PHOTO SENSOR (S3)	003.05 - โซลีนอยด์วาล์วตัวที่1 (SOL3)

ตารางที่ 3.2 โปรแกรมชุดคำสั่งบูลีนของชุดสายพานลำเลียง

Address	Instruction	Data
0000	LD	00101
0001	IL (02)	
0002	LD	00101
0003	OR	00001
0004	AND NOT	01100
0005	AND NOT	01101
0006	AND NOT	01102
0007	OUT	00001
0008	LD	00101
0009	CMP (20)	
		DM0100
		#0001
0010	AND	25506
0011	OUT	01000
0012	LD	00102
0013	AND	01100
0014	OR	00301
0015	AND NOT TIM	000
0016	OUT	
0017	TIM	
		000
		#0010
0018	LD	01000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

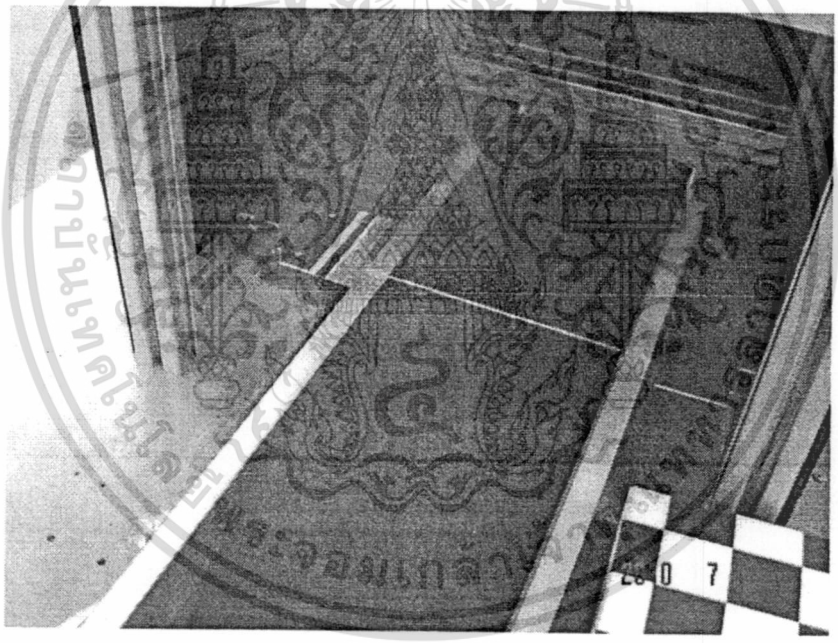
114504

0019	AND	00102
0020	OUT	01100
0021	LD	00101
0022	CMP (20)	
		DM0100
		#0002
0023	AND	25506
0024	OUT	01001
0025	LD	00104
0026	AND	01101
0027	OR	00303
0028	AND NOT TIM	001
0029	OUT	00303
0030	TIM	
		001
		#0010
0031	LD	01001
0032	AND	00104
0033	OUT	00101
0034	LD	00101
0035	CMP (20)	
		DM0100
		#0003
0036	AND	25506
0037	OUT	01002
0038	LD	00106
0039	AND	01102
0040	OR	00305
0041	AND NOT TIM	002
0042	OUT	00305
0043	TIM	
		002
		#0010
0044	LD	01002
0045	AND	00106
0046	OUT	01102
0047	ILC (03)	
0048	END (01)	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

