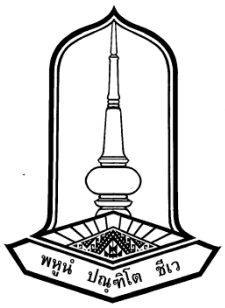


การพัฒนาเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งโดยใช้เครื่องจักรกลวิทัศน์

คุณาวุฒิ คุณา

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล
พฤษภาคม 2560
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

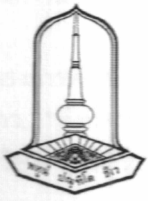
Mahasarakham University

การพัฒนาเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งโดยใช้เครื่องจักรกลวิทัศน์

คุณาวุฒิ คุณา

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล
พฤษภาคม 2560
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Mahasarakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนายคุณาวุฒิ คุณา
แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(ผศ.ดร.เกียรติสิน กาญจนวนิชกุล)	ประธานกรรมการ (อาจารย์บัณฑิตศึกษาประจำคณะ)
(ผศ.ดร.จักรมาส เลาหวณิช)	กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก)
(ผศ.ดร.สุพรรณ ยั่งยืน)	กรรมการ (อาจารย์บัณฑิตศึกษาประจำคณะ)
(ดร.ศุภฤกษ์ ชามงคลประดิษฐ์)	กรรมการ (ผู้ทรงคุณวุฒิ)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

(รศ.ดร.อนงค์ฤทธิ์ แข็งแรง) คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์	(ศ.ดร.ประดิษฐ์ เทอดทูล) คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย วันที่ 31 เดือน ส.ค. พ.ศ. 2560

Mahasarakham University

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้รับทุนจาก โครงการพัฒนานักวิจัยและงานวิจัยเพื่ออุตสาหกรรม (พวอ.) 2557 โดยสำนักกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) “ทั้งนี้ความเห็นในรายงานผลการวิจัยเป็นของผู้รับทุน สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยและบริษัท อุตสาหกรรมทวีวงษ์ จำกัด อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป”

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบรูณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จักรมาส เลาหวณิช อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ เกสรวงค์เกษม อาจารย์ที่ปรึกษาในโครงการพัฒนานักวิจัยและงานวิจัยเพื่ออุตสาหกรรม (พวอ.) ซึ่งได้ชี้แนะแนวทาง ความกรุณาให้ความรู้ คำแนะนำอย่างเอาใจใส่ในทุกๆ ขั้นตอนของการทำวิทยานิพนธ์ทั้งในการทดลอง การเขียนวิทยานิพนธ์ ตลอดจนการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ทำให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกียรติสิน กาญจนวนิชกุล ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพรรณ ยั่งยืน กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ อาจารย์ ดร.ศุภฤกษ์ ชามงคลประดิษฐ์ ผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งให้ความกรุณาตรวจสอบวิทยานิพนธ์ ตลอดจนการสอนวิชาการความรู้ต่าง ๆ แนะนำการแก้ไขปัญหาและประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ในด้านต่าง ๆ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ บริษัท อุตสาหกรรมทวีวงษ์ จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์แนะนำความรู้ ข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง และวัตถุดิบที่ใช้ในการทดสอบ

ขอขอบพระคุณ เจ้าของร้านโตการช่าง ที่ให้การสนับสนุนเครื่องมือและอุปกรณ์การทำงานตลอดจนความรู้ และข้อมูลที่จำเป็นสำหรับประกอบเครื่อง

ขอขอบพระคุณ บิดา และมารดา ที่คอยให้กำลังใจ เอาใจใส่ดูแลและสนับสนุนทุกสิ่งทุกอย่างด้วยดี โดยเฉพาะการให้กำลังใจ และคำแนะนำในการดำเนินชีวิตแก่ผู้ทำการวิจัยตลอดมา

หากเนื้อหาหรือข้อมูลต่าง ๆ ในวิทยานิพนธ์นี้ เป็นประโยชน์แก่ผู้สนใจศึกษาและผู้ทำการวิจัยท่านอื่น ๆ ผู้วิจัยขอยกคุณความดีทั้งหลายนี้ให้แก่บุคคลทุกท่านที่กล่าวมา ท้ายที่สุด หากวิทยานิพนธ์เล่มนี้มีข้อบกพร่องหรือผิดพลาดประการใด ผู้วิจัยกราบขออภัยไว้ ณ ทีนี้ด้วย

คุณาวุฒิ คุณา

Mahasarakham University

ชื่อเรื่อง การพัฒนาเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งโดยใช้เครื่องจักรกลวิทัศน์
ผู้วิจัย นายคุณาวุฒิ คุณา
ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต **สาขาวิชา** วิศวกรรมเครื่องกล
กรรมการควบคุม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จักรมาส เลาหวณิช
มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม **ปีที่พิมพ์** 2560

บทคัดย่อ

การคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง เป็นการคัดคุณภาพของปลาก่อนจะบรรจุภัณฑ์เพื่อส่งออกเป็นสินค้าหรือนำสู่กระบวนการอื่นต่อไป ปัจจุบันสินค้าแปรรูปอาหารทะเลที่มีการค้าเชิงพาณิชย์นั้นจะต้องได้รับการวัดคุณภาพหลากหลาย และคุณภาพของปลาข้างเหลืองตากแห้งขึ้นอยู่กับคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ สี รูปร่าง และขนาด สามารถตรวจวัดคุณภาพได้โดยการใช้แรงงานที่ได้รับการฝึกทักษะและประสบการณ์ของแรงงานแต่ละคน ดังนั้นจุดมุ่งหมายหลักของงาน วิจัยนี้ คือ การออกแบบและสร้างเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งโดยใช้เครื่องจักรกลวิทัศน์ โดยทำการเก็บข้อมูลวิธีการคัดแยกความเร็ว ความแม่นยำในการคัดแยกและลักษณะการปฏิบัติงานของผู้คัดแยกในระดับอุตสาหกรรมมาเป็นตัวแปรกำหนด ผลการศึกษาพบว่าปลาข้างเหลืองตากแห้งที่คัดแยก แบ่งออกเป็น 3 ขนาด คือ ขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่มีความยาวเฉลี่ย 6.33 7.42 และ 8.25 เซนติเมตร ตามลำดับ ความแม่นยำในการคัดขนาดของปลาข้างเหลืองตากแห้งเฉลี่ย 87.50 เปอร์เซ็นต์ ความแม่นยำคัดแยกด้านคุณภาพของปลาข้างเหลืองตากแห้งเฉลี่ย 85.00 เปอร์เซ็นต์และความสามารถในการคัดแยกเฉลี่ย 483 ตัวต่อชั่วโมง

คำสำคัญ: ปลาข้างเหลืองตากแห้ง, เครื่องจักรกลวิทัศน์, เครื่องคัดแยก

Mahasarakham University

TITLE Development of a sorting machine for dried yellow-stripe trevally fish using machine vision
AUTHOR Mr. Kunawut Kuna
DEGREE Master of Engineering **MAJOR** Mechanical Engineering
ADVISORS Asst. Prof. Juckamas Laohavanich, Ph.D.
UNIVERSITY Mahasarakham University **YEAR** 2017

ABSTRACT

Sorting dried yellow-stripe trevally fish is the step of sorting quality prior to packaging for export goods or getting into other process. Currently processed seafood products that have commercially traded must get variety quality measurement. But the quality of dried yellow-stripe trevally fish depending on the physical properties such as color, shape and size can be measured by the quality of the labor force that is up to the skills and experience of individual worker. Hence, the main aim of this research is to design and build sorting machine for dried yellow-stripe trevally fish using machine vision by the collecting the data of sorting means and speed and accuracy separation and performance characteristics of the separator on industrial scales for given variables. The study has found that dried yellow-stripe trevally fish sorted divided into three sizes: small, medium and large, with an average length of 6.33 7.42 and 8.25 cm respectively. The average accuracy of sorting size of dried yellow-stripe trevally fish is 87.50 percent. The accuracy of sorting color of dried yellow-stripe trevally fish is 85.00 percent and the average speed of sorting is 483 per hour.

Keywords: dried yellow-stripe trevally fish, machine vision, sorting machine

Mahasarakham University

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพประกอบ	ฌ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 หลักการและเหตุผล	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 สถานที่ดำเนินการวิจัย	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับปลาข้างเหลือง	3
2.2 คุณสมบัติและกระบวนการตากแห้งปลา	4
2.3 เทคนิคการประมวลผลภาพ	5
2.3.1 Image Acquisition	6
2.3.2 ระบบสี RGB Color Model	7
2.3.3 Segmentation	7
2.3.4 Representation and Description	8
2.3.5 Object Recognition	8
2.4 ระบบลม (Pneumatics)	8
2.4.1 เครื่องอัดลม (Air Compressor)	10
2.4.2 ถังเก็บลม (Air Tank)	10
2.4.3 ตัวกรองลมอัด (Air Filter)	11
2.4.4 วาล์วควบคุมความดันของลมอัด (Air Regulator)	11
2.4.5 ตัวเติมน้ำมันหล่อลื่นในลมอัด (Air Lubricator)	11
2.4.6 วาล์วควบคุม	11
2.5 การคำนวณทางด้านเศรษฐศาสตร์	11
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	12
บทที่ 3 การออกแบบและวิธีดำเนินการวิจัย	15
3.1 การศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องและจำเป็นต่อการออกแบบหลักการทำงานเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง	16
3.1.1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของคนคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง	16

Mahasarakham University

หน้า

3.1.2 การเก็บข้อมูลการคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง 16
3.1.3 การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพปลาข้างเหลืองตากแห้ง 17
3.2 การออกแบบ สร้างและทดสอบสมรรถนะเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง 20
3.2.1 การออกแบบสร้างและทดสอบการทำงานขั้นต้น 20
3.2.2 การทดสอบสมรรถนะการทำงานของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง 28
3.3 การคำนวณทางด้านเศรษฐศาสตร์ของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง 29
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปราย 30
4.1 ผลการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องและจำเป็นต่อการออกแบบหลักการทำงานเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง 30
4.1.1 ผลศึกษาข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของคนคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง 30
4.1.2 ผลการเก็บข้อมูลการคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง 31
4.1.3 ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพปลาข้างเหลืองตากแห้ง 32
4.2 การออกแบบ สร้างและทดสอบสมรรถนะเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง 34
4.2.1 ผลการออกแบบสร้างและทดสอบการทำงานขั้นต้น 34
4.2.2 ผลการทดสอบสมรรถนะการทำงานของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง 41
4.3 ผลการคำนวณทางด้านเศรษฐศาสตร์ของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง 46
บทที่ 5 สรุปผล และข้อเสนอแนะ 52
5.1 สรุปผล 52
5.2 ข้อเสนอแนะ 53
เอกสารอ้างอิง 54
ภาคผนวก 57
ภาคผนวก ก ข้อมูลและทดสอบ 58
ภาคผนวก ข ข้อมูลทั่วไปและรายละเอียดของซอร์ฟแวร์ 80
ภาคผนวก ค ข้อมูลทั่วไปและรายละเอียดของฮาร์ดแวร์ 85
ประวัติย่อผู้วิจัย 93

Mahasarakham University

สารบัญตาราง

		หน้า
ตาราง 3.1	ปลาข้างเหลืองตากแห้งที่เสียหรือผิดรูปร่างจากปลาที่มีสภาพสมบูรณ์	19
ตาราง 3.2	ขา Input/Output ของไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega 2560 R3	26
ตาราง 4.1	เกณฑ์มาตรฐานขนาดและน้ำหนักของบริษัท อุตสาหกรรมทวีวงษ์ จำกัด	30
ตาราง 4.2	ความสามารถในการคัดแยกด้านขนาดปลาข้างเหลืองตากแห้งของคนงานคัดแยกจำนวน 5 คน	31
ตาราง 4.3	ความแมนยำในการคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งขนาดใหญ่ของคนงาน	32
ตาราง 4.4	ผลการทดสอบขนาดขั้นต้นของชุดประมวลผลภาพเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง	39
ตาราง 4.5	ผลการทดสอบคุณภาพขั้นต้นของชุดประมวลผลภาพเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง	39
ตาราง 4.6	ทดลองหาความเร็วในการเคลื่อนที่ของกระบอกลม	41
ตาราง 4.7	ความสามารถในการคัดแยกด้านขนาดและด้านคุณภาพของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง	42
ตาราง 4.8	ทดลองหาความแม่นยำในการทำงานของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง	43
ตาราง 4.9	ค่าใช้จ่ายในการลงทุนสร้างเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง	46
ตาราง 4.10	กำลังไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ต่างๆ ในเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง	47
ตาราง 4.11	เปรียบเทียบการคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งด้วยเครื่องจักรที่สร้างขึ้นเทียบกับคนงานคัดแยก	49
ตาราง ก-1	ข้อมูลการหาความสามารถคัดแยกด้านขนาดของคนงานคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (Size S)	59
ตาราง ก-2	ข้อมูลการหาความสามารถคัดแยกด้านขนาดของคนงานคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (Size MS)	59
ตาราง ก-3	ข้อมูลการหาความสามารถคัดแยกด้านขนาดของคนงานคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (Size M1)	60
ตาราง ก-4	ข้อมูลการหาความสามารถคัดแยกด้านขนาดของคนงานคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (Size M2)	60
ตาราง ก-5	ข้อมูลการหาความสามารถคัดแยกด้านขนาดของคนงานคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (Size L1)	61
ตาราง ก-6	ข้อมูลการหาความสามารถคัดแยกด้านขนาดของคนงานคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (Size L2)	61
ตาราง ก-7	ข้อมูลการหาความสามารถคัดแยกด้านคุณภาพของคนงานคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (ปลาสีซ้ำ)	62

Mahasarakham University

หน้า

ตาราง ก-8 ข้อมูลการหาความสามารถคัดแยกด้านคุณภาพของคนงานคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (ปลาหัวแตก) 62
ตาราง ก-9 ข้อมูลการหาความสามารถคัดแยกด้านคุณภาพของคนงานคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (ปลาเป็นรู) 63
ตาราง ก-10 ข้อมูลการหาความแม่นยำในการคัดแยกด้านขนาดของคนงานคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (ชุดที่1) 64
ตาราง ก-11 ข้อมูลการหาความแม่นยำในการคัดแยกด้านคุณภาพของคนงานคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (ชุดที่1) 64
ตาราง ก-12 ข้อมูลการหาความแม่นยำในการคัดแยกด้านขนาดของคนงานคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (ชุดที่2) 65
ตาราง ก-13 ข้อมูลการหาความแม่นยำในการคัดแยกด้านคุณภาพของคนงานคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (ชุดที่2) 65
ตาราง ก-14 ข้อมูลการหาความแม่นยำในการคัดแยกด้านขนาดของคนงานคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (ชุดที่3) 66
ตาราง ก-15 ข้อมูลการหาความแม่นยำในการคัดแยกด้านคุณภาพของคนงานคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (ชุดที่3) 66
ตาราง ก-16 ข้อมูลการหาความแม่นยำในการคัดแยกด้านขนาดของคนงานคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (ชุดที่4) 67
ตาราง ก-17 ข้อมูลการหาความแม่นยำในการคัดแยกด้านคุณภาพของคนงานคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (ชุดที่4) 67
ตาราง ก-18 ข้อมูลการหาความแม่นยำในการคัดแยกด้านคุณภาพของคนงานคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (ชุดที่4) 68
ตาราง ก-19 ข้อมูลการหาความแม่นยำในการคัดแยกด้านคุณภาพของคนงานคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (ชุดที่5) 68
ตาราง ก-20 คุณสมบัติทางกายภาพปลาข้างเหลืองงตากแห้งด้านความยาว 69
ตาราง ก-21 ข้อมูลการหาความสามารถคัดแยกด้านขนาดของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (Size S) 70
ตาราง ก-22 ข้อมูลการหาความสามารถคัดแยกด้านขนาดของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (Size MS) 70
ตาราง ก-23 ข้อมูลการหาความสามารถคัดแยกด้านขนาดของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (Size M1) 71
ตาราง ก-24 ข้อมูลการหาความสามารถคัดแยกด้านขนาดของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (Size M2) 71
ตาราง ก-25 ข้อมูลการหาความสามารถคัดแยกด้านขนาดของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (Size L1) 72

Mahasarakham University

หน้า

ตาราง ก-26 ข้อมูลการหาความสามารถคัดแยกด้านขนาดของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (Size L2) 72
ตาราง ก-27 ข้อมูลการหาความสามารถคัดแยกด้านคุณภาพของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง(ปลาสีช้ำ) 73
ตาราง ก-28 ข้อมูลการหาความสามารถคัดแยกด้านคุณภาพของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (ปลาหัวแตก) 73
ตาราง ก-29 ข้อมูลการหาความสามารถคัดแยกด้านคุณภาพของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (ปลาเป็นรู) 74
ตาราง ก-30 ข้อมูลการหาความแม่นยำในการคัดแยกด้านขนาดของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (ชุดที่1) 75
ตาราง ก-31 ข้อมูลการหาความแม่นยำในการคัดแยกด้านคุณภาพของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (ชุดที่1) 75
ตาราง ก-32 ข้อมูลการหาความแม่นยำในการคัดแยกด้านขนาดของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (ชุดที่2) 76
ตาราง ก-33 ข้อมูลการหาความแม่นยำในการคัดแยกด้านคุณภาพของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (ชุดที่2) 76
ตาราง ก-34 ข้อมูลการหาความแม่นยำในการคัดแยกด้านขนาดของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (ชุดที่3) 77
ตาราง ก-35 ข้อมูลการหาความแม่นยำในการคัดแยกด้านคุณภาพของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลือง ตากแห้ง (ชุดที่3) 77
ตาราง ก-36 ข้อมูลการหาความแม่นยำในการคัดแยกด้านขนาดของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (ชุดที่4) 78
ตาราง ก-37 ข้อมูลการหาความแม่นยำในการคัดแยกด้านคุณภาพของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (ชุดที่4) 78
ตาราง ก-38 ข้อมูลการหาความแม่นยำในการคัดแยกด้านขนาดของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (ชุดที่5) 79
ตาราง ก-39 ข้อมูลการหาความแม่นยำในการคัดแยกด้านคุณภาพของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (ชุดที่5) 79

Mahasarakham University

สารบัญภาพประกอบ

		หน้า
ภาพประกอบ 2.1	การคัดแยกปลาข้างเหลือง	3
ภาพประกอบ 2.2	แสดงจุดวัดอุณหภูมิภายในห้องอบ (T1, T2, T3)	4
ภาพประกอบ 2.3	ขั้นตอนก่อนที่จะมาเป็นผลิตภัณฑ์ปลาข้างเหลืองตากแห้ง	5
ภาพประกอบ 2.4	ระบบพิกัด 2 มิติของภาพดิจิตอล	6
ภาพประกอบ 2.5	ขั้นตอนการประมวลผลภาพ	6
ภาพประกอบ 2.6	ระบบสี RGB Color Mode	7
ภาพประกอบ 2.7	คำอธิบายเกี่ยวกับความดัน	10
ภาพประกอบ 2.8	อุปกรณ์เบื้องต้นของระบบนิวเมติกส์	10
ภาพประกอบ 3.1	ขั้นตอนการดำเนินการศึกษาการออกแบบและสร้างเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง	15
ภาพประกอบ 3.2	การคัดแยกปลาด้วยคน	17
ภาพประกอบ 3.3	แสดงการวัดความยาวของปลาข้างเหลืองตากแห้ง	17
ภาพประกอบ 3.4	การทดสอบสีของตัวปลาข้างเหลืองตากแห้ง	18
ภาพประกอบ 3.5	ปลาข้างเหลืองตากแห้งที่สมบูรณ์	19
ภาพประกอบ 3.6	ขั้นตอนการทำงานของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง	20
ภาพประกอบ 3.7	ขนาดของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง	21
ภาพประกอบ 3.8	การทำงานของระบบควบคุม	22
ภาพประกอบ 3.9	การทำงานของการประมวลผลภาพของกล้องด้านล่างของเครื่อง (Camera 1)	23
ภาพประกอบ 3.10	การทำงานของการประมวลผลภาพของกล้องด้านบนของเครื่อง (Camera 2)	24
ภาพประกอบ 3.11	เงื่อนไขการทำงานของระบบคัดแยก	25
ภาพประกอบ 4.1	ผลของการวัดความยาวของปลาข้างเหลืองตากแห้งด้วยสายตาคนและ MATLAB	33
ภาพประกอบ 4.2	ผลของการวัดค่าสีของปลาข้างเหลืองตากแห้งด้วยโปรแกรม MATLAB	33
ภาพประกอบ 4.3	ผลของการหารูปร่างของปลาข้างเหลืองตากแห้งด้วยโปรแกรม MATLAB	34
ภาพประกอบ 4.4	เครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง	35
ภาพประกอบ 4.5	การทำงานของตู้ควบคุม	36
ภาพประกอบ 4.6	ชุดประมวลผลภาพปลาข้างเหลืองตากแห้ง	36
ภาพประกอบ 4.7	ชุดโซลินอยด์วาล์วและกระบอกลมคัดแยก	37
ภาพประกอบ 4.8	แสดงลักษณะการวางปลาข้างเหลืองตากแห้งลงบนสายพานลำเลียง	38
ภาพประกอบ 4.9	ผลการทดสอบชุดประมวลผลภาพปลาข้างเหลืองตากแห้งด้วยโปรแกรม MATLAB	40
ภาพประกอบ 4.10	ผลทดสอบการคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งโดยใช้ระบบกระบอกลม	41
ภาพประกอบ 4.11	กราฟแสดงผลทดสอบความสามารถการคัดแยกคนเทียบกับเครื่องคัดแยก	43
ภาพประกอบ 4.12	กราฟแสดงผลทดสอบความแม่นยำการคัดแยกคนเทียบกับเครื่องคัดแยก	44

Mahasarakham University

หน้า

ภาพประกอบ 4.13 แสดงลักษณะในการป้อนเพื่อลำเลียงปลาเพื่อเข้าสู่ชุดประมวลผลภาพดิจิตอลและการจับภาพด้วย 44
ภาพประกอบ 4.14 แสดงการประมวลผลภาพดิจิตอลด้วยโปรแกรม MATLAB เพื่อตรวจสอบคุณภาพของปลาข้างเหลือง 45
ภาพประกอบ 4.15 แสดงการคัดแยกขนาดและคุณภาพของปลาด้วยระบบนิวเมติกส์ที่ผ่านการประมวลผลภาพ 45
ภาพประกอบ 4.16 จุดคุ้มทุนการคัดแยกด้านขนาดของเครื่อง 50
ภาพประกอบ 4.17 จุดคุ้มทุนการคัดแยกด้านขนาดของคน 50
ภาพประกอบ 4.18 จุดคุ้มทุนการคัดแยกด้านคุณภาพของเครื่อง 51
ภาพประกอบ 4.19 จุดคุ้มทุนการคัดแยกด้านคุณภาพของคน 51
ภาพประกอบ ข-1 อยู่ของโปรแกรม Arduino IDE 81
ภาพประกอบ ข-2 Interface ของโปรแกรม Arduino IDE 82
ภาพประกอบ ข-3 โปรแกรม MATLAB 82
ภาพประกอบ ข-4 โค้ดการเก็บค่าเชิงตัวแปรในการคัดแยก 1 83
ภาพประกอบ ข-5 โค้ดการเก็บค่าเชิงตัวแปรในการคัดแยก 2 84
ภาพประกอบ ค-1 วงจรรวมของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งที่ออกแบบ 86
ภาพประกอบ ค-2 ชุดโมดูลบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega 2560 88
ภาพประกอบ ค-3 Basler ACE รุ่น acA2500-14gc 90
ภาพประกอบ ค-4 มอเตอร์กระแสตรงที่ใช้ 91
ภาพประกอบ ค-5 MC33926 ก. ชุดโมดูล ข. ฟังก์ชันภายในชุดโมดูล 91
ภาพประกอบ ค-6 Switching Power Supply 92

Mahasarakham University

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

อุตสาหกรรมการผลิตแปรรูป ประเภทต่างๆ เช่น อาหารทะเลแช่แข็ง, อาหารทะเลกระป๋อง, ทำเค็มและอบแห้ง เป็นต้น การแปรรูปกุ้งและแปรรูปปลา เป็นอุตสาหกรรมที่สำคัญในกลุ่มอาหาร เพราะมีสัดส่วนรวมกันสูงถึงร้อยละ 17 ของมูลค่าเพิ่มในภาคอุตสาหกรรมอาหาร (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2558) ซึ่งการอบแห้งเป็นกรรมวิธีในการถนอมอาหารทะเลชนิดหนึ่ง ซึ่งสามารถทำให้เก็บรักษาอาหารทะเลได้เป็นระยะเวลานานขึ้น โดยอาหารทะเลอบแห้งนั้นสามารถแบ่งออกได้หลายประเภทตามวัตถุดิบ คือ ปลาหมึกแห้ง กุ้งแห้ง ปลาแห้ง เป็นต้น (กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, 2557) กระบวนการคัดแยกปลาทะเล เพื่อแปรรูปถือเป็นกระบวนการที่สำคัญอย่างยิ่ง โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่มีการแบ่งมูลค่ามากหรือน้อยจากลักษณะขนาดปลา ดังนั้นในขั้นตอนการคัดคุณภาพปลาจึงจำเป็นต้องมีความถูกต้องแม่นยำรวมถึงต้องรวดเร็วเพื่อให้สามารถจัดการกับผลผลิตจำนวนมากในสายการผลิตได้ปัจจุบัน มีการผลิตปลาข้างเหลืองตากแห้ง เป็นผลิตภัณฑ์เพื่อส่งออกและจำหน่ายภายในประเทศ โดยมีกำลังการผลิตปลาข้างเหลืองตากแห้ง หลายๆตันต่อวัน ซึ่งจำเป็นต้องใช้แรงงานจำนวนมากในการแปรรูปประกอบด้วย การล้างทำความสะอาดตัวปลา คัดขนาด ผ่าแร่เนื้อปลา หมักส่วนผสม นำปลามาตากแผ่บนถาดเพื่อตากแห้ง จากนั้นนำปลาที่แห้งแล้วมาคัดเกรดและคุณภาพก่อนบรรจุเพื่อส่งจำหน่ายต่อไป

ในการคัดขนาดปลาข้างเหลืองตากแห้งพบว่าเกณฑ์มาตรฐานการคัดแยกขนาดของปลานั้นขึ้นกับความยาวของตัวปลาเท่านั้น ผู้คัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งต้องมีความเชี่ยวชาญและความเร็วในการคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง คนงานอาจเกิดเหนื่อยล้าจากการทำงานเป็นเวลานานหลายชั่วโมงและใช้แรงงานจำนวนมาก การคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งนอกจากมีการคัดขนาดแล้วยังคัดแยกปลาที่มีปลาที่ไม่ได้คุณภาพ เช่น ปลาแตกหัก สีช้ำแดง ตัวงอผิดรูป เป็นต้น ทำให้การคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งทำได้ช้าและมีขั้นตอนที่ยุ่งยาก การใช้แรงงานคนในการคัดแยกปลาด้วยสายตาเป็นหลักก็อาจเกิดความผิดพลาดได้ง่าย และส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิตโดยตรงเช่น ขั้นตอนการบรรจุผลิตภัณฑ์แต่ละขนาดไม่ได้มาตรฐาน ต้นทุนการผลิตสูง ทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพลดลงได้ ด้วยเหตุผลนี้จึงมีการพัฒนาเครื่องจักรกลวิทัศน์นี้เพื่อใช้ในการคัดแยกปลา เพื่อช่วยแก้ปัญหา และทำให้เพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตได้เป็นอย่างดี โดยประยุกต์ใช้องค์ความรู้ด้านการประมวลผลทางภาพและเทคนิคเครื่องจักรกลวิทัศน์ในการคัดแยกปลาออกเป็นหกขนาดและคัดแยกปลาที่ไม่ได้คุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐานออก เครื่องนี้จะประกอบด้วยระบบทางกล ระบบควบคุม ระบบกระบวนการทางภาพ ระบบเซ็นเซอร์ต่างๆในการตรวจวัด มีการทำงานแบบเวลาจริง เพื่อตรวจสอบปลาข้างเหลืองตากแห้งโดยใช้การประมวลผลทางภาพ

เพราะฉะนั้นเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งนี้เหมาะสมกับการคัดแยกปลาที่มีความละเอียดสูง แม่นยำและช่วยลดต้นทุนในการผลิต เพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานให้มีความผิดพลาดลดน้อยลง เป็นประโยชน์ในการพัฒนากระบวนการผลิตในภาคอุตสาหกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

Mahasarakham University

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาและออกแบบเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งโดยใช้เครื่องจักรกลวิทัศน์ โดยมีวัตถุประสงค์เฉพาะคือ

1.2.1 ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการออกแบบเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง

1.2.2 ออกแบบสร้างเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งและทดสอบการทำงานในการคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง

1.2.3 วิเคราะห์จุดคุ้มทุนและระยะเวลาคืนทุนของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

วิทยานิพนธ์นี้ จะคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งโดยใช้เงื่อนไข 2 อย่างคือ ขนาดและคุณภาพ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.3.1 ปลาข้างเหลืองตากแห้ง คัดแยกขนาดแบ่งเป็น 6 ขนาด คือ

1) ขนาด S ความยาว 4.0 เซนติเมตร ถึง 6.3 เซนติเมตร
2) ขนาด MS ความยาว 6.4 เซนติเมตร ถึง 7.0 เซนติเมตร
3) ขนาด M1 ความยาว 7.1 เซนติเมตร ถึง 7.5 เซนติเมตร
4) ขนาด M2 ความยาว 7.6 เซนติเมตร ถึง 8.0 เซนติเมตร
5) ขนาด L1 ความยาว 8.1 เซนติเมตร ถึง 8.5 เซนติเมตร
6) ขนาด L2 ความยาว 8.6 เซนติเมตร ถึง 10.0 เซนติเมตร

1.3.2 เงื่อนไขในการคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งที่ไม่ได้คุณภาพ ได้แก่ ปลาแตกหัก ปลาเป็นรู และปลาเน่าเสียสีช้ำ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งโดยใช้เครื่องจักรกลวิทัศน์ที่พัฒนาขึ้น สามารถทำให้โรงงานลดต้นทุนการผลิตในขั้นตอนการคัดขนาดปลาข้างเหลืองได้และถูกต้องแม่นยำอย่างมีประสิทธิภาพมีผลทำให้กระบวนการตรวจสอบคุณภาพดำเนินการได้ดียิ่งขึ้น ได้ผลิตภัณฑ์ที่สมบูรณ์เพิ่มขึ้น

1.5 สถานที่ดำเนินการวิจัย

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม และ บริษัท อุตสาหกรรมทวีวงษ์ จำกัด

Mahasarakham University

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับปลาข้างเหลือง

ปลาข้างเหลือง (yellowstripe scad (Cuvier 1833)) จัดอยู่ในวงศ์ Carangidae มีการแพร่กระจายทั่วไปในทะเลแถบอินโด-แปซิฟิก ฟิลิปปินส์ ทิศเหนือของประเทศญี่ปุ่น ทิศใต้ของทะเลอาราฟูร่า และออสเตรเลีย เป็นปลาที่ชอบอยู่รวมเป็นฝูงและจับได้โดยเครื่องมือประมงประเภท อวนล้อมจับ อวนลาก และโป๊ะ ปลาชนิดนี้มีลักษณะเด่น คือ มีสีน้ำเงินปนเขียวเข้มอยู่ทางด้านหลังของลำตัว ถัดลงมามีแถบเหลืองปนส้มพาดยาวจากตาไปสุดขอบหาง ด้านท้องเป็นสีเงิน มีจุดสีดำเด่นชัดที่ขอบแก้มตอนบน ครีบอื่นๆ เป็นสีเหลืองใส มีการนำมาใช้แปรรูปได้ทั้งแบบเค็ม หรือหวาน ตลอดจนกระดูกหรือก้างปลาสามารถนำมาบริโภคได้ หรือเป็นส่วนผสมกับอาหารอื่นเพื่อเสริมแคลเซียม เนื่องจากกระดูกของปลาข้างเหลืองมีปริมาณแคลเซียมสูงถึงร้อยละ 4.71 ปัจจุบันนับได้ว่าปลาข้างเหลืองเป็นปลาผิวน้ำเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งที่นิยมบริโภค และเป็นวัตถุดิบในการแปรรูป (ธุมาวดี ใจเย็น และคณะ, 2554)

จากการศึกษาของธุมาวดี ใจเย็น และคณะ (2554) พบอัตราการจับเฉลี่ยของปลาข้างเหลืองในพื้นที่อ่าวพังงาและบริเวณใกล้เคียงในระหว่าง พ.ศ. 2542-2545 เท่ากับ 49.32, 89.62, 124.99 และ 204.90 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ แสดงถึงแนวโน้มของปลาข้างเหลืองที่ถูกจับขึ้นมาใช้ประโยชน์มากขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งหากไม่มีการจัดการอย่างรอบคอบอาจส่งผลกระทบต่อทรัพยากรสัตว์น้ำได้ การประเมินทรัพยากรปลาข้างเหลืองจึงเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อทราบผลผลิตสูงสุดที่ยั่งยืนของสัตว์น้ำทางฝั่งทะเลอันดามันตลอดจนสามารถใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาแนวทางในการบริหารจัดการและอนุรักษ์ทรัพยากรสัตว์น้ำทางฝั่งทะเลอันดามันให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมแก่การนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างยั่งยืนและสมดุลกับการทดแทนที่ตามธรรมชาติต่อไป

ภาพประกอบ 2.1 การคัดแยกปลาข้างเหลืองสด (กรมประมง, ม.ป.ป.)

Mahasarakham University

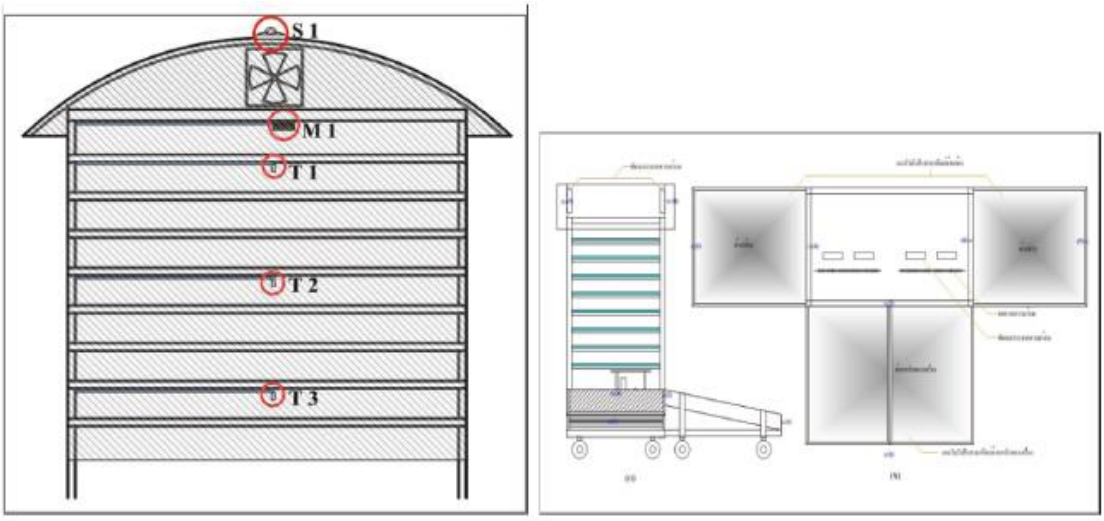
2.2 คุณสมบัติและกระบวนการตากแห้งปลา

การศึกษาและพัฒนากระบวนการดังกล่าวจำเป็นต้องมีการศึกษาการอบแห้งในผลิตภัณฑ์ต่างๆ ร่วมถึงการพัฒนาระบบเครื่องอบแห้งที่ได้มีการศึกษามาก่อนหน้านี้ เพื่อพัฒนาให้เกิดการใช้พลังงานในการอบแห้งให้คุ้มค่ามากที่สุด เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ได้มีลักษณะ และรูปแบบที่แตกต่างกัน ตามลักษณะการใช้งาน

การตากและอบแห้ง

เครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์ลมเป็นเครื่องอบแห้งที่เหมาะสมแก่การอบแห้งผลไม้ โดยได้รับความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบโดยตรงและความร้อนจากแผงรับรังสีอาทิตย์ เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจก ใช้หลักการเรือนกระจก (Greenhouse effect) เมื่อรังสีดวงอาทิตย์ส่งผ่านกระจกหรือพลาสติกเข้าไปภายใน จะถูกผลิตภัณฑ์และองค์ประกอบต่างๆ ภายในเรือนกระจกดูดกลืนรังสีแล้วเปลี่ยนเป็นความร้อนเหมาะสมกับการอบแห้งเครื่องเทศ และอาหารทะเล เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบใช้อากาศร้อนจากแผงรับรังสีดวงอาทิตย์ที่เป็นหลังคาโรงเรือน มีพัดลมไฟฟ้าดูดอากาศจากแผงรับรังสีอาทิตย์ที่ออกแบบให้เป็นหลังคาโรงเรือนเหมาะสำหรับการอบแห้งเครื่องเทศและสมุนไพร

การอบแห้งเมล็ดพืชเพื่อการแปรรูปและจำหน่ายต่างประเทศ เช่น พืชตระกูลถั่ว ต้องปลอดจากเชื้อปนเปื้อนอะฟลาท็อกซิล (Aflatoxin) ซึ่งเป็นพิษต่อผู้บริโภค ส่วนหนึ่งที่ทำให้เกิดสารดังกล่าวขึ้นนั้นเกิดจากการใช้ระยะเวลาในการตากมากเกินไป เพื่อลดความชื้นจนถึงจุดปลอดภัย หรืออาจถูกฝนเวลาตากแห้งเกษตรกรจึงควรใช้เครื่องอบในการตากแห้งเพื่อป้องกันการความชื้นจากฝนหรือสารเจือปนในธรรมชาติปะปนมากับเม็ดพืชที่ทำการตากแห้ง



ภาพประกอบ 2.2 แสดงจุดวัดอุณหภูมิภายในห้องอบ จุดวัดความชื้นสัมพัทธ์อากาศและจุดวัดรังสีแสงอาทิตย์ (ธีรเดช ใหญ่บก และคณะ, 2553)

Mahasarakham University

ภาพประกอบ 2.3 ขั้นตอนการแปรรูปปลาข้างเหลืองตากแห้ง (สิมิลัน อาศัยพานิชย์, 2550)

2.3 การประมวลผลทางภาพ

การมองเห็นของมนุษย์เป็นสิ่งที่สำคัญและเป็นกลไกการรับภาพที่ซับซ้อนอย่างหนึ่ง ซึ่งจะให้ข้อมูลที่มีความจำเป็นสำหรับใช้ในงานง่าย ๆ ตัวอย่างเช่น การจดจำวัตถุ และงานที่มีความซับซ้อน เช่น การวางแผน การตัดสินใจ การค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ การพัฒนาทางด้านความคิด ดังคำสุภาษิตของจีนกล่าวไววา “รูปภาพสามารถแทนคำได้เป็นพัน ๆ คำ” รูปภาพมีบทบาทมากสำหรับองค์กรต่าง ๆ เช่น หนังสือพิมพ์ โทรทัศน์ ภาพยนตร์ ซึ่งใช้ได้ทั้งภาพนิ่งและภาพเคลื่อนที่ ซึ่งเป็นสื่อนำเสนอข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ สิ่งที่น่าสนใจของข้อมูลที่เกี่ยวกับการมองเห็นหรือข้อมูลภาพนั้น ก็คือกระบวนการประมวลผลภาพ (Image Processing) โดยใช้ดิจิตอลคอมพิวเตอร์

ความพยายามทางด้านการประมวลผลภาพได้เริ่มขึ้นในปี ค.ศ. 1964 ณ หองทดลอง Jet Propulsion (Pasasena California) ซึ่งได้นำการประมวลผลภาพมาใช้ในการพิจารณาภาพถ่ายดาวเทียมของดวงจันทร์ ต่อมาได้มีการตั้งสาขาทางวิทยาศาสตร์สาขาใหม่เรียกว่า Digital Image Processing หลังจากนั้นงานทางด้านการประมวลผลภาพก็พัฒนาขึ้นเรื่อย ๆ และใช้กันอย่างกว้างขวางสำหรับงานในหลายด้าน ตัวอย่างเช่น การสื่อสารโทรคมนาคม การสื่อสารทางโทรทัศน์ การพิมพ์กราฟฟิก การแพทย์ และการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์

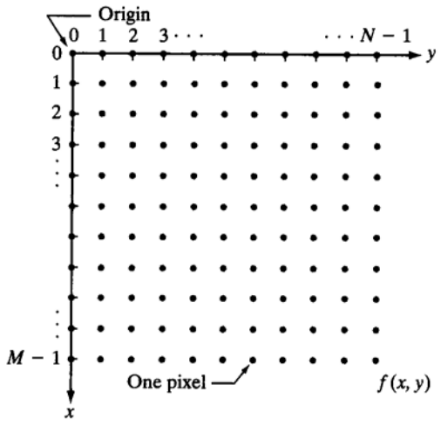
การประมวลผลภาพจะเกี่ยวกับการแปลงข้อมูลภาพให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลดิจิตอล (Digital Format) ซึ่งสามารถที่จะนำเอาข้อมูลนี้จัดผ่านกระบวนการต่าง ๆ ด้วยคอมพิวเตอร์ได้ในระบบของดิจิตอล อินพุตและเอาท์พุตของระบบจะอยู่ในรูปแบบดิจิตอลเท่านั้น

Digital Image Analysis จะเกี่ยวกับวิธีการอธิบายและการจดจำข้อมูลภาพดิจิตอล ซึ่งอินพุตของระบบจะเป็นข้อมูลภาพดิจิตอลและเอาท์พุต จะเป็นเครื่องหมายที่ใช้แทนข้อมูลภาพดิจิตอลเหล่านั้น ในการวิเคราะห์ภาพมีอยู่หลายวิธีด้วยกัน ซึ่งแทนด้วยการทำงานของการมองเห็นของมนุษย์ (Human Vision) นั่นก็คือ งานทางด้าน Computer Vision เป็นลักษณะเดียวกับ Digital Image Analysis

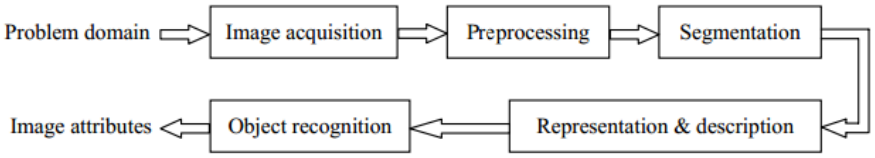
Mahasarakham University

นั่นเอง การมองเห็นของมนุษย์นับว่าเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนซึ่งลักษณะเทคนิคโดยทั่วไปใน Digital Image Analysis และ Computer Vision จะค่อนข้างซับซ้อนเช่นกัน

ภาพ (Image) ในกระบวนการประมวลผลภาพดิจิตอล คือ ฟงกชัน 2 มิติ ในรูป f(x,y) โดยที่ x และ y คือ ตำแหน่งในระบบพิกัด 2 มิติ (Spatial Coordinate) แทนแถว (Row) หลัก (Column) ในภาพตามลำดับ ค่าของฟังก์ชัน f ที่ตำแหนง (x,y) ต่าง ๆ เรียกว่า ค่าความเข้มแสง หรือค่าระดับสีเทา (Intensity or Gray Level) ของตำแหน่งภาพนั้น โดยค่าระดับสีเทาที่มีขนาด 8 บิต จะมีค่าเท่ากับ 256 ระดับ (2^8 = 256) คือ ตั้งแต่ระดับ 0 (สีดำ) จนถึง 255 (สีขาว) ระบบพิกัดที่ใช้กับภาพดิจิตอล แสดงดังภาพประกอบ 2.4 โดยที่จุดภาพ (Pixel) ขั้นตอนการประมวลผลภาพโดยแบ่งเป็น 5 ขั้นตอนใหญ่ ๆ แสดงดังภาพประกอบ 2.5



ภาพประกอบ 2.4 ระบบพิกัด 2 มิติของภาพดิจิตอล (Gonzalez and Woods, 2002)



ภาพประกอบ 2.5 ขั้นตอนการประมวลผลภาพ (Gonzalez and Woods, 2002)

2.3.1 Image Acquisition

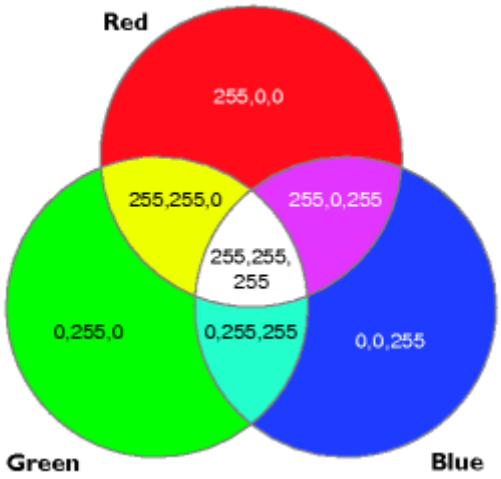
Image Acquisition คือ การได้มาของภาพหรือการรับภาพ ต้องมีการปรับค่าจากกล้องดิจิตอลก่อนรับภาพ ซึ่งได้แก่ การปรับความคมชัดและความสว่างของภาพจากเลนส์ การปรับระยะโฟกัสให้พอดีกับข้อมูลในการรับภาพ เมื่อภาพถูกรับจากกล้องดิจิตอลขั้นตอนต่อมาจะเป็นการปรับปรุงภาพก่อนที่จะทำการประมวลผล (Preprocessing) เช่น ปรับขนาดของภาพ การลดสัญญาณรบกวน การได้มาของภาพในแต่ละภาพจะมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับอุปกรณ์การรับภาพ และวิธีการที่ใช้ในการรับภาพ นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับการนำเอาภาพนั้น ๆ ไปใช้งานอีกด้วย เมื่อจะนำภาพต่าง ๆ เข้ามาสู่คอมพิวเตอร์ จำเป็นที่จะทำให้คอมพิวเตอร์รู้จักโดยการแปลงรูปแบบให้ตรงกับระบบคอมพิวเตอร์

Mahasarakham University

ต้องการ การประมวลผลของคอมพิวเตอร์จะให้ผลลัพธ์ที่แตกต่างกัน ถ้าภาพนั้นมาจากอุปกรณ์ที่แตกต่างกัน ซึ่งการเลือกอุปกรณ์ต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับหลายด้าน เช่น คุณภาพของภาพที่ได้ และต้นทุนในการใช้อุปกรณ์ดังกล่าว

2.3.2 ระบบสี RGB Color Model

RGB Color Model คือ ระบบสีที่อิงอุปกรณ์ (Device Dependent Color) เช่น กล้อง จอภาพ เป็นต้น ประกอบด้วยแม่สี 3 สี คือ แดง (Red), เขียว (Green) และน้ำเงิน (Blue) เมื่อนามาผสมผสานกันทาให้เกิดสีต่างๆ บนจอคอมพิวเตอร์ได้มากถึง 16.7 ล้านสี โดยเก็บข้อมูล 3 สีๆ ละ 8 Bit ซึ่งใกล้เคียงกับสีที่ตาเรามองเห็นปกติ สีที่ได้จากการผสมสีขึ้นอยู่กับความเข้มของสี โดยถ้าสีมีความเข้มมาก เมื่อนามาผสมกันจะทาให้เกิดเป็นสีขาว จึงเรียกระบบสีนี้ว่าแบบ Additive หรือการผสมสีแบบบวก



ภาพประกอบ 2.6 ระบบสี RGB Color Mode (อีเอสอาร์ไอ (ประเทศไทย), 2559)

2.3.3 Segmentation

การแบ่งส่วนของภาพ (Segmentation) คือ ขั้นตอนการแบ่งส่วนของภาพวัตถุออกจากภาพพื้นหลัง หรือแบ่งส่วนของวัตถุในภาพออกเป็นส่วนๆ เพื่อปรับปรุงคุณภาพของภาพให้ดีขึ้น หรือนำไปใช้งานต่อไป เช่น เพื่อวิเคราะห์รูปลักษณ์ของวัตถุ เพื่อคำนวณขนาดของวัตถุ และเพื่อนับจำนวนวัตถุภายในภาพ ตัวอย่างในการแบ่งส่วนของภาพ ได้แก่ การใช้ค่าเทรสโฮลด์ และการทำ Structuring Element แบบ Dilation และ Erosion

การใช้ค่าเทรสโฮลด์เปนกระบวนการแปลงภาพสีใหมีการแสดงผลไดแค 2 ระดับ คือ ขาวและดำ โดยจะแปลงขอมูลภาพใหเปนภาพ Binary มีกระบวนการแปลงภาพที่มีความเข้มหลายระดับ (Multilevel Image) ใหเปนภาพที่มีความเขมเพียง 2 ระดับ หรือ 1 บิต คือ 0 และ 1 โดย 0 แทนดวยจุดที่มีภาพสีดำ และ 1 แทนดวยจุดที่มีภาพสีขาว ซึ่งมีเทคนิค คือ การพิจารณาจุดพิกเซลในภาพวาจุดใดควรจะเปนจุดที่มีค่าเท่ากับ 0 (จุดดำ) หรือจุดใดควรจะเปนจุดที่มีคาเทากับ 1 (จุดขาว) โดยจะทำการเปรียบเทียบคาของแตละพิกเซล (f(x,y)) กับคาคงที่ที่เรียกวา เทรสโฮลด์ (Threshold Value)

Mahasarakham University

เทคนิคนี้นิยมใชกันมากในกรณีที่ความแตกตางระหวางวัตถุ (Object) และพื้นหลัง (Background) คาพิกเซลในภาพที่มีคาน้อยกว่าคาเทรสโฮลด์ จะถูกกำหนดเปน 0 (จุดดำ) และถาคาของพิกเซลใด ๆ ในภาพมีคามากกวาหรือเท่ากับคาเทรสโฮลด์ จะถูกกำหนดใหเปน 1 (จุดขาว) ในการทำภาพ Binary โดยการทำ Thresholding ใหไดภาพดีและคมชัด ตองเกิดจากการเลือกคาเทรสโฮลด์ที่ถูกตองและเหมาะสม ถ้าเลือกคาเทรสโฮลด์ไมเหมาะสม เชน คาเทรสโฮลด์ที่มากหรือนอยจนเกินไป ภาพที่ไดจะขาดความคมชัดอาจทำใหรายละเอียดของภาพขาดหายไป ภาพที่ไดอาจจะมืดหรือสวางเกินไป หรืออาจจะเปนภาพที่มีสิ่งรบกวนเกิดขึ้น (Noise) ทำใหภาพผลลัพธที่ไดไมชัดเจน

Dilation คือ การขยายพิกเซลของภาพโดยการสแกนค่าของ SE (Structuring Element) บนแต่ละค่าของพิกเซล โดยทำการสแกนจากตำแหน่งบนซ้ายไปยังตำแหน่งล่างขวาซึ่งจะเปลี่ยนค่าของพิกเซลที่มีค่าเป็น 0 ให้มีค่าเป็น 1 เมื่อพิกเซลใดพิกเซลหนึ่งบน SE มีค่าตรงกับค่าของพิกเซลภาพและจะมีค่าคงเดิมเมื่อทุกค่าของ SE มีค่าตรงกับทุกค่าของพิกเซลภาพ ความหมายของ Erosion จะตรงกันข้ามกับการ Dilation

2.3.4 Representation and Description

การแทนและอธิบายภาพ (Representation and Description) คือ ขั้นตอนการแทนรูปแบบในภาพวัตถุ ซึ่งเป็นข้อมูลในรูปแบบที่สามารถประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์ได ซึ่งอาจแทนด้วยลักษณะภายนอกหรือภายในของภาพ ผลลัพธ์ที่ได้จะช่วยในการอธิบายภาพ โดยขั้นตอนการอธิบายภาพจะดึงลักษณะต่าง ๆ ของภาพที่ถูกแทนออกมาให้อยู่ในรูปข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น ขนาด และพื้นที่ เป็นต้น เพื่อนำไปใช้วิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

2.3.5 Object Recognition

การรูจำวัตถุ (Object Recognition) คือ ขั้นตอนการนำข้อมูลเชิงปริมาณที่ไดจากการแทน และอธิบายภาพมารูจำวัตถุในภาพ แล้วนำภาพวัตถุที่รูจำไดมาหาความสัมพันธ์ของข้อมูลในภาพเพื่อใช้หาผลลัพธ์ที่ต้องการ

2.4 ระบบลม (Pneumatics)

ระบบลมหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าระบบนิวแมติกส์ เป็นหนึ่งในจำนวนวิทยาการที่มีมานานแล้วและถูกพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ตัวอย่างของมนุษย์ที่รู้จักการใช้ลมอัด คือ ไม้ซางเป่าลูกดอก เพื่อการล่าสัตว์ใช้ในการดำรงชีวิต โดยลมจะถูกอัดเข้าไปในปอดของมนุษย์ แล้วทำการปล่อยลูกดอกไปยังเหยื่อ ดังนั้นระบบนิวแมติกส์ หมายถึง ระบบทำงานโดยใช้อากาศเป็นตัวส่งกำลังในการขับเคลื่อนอุปกรณ์ทำงานของเครื่องจักรต่าง ๆ เช่น กระบอกสูบลม หรือมอเตอร์ลม เป็นต้น

นิวแมติกส์ (Pneumatic) มาจากคำว่า นิวมา (Pneuma) เป็นภาษากรีกโบราณ หมายถึง ลม หรือลมหายใจ ทางปรัชญา หมายถึง วิญญาณ ประมาณก่อนปี ค.ศ. 3,000 มนุษย์ได้รู้จักวิธีการถลุงแร่ทองคำ ทองแดง ดีบุก และใช้ลูกสูบเป่าไฟในการช่วยถลุงแร่ ต่อมาเทซิเบียส (Ktesibios) ชาวกรีกโบราณได้สร้างปืนใหญ่โดยใช้ลมอัดเป็นตัวส่งกำลังเมื่อ 2,000 กว่าปีมาแล้ว และคนป่าได้ใช้ลมอัดเป่าลูกดอกจากกระบอกไม้ไผ่สำหรับหาอาหารหรือป้องกันตัว

ในการพัฒนาทางอุตสาหกรรม มีการคิดค้นเครื่องมือใช้ลมอัดเป็นตัวส่งกำลัง เช่น การทำเหมืองแร่ การเจาะอุโมงค์ การสร้างทางรถไฟ ก่อนปี ค.ศ. 1860 เจอร์เมน ซัมเมลเลอร์ ได้ประดิษฐ์

Mahasarakham University

เครื่องเจาะหินสร้างอุโมงค์เมาท์ซีนิส (Mt. Cenes) ประเทศสวิตเซอร์แลนด์ นอกจากนี้ปี ค.ศ. 1927 บริษัทมาสชิเนเฟบริก เอสลิงเจน (Maschinenfabrick Esslengen) ประเทศเยอรมนี ได้สร้างรถจักรดีเซลที่ใช้นิวแมติกส์เป็นตัวส่งกำลัง โดยใช้มอเตอร์ชนิดดีเซลขับเครื่องอัดลมไปยังกระบอกสูบ 2 ตัวโดยผ่านตัวปรับความดันทำนองเดียวกับแรงอัดของเครื่องไอน้ำ แต่มีปัญหายุ่งยากมากจึงไม่มีการสร้างรถจักรดีเซลชนิดนิวแมติกส์ ปัจจุบันรถจักรดีเซลจะทำงานโดยใช้ ไฮดรอลิกเป็นตัวส่งกำลัง และยังมีเครื่องมือขนาดเล็กที่ใช้หลักการอัดลม เช่น ค้อนลม เครื่องไสไม้ สว่าน เครื่องขัดกระดาษทราย เครื่องเลื่อย เป็นต้น การใช้เครื่องจักรแทนแรงคนทำให้ลมอัดเป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลายในโรงงานอุตสาหกรรม โดยวิวัฒนาการจากการใช้ระบบการทำงานง่ายๆ แบบธรรมดาเป็นการทำงานโดยอัตโนมัติ เช่น เบรคลมของรถไฟ การจับยึดชิ้นงาน สายพานลำเลียง แขนกล (Manipulator) เป็นต้น