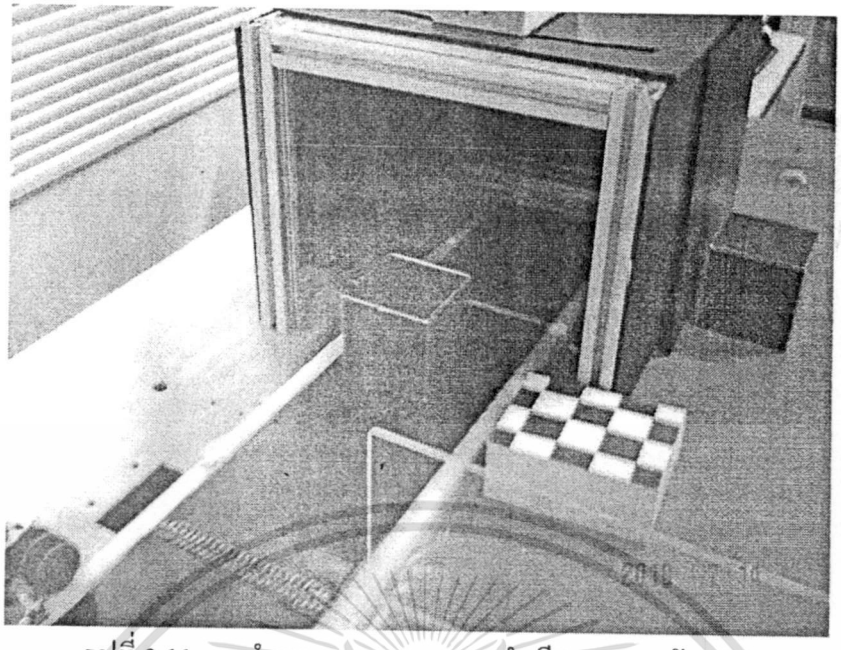
3.7 การทดสอบการทำงาน

หลังจากทำการสอบเทียบเพื่อหาพิกัดการวัดให้แม่นยำแล้ว ทำการทดสอบการคัดแยกกล่องสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ ขนาด 6x6x6, 7x7x7 และ 8x8x8 ซม. เพื่อทำการคัดแยกลงในรางคัดแยกแต่ละชุดในรางที่ 1 รางที่2 และรางที่ 3 ตามลำดับ ตัวอย่างเช่นวัตถุขนาด 6x6x6 ซึ่งถูกวางให้ลำแสงเลเซอร์ตัดผ่าน กล้องจะจับภาพและทำการประมวลผลด้วยโปรแกรม MATLAB GUIที่พัฒนาขึ้น หลังจากได้ทำการวัดค่ามิติจากคอมพิวเตอร์แล้ว โปรแกรมจะประมวลผลเพื่อส่งสัญญาณควบคุมให้กับเครื่องควบคุมที่โปรแกรมได้ผ่านพอร์ทอนุกรม RS 232 C ด้วยโปรโตคอลในการติดต่อสื่อสารแบบ Host link จากนั้นวัตถุจะเคลื่อนที่ไปบนสายพานลำเลียงจนกระทั่งถึงตำแหน่งจะถูกคัดแยก สำหรับวัตถุขนาด 6x6x6 ซม จะถูกผลักจากกระบอกลมตัวที่ 1 โดยตัวเซนเซอร์ลำแสงที่ติดตั้งอยู่ข้างกระบอกลมจะเป็นตัวสั่งการทำงานให้กับกระบอกลม และเมื่อเปลี่ยนขนาดวัตถุเป็น 8x8x8 ซม. วัตถุจะถูกผลักออกไปในรางที่ 2 ดังแสดงในรูปที่ 3.10-3.13