หลักการเบื้องต้นของระบบนิวแมติกส์โดยทั่วไป คือ อากาศมีสถานะเป็นก๊าซ วัดที่ความดัน 1 บรรยากาศ (เชิงปริมาตร) ประกอบด้วยไนโตรเจนร้อยละ 78 ออกซิเจนร้อยละ 21 ที่เหลือร้อยละ 1 เป็นคาร์บอนไดออกไซด์ อาร์กอน ฮีเลียม คริปตอน และซีออน นอกจากนี้ยังมีความชื้นหรือไอน้ำผสมอยู่ประมาณร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก

ความดัน หมายถึง แรงกดดันของบรรยากาศต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ เครื่องมือที่ใช้วัด ได้แก่ มานอมิเตอร์ เกจวัดความดัน เป็นต้น หน่วยการวัดความดันมีหลายหน่วย เช่น นิวตันต่อตารางเมตร (N/m^2) หรือปาสคาล (Pa) หรือปอนด์ต่อตารางนิ้ว (lb/in^2) แสดงดังภาพประกอบ 2.7

1) ความดันบรรยากาศ P_{atm} (Atmospheric Pressure) คือ ความดันสภาวะบรรยากาศปกติมีค่าเท่ากับ 1.013 บาร์ (1.013×10^5 N/m^2) ในระบบ SI หรือ 14.7 ปอนด์ตารางนิ้ว (lb/in^2) ในระบบอังกฤษ

2) ความดันสัมบูรณ์ P_{abs} (Absolute Pressure) คือ ความดันจริงซึ่งอาจจะมากกว่าหรือน้อยกว่าความดันบรรยากาศ ขึ้นอยู่กับความดันที่เกจวัดได้ ความดันเกจมีค่าเป็นบวก หากความดันขณะนั้นมากกว่าความดันบรรยากาศ และความดันเกจมีค่าเป็นลบ หากความดันขณะนั้นน้อยกว่าความดันบรรยากาศ จะได้ว่าความดันสัมบูรณ์มีค่าเท่ากับ $P_{abs} = P_{atm} + P_{gauge}$

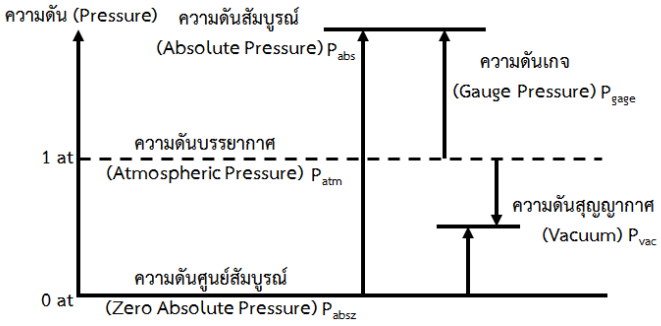
3) ความดันเกจ P_{gauge} (Gauge Pressure) คือ ความดันที่อ่านได้จากเกจวัดความดัน ซึ่งมีความดันมากกว่าความดันบรรยากาศโดยให้ความดันบรรยากาศเป็นความดันเริ่มต้นศูนย์ของความดันเกจมีค่าเท่ากับ $P_{gauge} = P_{abs} - P_{atm}$

4) ความดันสุญญากาศ P_{vac} (Vacuum Pressure) คือ ความดันที่ต่ำกว่าความดันบรรยากาศ (เกจวัดมีค่าเป็นลบ) แต่มากกว่าความดันศูนย์สัมบูรณ์

5) ความดันศูนย์สัมบูรณ์ P_{absz} (Absolute Zero Pressure) คือ ความดันที่มีค่าเป็นศูนย์จริงหรือ ไม่มีความดันอยู่เลยถือว่าเป็นความดันสัมบูรณ์ต่ำสุด

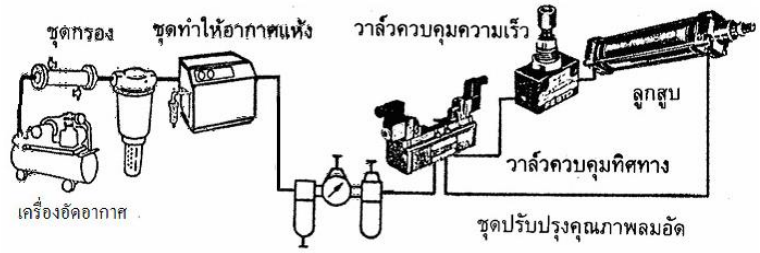
ปัจจุบันระบบนิวแมติกส์ถูกนำมาประยุกต์ใช้อย่างกว้างขวาง ได้แก่ งานการประกอบชิ้นส่วนในโรงงานอุตสาหกรรม งานการบรรจุหีบห่อ งานด้านกระบวนการผลิตอาหาร งานเชื่อมโลหะ งานขนย้ายวัสดุที่มีน้ำหนักเบา งานพิมพ์ และงานด้านอื่น ๆ (ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2556)

Mahasarakham University



ภาพประกอบ 2.7 คำอธิบายเกี่ยวกับความดัน (อาร์โก้ แอโรเท็คทรอนิกส์, 2553)

อุปกรณ์ในระบบนิวแมติกส์สามารถแบ่งออกเป็นส่วนใหญ่ได้ 2 ส่วน คือ ส่วนที่อยู่นอกวงจร และส่วนที่อยู่ในวงจร (เครื่องจักร) ส่วนที่อยู่นอกวงจร ได้แก่ เครื่องอัดลม ถังเก็บลม เป็นต้น สำหรับส่วนที่อยู่ในวงจร ได้แก่ กรองลมอัด วาล์วควบคุมความดัน อุปกรณ์เติมน้ำมันหล่อลื่น ซึ่งถูกเรียกว่า ชุดบริการลมอัด (Service Unit) ตัวเก็บเสียง วาล์วควบคุมทิศทางการไหลของลม วาล์วควบคุมความเร็วหรือควบคุมการไหล และกระบอกสูบลม เป็นต้น รายละเอียดของอุปกรณ์ในระบบนิวแมติกส์มีดังนี้



ภาพประกอบ 2.8 อุปกรณ์เบื้องต้นของระบบนิวแมติกส์ (อาร์โก้ แอโรเท็คทรอนิกส์, 2553)

2.4.1 เครื่องอัดลม (Air Compressor)

เครื่องอัดลมหรือเรียกทั่วไปว่าปั๊มลม ทำหน้าที่อัดอากาศที่อยู่ในบริเวณรอบ ๆ เข้าเก็บไว้ในถังลม จากนั้นจะนำเอาลมที่ถูกอัดตัวจนมีความดันเพิ่มสูงขึ้นนี้ไปใช้งาน เครื่องอัดลมทำหน้าที่เป็นแหล่งผลิตพลังงานทางนิวแมติกส์โดยเพิ่มความดันให้อากาศ โดยจะใช้พลังงานไฟฟ้าในการหมุนมอเตอร์ที่ใช้อัดลม เครื่องอัดลมถูกออกแบบเพื่อทำการอัดลมที่ความดันบรรยากาศให้ได้ 1 หรือมากกว่านั้น เครื่องอัดลมที่ให้ค่าความดันลมน้อยกว่า 1 แต่มากกว่า 0.1 เรียกว่า โบลเวอร์ (Blower) ส่วนเครื่องอัดลมที่ให้ความดันน้อยกว่า 0.1 นั้นเรียกว่า พัดลม (Fan) โดยทั่วไปเป็นต้นกำลังในระบบนิวแมติกส์

2.4.2 ถังเก็บลม (Air Tank)

ถังเก็บลมใช้เก็บลมที่ถูกอัดตัวไว้ และส่วนใหญ่มักจะติดตั้งที่ทางลมออกของเครื่องอัดลม อาจจะอยู่รวมกับเครื่องอัดลมหรือติดตั้งอีกตัวนอกเครื่องอัดลมก็ได้ ซึ่งถังเก็บลมทำหน้าที่จ่ายความดันลมออกไปจากเครื่องอัดลมมีค่าสม่ำเสมอ ป้องกันการลดลงของความดันลมอัดอย่างรวดเร็ว เมื่อลมอัดถูกนำไปใช้ในปริมาณมาก ภายในระยะเวลาสั้น ๆ ทำให้ความดันลมอัดได้ในช่วงเวลาหนึ่งในกรณี

Mahasarakham University

ฉุกเฉิน เช่น การหยุดทำงานของเครื่องอัดลมเนื่องจากไฟฟ้าดับ และทำการแยกน้ำจากลมที่ถูกอัด โดยการทำให้ลมอัดเย็นตัวลงด้วยอากาศที่อยู่รอบ ๆ ถังเก็บลม สังเกตว่าถังเก็บลมจะประกอบด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น เกจวัดความดัน วาล์วนิรภัย และสวิตซ์ความดัน ดังนั้นถังเก็บลมจะต้องเป็นไปตามกฎต่าง ๆ เหมือนกับอุปกรณ์ที่ทนความดันอื่น

2.4.3 ตัวกรองลมอัด (Air Filter)

เมื่อเครื่องอัดลมทำการอัดลมเพื่อให้มีความดันเพิ่มขึ้นนั้น ลมที่ถูกเครื่องอัดลมดูดเข้าไปเพื่ออัดเก็บในถังเก็บลมนั้นจะมีส่วนผสมของมวลสารอื่นด้วย เช่น ไอน้ำ ฝุ่นผง หรือ มวลสารอื่นที่ล่องลอยในบริเวณที่เครื่องอัดลมทำงานอยู่ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องเอาสิ่งที่ไม่ต้องการออก เพราะว่าจะเป็นตัวทำให้อุปกรณ์ของระบบเสียหายหรือทำงานติดขัด หรืออายุการใช้งานสั้นลงได้

2.4.4 วาล์วควบคุมความดันของลมอัด (Air Regulator)

เมื่อความดันลมออกมาจากตัวกรองลมอัด จะต่อเข้าวาล์วควบคุมความดันเพื่อที่จะปรับความดันมีค่าคงที่ เพื่อที่จะนำไปใช้งานต่อไป

2.4.5 ตัวเติมน้ำมันหล่อลื่นในลมอัด (Air Lubricator)

ลมอัดที่ผ่านการควบคุมความดันมาแล้วจะไหลเข้าอุปกรณ์ตัวนี้ เพื่อที่จะให้มีฝอยน้ำมันหล่อลื่นผสมอยู่ด้วย เมื่อลมอัดที่มีน้ำมันหล่อลื่นนี้เข้าไปดันหรือทำให้อุปกรณ์ที่เครื่องที่ในระบบทำงาน ทำให้เกิดฝอยน้ำมันเป็นตัวหล่อลื่นไม่ให้ชิ้นงานส่วนสัมผัสกันโดยตรง

2.4.6 วาล์วควบคุม

วาล์วควบคุมทิศทางมีหน้าที่เลือกทิศทางการไหลของลมอัดให้ไปตามทิศทางที่ต้องการ เช่น กระบอกสูบ มอเตอร์ลม สามารถทำงานและเคลื่อนที่ในทิศทางที่ถูกต้องตามความต้องการ โดยใช้หลักการเปิดปิดลมอัดจากรูลมอัดหนึ่งไปยังรูลมอัดอีกรูหนึ่ง (รุจิรา บุญสด และคณะ, 2547)

2.5 การคำนวณทางด้านเศรษฐศาสตร์

2.5.1 จุดคุ้มทุน (Breakeven Analysis)

จุดคุ้มทุน หมายถึง จุดที่รายได้กับรายจ่ายเท่ากัน หรือกำไรเป็นศูนย์ การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนเป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของต้นทุน รายได้ และผลกำไรของปริมาณการผลิตต่าง ๆ การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนเหมาะกับโครงการระยะสั้น เงื่อนไขต่าง ๆ ไม่เปลี่ยนแปลงตลอดโครงการ เพราะถ้ามีการเปลี่ยนแปลงก็จะมีผลทำให้การตัดสินใจคลาดเคลื่อนได้ ซึ่งการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนมีดังนี้

ต้นทุนการผลิต (Cost of Production) หมายถึง ค่าใช้จ่ายหรือรายจ่ายในปัจจัยการผลิตที่ใช้ในกระบวนการผลิต เนื่องจากปัจจัยการผลิตแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ปัจจัยคงที่กับปัจจัยผันแปร ดังนั้นต้นทุนการผลิตซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายหรือรายจ่ายในปัจจัยการผลิตจึงแบ่งตามประเภทของปัจจัยการผลิตออกเป็น 2 ประเภทเช่นเดียวกัน คือ

1) ต้นทุนคงที่ (Fixed Cost) หมายถึง ค่าใช้จ่ายหรือรายจ่ายในการผลิตที่เกิดจากการใช้ปัจจัยคงที่ หรือเป็นต้นทุนคงที่ โดยค่าใช้จ่ายหรือรายจ่ายไม่ขึ้นอยู่กับปริมาณของผลผลิต กล่าวคือ ไม่ว่าจะผลิตปริมาณมาก ปริมาณน้อย หรือไม่ผลิตเลย ก็จะเสียค่าใช้จ่ายในจำนวนที่คงที่ ตัวอย่างของต้นทุนคงที่ ได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการลงทุนซื้อที่ดิน ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างอาคารสำนักงาน โรงงาน ฯลฯ ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายที่ตายตัวไม่เปลี่ยนแปลงตามปริมาณการผลิต

Mahasarakham University

2) ต้นทุนผันแปร (Variable Cost) หมายถึง ค่าใช้จ่ายหรือรายจ่ายในการผลิตที่เกิดจากการใช้ปัจจัยผันแปร หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่าต้นทุนผันแปรเป็นค่าใช้จ่ายหรือรายจ่ายที่ขึ้นอยู่กับปริมาณของผลผลิต กล่าวคือ ถ้าผลิตปริมาณมากก็จะเสียต้นทุนมาก ถ้าผลิตปริมาณน้อยก็จะเสียต้นทุนน้อย และจะไม่ต้องจ่ายเลยถ้าไม่มีการผลิต ตัวอย่างของต้นทุนผันแปร ได้แก่ ค่าใช้จ่ายที่เป็นค่าแรงงาน ค่าวัตถุดิบ ค่าขนส่ง ค่าน้ำประปา ค่าไฟฟ้า เป็นต้น

2.5.2 ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period)

ระยะเวลาคืนทุน หมายถึง ระยะเวลาที่ผลตอบแทนสุทธิ จากการดำเนินงานมีค่าเท่ากับมูลค่าในการลงทุนทั้งหมด โครงการใดที่มีระยะเวลาลงทุนยิ่งสั้นยิ่งมีความต้องการสูง เนื่องจากสามารถนำเงินที่คืนทุนไปลงทุนในกิจการอื่น ๆ ได้ ระยะเวลาคืนทุนที่นิยมใช้จะเป็นแบบวิธีระยะคืนทุนแบบง่าย (Simple Payback Period) โดยระยะเวลาคืนทุนสามารถได้ดังนี้

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ประสิทธิ์ นครราช และคณะ (2554) ได้ศึกษาการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพของข้าวโดยระบบคอมพิวเตอร์วิสัยทัศน์ ได้แก่ การใช้ขนาดและพื้นที่ของเมล็ดข้าวสาร เพื่อหาเปอร์เซ็นต์การแตกหักของเมล็ดข้าวสารและเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์เทียบกับเมล็ดข้าวสารทั้งหมด โดยนิยามของเมล็ดข้าวเต็มเมล็ด หมายถึง เมล็ดข้าวที่ความยาวของเมล็ดตั้งแต่ร้อยละ 90 ของความยาวของเมล็ดและให้รวมเมล็ดที่มีเนื้อที่เหลือตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไป และเมล็ดข้าวหัก หมายถึง เมล็ดข้าวหักที่มีความยาวมากกว่าร้อยละ 25 และให้รวมเมล็ดข้าวหักที่มีเนื้อที่เหลืออยู่ไม่ถึงร้อยละ 80 ของเมล็ด และใช้เทคนิคการกระจายค่าสีของเมล็ดข้าวสารในรูปแบบฮิสโตแกรม เพื่อหาเปอร์เซ็นต์การปลอมปนข้าวสารที่ต่างชนิดกัน ในการเตรียมภาพนั้นจะใช้เทคนิคการถ่ายภาพด้วยเครื่องสแกนเนอร์หรือที่เรียกว่า Flatbed Scanning เพื่อควบคุมองค์ประกอบต่าง ๆ เช่น ความเข้มของแสง สีของพื้น ขนาดจริงของเมล็ดข้าวสาร เป็นต้น พื้นหลังของภาพจะใช้สีดำและใช้เป็นตัวปรับค่าสีของภาพในขั้นตอนการประมวลผลภาพดิจิตอล การวางตัวของเมล็ดข้าวสารมีช่องว่างระหว่าง หลังจากได้ภาพแล้วนั้นจะทำการแปลงเป็นภาพสีเทา (Grayscale) และทำการกำจัดสิ่งรบกวนแบบ Salt and Paper จากนั้นตัดเมล็ดที่ติดขอบของภาพออก และประมวลผลภาพ ซึ่งปรากฏว่าข้าวหักร้อยละ 13.93 ของเมล็ดข้าวทั้งหมด และข้าวปลอมปน 15 เมล็ด จากทั้งหมด 78 เมล็ด หรือร้อยละ 19.23

OuYang และคณะ (2010) ได้ศึกษาเทคนิคการประมวลผลภาพด้วยสี และขนาดของเมล็ดข้าว เพื่อระบุชนิดของเมล็ดข้าวที่อยู่บนสายพานลำเลียง เมล็ดข้าวจะถูกป้อนลงบนสายพาน จากนั้นกล้อง CCD จะทำการประมวลผลภาพ ซึ่งเมล็ดข้าว จะถูกรับภาพด้วยกล้อง CCD ที่ถูกปรับค่า Auto Gain และ Auto White Balance และมีชุดส่องสว่างอยู่ด้านข้างสายพานโดยมีที่ครอบเพื่อควบคุมไม่ให้แสงภายนอกมากระทบกับสายพาน หลังจากนั้นแปลงภาพเป็นสีเทา (Grayscale) และทำการเทรสโฮลด์ด้วยค่าคงที่ คือ 160 จากค่าสูงสุด 255 เพื่อแปลงเป็นสีขาวดำ (Binary) จากนั้นนำไปวิเคราะห์หาพื้นที่ของเมล็ดข้าวทั้ง 5 ชนิด ได้แก่ พันธุ์ Xiannong เบอร์5 พันธุ์ Jinyougui พันธุ์ You166 พันธุ์ Xiannong เบอร์ 3 และพันธุ์ Medium You 463 ภาพจะถูกเก็บทั้งหมด 100 ภาพ ซึ่งในแต่ละภาพจะมีเมล็ดข้าวสูงสุด 100 เมล็ด จากนั้นใช้เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมแบบ Back-Forward มาช่วยจดจำรูปแบบของแต่ละชนิด ปรากฏว่าความถูกต้องในการระบุชนิดเมล็ดข้าวโดยรวม คือ 86.65

Mahasarakham University

เปอร์เซ็นต์ และเปอร์เซ็นต์การระบุชนิดของพันธุ์ข้าวแต่ละชนิด ได้แก่ พันธุ์ Xiannong เบอร์5 พันธุ์ Jinyougui พันธุ์ You166 พันธุ์ Xiannong เบอร์ 3 และพันธุ์ Medium You 463 คือร้อยละ 99.99 99.93 98.89 82.82 และ 86.65 ตามลำดับ

Liming และ Yanchao (2010) ได้พัฒนาระบบอัตโนมัติเพื่อคัดแยกสตรอเบอร์รี่ โดยพิจารณาจากรูปร่าง ขนาด และสี ในเครื่องคัดแยกประกอบด้วยสายพาน, กล้อง, เซ็นเซอร์แสง, สกรูที่ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์, มือจับ, ลิมิตสวิทช์ ผลการทดลองแสดงให้ ความถูกต้องจากการแยกสีคือร้อยละ 88.8 และความแม่นยำจำแนกรูปร่างร้อยละ 90 ใช้เวลาเฉลี่ยในการคัดแยกสตรอเบอร์รี่หนึ่งลูกต่ำกว่ากว่า 3 วินาที กระบวนการทางภาพถูกใช้เพื่อแยกรูปร่าง ตรวจหารอยช้ำ รอยตำหนิ คัดแยก ตลอดจนประเมินคุณภาพ ของแอปเปิลพันธุ์ต่างๆ ซึ่งมีการพัฒนาเทคนิคให้มีความซับซ้อนมากขึ้น เพื่อความแม่นยำในการคัดแยก และหารอยตำหนิต่างๆอันเกิดจากโรคต่างๆ

พูนพัฒน์ พูนน้อย และกิตติกร หาญตระกูล (2555) ได้พัฒนาเครื่องคัดขนาดกุ้งผ่าหลังแบบผีเสื้ออัตโนมัติระบบคอมพิวเตอร์วิสัยทัศน์ ซึ่งประกอบด้วย ระบบคอมพิวเตอร์วิสัยทัศน์ และระบบลำเลียงคัดแยก ระบบคอมพิวเตอร์วิสัยทัศน์ ที่พัฒนาขึ้นสามารถคำนวณหาความยาวของกุ้งผ่าหลังแบบผีเสื้อจากภาพถ่ายอย่างอัตโนมัติ ที่อัตราเร็วสูงสุด 7,200 ตัวต่อชั่วโมง เมื่อทดสอบการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์วิสัยทัศน์ กับระบบลำเลียงคัดแยกซึ่งติดตั้งเซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนที่ของกุ้งและสายพานลำเลียง ระบบคอมพิวเตอร์วิสัยทัศน์ สามารถทำงานร่วมกับเซนเซอร์ทั้งสองตัวได้เป็นอย่างสมบูรณ์ พร้อมควบคุมการทำงานระบบคัดแยกด้วยลมทำหน้าที่ผลักกุ้งลงตามขนาดที่กำหนดไว้แตกต่างกันจำนวน 3 ขนาด กระบวนการทางภาพมีการใช้งานอย่างกว้างขวางในการตรวจสอบและคัดแยกผลไม้ชนิดต่างๆ การวัดค่าคุณสมบัติจะแตกต่างกันไปตามลักษณะเฉพาะของผลไม้ เช่น ขนาด ความกลม สี อาทิเช่น

ปรีชา เกรียงกรกฎ และนุชสรา เกรียงกรกฎ (2555) ได้ศึกษาการเลือกเครื่องจักรด้วยวิธีจุดคุ้มทุนเมื่ออัตราผลตอบแทนมีค่าไม่คงที่ โดยมูลค่าเงินหลักที่ใช้ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบคือมูลค่าเงินเทียบเท่ารายปีเนื่องจากอายุการใช้งานของเครื่องจักรที่เป็นทางเลือกนั้นมีค่าไม่เท่ากัน หลังจากที่ทดสอบกับตัวอย่างปัญหา พบว่าทาให้ทราบถึงผลลัพธ์ว่าควรเลือกซื้อเครื่องจักรรุ่นใดที่ทาให้มีค่าใช้จ่ายที่น้อยที่สุด และนอกจากนั้นถ้ามีการเปลี่ยนแปลงปริมาณการผลิต วิธีการจุดคุ้มทุนนี้ก็ยังทาให้ทราบถึงเครื่องจักรที่ควรเลือกซื้อได้

นฤมล ภูหนองโอง และศศิธร ครองยุทธ (2555) ได้ศึกษาการวิเคราะห์หาจุดคุ้มทุนและระยะเวลาคืนทุน ของการปลูกยางพารา ขนาด 10 ไร่ เพื่อหาจุดคุ้มทุนและระยะเวลาคืนทุนของกิจการซึ่งสามารถเป็นข้อมูลและแนวทางสำหรับผู้ที่สนใจในการลงทุนปลูกยางพารา ในการพิจารณาการลงทุนทำการศึกษาสวนยางของ นางบัวเหมือน มาสอน โดยนำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ คือข้อมูลต้นทุนของการปลูก การดูแลรักษา ต้นทุนการกรีด และต้นทุนการทำยางแผ่น นำมาวิเคราะห์หาจุดคุ้มทุนและระยะเวลาคืนทุนจากตารางกระแสเงินสด และจากสูตรจุดคุ้มทุน โดยการศึกษาต้นทุนตั้งแต่เตรียมดินจนกระทั่งนำน้ำยางมาแปรรูปเป็นแผ่นยางดิบ แยกต้นทุนออกเป็นต้นทุนประเภทคงที่ และต้นทุนแปรผัน จากผลการวิเคราะห์ มีต้นทุนคงที่ 2,924,365.25 บาท ต้นทุนการดูแลรักษาผันแปร 534,260 บาท ต้นทุนการกรีดยางผันแปร 437,950 บาท และต้นทุนการทำยางแผ่นดิบผันแปร 338,350 บาท จากตารางกระแสเงินสด โดยมีความคุ้มทุนที่ 54,120.36 กิโลกรัม (น้ำยางดิบ) และระยะเวลาคืนทุนใน

Mahasarakham University

11.6 ปี และผลการวิเคราะห์จากสูตรจุดคุ้มทุน มีความคุ้มทุนที่ 45,850.82 กิโลกรัม (น้ำยางดิบ) และระยะเวลาคืนทุนที่ 16.7 ปี

จากความก้าวหน้าและความหลากหลายทางด้านงานวิจัยของกระบวนการทางภาพ ทำให้มันมีมูลค่าทางการค้าและมีการพัฒนาจนเป็นเครื่องมือตรวจสอบคุณภาพที่ยอมรับในวงการอุตสาหกรรมการเกษตรและอาหาร กล่าวกันว่าอุตสาหกรรมเกษตรและผลิตอาหารที่ทันสมัยและมีขนาดใหญ่มักจะเลือกใช้เทคโนโลยีกระบวนการทางภาพในกระบวนการผลิต เพื่อการตรวจสอบคุณภาพและคัดแยกผลผลิต เพื่อความมั่นใจและรับประกันในคุณภาพสินค้าก่อนส่งออกสู่ตลาดการค้า

Mahasarakham University

บทที่ 3

การออกแบบและวิธีดำเนินการวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึงการออกแบบและวิธีดำเนินการวิจัยของการคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง โดยใช้เทคนิคการประมวลผลทางภาพ ซึ่งมีรายละเอียดและขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการออกแบบเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง

3.1.1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของคนคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง
3.1.2 การเก็บข้อมูลการคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง
3.1.3 การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพปลาข้างเหลืองตากแห้ง

3.2 ออกแบบสร้างเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งและทดสอบการทำงานในการคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง

3.2.1 การออกแบบสร้างและทดสอบการทำงานขั้นต้น
3.2.1.1 หลักการทำงาน
3.2.1.2 การออกแบบและสร้างเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง
3.2.1.3 การทดสอบการทำงานขั้นต้น
3.2.2 การทดสอบสมรรถนะการทำงานของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง
3.2.2.1 ความสามารถในการทำงานของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง
3.2.2.2 ทดสอบความแม่นยำในการทำงานของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง

3.3 วิเคราะห์จุดคุ้มทุนและระยะเวลาคืนทุนของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง

ภาพประกอบ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินการ ศึกษาการออกแบบและสร้างเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง

Mahasarakham University

3.1 การศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องและจำเป็นต่อการออกแบบหลักการทำงานเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง

3.1.1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของคนคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง

ในการศึกษาขั้นตอนนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องและจำเป็นในการออกแบบหลักการทำงานคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง

ดำเนินการโดยทำแบบสอบถาม และสัมภาษณ์คนงานถึงข้อมูลที่จำเป็นต่อการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ ข้อมูลการตรวจสอบ วิธีการตรวจสอบ เวลาในการตรวจสอบ เป็นต้น ที่บริษัท อุตสาหกรรมทวีวงษ์ จำกัด ตำบลมหาชัย อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร จำนวนรายการผลิตทั้งหมด จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1.2 การเก็บข้อมูลการคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง

ในหัวนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาข้อมูลด้านความสามารถและความแม่นยำการคัดแยกซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบ เพื่อการกำหนดความสามารถในการทำงานของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง และเพื่อเปรียบเทียบด้านคุณภาพการคัดแยกโดยมีรายละเอียดการดำเนินการศึกษาดังนี้

3.1.2.1 ความสามารถคัดแยก

1) วัสดุและอุปกรณ์

(1) นาฬิกาจับเวลา

(2) เครื่องชั่งแบบดิจิตอล

(3) ปลาข้างเหลืองตากแห้ง

2) วิธีดำเนินการศึกษา

ทำการทดสอบโดยสุ่มเก็บข้อมูลจากคนงานคัดแยกจำนวน 5 คน โดยดำเนินการเก็บข้อมูลขณะทำงานของคนงานคัดแยก โดยเมื่อจับเวลาในการคัดแยก เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จำนวน 3 ซ้ำ จากนั้นนับจำนวนที่คัดได้ บันทึกผล และคำนวณความสามารถในการทำงาน จากสูตรความสัมพันธ์ (3.1)

$$\text{ความสามารถในการคัดแยก} = \frac{\text{จำนวนที่คัดได้ (ตัว)}}{\text{ระยะเวลาที่สุ่มจับเวลา(ชั่วโมง)}} \qquad (3.1)$$

ค่าชี้ผล: ค่าความสามารถในการทำงานของบุคคล (ตัว/ชั่วโมง)

3.1.2.2 ความแม่นยำการคัดแยก

1) วัสดุและอุปกรณ์

(1) เครื่องชั่งแบบดิจิตอล

(2) ปลาข้างเหลืองตากแห้ง

2) วิธีดำเนินการศึกษา

ทำการทดสอบโดยเก็บข้อมูลจากคนงานคัดแยกโดยดำเนินการเก็บข้อมูลขณะทำงานของคนงานคัดแยกของแต่ล่ะคน โดยจะกำหนดจำนวนปลาแต่ละชุดและขนาดในการคัดแยก

Mahasarakham University

เพื่อตรวจสอบความแม่นยำในการคัดแยก จำนวน 3 ซ้ำ จากนั้นชั่งน้ำหนักที่ได้ บันทึกผล และคำนวณความแม่นยำในการคัดแยกจากสูตรความสัมพันธ์ (3.2) และ (3.3)

$$\text{ความแม่นยำในการคัดแยก} = 100 - \text{เปอร์เซ็นค่าความคลาดเคลื่อน} \quad (3.2)$$

$$\text{เปอร์เซ็นค่าความคลาดเคลื่อน} = \left| \frac{\text{จำนวนที่คัดได้ถูกต้อง(ตัว)} - \text{จำนวนทั้งหมด(ตัว)}}{\text{จำนวนทั้งหมด(ตัว)}} \right| X\ 100 \quad (3.3)$$

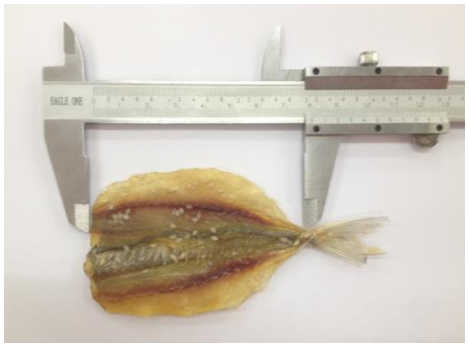
ค่าชี้ผล: ค่าความแม่นยำในการคัดแยก(ร้อยละ)

ภาพประกอบ 3.2 การคัดแยกปลาด้วยแรงงานคน

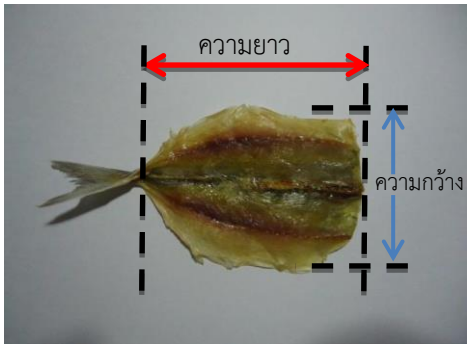
3.1.3 การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพปลาข้างเหลืองตากแห้ง

ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพปลาข้างเหลืองตากแห้งโดยทำการเก็บข้อมูลดังต่อไปนี้

3.1.3.1 ขนาดของปลา ได้แก่ ความยาวของปลา



(ก) การวัดความยาวด้วยเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์



(ข) วิธีการวัดความยาว

ภาพประกอบ 3.3 แสดงการวัดความยาวของปลาข้างเหลืองตากแห้ง

Mahasarakham University

ขนาดของปลาวัดความยาวของปลานั้นจะเริ่มวัดตั้งแต่ปลายด้านหัวของตัวปลาที่โดนผ่าคลี่แล้ววัดตามแนวยาวจนไปถึงปลายกระดูกหรือก้างของตัวปลาเท่านั้น ครีบหางไม่นำมาคำนวน เป็นการวัดขนาดของปลาแบบมาตรฐานของบริษัท อุตสาหกรรมทวีวงษ์ จำกัด ซึ่งแบ่งตามเกณฑ์มาตรฐานของโรงงาน

3.1.3.2 สีของตัวปลา

1) วัสดุอุปกรณ์

(1) ปลาข้างเหลืองตากแห้ง

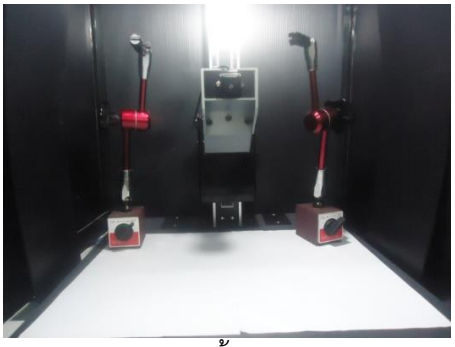
(2) กล้องดิจิตอลและหลอดไฟส่องสว่าง

(3) คอมพิวเตอร์และโปรแกรม MATLAB 2014b

(4) แผ่นรองสีขาว

2) วิธีการดำเนินการศึกษา

นำปลาข้างเหลืองวางลงแผ่นรองสีขาว แสดงในภาพประกอบ 3.4 ทำการติดตั้งกล้องดิจิตอลและระบบไฟฟ้าส่องสว่าง ในระบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ การตรวจสอบวัดค่าสีโดยใช้ทฤษฎีเกี่ยวกับสี HSV และ L.a.b. ด้วยระบบโปรแกรม MATLAB นำค่าที่ได้จากการทดสอบมาจดบันทึก ค่าสีที่ได้



(ก) ตำแหน่งการติดตั้งกล้องดิจิตอลและหลอดไฟส่องสว่าง

(ข) การวางปลาข้างเหลืองแผ่นรองสีขาว

ภาพประกอบ 3.4 การทดสอบสีของตัวปลาข้างเหลืองตากแห้ง

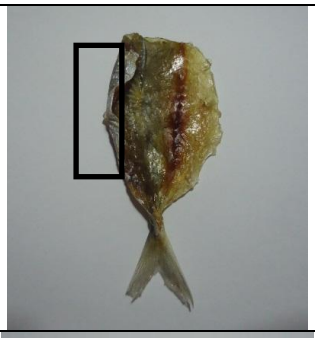
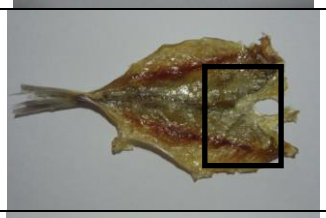
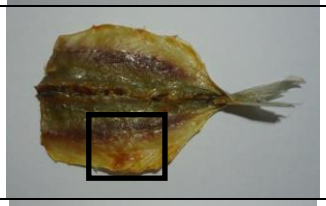
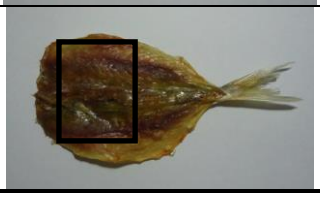
3.1.3.3 รูปร่างของปลา

รูปร่างของปลาวัดจากตัวปลาที่สมบูรณ์กับตัวปลาที่ไม่สมบูรณ์มาเปรียบเทียบกันปลาที่สมบูรณ์จะมีลักษณะบริเวณขอบปลาไม่มีการหัก การงอ หรือมีรูปร่างผิดปกติ ไม่มีน้ำมันติด แสดงในภาพประกอบ 3.5 ปลาที่ไม่สมบูรณ์มีลักษณะบริเวณขอบของตัวปลาจะหักและงอ มีน้ำมันติด สีช้ำ ผิดปกติแสดงในตาราง 3.1

Mahasarakham University

ภาพประกอบ 3.5 ปลาข้างเหลืองตากแห้งที่สมบูรณ์

ตาราง 3.1 ปลาข้างเหลืองตากแห้งที่เสียหรือผิดรูปร่างจากปลาที่มีสภาพสมบูรณ์

ชนิดปลาเสีย	ตำแหน่งที่ไม่สมบูรณ์	ลักษณะ
		ขอบปลาจะงอเข้ามาในส่วนบริเวณที่เป็นเนื้อปลา
		ตัวปลาจะมีการแตกหักของชิ้นปลา
		ปลาจะมีสีที่น้ำมันของเนื้อปลา
		ปลาจะมีสีช้ำแดง

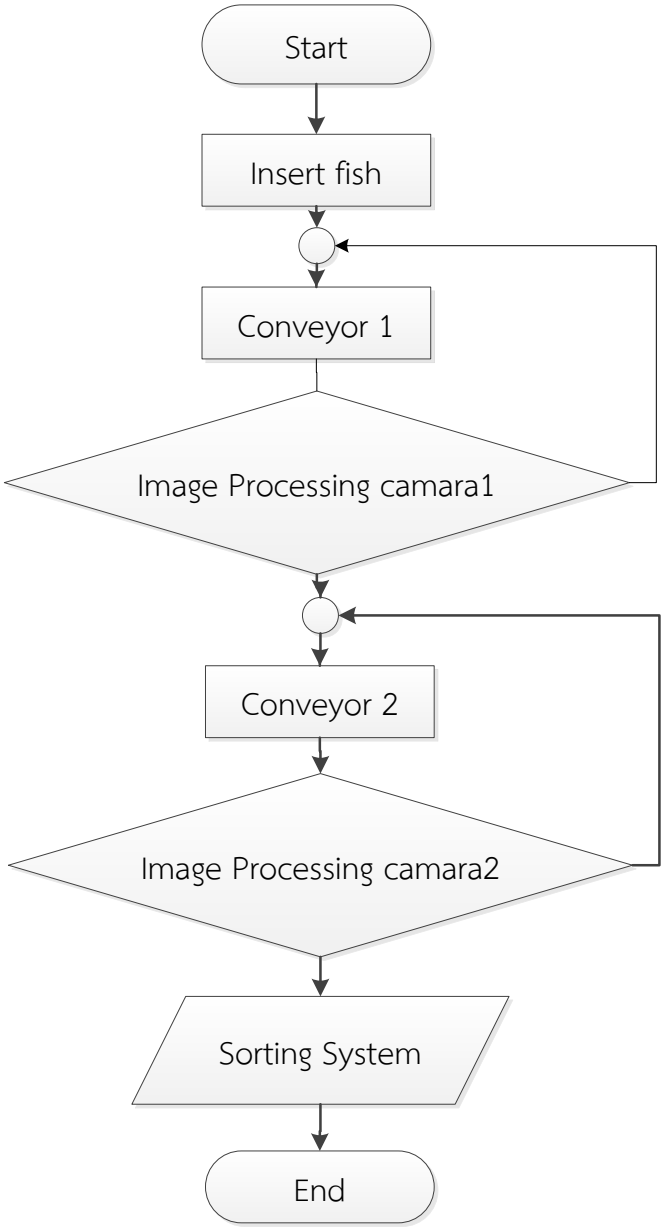
Mahasarakham University

3.2 การออกแบบ สร้างและทดสอบสมรรถนะเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง

3.2.1 การออกแบบสร้างและทดสอบการทำงานขั้นต้น

3.2.1.1 หลักการทำงาน

เริ่มต้นกระบวนการทำงานจากการวางปลาข้างเหลืองตากแห้งบนสายพานลำเลียงชั้นบนจากนั้นกล้องทำการถ่ายภาพเพื่อนำไปประมวลผล วิเคราะห์ค่าขนาดรูปร่างและสีแล้วทำการพลิกปลาเคลื่อนที่ลำเลียงไปยังสายพานชั้นล่างและวิเคราะห์ค่าขนาดรูปร่างและสีแล้วส่งไปยังระบบคัดแยกตามเกณฑ์มาตรฐานซึ่งสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้จากภาพประกอบ 3.6 แสดงขั้นตอนการทำงานของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง

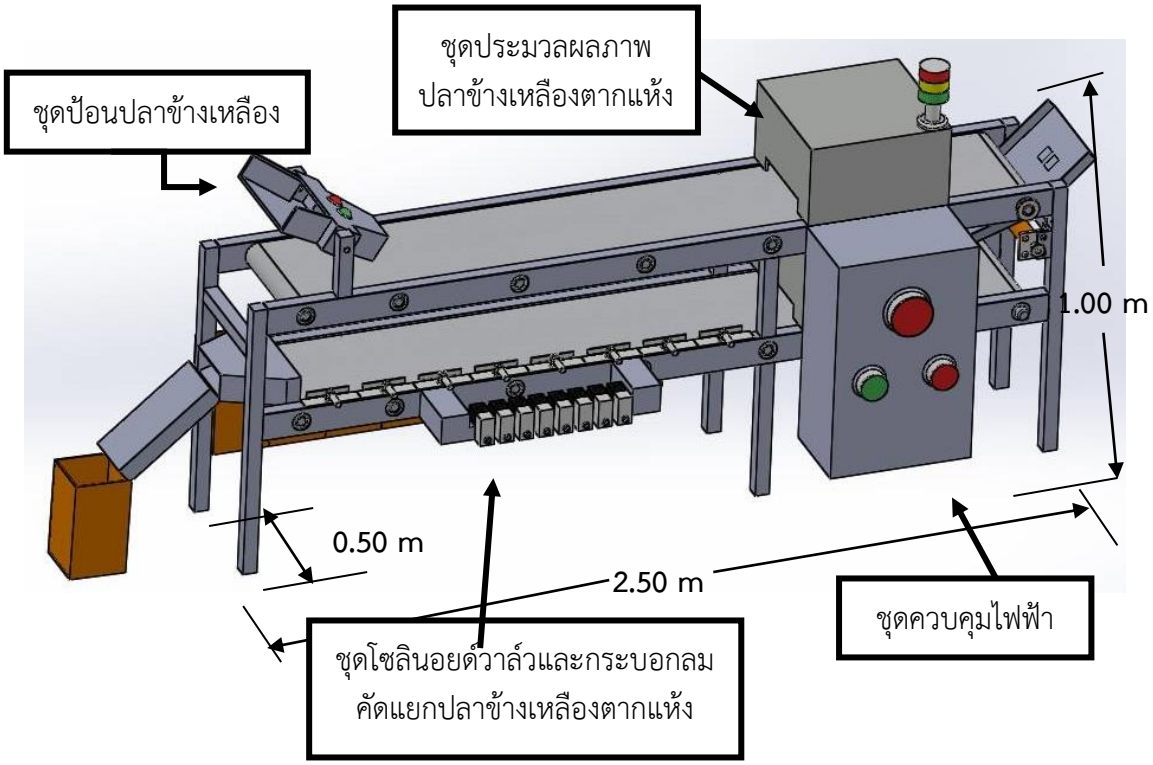


ภาพประกอบ 3.6 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง

Mahasarakham University

3.2.1.2 การออกแบบและสร้างเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง

การออกแบบและสร้างเครื่องคัดแยกแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งดังภาพประกอบ 3.6 เพื่อใช้ในการทดสอบการทำงานขั้นต้นสำหรับนำไปใช้วิจัยโดยการคัดแยกปลาข้างเหลืองที่ออกแบบและสร้างขึ้นมีขั้นตอนการทำงานแบ่งออกเป็น 3 ชุดหลักๆ คือ ชุดประมวลผลปลาข้างแห้งตากแห้ง ชุดควบคุมไฟฟ้าและชุดโซลินอยด์วาล์วและกระบอกลมคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง



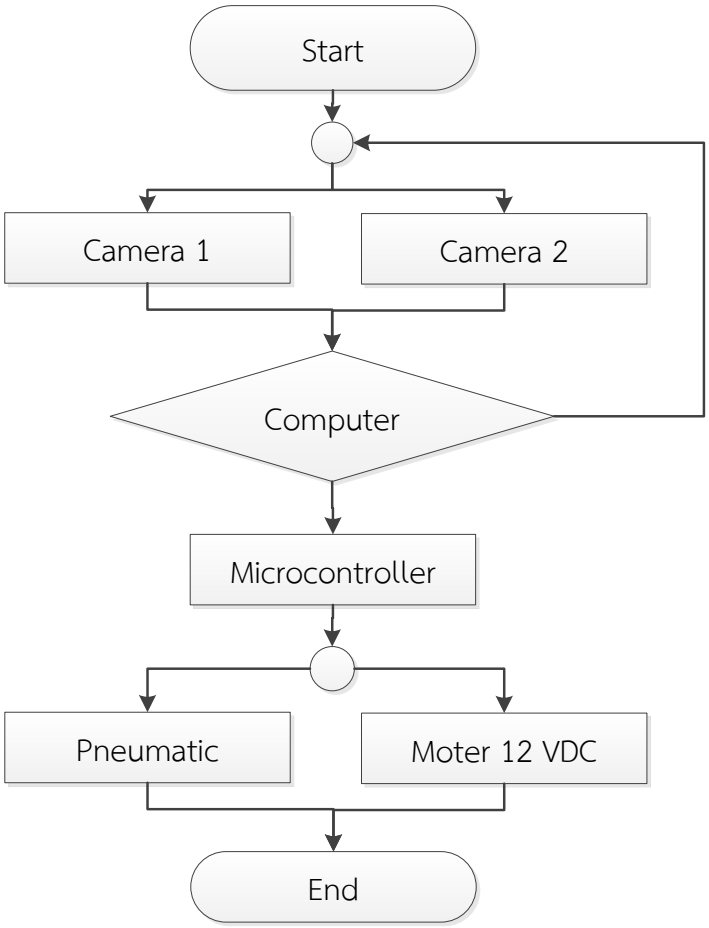
ภาพประกอบ 3.7 ขนาดของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง

1) เงื่อนไขโปรแกรมของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง

เครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งนั้นมีการทำงานของระบบหลายระบบที่มีความซับซ้อนของโปรแกรมเข้าไว้ด้วยกัน สามารถแบ่งเงื่อนไขในการทำงานได้เป็นส่วน ๆ ได้แก่

Mahasarakham University

(1) เงื่อนไขโปรแกรมของระบบควบคุม



ภาพประกอบ 3.8 การทำงานของระบบควบคุม

การทำงานของอุปกรณ์

1. กล้อง Camera 1และ Camera2 ทำหน้าที่ถ่ายภาพและส่งภาพไปยังโปรแกรม MATLAB 2014b เพื่อทำการประมวลภาพ

2. Image Processing จะทำหน้าที่ประมวลผลและวิเคราะห์โดยใช้ MATLAB 2014b ข้อมูลที่ได้จากการประมวลผลจะมีขนาดและสี แล้วส่งข้อมูลไปยัง Microcontroller Arduino

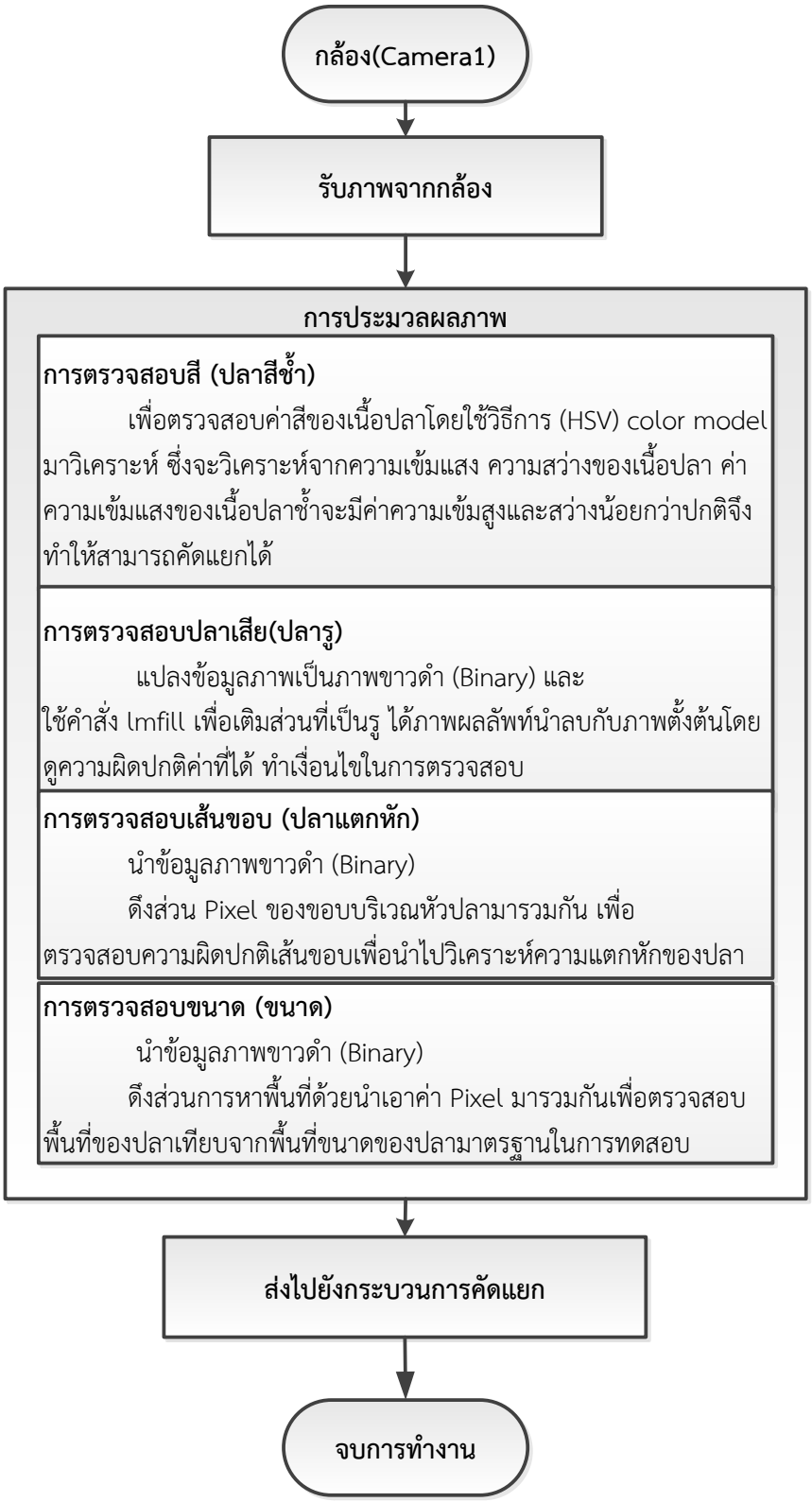
3. Arduino ทำหน้าที่รับข้อมูลจาก Computer ที่ทำการประมวลผลจาก MATLAB 2014b เพื่อทำการควบคุม DC Motor และ Solenoid Valve

4. Solenoid valve ทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมลมจ่ายลม

5. DC Motor ทำหน้าที่ควบคุมการหมุนของ Conveyor

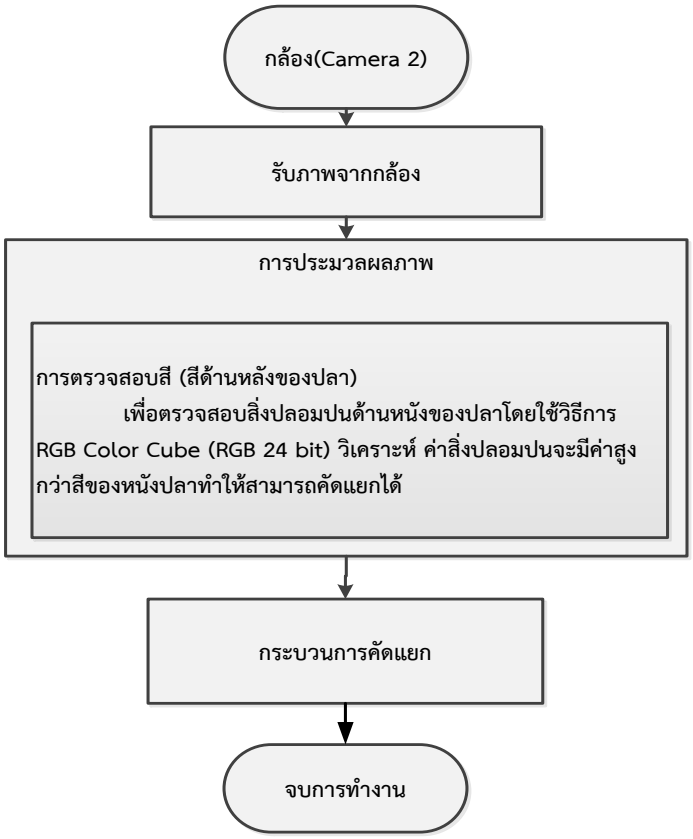
Mahasarakham University

(2) เงื่อนไขโปรแกรมของระบบประมวลผลภาพ



ภาพประกอบ 3.9 การทำงานของการประมวลผลภาพของกล้องด้านบนของเครื่อง (Camera 1)

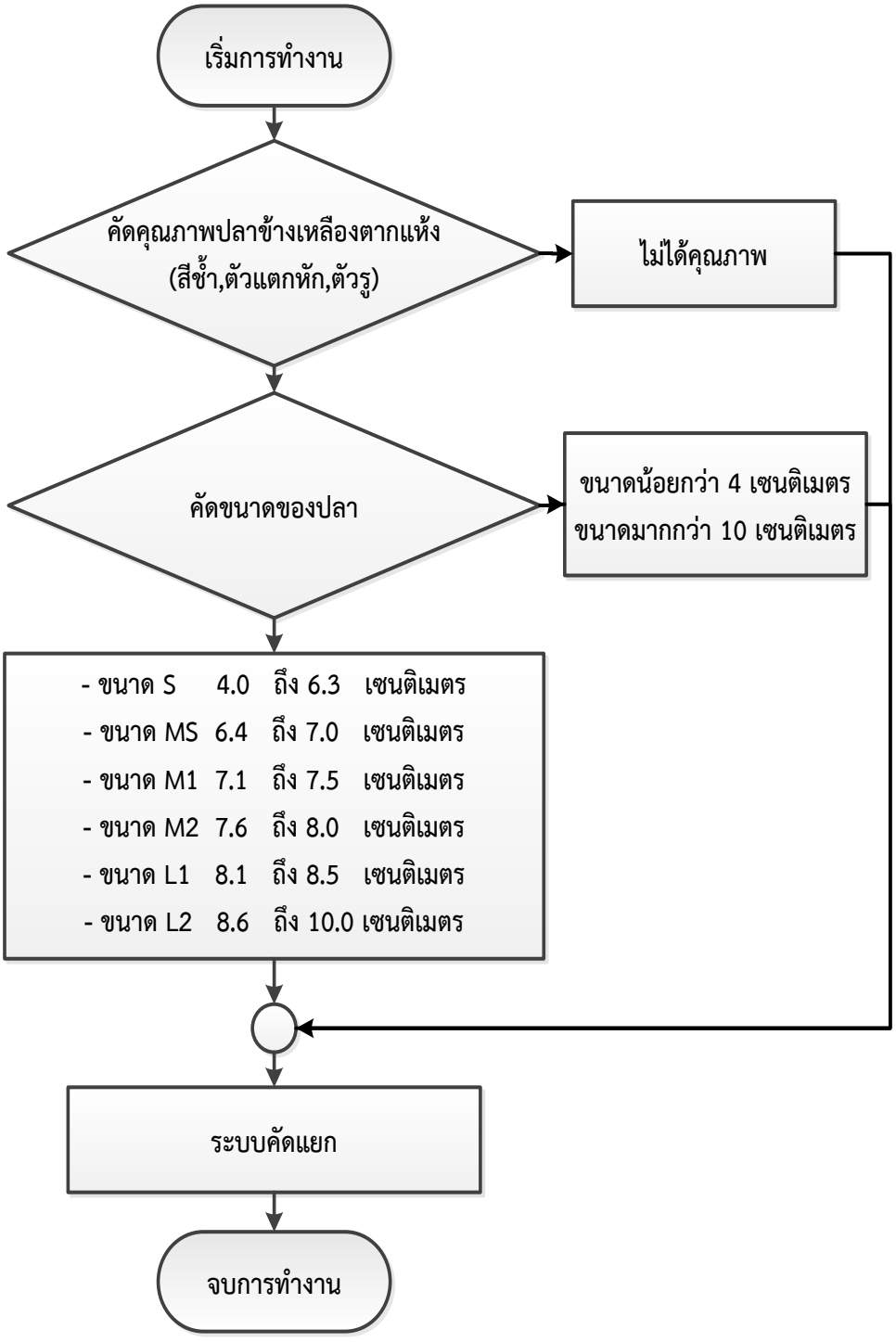
Mahasarakham University



ภาพประกอบ 3.10 การทำงานของการประมวลผลภาพของกล้องด้านล่างของเครื่อง (Camera 2)