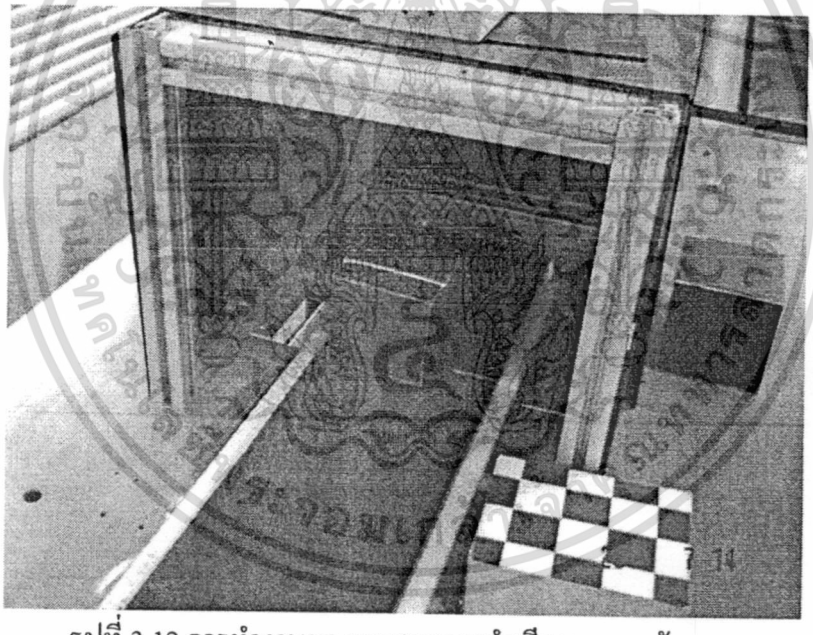


รูปที่ 3.10 การทำงานของชุดสายพานลำเลียงและชุดคัดแยก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

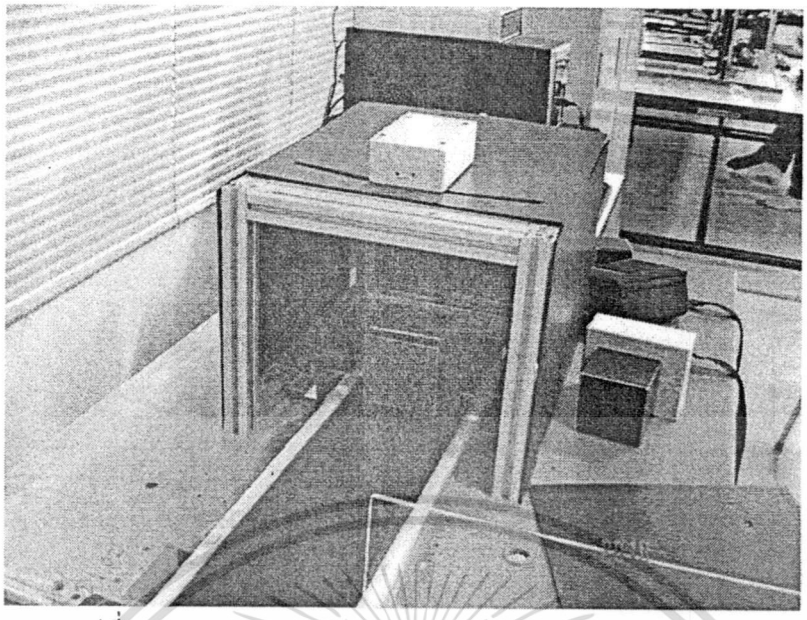


รูปที่ 3.11 การทำงานของชุดสายพานลำเลียงและชุดคัดแยก

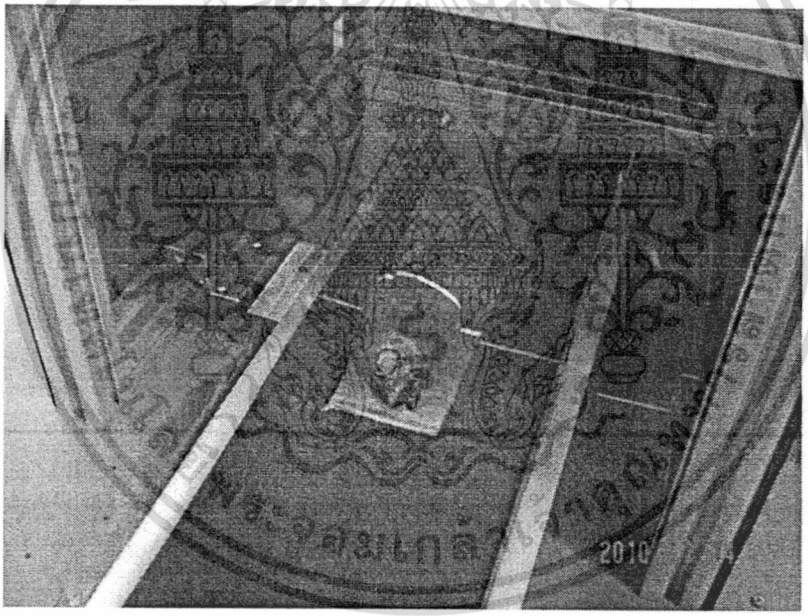


รูปที่ 3.12 การทำงานของชุดสายพานลำเลียงและชุดคัดแยก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