Mahasarakham University

(3) เงื่อนไขโปรแกรมของระบบคัดแยก



ภาพประกอบ 3.11 เงื่อนไขการทำงานของระบบคัดแยก

Mahasarakham University

(4) ซอฟต์แวร์และไมโครคอนโทรลเลอร์

โปรแกรม MATLAB 2014b

Matlab สามารถประยุกต์ใช้งานได้หลายสาขามาก ทั้ง การประมวลผลสัญญาณ (Signal Processing) การสื่อสาร (Communication) การประมวลผลภาพและวิดีโอ(Image and Video Processing) ระบบควมคุม(Control System) การวัดและควบคุม (Instruments and Control) การคำนวณทางเศรษฐศาสตร์(Economic)

การระบุขาที่เข้าไมโครคอนโทรลเลอร์ แสดงดังตาราง 3.2 และการออกแบบวงจรของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งแสดงดังภาพประกอบภาคผนวก ค-1

ตาราง 3.2 ขา Input/Output ของไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega 2560 R3

ขา	ฟังก์ชัน	อุปกรณ์	ขา	ฟังก์ชัน	อุปกรณ์
2	UART1-RxD	TxD Motor drive	34	Output	Solenoid 7
3	UART1-TxD	RxD Motor drive	36	Input	Photo Sensor (Solenoid 1)
7	Output	Lamp	38	Input	Photo Sensor (Solenoid 2)
8	Output	Tower Lamp	39	Input	Photo Sensor (Solenoid 3)
11	Output	Tower Lamp	40	Input	Photo Sensor (Solenoid 4)
12	Output	Tower Lamp	41	Input	Photo Sensor (Solenoid 5)
18	UART2-TxD	ติดต่อสื่อสารกับ PC	42	Input	Photo Sensor (Solenoid 6)
19	UART2-RxD	ติดต่อสื่อสารกับ PC	43	Input	Photo Sensor (Solenoid 7)
22	Output	Solenoid 1	44	Input	Switch Start
24	Output	Solenoid 2	45	Input	Switch Stop
26	Output	Solenoid 3	47	Input	Photo Sensor (กล้องบน)
28	Output	Solenoid 4	48	Input	Photo Sensor (กล้องล่าง)
30	Output	Solenoid 5	49	Input	Photo Sensor (ชุดป้อน)
32	Output	Solenoid 6	RESET	GND	Switch Reset

3.2.1.3 การทดสอบการทำงานขั้นต้น

ทำการทดสอบการทำงานเบื้องต้นของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองเพื่อศึกษาหลักการทำงานและประสิทธิภาพการทำงานของแต่ละชุดการทำงาน ซึ่งในหัวข้อนี้เป็นการทดสอบการทำงานของชุดต่างๆของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้นโดนดำเนินการทดสอบดังนี้

1) การทดสอบการลำเลียงปลา

ในหัวข้อนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาความถี่ในการลำเลียงปลาของแต่ละบุคคลซึ่งเกี่ยวเนื่องกับระยะห่างของปลาในการตรวจสอบเพื่อส่งไปยังชุดประมวลผลภาพปลาข้างเหลืองตากแห้ง

วัสดุอุปกรณ์

1. ปลาข้างเหลืองตากแห้ง

Mahasarakham University

2. ชุดสายพานลำเลียงของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลือง

วิธีดำเนินการทดสอบ

ผู้ทดสอบทำการวางปลาบนสายพานลำเลียงสีขาวในขณะที่สายพานลำเลียงทำงานอยู่ซึ่งวางในระยะห่างตามจุดที่กำหนดไว้จากนั้นจดบันทึก แล้วนำผลที่ได้ไปหาระยะห่างที่เหมาะสมในการวางปลาข้างเหลืองตากแห้ง

2) การทดสอบชุดประมวลผลภาพปลาข้างเหลืองตากแห้ง

(1) ความสามรถในการทำงาน

ตรวจสอบความสามารถในการทำงานของชุดทดสอบการคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งตามการออกแบบ และหาค่าความสามารถในการคัดแยกดำเนินการโดยการนับจำนวนเทียบกับเวลาความสามารถในการคัดแยกจากสมการ (3.4) (3.5) และ (3.6)

วิธีการดำเนินการทดสอบ

หาความสามารถในการทำงานโดยกำหนดชุดปลาชุดละ 20 ตัววางบนสายพานลำเลียงโดยการวางปลากำหนดให้วางทีละ 1 ตัวแล้วจับเวลาทำงานเพื่อเข้าสู่กระบวนการประมวลผลภาพ จากนั้นทำการบันทึกผล 3 ซ้ำเพื่อหาประสิทธิในการประมวลผลภาพปลาข้างเหลืองตากแห้งจากความสามารถในการทำงานจริงและความสามารถในการทำงานทางทฤษฎี

$$\text{ความสามารถในการคัดแยก} = \frac{\text{จำนวนที่คัดได้ (ตัว)}}{\text{เวลาที่ใช้ในการทดสอบ (ชั่วโมง)}} \quad (3.4)$$

ความสามารถในการคัดแยก สามารถหาได้โดยการนำค่าเฉลี่ยการวางปลามาทดสอบประมวลผลภาพ เพื่อจับความเร็วในการคัดแยกจริง

$$\text{ความแม่นยำในการคัดแยก} = \text{100 - เปอร์เซ็นค่าความคลาดเคลื่อน} \quad (3.5)$$

$$\text{เปอร์เซ็นค่าความคลาดเคลื่อน} = \left| \frac{\text{จำนวนที่คัดได้ถูกต้อง(ตัว) - จำนวนทั้งหมด(ตัว)}}{\text{จำนวนทั้งหมด(ตัว)}} \right| X\ 100 \quad (3.6)$$

ค่าชี้ผล: ค่าความสามารถในการคัดแยกของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง(ตัวต่อชั่วโมง)

3) การทดสอบการคัดแยก

ปัจจัยที่มีผลต่อการคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งเข้าสู่ระบบคัดแยกได้ทำการศึกษาได้แก่ ความดันลมและความเร็วของกระบอกสูบ ตรวจสอบความสามารถในการทำงานของการคัดแยกตามการออกแบบและหาค่าความสามารถในการทำงานจริงดำเนินการโดยการทดสอบหาแรงที่ใช้ในการผลักปลาจากสมการ (3.7) และหาค่าความเร็วในการเคลื่อนที่ของกระบอกลม

Mahasarakham University

วิธีการดำเนินการทดสอบ

ปรับความดันลมอยู่ที่ 8 บาร์และปรับระบบเซ็นเซอร์ตรวจจับตามปัจจัยที่ต้องการจากนั้นนำตัวอย่างปลามาวางบนสายพานลำเลียงที่จุดกึ่งกลางของกระบอกลม ทำการผลักปลาแล้วบันทึกผลเพื่อหาแรงในการผลักปลาและความเร็วในการเคลื่อนที่ของกระบอกลม

แรงที่ใช้ในการผลักปลา = ความดันลม(P) x พื้นที่หน้าตัดกระบอกสูบ(A) (3.7)

$$\text{ความเร็วในการเคลื่อนที่ของกระบอกลม} = \frac{\text{ระยะทางในการเคลื่อนที่ของกระบอกสูบ(เมตร)}}{\text{เวลาที่ใช้เคลื่อนที่(วินาที)}} \quad (3.8)$$

3.2.2 การทดสอบสมรรถนะการทำงานของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลือง

3.2.2.1.ความสามารถในการทำงานของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลือง

ในหัวข้อนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาความสามารถในการทำงานของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งที่ได้ทำการออกแบบและสร้างโดยทำการนำปลาข้างเหลืองทั้ง 3 ขนาดใหญ่ 6 ขนาดย่อย ได่แก่ ขนาดเล็ก ขนาดกลางเล็ก ขนาดกลาง ขนาดกลางใหญ่ ขนาดใหญ่ ขนาดใหญ่มาก มาทำการคัดแยกโดยเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งเพื่อหาความสมารถในการคัดแยกและความแม่นยำจากสมการ (3.9) จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูล

$$\text{ความสามารถในการคัดแยก} = \frac{\text{จำนวนที่คัดได้ (ตัว)}}{\text{เวลาที่ใช้ในการทดสอบ (ชั่วโมง)}} \quad (3.9)$$

ค่าชี้ผล: ค่าความสามารถในการคัดแยกของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง(ตัวต่อชั่วโมง)

3.2.2.2 ทดสอบความแม่นยำในการทำงานของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง

การตรวจสอบความแม่นยำในการคัดแยกสามารถทำได้โดย ตรวจดูการคัดแยกชนิด ขนาดและรูปแบบร่างของปลาตามเกณฑ์มาตรฐาน ทำการหาความแม่นยำในการคัดแยก โดยได้จากการทดสอบความแม่นยำของตัวเครื่องที่สามารถคัดแยกได้ จำนวน 5 ชุด แต่ละชุดมีปลาข้างเหลืองเหลืองตากแห้ง 6 ขนาดย่อยและปลาที่ไม่ได้คุณภาพ ได่แก่ ขนาดเล็ก ขนาดเล็กกลาง ขนาดกลาง ขนาดกลางใหญ่ ขนาดใหญ่ ขนาดใหญ่มาก ปลาแตกหัก ปลาเป็นรู ปลาสัช้ำ อย่างละ20 ตัว ทดสอบชุดละ 3 ช้ำ และบันทึกผลการทดลอง

ความแม่นยำในการคัดแยก = 100 - เปอร์เซ็นค่าความคลาดเคลื่อน (3.10)

$$\text{เปอร์เซ็นค่าความคลาดเคลื่อน} = \left| \frac{\text{จำนวนที่คัดได้ถูกต้อง(ตัว)} - \text{จำนวนทั้งหมด(ตัว)}}{\text{จำนวนทั้งหมด(ตัว)}} \right| X\ 100 \quad (3.11)$$

Mahasarakham University

3.3 การคำนวณทางด้านเศรษฐศาสตร์ของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง

การวิเคราะห์ตัดสินใจเลือกลงทุนในโครงการต่างๆ บางครั้งต้องการจะทราบว่าจำนวนผลผลิตที่จะผลิตคุ้มทุนควรเป็นเท่าไร และระยะเวลาคืนทุนเพื่อช่วยในการตัดสินใจ

3.3.1 จุดคุ้มทุน (Breakeven Analysis)

สูตร จุดคุ้มทุน รายได้รวม = ต้นทุนรวม

$$P(x) = FC + V(x) \quad (3.12)$$

ต้องการทราบจำนวนหน่วยของสินค้าที่จะผลิตและจำหน่าย แล้วทำให้คุ้มทุนพอดี จะเท่ากับ

$$P(x) = FC + V(x)$$

$$P(x) - V(x) = FC$$

$$x(P-V) = FC$$

$$x = \frac{FC}{P-V} \quad (3.13)$$

เมื่อ P คือ ราคาขายต่อหน่วย (บาท)

x คือ จำนวนหน่วยที่ผลิตและจำหน่าย (ตัว)

Fc คือ ต้นทุนคงที่รวม (บาท)

V คือ ต้นทุนแปรผันต่อหน่วย (บาท)

ต้นทุนคงที่รวม คือ ค่าอุปรกรณ์เครื่องจักร ค่าไฟฟ้าอาคารในการผลิต

ต้นทุนแปรผัน คือ ค่าใช้จ่ายที่เป็นค่าแรงงาน ค่าวัตถุดิบ ค่าขนส่ง ค่าน้ำประปา ค่าไฟฟ้า

Mahasarakham University

บทที่ 4

ผลการวิจัยและการอภิปราย

จากวิธีการดำเนินการศึกษาเพื่อการออกแบบหลักการทำงานเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งในบทที่ 3 ซึ่งได้แก่

4.1 ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการออกแบบเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง

4.2 ออกแบบสร้างเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งและทดสอบการทำงานในการคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง

4.3 วิเคราะห์จุดคุ้มทุนและระยะเวลาคืนทุนของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งทำให้ได้ผลการศึกษาดังต่อไปนี้

4.1 ผลการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องและจำเป็นต่อการออกแบบหลักการทำงานเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง

4.1.1 ผลศึกษาข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของคนคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง

จากการสัมภาษณ์คนงานคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งถึงข้อมูลที่จำเป็นต่อการศึกษาในครั้งนี้ได้แก่ ข้อมูลการคัดแยกเกี่ยวกับปลาข้างเหลืองตากแห้ง การดำเนินงานหลังการคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง เป็นต้น การศึกษาเก็บข้อมูลของคนงานในการคัดแยกที่บริษัท อุตสาหกรรมทวีวงษ์ จำกัด จะได้ความสามารถในการคัดแยกขนาดและคุณภาพของแรงงานคนอยู่ที่ 20 คนต่อวัน คิดเป็นน้ำหนัก7-8 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ปลา 1 ตัวจะมีน้ำหนักโดยเฉลี่ย 5.5 กรัม ดังนั้นความสามารถในการทำงานต่อคนเฉลี่ยคือ 0.4 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ซึ่งเป็นเกณฑ์มาตรฐานที่บริษัทได้กำหนดให้แก่พนักงานคัดแยกเบื้องต้น เกณฑ์มาตรฐานขนาดและน้ำหนักที่ได้กำหนดดังตาราง 4.1 ส่วนคนงานมีรายได้ขั้นต่ำ 300 บาทต่อวันและราคาขายของปลาข้างเหลืองตากแห้งของบริษัทอยู่ที่ 300 บาทต่อกิโลกรัม

ตาราง 4.1 เกณฑ์มาตรฐานขนาดและน้ำหนักของบริษัท อุตสาหกรรมทวีวงษ์ จำกัด

ขนาด	ความยาว(เซนติเมตร)	น้ำหนัก(กรัม)
S	4.00 - 6.30	2.39 - 3.00
MS	6.40 - 7.00	4.00 - 4.50
M1	7.10 - 7.50	5.00 - 5.50
M2	7.60 - 8.00	5.50 - 6.00
L1	8.10 - 8.50	6.00 - 7.00
L2	8.60 - 10.00	7.00 - 8.00

Mahasarakham University

4.1.2 ผลการเก็บข้อมูลการคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง

เพื่อให้ได้ข้อมูลที่จะมาใช้ในการออกแบบหลักการทำงานเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งจึงได้ศึกษาข้อมูลด้านความสามารถและประสิทธิภาพในการคัดแยกของแรงงานคน

4.1.2.1 ความสามารถในการคัดแยก

จากการเก็บข้อมูลการคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งของคนงานคัดแยกที่ บริษัทอุตสาหกรรมทวีวงษ์จำกัด จำนวน 5 คนโดยจับเวลาในการคัดแยกจำนวนตัวต่อ 1 ชั่วโมงของปลาข้างเหลืองทุกขนาด พบว่าคนงานคัดแยกสามารถคัดแยกด้านขนาดของปลาข้างเหลืองตากแห้ง ได้แก่ ขนาดเล็ก 304.80 ตัวต่อชั่วโมง ขนาดกลาง 297.73 304.20 และ 303.53 ตัวต่อชั่วโมง ตามลำดับ ขนาดใหญ่ 305.73 และ 302.33 ตัวต่อชั่วโมงและคนงานคัดแยกสามารถคัดแยกด้านคุณภาพของปลาข้างเหลืองตากแห้ง ได้แก่ ปลาสีช้ำ 81.40 ตัวต่อชั่วโมง ปลาหัวแตก 84.93 ตัวต่อชั่วโมง ปลาเป็นรู 83.67 ตัวต่อชั่วโมง ดังตาราง 4.2

ตาราง 4.2 ความสามารถในการคัดแยกด้านขนาดปลาข้างเหลืองตากแห้งของคนงานคัดแยกจำนวน 5 คน

ชนิดปลา/ขนาดปลา		ความสามารถในการคัดแยกด้านขนาด (จำนวนตัว/ชั่วโมง)	ความสามารถในการคัดแยกด้านคุณภาพ (จำนวนตัว/ชั่วโมง)
เล็ก	S1	304.80	-
	MS	297.73	-
กลาง	M1	304.20	-
	M2	303.53	-
ใหญ่	L1	305.73	-
	L2	302.33	-
	สีช้ำ	-	81.40
คุณภาพปลา	หัวแตก	-	84.93
	เป็นรู	-	83.67
ค่าเฉลี่ย		303.05	83.33
ค่าสูงสุด		305.73	84.93
ค่าต่ำสุด		297.73	81.40
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน		2.85	1.79

4.1.2.2 ความแมนยำการคัดแยกปลา

จากการนำปลาข้างเหลืองตากแห้งที่ได้จากการเก็บข้อมูลการคัดแยกปลาของคนงานในหัวข้อ 4.1.2.1 โดยใช้คนที่คัดแยกได้จำนวนปลามากสุดในแต่ละขนาดมาเพื่อหาความแม่นยำในการคัดแยกจำนวนปลา 20 ตัวแต่ละขนาดและคุณภาพ ทดสอบ 3 ซ้ำ โดยมีผลการทดสอบ คือ ความ

Mahasarakham University

แมนยำในการคัดแยกด้านขนาดของปลาข้างเหลืองตากแห้งเท่ากับ ร้อยละ 96.67 และความแมนยำในการคัดแยกด้านคุณภาพเท่ากับ ร้อยละ 96.67 ดังตาราง ตาราง 4.3

ตาราง 4.3 ความแมนยำในการคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งขนาดใหญ่ของคนงาน

ชุดที่	ความแม่นยำ(ร้อยละ)	
	ด้านขนาด	ด้านคุณภาพ
1	97.22	97.22
2	96.67	97.22
3	97.22	97.78
4	97.50	96.67
5	98.33	97.78
ค่าสูงสุด	97.39	97.33
ค่าต่ำสุด	98.33	97.78
ค่าเฉลี่ย	96.67	96.67
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.61	0.46

4.1.3 ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพปลาข้างเหลืองตากแห้ง

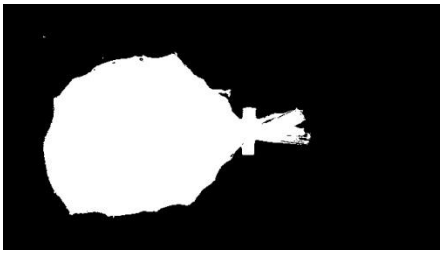
คุณสมบัติทางกายภาพของปลาข้างเหลืองตากแห้งเป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อใช้ในการออกแบบหลักการทำงานเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง ได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลขนาดของปลาข้างเหลืองคือความยาวของปลา สีของปลา รูปร่างของปลา ดังต่อไปนี้

4.1.3.1 ขนาดของปลา

จากการนำปลาข้างเหลืองตากแห้งไปหาขนาด โดยวัดความยาวของปลานั้นมีการวัดความยาวอยู่ 2 รูปแบบคือ การวัดความยาวด้วยสายตาคนและการวัดความยาวด้วยโปรแกรม MATLAB เทียบกับความยาวของตัวปลาจริง โดยทำการสุ่มตัวปลามา 10 ตัว มาทำการวัด ผลปรากฏว่าค่าความคาดเคลื่อนของ การวัดความยาวปลาด้วยสายตาคนเทียบกับความยาวจริง คือ ร้อยละ 1.69 และการวัดความยาวปลาด้วยโปรแกรม MATLAB เทียบกับความยาวจริง คือ ร้อยละ 2.39 ดังตาราง ก-20

Mahasarakham University

(ก) การวัดความยาวด้วยสายตาคน

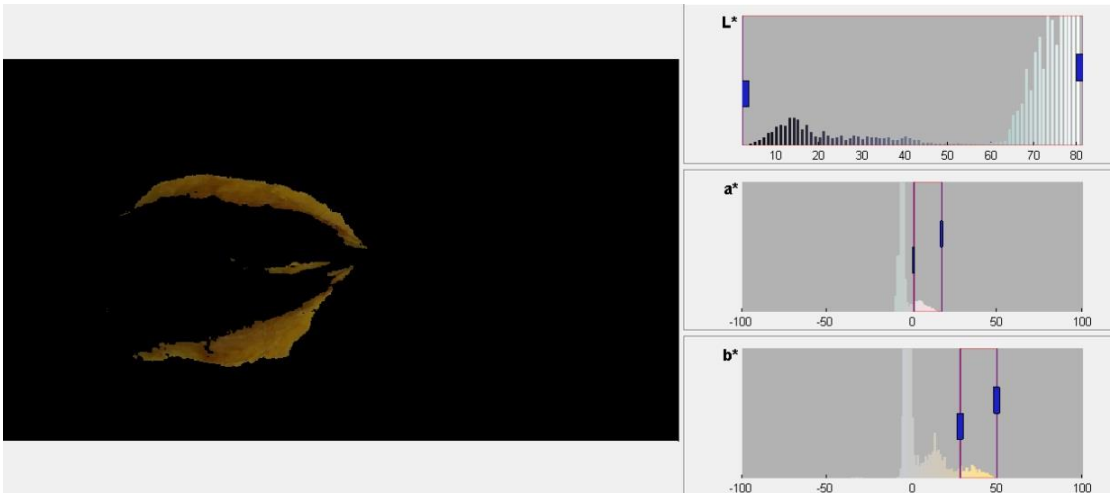


(ข) วัดความยาวด้วยโปรแกรม MATLAB

ภาพประกอบ 4.1 ผลของการวัดความยาวของปลาข้างเหลืองตากแห้งด้วยสายตาคนและMATLAB

4.1.3.2 สีของปลา

จากการนำปลาข้างเหลือง มาตรวจสอบวัดค่าสี ค่าความสว่าง ค่าความเข้มแสง โดยใช้ทฤษฎีเกี่ยวกับสี HSV และ L.a.b. ด้วยระบบโปรแกรม MATLAB เพื่อให้ได้ค่าสีของปลาที่ได้คุณภาพแบ่งแยกออกจากปลาเสียได้อย่างชัดเจน โดยการใช้ช่วงค่าสีของปลาที่ไม่ได้คุณภาพคือ ค่าความสว่าง(L) 0-80 ค่าสีเขียวถึงสีแดง(a) 0-17 และค่าสีน้ำเงินถึงสีเหลือง(b) 30-50 เป็นเกณฑ์ตรวจสอบมีลักษณะการตรวจวัดดังภาพประกอบ 4.2



ภาพประกอบ 4.2 ผลของการวัดค่าสีของปลาข้างเหลืองตากแห้งด้วยโปรแกรม MATLAB

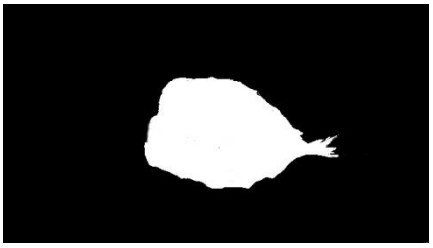
4.1.3.3 รูปร่างของปลา

จากการนำปลาข้างเหลืองตากแห้ง มาตรวจสอบวัดหารูปร่าง ด้วยระบบโปรแกรม MATLAB เพื่อได้ค่ารูปร่างของปลาเสียแบ่งแยกออกจากปลาที่ได้คุณภาพ โดยการใช้ค่าผลต่างระหว่างภาพตั้งต้นเทียบกับภาพที่ทำการปรับหรือกำจัด noise แล้ว เป็นเกณฑ์ตรวจสอบมีลักษณะการตรวจดังภาพประกอบ 4.3

Mahasarakham University

(ก) ภาพตั้งต้น

(ข) แปลงภาพเป็นขาวดำ



(ค) ทำ Segmentation ภาพ
เพื่อเติมภาพและกำจัด noise

ภาพประกอบ 4.3 ผลของการหารูปร่างของปลาข้างเหลืองตากแห้งด้วยโปรแกรม MATLAB

4.2 การออกแบบ สร้างและทดสอบสมรรถนะเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง

ในการออแบบและสร้างเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งได้นำผลจากการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องมาช่วยในการออกแบบครั้งนี้เพื่อให้เครื่องมีประสิทธิภาพไม่แตกต่างจากการคัดด้วยแรงงานคน โดยจะจำลองการมองเห็น การวิเคราะห์ด้วยสายตาคน ลงในโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อนำไปวิเคราะห์ลักษณะหรือขั้นตอนในการคัดแยกได้ เป็นต้น เมื่อทำการออกแบบสร้างเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งแล้วจึงทำการทดสอบขั้นต้นของแต่ละระบบการทำงาน ได้แก่ ระบบลำเลียง ระบบประมวลผลภาพ ระบบควบคุมไฟฟ้า ระบบคัดแยก และทดสอบทั้งระบบของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง ทั้งนี้ผลการศึกษาในแต่หัวข้อดังต่อไปนี้

4.2.1 ผลการออกแบบสร้างและทดสอบการทำงานขั้นต้น

4.2.1.1 หลักการทำงาน

ในการคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งของเครื่องนี้คนคัดแยกจะหยิบปลาครั้งละ 1 ตัววางตำแหน่งที่กำหนดไว้ คนคัดแยกต้องมีความเชี่ยวชาญและความเร็วในการวางปลาข้างเหลืองตากแห้ง กระบวนการทำงานจากการวางปลาข้างเหลืองตากแห้งบนสายพานลำเลียงชั้นบนจากนั้นกล้องทำการถ่ายภาพเพื่อนำไปประมวลผล วิเคราะห์ค่าขนาดรูปร่างและสีแล้วทำการพลิกปลาเคลื่อนที่ลำเลียงไปยังสายพานชั้นล่างและวิเคราะห์ค่าขนาดรูปร่างและสีแล้วส่งไปยังระบบคัดแยกตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้

Mahasarakham University

4.2.1.2 ผลการออกแบบและสร้างเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง

ทำการออกแบบและสร้างเครื่องคัดแยกแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งโดยมีขั้นตอนการทำงานแบ่งออกเป็น 3 ชุด คือ ชุดควบคุมไฟฟ้า ชุดประมวลผลภาพปลาข้างแห้งตากแห้ง และชุดโซลินอยด์วาล์วและกระบอกลมคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง ดังภาพประกอบ 4.4

ส่วนประกอบต่างๆของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองแสดงตามหมายเลข

หมายเลข 1 กล่องกล้อง

หมายเลข 2 ตู้คอนโทรล และ กล่องควบมอเตอร์ 12 V DC

หมายเลข 3 สายพานลำเลียง

หมายเลข 4 ถังลม

หมายเลข 5 มอเตอร์ 12 V DC และ เพลาขับ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 mm

หมายเลข 6 ชุด Solenoid 12 V DC (6 ตัว)

หมายเลข 7 กระบอกลมผลักปลา

หมายเลข 8 Sensor

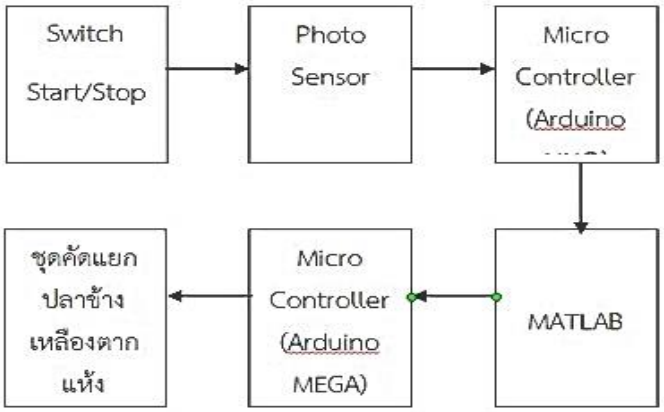
ภาพประกอบ 4.4 เครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง

ชุดควบคุมไฟฟ้า

ชุดควบคุมไฟฟ้า ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino รุ่น Mega 2560 และ Computer ที่มีตัวประมวลผลหลัก คือ Intel Pentium ที่มีความถี่ 3.0 จิกะเฮิร์ต

Mahasarakham University

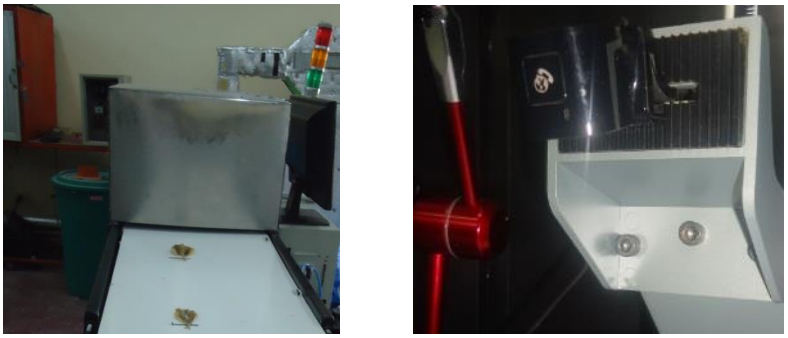
หน่วยความจำ (RAM) 8 จิกะไบต์ ซึ่งเป็นวงจรควบคุม เป็นส่วนเอาไว้สำหรับรับภาพจากกล้อง 2 ตัวที่อยู่บนเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลือตากแห้ง



ภาพประกอบ 4.5 การทำงานของตู้ควบคุม

ชุดประมวลผลภาพปลาข้างเหลืองตากแห้ง

ชุดประมวลผลภาพปลาข้างเหลืองตากแห้ง จะประกอบด้วยคือ กล้อง CMOS ยี่ห้อ Basler ACE รุ่น acA2500-30uc ความละเอียดของกล้อง 2592 x 1944 พิคเซล (5 ล้านพิคเซล) ความเร็วในการรับภาพ 30 เฟรมต่อวินาที การสื่อสารแบบ USB3.0 พร้อมกับเลนส์ที่มีระยะโฟกัส 8 มิลลิเมตร และกล้อง Microsofl HD 6000 (5 ล้านพิคเซล) ความเร็วในการรับภาพ 30 เฟรมต่อวินาที การสื่อสารแบบ USB2.0



(ก) กล่องของส่วนของประมวลผลภาพ (ข) ภายในกล่องของส่วนของประมวลผลภาพ

ภาพประกอบ 4.6 ชุดประมวลผลภาพปลาข้างเหลืองตากแห้ง

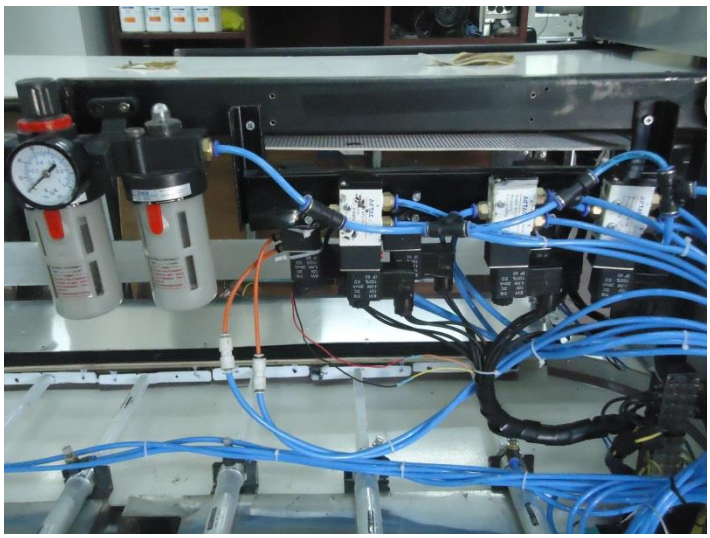
ส่วนของประมวลผลภาพของปลาข้างเหลืองตากแห้งจะ ประกอบไปด้วย กล้องดิจิตอลซึ่งติดตั้งอยู่คานสแตนเลสด้านบนของฉากทึบแสงสามารถปรับระดับได้ หลอดไฟถูกติดตั้ง 3 ชุด ในลักษณะ 3 ทิศทาง เพื่อส่องสว่างลงบนสายพานลำเลียงสีขาวให้สามารถมองเห็นปลาได้อย่างชัดเจนมากขึ้น และส่วนที่สำคัญอย่างหนึ่ง คือ การควบคุมแสงจากภายนอก ได้แก่ แสงจากหลอดไฟภายใน

Mahasarakham University

ห้องทดลอง แสงจากดวงอาทิตย์ หรือแสงจากแหล่งพลังงานอื่น ๆ ซึ่งเป็นเหตุในที่ออกแบบฉากทึบแสงครอบระบบไว้ ดังภาพประกอบ 4.6 (ก) พื้นที่การทำงาน (Workspace) ความกว้างความยาวความสูงของระยะโฟกัสกล้องที่ 0.30x0.40x0.25 เมตร

ชุดคัดแยก

ชุดคัดแยกด้วยลมหรือโซลินอยด์วาล์วชุดโซลินอยด์วาล์วและกระบอกลมคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง จะประกอบด้วยกระบอกลมรุ่น MAL16-S100 จำนวน 7 กระบอก และชุดโซลินอยด์วาล์ว 12 โวลต์ 7 วาล์ว การทำงานของชุดลมหรือโซลินอยด์วาล์ว เมื่อมีการประมาณผลในการตรวจวัดขนาด ปลาข้างเหลืองที่เสียในรูปแบบต่างๆ พอปลาข้างเหลืองตากแห้งมาถึงจุดหรือตำแหน่งที่ตั้งไว้โดยจะมี เซ็นเซอร์วัดตำแหน่งของตัวปลาข้างเหลืองตากแห้ง จากนั้นโซลินอยด์วาล์วก็จะทำงานเพื่อที่จะให้กระบอกลมทำงานโดยจะผลักปลาให้ไปตกลงในช่องที่เราเตรียมไว้ ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขในการคัดแยก ดังภาพประกอบ 4.7



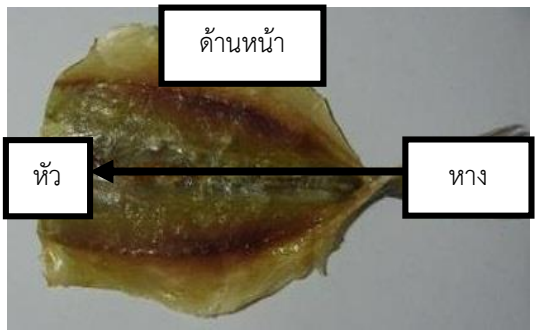
ภาพประกอบ 4.7 ชุดโซลินอยด์วาล์วและกระบอกลมคัดแยก

4.2.1.3 ผลการทดสอบการทำงานขั้นต้น

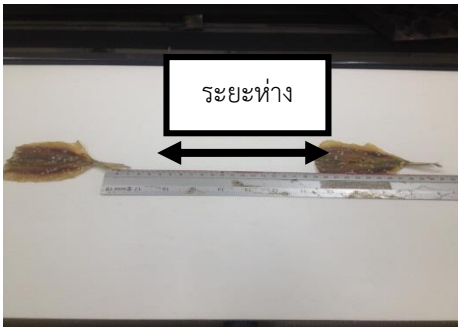
1) ผลการทดสอบการวางปลา

การทดลองป้อนปลาข้างเหลืองตากแห้งลงบนสายพานลำเลียงปรากฏว่า การวางปลาข้างเหลืองตากแห้งต้องมีระยะห่าง 15 เซนติเมตร ดังภาพประกอบ 4.8 ให้สอดคล้องกับ Resolution ของกล้อง ความเร็วของมอเตอร์ขับเคลื่อนสายพานทำให้ส่งผลต่อการความเร็ว ในการคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งทั้งระบบการลำเลียงปลาข้างเหลืองตากแห้ง 300 รอบต่อนาที และการหน่วงเวลาในการหยุดสายพานลำเลียง 3 วินาที

Mahasarakham University



(ก) ทิศทางการป้อนปลาข้างเหลืองตากแห้ง



(ข) ระยะห่างระหว่างปลาในการป้อน

(ค) ลักษณะการวางปลาบนสายพานลำเลียง

ภาพประกอบ 4.8 แสดงลักษณะการวางปลาข้างเหลืองตากแห้งลงบนสายพานลำเลียง

2) ผลการทดสอบชุดประมวลผลภาพปลาข้างเหลืองตากแห้ง

จากการทดสอบชุดประมวลผลภาพสำหรับการคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งโดยโปรแกรม MATLAB วิธีการทดลอง คือ แบ่งปลาข้างเหลืองตากแห้งออกเป็น 6 ขนาดและคุณภาพของปลาที่ไม่ได้มาตรฐาน แต่ละขนาดมีปลาข้างเหลืองตากแห้งจำนวน 20 ตัว นำแต่ละตัวมาวางบนสายพานลำเลียง ทีละตัว จากนั้นทำการประมวลผลภาพ ได้แก่ ถ่ายภาพด้วยกล้องดิจิตอล และวิเคราะห์ความยาว สี และรูปร่างของปลาข้างเหลืองตากแห้งที่เสีย ทดลอง 3 ซ้ำ ผลการทดสอบขนาดขั้นต้นของชุดประมวลผลภาพเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งคือ ความสามารถเฉลี่ย 40.03 ตัวต่อชั่วโมง และความแม่นยำเฉลี่ย ร้อยละ 89.17 ผลการทดสอบคุณภาพขั้นต้นของชุดประมวลผลภาพเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งคือ ความสามารถเฉลี่ย 282.75 ตัวต่อชั่วโมง และความแม่นยำเฉลี่ย ร้อยละ 78.89 ดังตาราง 4.4 และ 4.5

Mahasarakham University

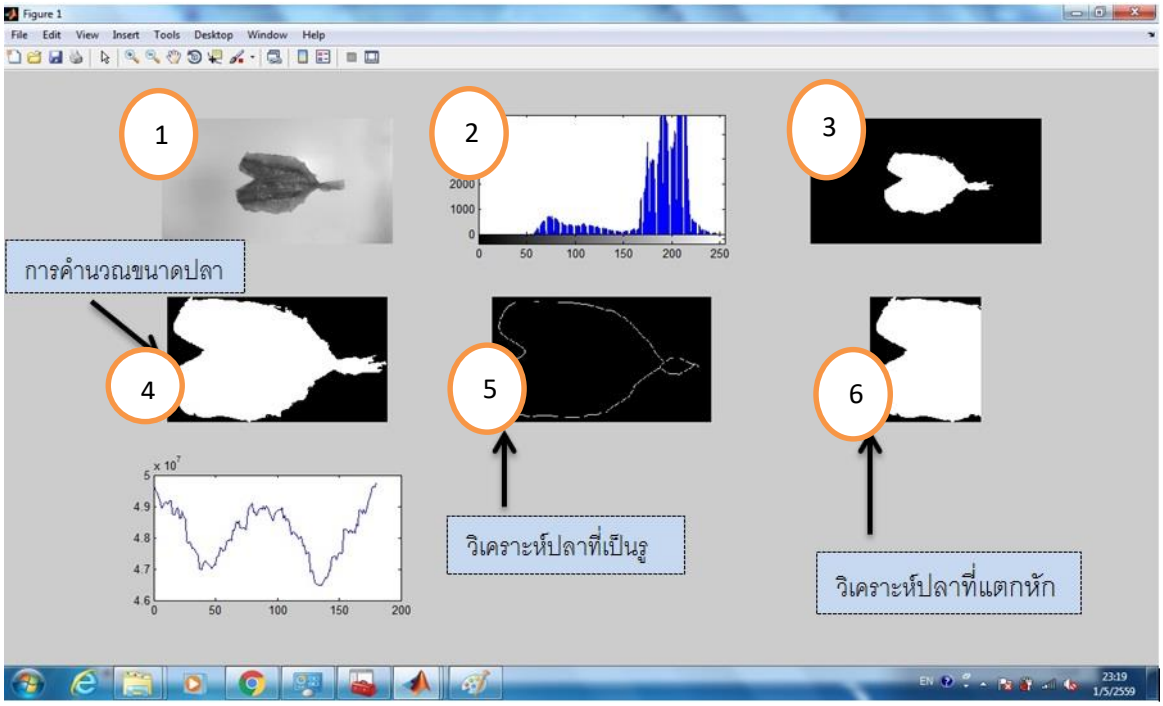
ตาราง 4.4 ผลการทดสอบขนาดขั้นต้นของชุดประมวลผลภาพเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง

ชนิดปลา/ขนาดปลา		จำนวนตัว	รอบการทำงาน						ความสามารถ (ตัวต่อชั่วโมง)	ความแม่นยำ (ร้อยละ)
			1		2		3			
			คัดได้ (ตัว)	เวลา (นาที)	คัดได้ (ตัว)	เวลา (นาที)	คัดได้ (ตัว)	เวลา (นาที)		
เล็ก	S	20	15.00	29.63	20.00	28.97	20.00	28.73	41.22	91.67
	MS	20	14.00	28.73	16.00	28.77	19.00	28.77	41.73	81.67
กลาง	M1	20	14.00	29.73	15.00	30.10	19.00	31.30	39.50	80.00
	M2	20	18.00	29.97	18.00	30.10	19.00	31.10	39.49	91.67
ใหญ่	L1	20	19.00	30.30	19.00	29.97	19.00	31.63	39.17	95.00
	L2	20	19.00	31.63	19.00	31.73	19.00	28.73	39.09	95.00
ค่าต่ำสุด									39.09	80.00
ค่าสูงสุด									41.73	95.00
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน									1.14	6.65
ค่าเฉลี่ย									40.03	89.17

ตาราง 4.5 ผลการทดสอบคุณภาพขั้นต้นของชุดประมวลผลภาพเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง

ชนิดปลา/ขนาดปลา		จำนวนตัว	รอบการทำงาน						ความสามารถ (ตัวต่อชั่วโมง)	ความแม่นยำ (ร้อยละ)
			1		2		3			
			คัดได้ (ตัว)	เวลา (นาที)	คัดได้ (ตัว)	เวลา (นาที)	คัดได้ (ตัว)	เวลา (นาที)		
คุณภาพ	สีช้ำ	20	14.00	4.30	13.00	4.30	15.00	4.30	279.07	70.00
	ตัวแตก	20	16.00	4.20	16.00	4.00	16.00	4.40	285.71	80.00
	เป็นรู	20	17.00	4.20	17.00	4.10	18.00	4.40	283.46	86.67
ค่าต่ำสุด									279.07	70.00
ค่าสูงสุด									285.71	86.67
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน									3.38	8.39
ค่าเฉลี่ย									282.75	78.89

Mahasarakham University



ส่วนประกอบต่างๆของชุดประมวลผลภาพปลาข้างเหลืองตากแห้งด้วยโปรแกรมMATLAB แสดงตามหมายเลข

หมายเลข 1 ภาพที่ได้จากการถ่ายภาพด้วยกล้องดิจิตอลแปลงจากภาพ RGBเป็น Grayscale

หมายเลข 2 ฮิสโตแกรมของภาพที่ 1

หมายเลข 3 แปลงภาพ Grayscale เป็น ขาวดำ

หมายเลข 4 ดึงส่วนที่เป็น pixel สีขาว ซึ่งสีขาวคือพื้นที่ของปลาที่นำมาวิเคราะห์

หมายเลข 5 ทำการเติมสีดำแล้วนำไปลบกับภาพขาวดำเพื่อวิเคราะห์ปลาเป็นรู

หมายเลข 6 ดึงpixel ของหัวปลามาวิเคราะห์ความแตกหักของปลา

ภาพประกอบ 4.9 ผลการทดสอบชุดประมวลผลภาพปลาข้างเหลืองตากแห้งด้วยโปรแกรม MATLAB

3) ผลการทดสอบการคัดแยก

จากการทดสอบชุดการคัดแยกสำหรับการคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งโดยใช้ระบบกระบอกลมในการผลักปลาโดยปรับ Speed Control Valve ทดลอง 10 ซ้ำ ผลการทดสอบปรากฏว่า เวลาที่ใช้เคลื่อนที่เฉลี่ยอยู่ที่ 1.64 วินาที ดังนั้นความเร็วในการเคลื่อนที่ของกระบอกลมในผลัก คือ 0.121เมตรต่อวินาที ดังตาราง 4.6

Mahasarakham University

ตาราง 4.6 ทดลองหาความเร็วในการเคลื่อนที่ของกระบอกลม

จำนวนซ้ำ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	ค่าเฉลี่ย
เวลาที่ใช้เคลื่อนที่ (วินาที)	1.50	2.00	1.50	1.50	1.70	1.50	1.50	2.00	1.70	1.50	1.64

$$\text{ความเร็วในการเคลื่อนที่ของกระบอกลม} = \frac{0.2 \text{ เมตร}}{1.64 \text{ วินาที}} = 0.121 \text{เมตรต่อวินาที}$$

ภาพประกอบ 4.10 ผลทดสอบการคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งโดยใช้ระบบกระบอกลม

4.2.2 ผลการทดสอบสมรรถนะการทำงานของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลือง

4.2.2.1.ความสามารถในการทำงานของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลือง

จากการทดสอบความสามารถในการทำงานของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลือง จำนวน 5 ชุด ชุดละ180 ตัว โดยจับเวลาในการคัดแยก พบว่าความสามารถการคัดแยกด้านขนาดของปลาข้างเหลืองตากแห้งสามารถคัดแยกได้เฉลี่ย 41.10 ตัวต่อชั่วโมงและความสามารถการคัดแยกด้านคุณภาพของปลาข้างเหลืองตากแห้งสามารถคัดแยกได้เฉลี่ย 483.11ตัวต่อชั่วโมง ดังตาราง 4.7

Mahasarakham University

ตาราง 4.7 ความสามารถในการคัดแยกด้านขนาดและด้านคุณภาพของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง

ชนิดปลา/ขนาดปลา		ความสามารถในการคัดแยกด้านขนาด (จำนวนตัว/ชั่วโมง)	ความสามารถในการคัดแยกด้านคุณภาพ (จำนวนตัว/ชั่วโมง)
เล็ก	S1	41.47	-
	MS	41.27	-
กลาง	M1	40.40	-
	M2	40.20	-
ใหญ่	L1	41.87	-
	L2	41.40	-
	สีช้ำ	-	484.93
คุณภาพปลา	หัวแตก	-	481.20
	เป็นรู	-	483.20
ค่าเฉลี่ย		41.10	483.11
ค่าสูงสุด		41.87	484.93
ค่าต่ำสุด		40.20	481.20
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน		0.66	1.87

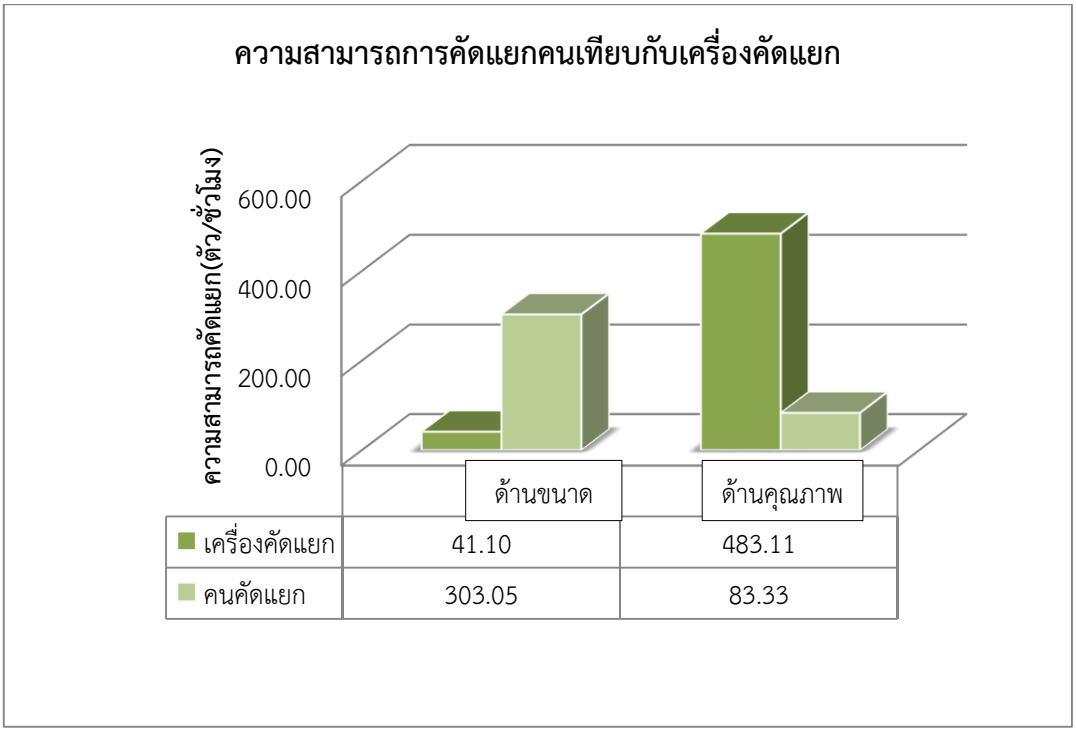
4.2.2.2.ทดสอบความแม่นยำในการทำงานของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง

ผลการทดสอบดังตาราง ตาราง 4.8 พบว่าความแม่นยำโดยใช้การคัดแยกของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งได้ในรอบ 3 การทำงานเฉลี่ยได้คือ ปลาข้างเหลืองตากแห้งชุดที่ 1 ความแม่นยำในการคัดแยกด้านขนาดและด้านคุณภาพ คือ ร้อยละ 97.22 97.22 ตามลำดับ ปลาข้างเหลืองตากแห้งชุดที่ 2 ความแม่นยำในการคัดแยกด้านขนาดและด้านคุณภาพ คือ ร้อยละ 96.67 97.22 ตามลำดับ ปลาข้างเหลืองตากแห้งชุดที่ 3 ความแม่นยำในการคัดแยกด้านขนาดและด้านคุณภาพ คือ ร้อยละ 97.22 97.78ตามลำดับ ปลาข้างเหลืองตากแห้งชุดที่ 4 ความแม่นยำในการคัดแยกด้านขนาดและด้านคุณภาพ คือ ร้อยละ 97.50 96.67 ตามลำดับ ปลาข้างเหลืองตากแห้งชุดที่ 5 ความแม่นยำในการคัดแยกด้านขนาดและด้านคุณภาพ คือ ร้อยละ 98.33 97.78 ตามลำดับ ดังนั้นความแม่นยำในการคัดแยกด้านขนาดและด้านคุณภาพ ของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งโดยเฉลี่ย คือ ร้อยละ 87.50 85.00 ตามลำดับ

Mahasarakham University

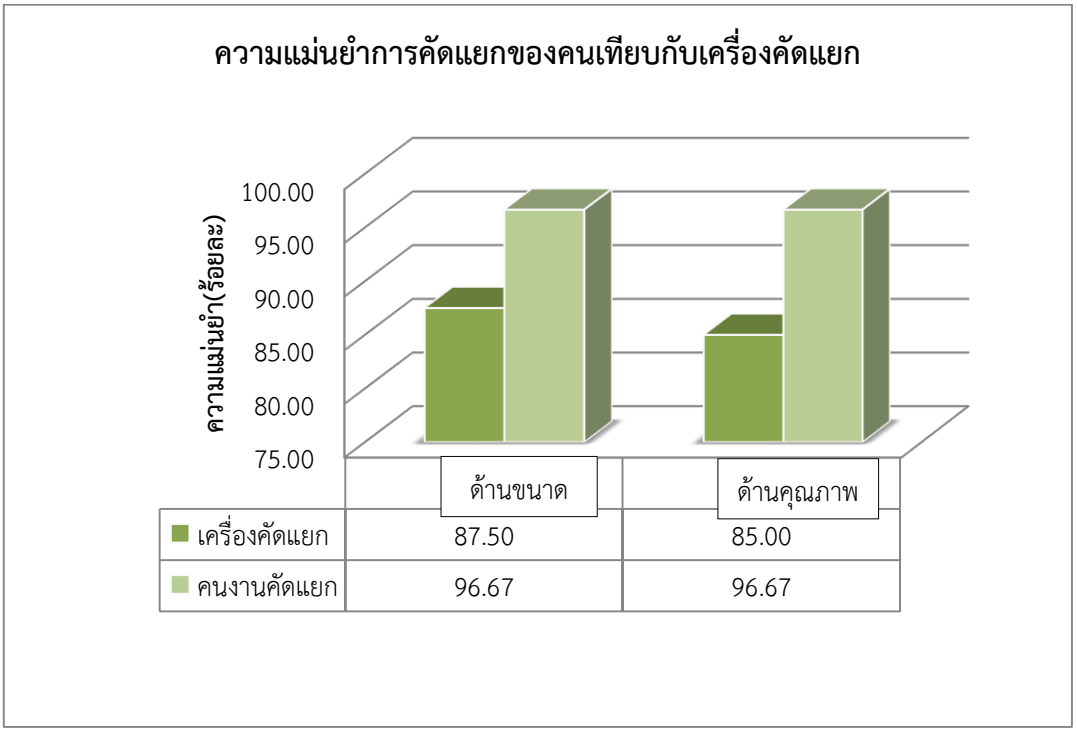
ตาราง 4.8 ทดลองหาความแม่นยำในการทำงานของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง

ชุดที่	ความแม่นยำ(ร้อยละ)	
	ด้านขนาด	ด้านคุณภาพ
1	97.22	97.22
2	96.67	97.22
3	97.22	97.78
4	97.50	96.67
5	98.33	97.78
ค่าสูงสุด	89.78	91.56
ค่าต่ำสุด	91.67	95.00
ค่าเฉลี่ย	87.50	85.00
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	1.98	3.90

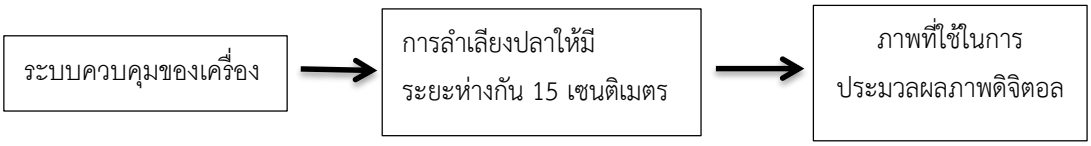


ภาพประกอบ 4.11 กราฟแสดงผลทดสอบความสามารถการคัดแยกคนเทียบกับเครื่องคัดแยก

Mahasarakham University

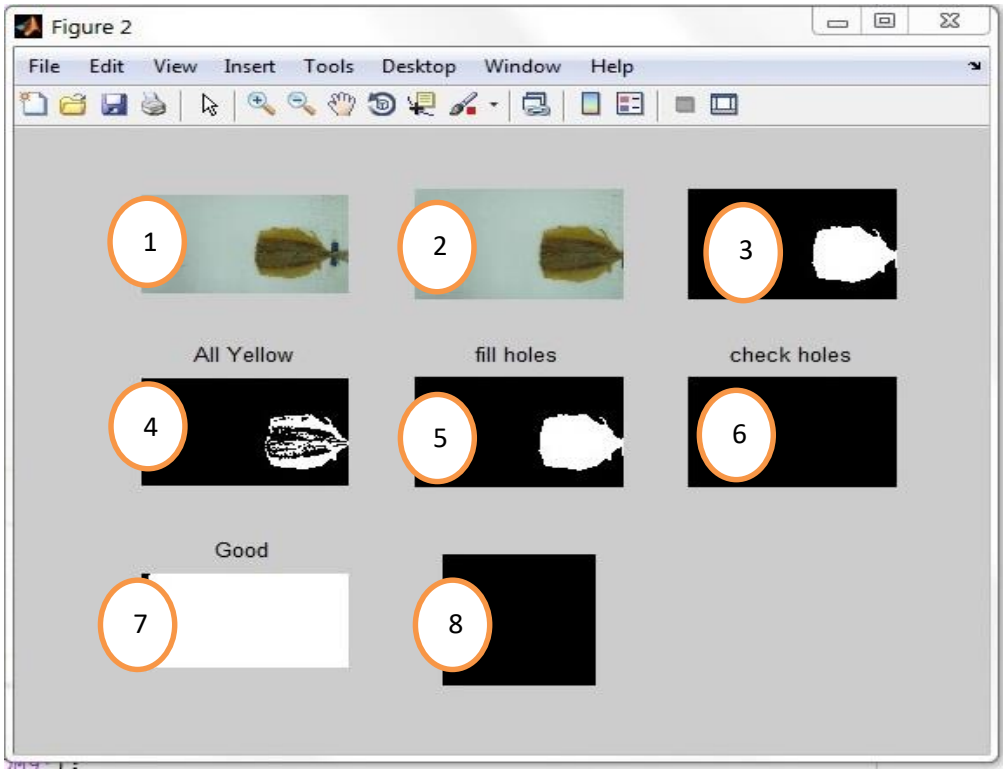


ภาพประกอบ 4.12 กราฟแสดงผลทดสอบความแม่นยำการคัดแยกคนเทียบกับเครื่องคัดแยก



ภาพประกอบ 4.13 แสดงลักษณะในการป้อนเพื่อลำเลียงปลาเพื่อเข้าสู่ชุดประมวลผลภาพดิจิตอลและการจับภาพด้วย