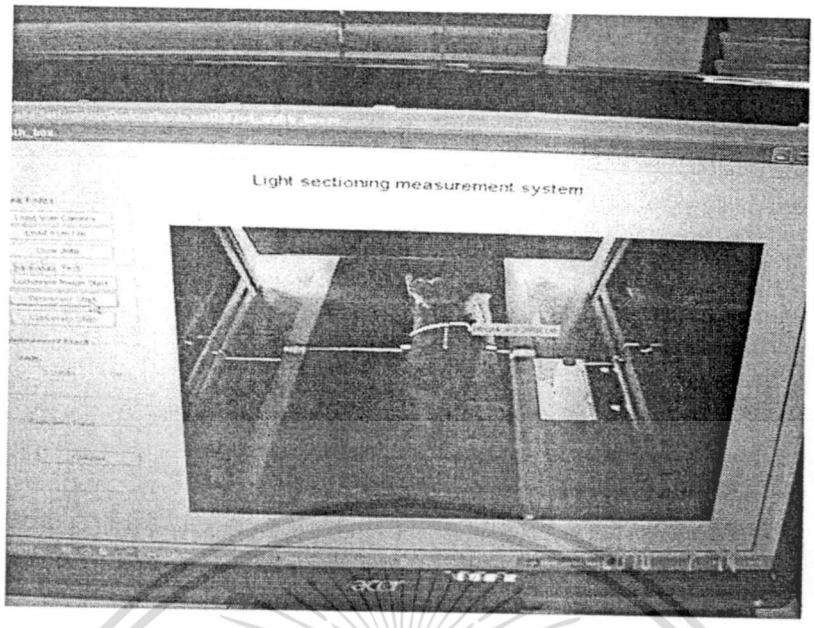


รูปที่ 3.13 การทำงานของชุดสายพานลำเลียงและชุดคัดแยก

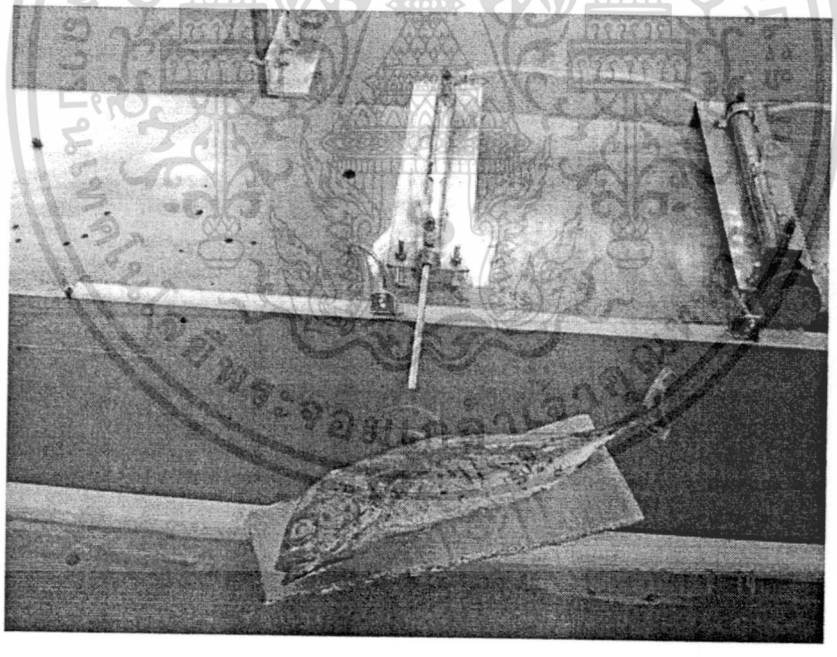


รูปที่ 3.14 การทดสอบกับการคัดขนาดปลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.15 โปรแกรม MATLAB GUI กับการทดสอบกับการคัดขนาดปลา