Mahasarakham University



ส่วนประกอบต่างๆของชุดประมวลผลภาพปลาข้างเหลืองตากแห้งด้วยโปรแกรมMATLAB แสดงตามหมายเลข

หมายเลข 1 ภาพที่ได้จากการถ่ายภาพด้วยกล้องดิจิตอล
หมายเลข 2 ทำการตัดภาพที่เป็นส่วนหางออกไม่นำมาคำนวณ
หมายเลข 3 แปลงภาพ Grayscale เป็น ขาวดำ ซึ่งสีขาวคือพื้นที่ของปลาที่นำมาวิเคราะห์
หมายเลข 4 แปลงภาพ RGB to Lab เพื่อวิเคราะห์ปลาสีซ้ำ
หมายเลข 5, 6 ทำการเติมสีดำแล้วนำไปลบกับภาพขาวดำเพื่อวิเคราะห์ปลาเป็นรู
หมายเลข 7, 8 ตัดภาพส่วนหัว ดึง pixel ของหัวปลามาวิเคราะห์ความแตกหักของปลา

ภาพประกอบ 4.14 แสดงการประมวลผลภาพดิจิตอลด้วยโปรแกรม MATLAB เพื่อตรวจสอบคุณภาพของปลาข้างเหลือง

ภาพประกอบ 4.15แสดงการคัดแยกขนาดและคุณภาพของปลาด้วยระบบนิวเมติกส์ที่ผ่านการประมวลผลภาพ

Mahasarakham University

4.3 ผลการคำนวณทางด้านเศรษฐศาสตร์ของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง

4.3.1 จุดคุ้มทุน (Breakeven Analysis)

4.3.1.1 ต้นทุนคงที่

1) ต้นทุนคงที่ของเครื่อง คือ ค่าใช้จ่ายในการลงทุนสร้างเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งซึ่งรายละเอียดแสดงดังตาราง 4.9

ตาราง 4.9 ค่าใช้จ่ายในการลงทุนสร้างเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง

ลำดับ	รายการ	ราคาต่อหน่วย (บาท)	จำนวน	ราคารวม (บาท)
1	Camera Microsofl HD 6000	2,100.00	1.00	2,100.00
2	Switching Power Supply 12V 30A	1,900.00	1.00	1,900.00
3	Motor Driver Polulo	1,300.00	1.00	1,300.00
4	Motor 12 vdc	4,500.00	2.00	9,000.00
5	Basler acA-2500-30uc Camera	23,000.00	1.00	23,000.00
6	Solenoid 12Vdc	350.00	7.00	2,450.00
7	SV-1614H Lens	3,600.00	1.00	3,600.00
8	สายพาน PVC สีขาว	2,500.00	2.00	5,000.00
9	Photo Sensor	150.00	9.00	1,350.00
10	สายพานลำเลียง	3,500.00	1.00	3,500.00
11	โครงสร้างเครื่อง+อุปกรณ์	10,000.00	1.00	10,000.00
12	ชุดคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง	30,000.00	1.00	30,000.00
13	Computer	15,000.00	1.00	15,000.00
14	Arduino Mega 2560 Rev3 + USB Cable	600.00	3.00	1,800.00
	รวม			110,000

จากตาราง 4.9 พบว่าผลรวมของค่าใช้จ่ายประมาณ 110,000.00 บาท ซึ่งต้นทุนคงที่ดังกล่าวคำนวณเฉพาะเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งเท่านั้น ไม่ได้คำนวณค่าเช่าพื้นที่ของสถานที่ เป็นต้น

2) ต้นทุนคงที่ของคน คือ ค่าไฟฟ้าอาคาร 7,776 บาทต่อเดือน

4.3.1.2 ต้นทุนผันแปร

1) ต้นทุนผันแปรของเครื่อง ได้แก่ ค่าแรงงานในการควบคุมเครื่อง ค่าไฟฟ้าเครื่องจักร และค่าซ่อมบำรุงเครื่องจักรประจำเดือน ค่าไฟฟ้าเป็นหนึ่งในต้นทุนผันแปรที่สำคัญในการวิเคราะห์จุดคุ้มทุน อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ถูกติดตั้งในเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งนี้ ได้แก่ คอมพิวเตอร์ Switching Power Supply กล้องดิจิตอล แหล่งจ่ายไฟของชุดส่องสว่าง และปั๊มลม ซึ่งสมมุติถ้าเครื่อง

Mahasarakham University

คัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งทำงานวันละ 8 ชั่วโมง คนควบคุมเครื่องหยุดทำงานทุกวันเสาร์และอาทิตย์หรือเฉลี่ยเดือนละ 22 วัน ดังนั้นความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าของแต่ละอุปกรณ์ แสดงดังตาราง 4.10 ซึ่งมีดังต่อไปนี้

ตาราง 4.10 กำลังไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ต่าง ๆ ในเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง

อุปกรณ์	เวลา (ชั่วโมง)	กำลังไฟฟ้า (วัตต์)	พลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง หรือ หน่วย)
คอมพิวเตอร์	176	330	58.08
Switching Power Supply	176	396	69.69
กล้องดิจิตอล	176	264	46.46
แหล่งจ่ายไฟของชุดส่องสว่าง	176	48	8.44
ปั้มลม	176	2,200	387.2
รวม		3,238	569.87

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคได้แบ่งองค์ประกอบของค่าไฟฟ้า 3 ส่วน ได้แก่ ค่าไฟฟ้าฐาน ค่า Ft และภาษีมูลค่าเพิ่ม ซึ่งค่าไฟฟ้าฐาน หมายถึง ค่าพลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ที่ใช้ภายในบ้านที่อยู่อาศัย และค่าบริการอัตรารายเดือนของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ค่า Ft หมายถึง ค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิง ค่าซื้อไฟฟ้าของการไฟฟ้าฝ่ายผลิต และค่าใช้จ่ายตามนโยบายภาครัฐ ที่เปลี่ยนแปลงไปจากระดับที่กำหนดไว้ในค่าไฟฟ้าฐาน ค่า Ft มีการปรับปรุงทุก ๆ 4 เดือน และภาษีมูลค่าเพิ่ม หมายถึง ภาษีรวมของค่าไฟฟ้าฐาน และค่า Ft ร้อยละ 7

พลังงานไฟฟ้าของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งที่ดำเนินการสร้างขึ้น คือ 631.82 หน่วยต่อเดือน เนื่องจากในที่ประชุมของคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ (กพช.) ล่าสุดได้มีการรายงานถึงสถานการณ์พลังงานปีนี้ ประเทศไทยจะมีอัตราการใช้พลังงานเพิ่มขึ้น 3 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับปีที่แล้ว โดยคาดว่า ราคาน้ำมันดิบดูไบเฉลี่ยอยู่ที่ 53 เหรียญสหรัฐฯ ต่อบาร์เรล ลดลงจากปี 2557 ที่เฉลี่ย 97 เหรียญฯ หรือลดลง ร้อยละ 45 เป็นผลให้อัตราค่าไฟฟ้าเฉลี่ยทั้งปีนี้จะอยู่ที่ 3.79 บาทต่อหน่วย ลดลงจากเฉลี่ยปีที่แล้วซึ่งอยู่ที่ 3.93 บาทต่อหน่วย (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน, 2559) ดังตัวอย่าง

สมมุติฐาน

1) ค่าไฟฟ้าคำนวณเฉพาะส่วนของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง
2) ค่าไฟฟ้าหน่วยละ 3.79 บาทต่อหน่วย
3) ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7 เปอร์เซ็นต์
4) ไม่คิดค่าบริการใด

Mahasarakham University

ดังนั้นการคำนวณค่าไฟฟ้ามีดังต่อไปนี้

1) ค่าไฟฟ้าฐาน

569.87 × 3.79 = 2,159.79 บาท

2) ค่าภาษีมูลค่าเพิ่ม 7 เปอร์เซ็นต์ = 167.62 บาท

รวมเงินค่าไฟฟ้า 2,159.79 + 167.62 = 2,327.42 บาท

ค่าแรงงาน 1 คน ในแต่ละเดือน (ทำงาน 22 วัน วันละ 300 บาท)

300 x 22 = 6,600.00 บาทต่อเดือน

ค่าไฟฟ้าในการเดินเครื่อง = 2,327.42 บาทต่อเดือน

ค่าซ่อมบำรุง = 5,000.00 บาทต่อเดือน

รวม 6,600+2,327.42+5,000+7776 = 21,703.42 บาทต่อเดือน

3) ต้นทุนรวม คือ ผลรวมระหว่างต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปร

ต้นทุนคงที่ + ต้นทุนผันแปร = 110,000 + 21,703.42 = 131,703.42 บาท

4) รายได้รวม คือ ผลตอบแทนจากการดำเนินกิจกรรม ไม่ว่าจะเป็นเงินหรือสิ่งของ

เครื่องนี้สามารถคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งด้านคุณภาพได้ร้อยละ 85 หรือคิดเป็น

483.11 x (85/100) = 410.64 ตัวต่อชั่วโมง

เมื่อวิเคราะห์ความสามารถคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งด้านคุณภาพของคนได้ร้อยละ 96.67 หรือคิดเป็น

83.33 x (96.67 /100) = 80.55 ตัวต่อชั่วโมง

เครื่องนี้สามารถคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งด้านขนาดได้ร้อยละ 87.50 หรือคิดเป็น

41.10 x (87.50/100) = 35.96 ตัวต่อชั่วโมง

เมื่อวิเคราะห์ความสามารถคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งด้านขนาดของคนได้ร้อยละ 96.67 หรือคิดเป็น

303.05 x (96.67 /100) = 293.39 ตัวต่อชั่วโมง

ใน 1 เดือน ทำงาน 22 วัน (เว้นเสาร์-อาทิตย์) วันละ 8 ชั่วโมง

ด้านคุณภาพเครื่อง 410.64 x 22 x 8 = 72,272.64 ตัวต่อเดือน

ด้านคุณภาพคน 80.55 x 22 x 8 = 14,176.8 ตัวต่อเดือน

ด้านขนาดเครื่อง 35.96 x 22 x 8 = 6,328.96 ตัวต่อเดือน

ด้านขนาดคน 293.39 x 22 x 8 = 51,636.64 ตัวต่อเดือน

ปลา 1 ตัวมีน้ำหนักเฉลี่ย 5.5 กรัม และราคาขายปลาข้างเหลืองตากแห้งกิโลกรัมละ 300 บาท

ด้านคุณภาพเครื่อง 72,272.64 x (0.0055) x 300 = 119,250 บาทต่อเดือน

ด้านคุณภาพคน 14,176.8 x (0.0055) x 300 = 23,391 บาทต่อเดือน

ด้านขนาดเครื่อง 6,328.96 x (0.0055) x 300 = 10,443 บาทต่อเดือน

ด้านขนาดคน 51,636.64 x (0.0055) x 300 = 85,200 บาทต่อเดือน

Mahasarakham University

จากการคำนวณข้อมูลที่จำเป็นต่อการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนในการเปรียบเทียบการคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งด้วยเครื่องจักรที่สร้างขึ้นเทียบกับคนงานคัดแยก จึงสรุปได้ดังตาราง 4.11

ตาราง 4.11 เปรียบเทียบการคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งด้วยเครื่องจักรที่สร้างขึ้นเทียบกับคนงานคัดแยก

จุดคุ้นทุน	ด้านขนาด		ด้านคุณภาพ	
	เครื่องจักร	คน	เครื่องจักร	คน
ต้นทุนคงที่ (บาท)	110,000	7,776	110,000	7,776
ต้นทุนแปรผัน (บาทต่อเดือน)	21,703.42	6,600	21,703.42	6,600
รายได้รวม (บาทต่อเดือน)	10,443	85,200	119,250	23,391

ดังนั้น เมื่อแทนค่าข้อมูลในสูตร จุดคุ้มทุน จะได้ดังนี้

จุดคุ้มทุนการคัดแยกด้านคุณภาพเครื่อง = (110,000 + 21,703.42) / 119,250 (บาท)
= 1.10

ซึ่งใน 1 เดือน คัดได้ 72,272.64 ตัว นั้นหมายความว่า ปริมาณปลาที่จะคุ้มทุนได้ คือ
72,272.64 x 1.10 = 79,500 ตัว

จุดคุ้มทุนการคัดแยกด้านคุณภาพคน = (7,776 + 6,600) / 23,391 (บาท)
= 0.61

ซึ่งใน 1 เดือน คัดได้ 14,176.8 ตัว นั้นหมายความว่า ปริมาณปลาที่จะคุ้มทุนได้ คือ
14,176.8 x 0.61 = 8,648 ตัว

จุดคุ้มทุนการคัดแยกด้านขนาดเครื่อง = (110,000 + 21,703.42) / 10,443 (บาท)
=12.61

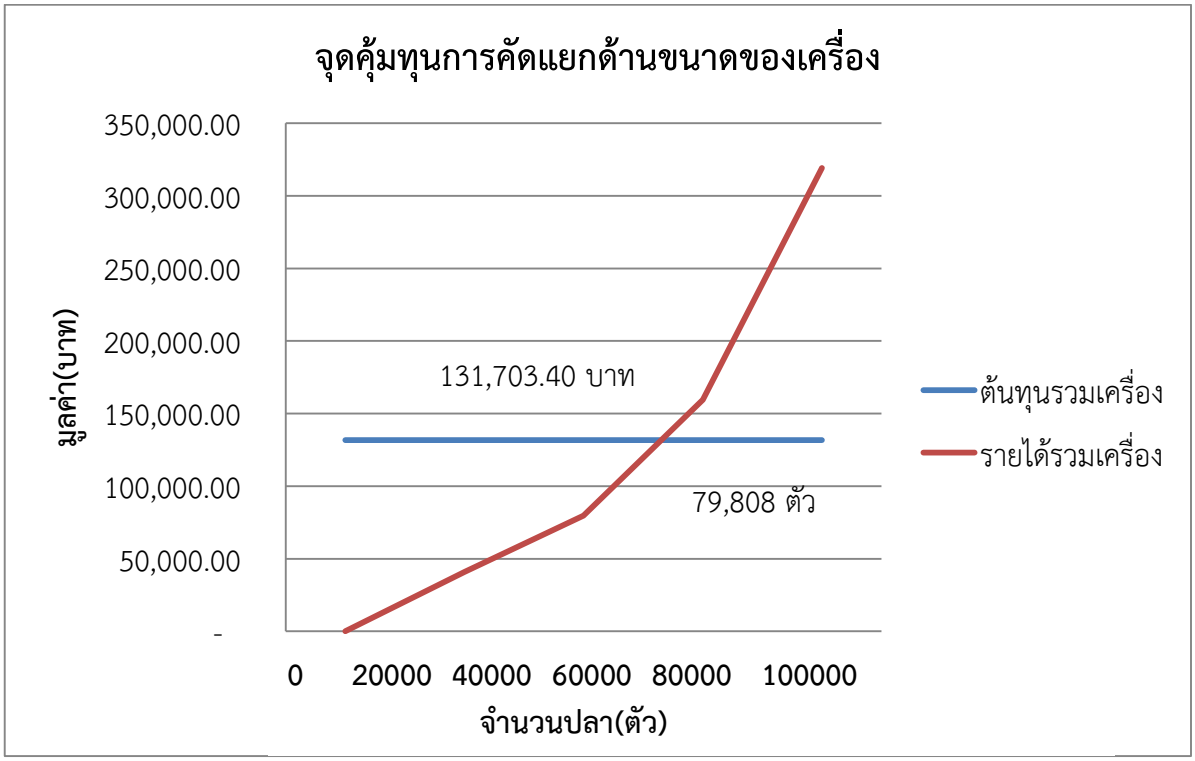
ซึ่งใน 1 เดือน คัดได้ 6,328.96 ตัว นั้นหมายความว่า ปริมาณปลาที่จะคุ้มทุนได้ คือ
6,328.96 x 12.61 = 79,808 ตัว

จุดคุ้มทุนการคัดแยกด้านขนาดคน = (7,776 + 6,600) / 85,200 (บาท)
= 0.16

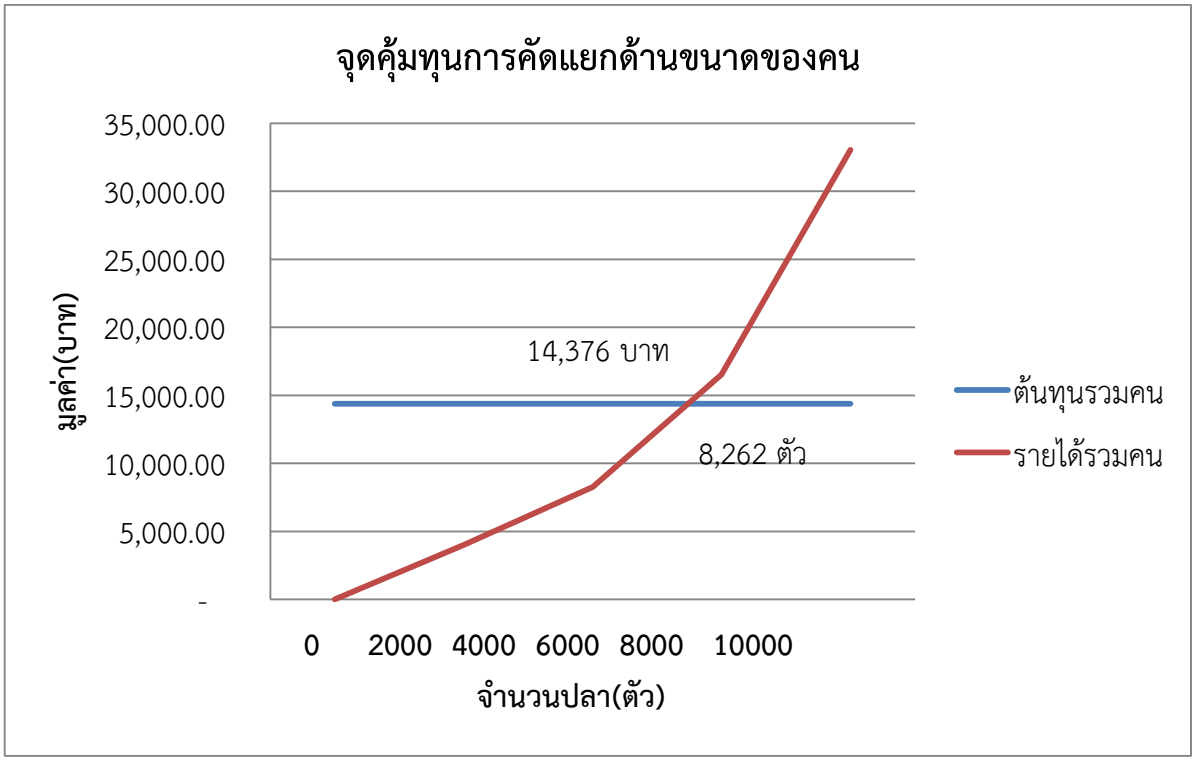
ซึ่งใน 1 เดือน คัดได้ 51,636.64 ตัว นั้นหมายความว่า ปริมาณปลาที่จะคุ้มทุนได้ คือ
51,636.64 x 0.16 = 8,262 ตัว

จากการคำนวณจุดคุ้มทุนในการเปรียบเทียบการคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งด้วยเครื่องจักรที่สร้างขึ้นเทียบกับคนงานคัดแยก จึงมีผลการคำนวณจุดคุ้มทุน คือ การคัดแยกด้านขนาดของเครื่องปริมาณปลาที่จะคุ้มทุนเท่ากับ 79,808 ตัว ส่วนการคัดแยกของคนเท่ากับ 8,262 ตัว และการคัดแยกด้านคุณภาพของเครื่องปริมาณปลาที่จะคุ้มทุนเท่ากับ 79,500 ตัว ส่วนการคัดแยกของคนเท่ากับ 8,648 ตัว ดังภาพประกอบ 4.16 4.17 4.18 และ 4.19

Mahasarakham University

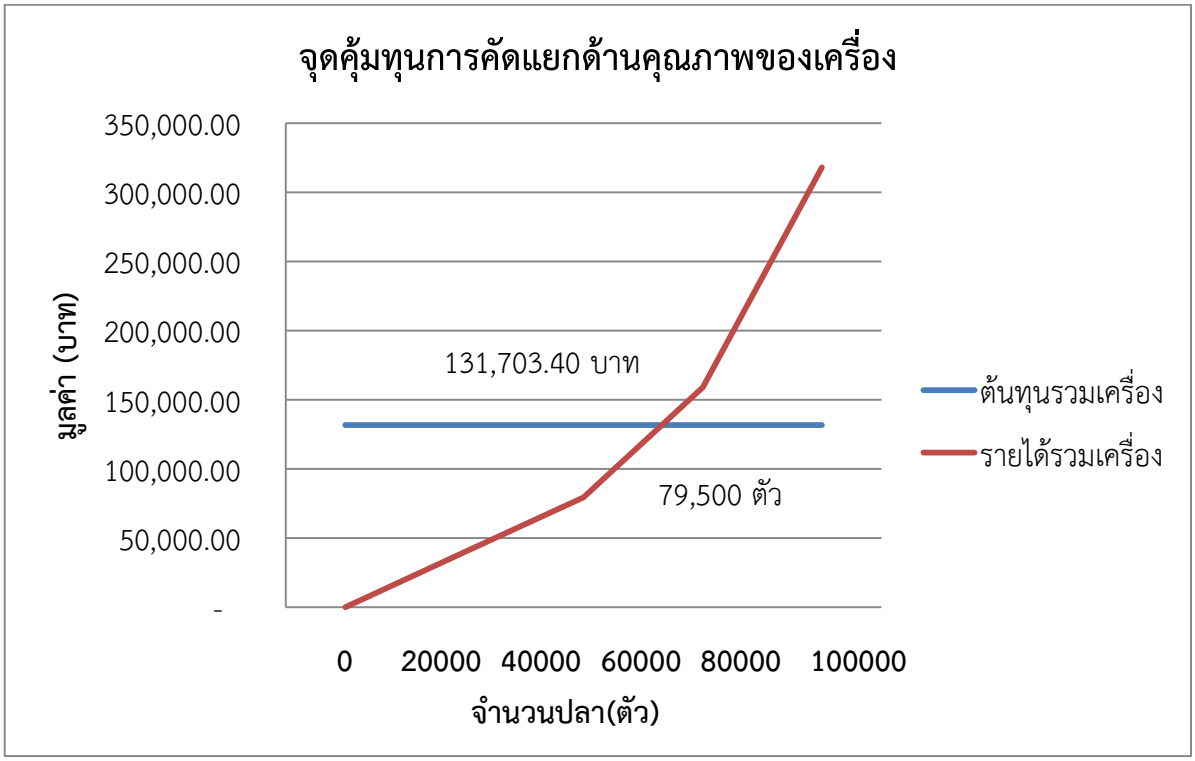


ภาพประกอบ 4.16 จุดคุ้มทุนการคัดแยกด้านขนาดของเครื่อง

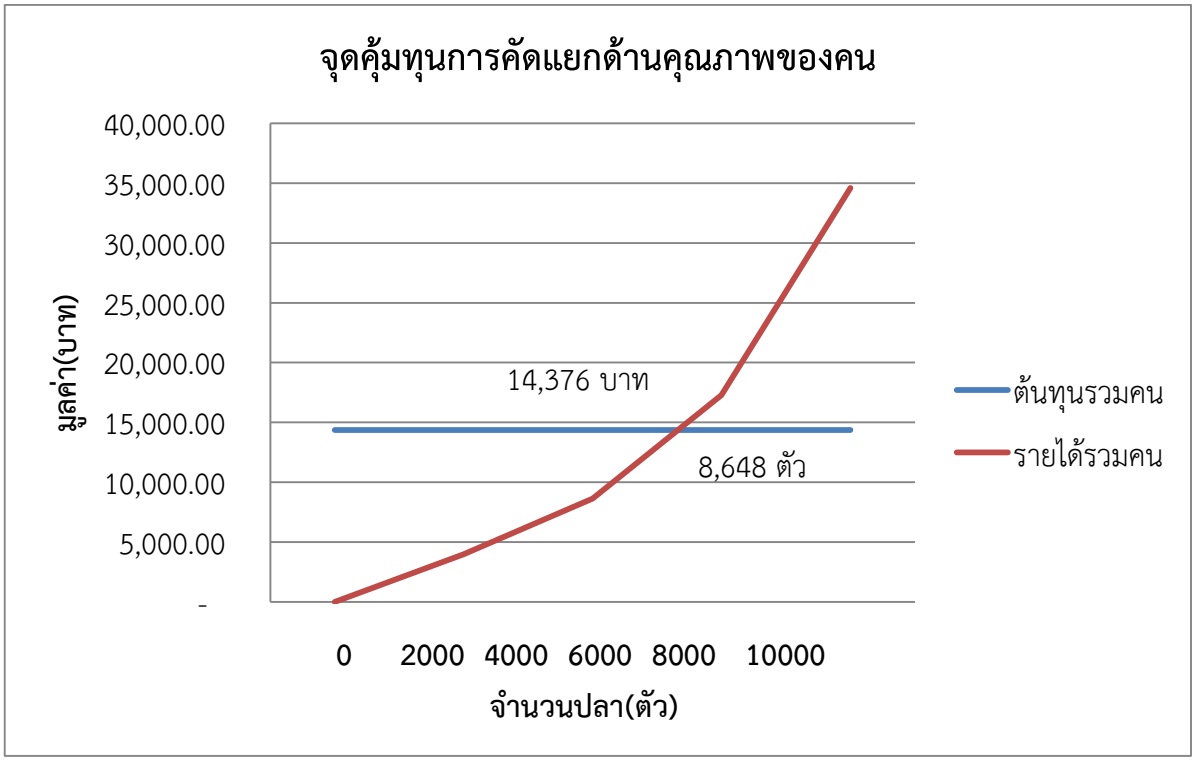


ภาพประกอบ 4.17 จุดคุ้มทุนการคัดแยกด้านขนาดของคน

Mahasarakham University



ภาพประกอบ 4.18 จุดคุ้มทุนการคัดแยกด้านคุณภาพของเครื่อง



ภาพประกอบ 4.19 จุดคุ้มทุนการคัดแยกด้านคุณภาพของคน

Mahasarakham University

บทที่ 5

สรุปผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

5.1.1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับการทำงานของคนคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง

จากการเก็บข้อมูลการคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งของคนงานคัดแยกที่ บริษัท อุตสาหกรรมทวีวงษ์จำกัด จำนวน 5 คนโดยจับเวลาในการคัดแยกจำนวนตัวต่อ 1 ชั่วโมงของปลาข้างเหลืองทุกขนาด พบว่าคนงานคัดแยกสามารถคัดแยกด้านขนาดของปลาข้างเหลืองตากแห้ง ได้แก่ ขนาดเล็ก 304.80 ตัวต่อชั่วโมง ขนาดกลาง 297.73 304.20 และ 303.53 ตัวต่อชั่วโมง ตามลำดับ ขนาดใหญ่ 305.73 และ 302.33 ตัวต่อชั่วโมงและคนงานคัดแยกสามารถคัดแยกด้านคุณภาพของปลาข้างเหลืองตากแห้ง ได้แก่ ปลาสีช้ำ 81.40 ตัวต่อชั่วโมง ปลาหัวแตก 84.93 ตัวต่อชั่วโมง ปลาเป็นรู 83.67 ตัวต่อชั่วโมง