รูปที่ 3.16 การทำงานของกระบอกลมในการทดสอบกับการคัดขนาดปลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
สรุปผลการทดสอบและข้อเสนอแนะ

จากการคัดขนาดปลาด้วยระบบแมชชีนวิชั่นอาศัยเทคนิค Structure Light Sectioning พบว่า ค่าความแม่นยำมีค่าค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการแช่น้ำ อย่างไรก็ตาม จากการวิเคราะห์พบว่าช่วงของระยะการจับภาพเพื่อนำมาคำนวณหาพื้นที่หน้าตัดมีผลต่อค่าความแม่นยำ รวมถึงปัจจัยด้านอื่น ๆ ที่ควรพิจารณาเพิ่มอีก ดังนั้น ปัญหาที่พบเกิดจากแสงรบกวนจากสภาพแวดล้อมทำให้การเก็บภาพจากลำแสงเลเซอร์ไม่ดีเท่าที่ควร และการทำงานในสภาพที่มืดยังทำได้ดี การปรับปรุงเพิ่มเติมควรหาอุปกรณ์เลนส์กรองแบบ Narrow pass band สำหรับความยาวคลื่น 650 nm เพื่อตัดแสงรบกวนจากภายนอกออกไป ซึ่งจะทำให้การทำงานของชุดคัดขนาดนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] Brosnan, T., and Sun, Da-Wen, "Inspection and grading of agricultural and food products by computer vision system", Computers and Electronics in Agriculture, 2002.

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

[3] Farag K. Omar, Clarence W. de Silva, "Optimal portion control of natural objects with application in automated cannery processing of fish" , Journal of Food Engineering Volume 46 (2000) pages 31-41, Elsevier.

[4]F.Omar, C.W. de Silva, "High-speed model-based weight sensing of complex objects with application in industrial processes", Measurement, Volume 33 (2003) page 23 33, Elsevier.

[5] N.Nunak and T.Suesut, "Measuring geometric mean diameter of fruit and vegetable using computer vision", PSU-UNS International Conference on Engineering and Environment-ICEE-2007.

[6] Navaphattra NUNAK , Taweepol SUESUT, Sarayut INTHUSET " Fish Size Measurement by Computer Vision using Laser Light Sectioning" , The 10th Annual Conference of Thai Society of Agricultural Engineering "International Conference on Innovations in Agricultural, Food and Renewable Energy Productions for Mankind", Surasammanakhan, Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima, Thailand; 1-3 April 2009.

[7] P.O'Leary, M.Harker, and P.Zsombor-Murray, "Direct lease-squares fitting of coupled geometric object", IEEE Proceeding Vision, Image and Signal Processing, In Press, 2005.

[8] B.D. Bradley, M.J.D. Hayes, A.D.C. Chan, "A simple, low cost, 3D scanning system using the laser light-sectioning method", accepted to IEEE Int'l Inst. Meas. Tech. Conf. (I2MTC), 2008.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[9] Taweepol Suesut, Peter Schalk, Paul O'Leary, Ewald Fauster, Matthew Harker, "Real-time Geometric surface Inspection", International Conference on Engineering, Applied Science and Technology,Bangkok, Thailand, November 2007.

[10] Taweepol Suesut, Viriya Kongratana, Vittaya Tipsuwanporn and Suphan Kulphanich, " A Technique to Expand the I/O of the PLC Using Remote I/O module" , The 14 th Korea Automatic Control Conference, pp E-61 –64, Korea OCT 1999

[11] T.Suesut , P.Rerngruen, V.Tipsuwanporn, S.Kulphanich and S.Chuenarom, " Design of the PLC network Using Remote I/O module Application for A multi group of machine", The 3rd Asian Control Conference pp2818-2821, Shanghai, China, July 2000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้