5.1.2 การออกแบบสร้างเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง

เครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งนี้จะประกอบด้วยระบบทางกล ระบบควบคุมไฟฟ้า ระบบกระบวนการทางภาพ ระบบเซ็นเซอร์ต่างๆในการตรวจวัด เพื่อนำไปวิเคราะห์ลักษณะหรือขั้นตอนในการคัดแยกได้

5.1.3 การทดสอบการทำงานขั้นต้น

การทดสอบป้อนปลาข้างเหลืองตากแห้งลงบนสายพานลำเลียงปรากฏว่า การวางปลาข้างเหลืองตากแห้งต้องมีระยะห่าง 15 เซนติเมตร ให้สอดคล้องของความเร็วของมอเตอร์ขับเคลื่อนสายพาน ทำให้ส่งผลต่อการความเร็วในการคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งทั้งระบบ การลำเลียงปลาข้างเหลืองตากแห้ง 300 รอบต่อนาที การหน่วงเวลาในการหยุดสายพานลำเลียง 3 วินาที และการถ่ายภาพด้วยกล้องดิจิตอล และวิเคราะห์ความยาว สี และรูปร่างของปลาข้างเหลืองตากแห้งที่เสีย ผลการทดสอบปรากฏว่าความสามารถเฉลี่ย 282.75 ตัวต่อชั่วโมง และความแม่นยำเฉลี่ย ร้อยละ 78.89

5.1.4 การทดสอบการทำงานของเครื่องคัดปลาข้างเหลืองตากแห้งโดยรวม

การทดสอบความสามารถในการทำงานของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองจำนวน 5 ชุด ชุดละ180 ตัว โดยจับเวลาในการคัดแยก พบว่าความสามารถการคัดแยกด้านขนาดของปลาข้างเหลืองตากแห้งสามารถคัดแยกได้เฉลี่ย 41.10 ตัวต่อชั่วโมงและความสามารถการคัดแยกด้านคุณภาพของปลาข้างเหลืองตากแห้งสามารถคัดแยกได้เฉลี่ย 483.11 ตัวต่อชั่วโมง และความแม่นยำโดยใช้การคัดแยกของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งได้ในรอบ 3 การทำงานเฉลี่ยได้คือ ความแม่นยำในการคัดแยกด้านขนาดและด้านคุณภาพ ของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งโดยเฉลี่ย คือ ร้อยละ 87.50 85.00 ตามลำดับ

5.1.5 การคำนวณทางด้านเศรษฐศาสตร์ของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง

ผลการคำนวณจุดคุ้มทุน คือ การคัดแยกด้านขนาดของเครื่องปริมาณปลาที่จะคุ้มทุนเท่ากับ 79,808 ตัว ส่วนการคัดแยกของคนเท่ากับ 8,262 ตัว และการคัดแยกด้านคุณภาพของเครื่องปริมาณปลาที่จะคุ้มทุนเท่ากับ 79,500 ตัว ส่วนการคัดแยกของคนเท่ากับ 8,648 ตัว

Mahasarakham University

5.2 ข้อเสนอแนะ

หลังจากการทดสอบการทำงานของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง ทำให้ทราบถึงปัญหาและข้อผิดพลาดในระบบการคัดแยกขนาดปลาข้างเหลืองตากแห้ง โดยปัญหานั้นเกิดจากการออกแบบชุดสายพานลำเลียงที่ยาวเกินไปและมี 2 ชั้น ทำให้การเขียนโปรแกรมคัดแยกขนาดที่ซับซ้อนมีการเก็บค่าเชิงอัลกอริทึมหลายตัวแปร ทำให้การคัดแยกขนาดได้ทีละตัว ซึ่งสอดคล้องกับความสามารถเครื่องที่ต่ำ

ดังนั้นในงานวิจัยการพัฒนาเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งโดยใช้เครื่องจักรกลวิทัศน์ได้พัฒนาเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งที่สามารถทำงานได้จริง สำหรับผู้ที่พัฒนาต่อไปควรนำเอาปัญหาเหล่านี้ปรับแก้ไขจะทำให้สมรรถนะของเครื่องเพิ่มมากขึ้น

Mahasarakham University

เอกสารอ้างอิง

Mahasarakham University

เอกสารอ้างอิง

กรมประมง. (ม.ป.ป.). การคัดแยกปลาข้างเหลืองสด. [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www4.fisheries.go.th/index.php/dof/main [สืบค้นเมื่อ มิถุนายน 2559].

กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. (2557). *การอบแห้ง*. [ออนไลน์]. ได้จาก: https://www.dip.go.th/th [สืบค้นเมื่อ มิถุนายน 2559].

โซลิแมค ออโตเมชั่น. (2557). *Basler ACE acA2500-120uc/m*. [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.solimacautomation.com/promotion_detail.php?product_id=291.htm [สืบค้นเมื่อ พฤศจิกายน 2558].

ธีรเดช ใหญ่บก, สุวิทย์ เพชรห้วยลึก, จอมภพ แววศักดิ์, มารีนา มะหนิ, และภรพนา บัวเพชร์. (2552). การพัฒนากระบวนการอบแห้งปลาด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานร่วมแสงอาทิตย์-ไฟฟ้าภายใต้สภาพภูมิอากาศภาคใต้ของประเทศไทย. *วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ*, 12(3), 109-118.

ธุมาวดี ใจเย็น, สนธยา บุญสุข, มนตรี สุมณฑา, วรรลี สิงห์ธงยาม และธศินี นนทพันธ์. (2554). *การประเมินสภาวะทรัพยากรปลาข้างเหลือง (Selaroides leptolepis (Cuvier, 1833)) ทางฝั่งทะเลอันดามันของประเทศไทย*. เอกสารวิชาการฉบับที่ 20/2554. ภูเก็ต: กรมประมง สำนักวิจัยและพัฒนาประมงทะเล.

นฤมล ภูหนองโอง และศศิธร ครองยุทธ. (2555). *การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนและระยะเวลาคืนทุนการปลูกยางพารา ตำบลบ้านตาด อำเภอบ้านดุง จังหวัดอุดรธานี*. ปัญหาพิเศษปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาการจัดการอุตสาหกรรม. มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี.

บ้านอิเล็กทรอนิกส์. (2557). *มอเตอร์และอุปกรณ์ประกอบสำหรับทำหุ่นยนต์.* [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.semi-shop.com/shopping/imageproduct/10/bo.htm [สืบค้นเมื่อ พฤศจิกายน 2558].

ประสิทธิ์ นครราช, จุรีรัตน์ อ้วนศรีเมือง และนภาภรณ์ มัธนัง. (2554). การศึกษาการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพของข้าวโดยการประมวลผลภาพดิจิตอลเมล็ดข้าวสาร. ใน: *การประชุมวิชาการ มอบ. วิจัย ครั้งที่ 5*. 4-5 สิงหาคม 2554. อุบลราชธานี: ม.ป.พ. หน้า 85-86.

ปรีชา เกรียงกรกฎ และนุชสรา เกรียงกรกฎ. (2555). การเลือกเครื่องจักรโดยวิธีจุดคุ้มทุนของมูลค่าเงินเทียบเท่ารายปี สาหรับกรณีอัตราผลตอบแทนไม่คงที่. ใน: *การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ประจาปี พ.ศ. 2555*. 17-19 ตุลาคม 2555. เพชรบุรี: ม.ป.พ. หน้า 2128-2133.

พูนพัฒน์ พูนน้อย และกิตติกร หาญตระกูล. (2556). *การพัฒนาเครื่องคัดขนาดกุ้งผ่าหลังแบบผีเสื้ออัตโนมัติระบบคอมพิวเตอร์วิสัยทัศน์*. รายงานการวิจัย. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. (2556). *ทฤษฎีเกี่ยวกับนิวแมติกส์.* [ออนไลน์]. ได้จาก: http://mte.kmutt.ac.th/elearning/Plc/unit_1.htm [สืบค้นเมื่อ ตุลาคม 2558].

มยุรี จุลมนัส. (2557). *Switching Power Supply 12V 20A*. [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.jmxtech.com/images/PDF/12v%2020a.pdf [สืบค้นเมื่อ พฤศจิกายน 2558].

Mahasarakham University

รุจิรา บุญสด, วีระพล ชมพูฟื้น และสุธิดา ขันแข็ง. (2547). *ระบบนิวแมติกส์และระบบสุญญากาศของเตาหลอมโลหะสำหรับงานหล่อแบบอินเวสเมนต์*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

วีนัส ซัพพลาย. (2557 ก). *Arduino Mega 2560.* [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.thaieasyelec.com/products/development-boards/arduino/official-boards-made-in-italy/arduino-mega-2560-detail.html [สืบค้นเมื่อ พฤศจิกายน 2558].

————. (2557 ข). *MC33926 Motor Driver Carrier.* [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.thaieasyelec.com/products/robotics/motor-driver-control/mc33926-motor-driver-carrier-detail.html [สืบค้นเมื่อ พฤศจิกายน 2558].

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2558). *อุตสาหกรรมการผลิตแปรรูป*. [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.nesdb.go.th/main.php?filename=index [สืบค้นเมื่อ มิถุนายน 2559].

สิมิลัน อาศัยพานิชย์. (2550). *ระบบคัดแยกขนาดปลาอัตโนมัติ โดยการวิเคราะห์ข้อมูลภาพจากกล้องวีดีโอโปรแกรมเพื่องานการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. รายงานการวิจัย. กรุงเทพฯ: ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

อาร์โก้ แอโรเท็คทรอนิกส์. (2553). *ประวัติความเป็นมาของนิวแมติกส์.* [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.arcoaerotechtronics.com/article-th-44997-นิวแมติกส์ + Pneumatic.html [สืบค้นเมื่อ พฤศจิกายน 2558].

อีเอสอาร์ไอ (ประเทศไทย). (2559). *RGB Color Mode*. [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.esrith.com/th/index.html [สืบค้นเมื่อ มิถุนายน 2559].

Chase, G.G. (2004). *Solids Notes 10 - Hopper Design*. Ohio: The University of Akron.

Gonzalez, R.C. and Woods, R.E. (2002). *Digital Image Processing*. Miami: Addison-Wesley Longman Publishing.

Liming, X. and Yanchao, Z. (2010). Automated strawberry grading system based on image processing. *Computers and Electronics in Agriculture*, 71, (Supplement 1), S32-S39.

Mohsenin, N.N. (1978). *Physical Properties of Plant and Animal Meterials*. New York: Gordon & Beach Science Publisher.

OuYang, A.G., Gao, R.J., Liu, Y.D., Sun, X.D., Pan, Y.Y. and Dong, X.L. (2010). An Automatic Method for Identifying Different Variety of Rice Seeds Using Machine Vision Technology. In: *Proc. of the 6th Int. Conference on Natural Computation (ICNC)*. 10-12 August 2010. Shandong, China: n.p. pp. 84-88.

Mahasarakham University

ภาคผนวก

Mahasarakham University

ภาคผนวก ก
ข้อมูลและผลการทดสอบ

Mahasarakham University

ตาราง ก-1 ข้อมูลการหาความสามารถคัดแยกด้านขนาดของคนงานคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (Size S)

ชุดที่	เวลา/นาที	จำนวนปลาที่คัดได้ รอบการทำงาน			จำนวนตัว/ชั่วโมง (เฉลี่ย)
		1	2	3	
1	60.00	294.00	305.00	316.00	305.00
2	60.00	309.00	314.00	285.00	302.67
3	60.00	301.00	292.00	316.00	303.00
4	60.00	299.00	319.00	292.00	303.33
5	60.00	306.00	316.00	308.00	310.00
ค่าเฉลี่ย	-	302.00	309.00	303.00	304.80
ค่าสูงสุด	-	309.00	319.00	316.00	310.00
ค่าต่ำสุด	-	294.00	292.00	285.00	302.67
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	-	-	-	-	2.72

ตาราง ก-2 ข้อมูลการหาความสามารถคัดแยกด้านขนาดของคนงานคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (Size MS)

คนงานคัดแยกคนที่	เวลา/นาที	จำนวนปลาที่คัดได้ รอบการทำงาน			จำนวนตัว/ชั่วโมง (เฉลี่ย)
		1	2	3	
1	60.00	299.00	307.00	299.00	301.67
2	60.00	305.00	285.00	290.00	293.33
3	60.00	291.00	289.00	320.00	300.00
4	60.00	285.00	307.00	285.00	292.33
5	60.00	312.00	286.00	306.00	301.33
ค่าเฉลี่ย	-	298.00	295.00	300.00	297.73
ค่าสูงสุด	-	312.00	307.00	320.00	301.67
ค่าต่ำสุด	-	285.00	285.00	285.00	292.33
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	-	-	-	-	4.05

Mahasarakham University

ตาราง ก-3 ข้อมูลการหาความสามารถคัดแยกด้านขนาดของคนงานคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (Size M1)

คนงานคัดแยกคนที่	เวลา/นาที	จำนวนปลาที่คัดได้ รอบการทำงาน			จำนวนตัว/ชั่วโมง (เฉลี่ย)
		1	2	3	
1	60.00	307.00	308.00	313.00	309.33
2	60.00	295.00	317.00	305.00	305.67
3	60.00	297.00	299.00	301.00	299.00
4	60.00	313.00	305.00	304.00	307.33
5	60.00	320.00	286.00	293.00	299.67
ค่าเฉลี่ย	-	306.00	303.00	303.00	304.20
ค่าสูงสุด	-	320.00	317.00	313.00	309.33
ค่าต่ำสุด	-	295.00	286.00	293.00	299.00
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	-	-	-	-	4.15

ตาราง ก-4 ข้อมูลการหาความสามารถคัดแยกด้านขนาดของคนงานคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (Size M2)

คนงานคัดแยกคนที่	เวลา/นาที	จำนวนปลาที่คัดได้ รอบการทำงาน			จำนวนตัว/ชั่วโมง (เฉลี่ย)
		1	2	3	
1	60.00	316.00	301.00	310.00	309.00
2	60.00	287.00	291.00	302.00	293.33
3	60.00	302.00	301.00	293.00	298.67
4	60.00	308.00	289.00	319.00	305.33
5	60.00	312.00	313.00	309.00	311.33
ค่าเฉลี่ย	-	305.00	299.00	307.00	303.53
ค่าสูงสุด	-	316.00	313.00	319.00	311.33
ค่าต่ำสุด	-	287.00	289.00	293.00	293.33
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	-	-	-	-	6.66

Mahasarakham University

ตาราง ก-5 ข้อมูลการหาความสามารถคัดแยกด้านขนาดของคนงานคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (Size L1)

คนงานคัดแยกคนที่	เวลา/นาที	จำนวนปลาที่คัดได้ รอบการทำงาน			จำนวนตัว/ชั่วโมง (เฉลี่ย)
		1	2	3	
1	60.00	303.00	310.00	288.00	300.33
2	60.00	310.00	302.00	319.00	310.33
3	60.00	311.00	315.00	314.00	313.33
4	60.00	291.00	303.00	308.00	300.67
5	60.00	319.00	304.00	289.00	304.00
ค่าเฉลี่ย	-	307.00	307.00	304.00	305.73
ค่าสูงสุด	-	319.00	315.00	319.00	313.33
ค่าต่ำสุด	-	291.00	302.00	288.00	300.33
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	-	-	-	-	5.23

ตาราง ก-6 ข้อมูลการหาความสามารถคัดแยกด้านขนาดของคนงานคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (Size L2)

คนงานคัดแยกคนที่	เวลา/นาที	จำนวนปลาที่คัดได้ รอบการทำงาน			จำนวนตัว/ชั่วโมง (เฉลี่ย)
		1	2	3	
1	60.00	288.00	291.00	300.00	293.00
2	60.00	291.00	299.00	310.00	300.00
3	60.00	312.00	292.00	311.00	305.00
4	60.00	310.00	316.00	304.00	310.00
5	60.00	290.00	310.00	311.00	303.67
ค่าเฉลี่ย	-	298.00	302.00	307.00	302.33
ค่าสูงสุด	-	312.00	316.00	311.00	310.00
ค่าต่ำสุด	-	288.00	291.00	300.00	293.00
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	-	-	-	-	5.66

Mahasarakham University

ตาราง ก-7 ข้อมูลการหาความสามารถคัดแยกด้านคุณภาพของคนงานคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (ปลาสีซ้ำ)

คนงานคัดแยกคนที่	เวลา(นาที)	จำนวนปลาที่คัดได้ รอบการทำงาน			จำนวนตัว/ชั่วโมง (เฉลี่ย)
		1	2	3	
1	60.00	77.00	78.00	79.00	78.00
2	60.00	74.00	75.00	77.00	75.33
3	60.00	81.00	82.00	83.00	82.00
4	60.00	88.00	90.00	89.00	89.00
5	60.00	81.00	84.00	83.00	82.67
ค่าเฉลี่ย	-	80.00	82.00	82.00	81.40
ค่าสูงสุด	-	88.00	90.00	89.00	89.00
ค่าต่ำสุด	-	74.00	75.00	77.00	75.33
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	-	-	-	-	4.65

ตาราง ก-8 ข้อมูลการหาความสามารถคัดแยกด้านคุณภาพของคนงานคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (ปลาหัวแตก)

คนงานคัดแยกคนที่	เวลา(นาที)	จำนวนปลาที่คัดได้ รอบการทำงาน			จำนวนตัว/ชั่วโมง (เฉลี่ย)
		1	2	3	
1	60.00	84.00	87.00	88.00	86.33
2	60.00	90.00	94.00	92.00	92.00
3	60.00	75.00	77.00	79.00	77.00
4	60.00	78.00	82.00	79.00	79.67
5	60.00	88.00	89.00	92.00	89.67
ค่าเฉลี่ย	-	83.00	86.00	86.00	84.93
ค่าสูงสุด	-	90.00	94.00	92.00	92.00
ค่าต่ำสุด	-	75.00	77.00	79.00	77.00
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	-	-	-	-	5.74

Mahasarakham University

ตาราง ก-9 ข้อมูลการหาความสามารถคัดแยกด้านคุณภาพของคนงานคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (ปลาเป็นรู)

คนงานคัดแยกคนที่	เวลา(นาที)	จำนวนปลาที่คัดได้			จำนวนตัว/ชั่วโมง (เฉลี่ย)
		รอบการทำงาน			
		1	2	3	
1	60.00	77.00	79.00	78.00	78.00
2	60.00	85.00	89.00	87.00	87.00
3	60.00	90.00	92.00	94.00	92.00
4	60.00	85.00	89.00	87.00	87.00
5	60.00	73.00	75.00	75.00	74.33
ค่าเฉลี่ย	-	82.00	85.00	84.00	83.67
ค่าสูงสุด	-	90.00	92.00	94.00	92.00
ค่าต่ำสุด	-	73.00	75.00	75.00	74.33
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	-	-	-	-	6.49

Mahasarakham University

ตาราง ก-10 ข้อมูลการหาความแม่นยำในการคัดแยกด้านขนาดของคนงานคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (ชุดที่1)

ชนิดปลา/ขนาดปลา		จำนวนตัว	รอบการทำงาน			ความแม่นยำ (ร้อยละ)
			1	2	3	
เล็ก	S1	20.00	20.00	19.00	20.00	98.33
	MS	20.00	20.00	19.00	19.00	96.67
กลาง	M1	20.00	19.00	19.00	19.00	95.00
	M2	20.00	20.00	20.00	19.00	98.33
ใหญ่	L1	20.00	20.00	19.00	20.00	98.33
	L2	20.00	20.00	19.00	19.00	96.67
		ค่าเฉลี่ย				97.22
		ค่าสูงสุด				98.33
		ค่าต่ำสุด				95.00
		ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน				1.36

ตาราง ก-11 ข้อมูลการหาความแม่นยำในการคัดแยกด้านคุณภาพของคนงานคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (ชุดที่1)

ชนิดปลา/ขนาดปลา		จำนวนตัว	รอบการทำงาน			ความแม่นยำ (ร้อยละ)
			1	2	3	
	สีช้ำ	20.00	20.00	19.00	20.00	98.33
ปลาเสีย	ตัวแตก	20.00	19.00	19.00	20.00	96.67
	เป็นรู	20.00	19.00	20.00	19.00	96.67
		ค่าเฉลี่ย				97.22
		ค่าสูงสุด				98.33
		ค่าต่ำสุด				96.67
		ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน				0.96

Mahasarakham University

ตาราง ก-12 ข้อมูลการหาความแม่นยำในการคัดแยกด้านขนาดของคนงานคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (ชุดที่2)

ชนิดปลา/ขนาดปลา		จำนวนตัว	รอบการทำงาน			ความแม่นยำ (ร้อยละ)
			1	2	3	
เล็ก	S1	20.00	20.00	20.00	19.00	98.33
	MS	20.00	19.00	20.00	19.00	96.67
กลาง	M1	20.00	19.00	19.00	19.00	95.00
	M2	20.00	19.00	20.00	19.00	96.67
ใหญ่	L1	20.00	19.00	20.00	19.00	96.67
	L2	20.00	20.00	19.00	19.00	96.67
		ค่าเฉลี่ย				96.67
		ค่าสูงสุด				98.33
		ค่าต่ำสุด				95.00
		ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน				1.05

ตาราง ก-13 ข้อมูลการหาความแม่นยำในการคัดแยกด้านคุณภาพของคนงานคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (ชุดที่2)

ชนิดปลา/ขนาดปลา		จำนวนตัว	รอบการทำงาน			ความแม่นยำ (ร้อยละ)
			1	2	3	
ปลาเสีย	สีช้ำ	20.00	19.00	19.00	19.00	95.00
	ตัวแตก	20.00	20.00	20.00	19.00	98.33
	เป็นรู	20.00	20.00	20.00	19.00	98.33
		ค่าเฉลี่ย				97.22
		ค่าสูงสุด				98.33
		ค่าต่ำสุด				95.00
		ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน				1.92

Mahasarakham University

ตาราง ก-14 ข้อมูลการหาความแม่นยำในการคัดแยกด้านขนาดของคนงานคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (ชุดที่3)

ชนิดปลา/ขนาดปลา		จำนวนตัว	รอบการทำงาน			ความแม่นยำ (ร้อยละ)
			1	2	3	
เล็ก	S1	20.00	19.00	20.00	20.00	98.33
	MS	20.00	19.00	20.00	20.00	98.33
กลาง	M1	20.00	19.00	20.00	19.00	96.67
	M2	20.00	19.00	19.00	19.00	95.00
ใหญ่	L1	20.00	19.00	20.00	20.00	98.33
	L2	20.00	19.00	19.00	20.00	96.67
		ค่าเฉลี่ย				97.22
		ค่าสูงสุด				98.33
		ค่าต่ำสุด				95.00
		ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน				1.36

ตาราง ก-15 ข้อมูลการหาความแม่นยำในการคัดแยกด้านคุณภาพของคนงานคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (ชุดที่3)

ชนิดปลา/ขนาดปลา		จำนวนตัว	รอบการทำงาน			ความแม่นยำ (ร้อยละ)
			1	2	3	
ปลาเสีย	สีช้ำ	20.00	20.00	19.00	20.00	98.33
	ตัวแตก	20.00	19.00	19.00	20.00	96.67
	เป็นรู	20.00	19.00	20.00	19.00	96.67
		ค่าเฉลี่ย				97.22
		ค่าสูงสุด				98.33
		ค่าต่ำสุด				96.67
		ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน				0.96

Mahasarakham University

ตาราง ก-16 ข้อมูลการหาความแม่นยำในการคัดแยกด้านขนาดของคนงานคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (ชุดที่4)

ชนิดปลา/ขนาดปลา		จำนวนตัว	รอบการทำงาน			ความแม่นยำ (ร้อยละ)
			1	2	3	
เล็ก	S1	20.00	20.00	19.00	19.00	96.67
	MS	20.00	19.00	20.00	19.00	96.67
กลาง	M1	20.00	19.00	20.00	20.00	98.33
	M2	20.00	19.00	20.00	20.00	98.33
ใหญ่	L1	20.00	19.00	19.00	19.00	95.00
	L2	20.00	20.00	20.00	20.00	100.00
		ค่าเฉลี่ย				97.50
		ค่าสูงสุด				100.00
		ค่าต่ำสุด				95.00
		ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน				1.75

ตาราง ก-17 ข้อมูลการหาความแม่นยำในการคัดแยกด้านคุณภาพของคนงานคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (ชุดที่4)

ชนิดปลา/ขนาดปลา		จำนวนตัว	รอบการทำงาน			ความแม่นยำ (ร้อยละ)
			1	2	3	
ปลาเสีย	สีซ้ำ	20.00	20.00	20.00	19.00	98.33
	ตัวแตก	20.00	19.00	19.00	20.00	96.67
	เป็นรู	20.00	19.00	19.00	19.00	95.00
		ค่าเฉลี่ย				96.67
		ค่าสูงสุด				98.33
		ค่าต่ำสุด				95.00
		ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน				1.67

Mahasarakham University

ตาราง ก-18 ข้อมูลการหาความแม่นยำในการคัดแยกด้านขนาดของคนงานคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (ชุดที่5)

ชนิดปลา/ขนาดปลา		จำนวนตัว	รอบการทำงาน			ความแม่นยำ (ร้อยละ)
			1	2	3	
เล็ก	S1	20.00	20.00	19.00	19.00	96.67
	MS	20.00	20.00	20.00	20.00	100.00
กลาง	M1	20.00	19.00	20.00	20.00	98.33
	M2	20.00	20.00	20.00	20.00	100.00
ใหญ่	L1	20.00	19.00	19.00	20.00	96.67
	L2	20.00	20.00	19.00	20.00	98.33
		ค่าเฉลี่ย				98.33
		ค่าสูงสุด				100.00
		ค่าต่ำสุด				96.67
		ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน				1.49

ตาราง ก-19 ข้อมูลการหาความแม่นยำในการคัดแยกด้านคุณภาพของคนงานคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (ชุดที่5)

ชนิดปลา/ขนาดปลา		จำนวนตัว	รอบการทำงาน			ความแม่นยำ (ร้อยละ)
			1	2	3	
ปลาเสีย	สีช้ำ	20.00	19.00	20.00	20.00	98.33
	ตัวแตก	20.00	20.00	20.00	20.00	100.00
	เป็นรู	20.00	19.00	19.00	19.00	95.00
		ค่าเฉลี่ย				97.78
		ค่าสูงสุด				100.00
		ค่าต่ำสุด				95.00
		ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน				2.55

Mahasarakham University

ตาราง ก-20 คุณสมบัติทางกายภาพปลาข้างเหลืองงตากแห้งด้านความยาว

ตัวที่	ขนาด	ความยาว			ค่าความคาดเคลื่อน	
		จริง (ซม.)	สายตาคน (ซม.)	MATLAB (ซม.)	จริง : สายตา (ร้อยละ)	จริง : MATLAB (ร้อยละ)
1	S	4.50	4.40	4.30	2.22	4.44
2	S	4.70	4.80	4.60	2.13	2.13
3	S	5.50	5.40	5.30	1.82	3.64
4	S	6.30	6.40	6.20	1.59	1.59
5	MS	6.50	6.40	6.30	1.54	3.08
6	M1	7.20	7.10	7.00	1.39	2.78
7	M2	7.60	7.70	7.50	1.32	1.32
8	M2	7.80	7.70	7.60	1.28	2.56
9	L1	8.10	8.30	8.20	2.47	1.23
10	L2	8.60	8.50	8.50	1.16	1.16
			ค่าเฉลี่ย		1.69	2.39
			ค่าสูงสุด		2.47	4.44
			ค่าต่ำสุด		1.16	1.16
			ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน		0.45	1.11

Mahasarakham University

ตาราง ก-21 ข้อมูลการหาความสามารถคัดแยกด้านขนาดของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (Size S)

ชุดที่	เวลา/นาที	จำนวนปลาที่คัดได้ รอบการทำงาน			จำนวนตัว/ชั่วโมง (เฉลี่ย)
		1	2	3	
1	60.00	38.00	40.00	42.00	40.00
2	60.00	42.00	40.00	41.00	41.00
3	60.00	39.00	42.00	44.00	41.67
4	60.00	44.00	41.00	44.00	43.00
5	60.00	38.00	44.00	43.00	41.67
ค่าเฉลี่ย	-	40.00	41.00	43.00	41.47
ค่าสูงสุด	-	44.00	44.00	44.00	43.00
ค่าต่ำสุด	-	38.00	40.00	41.00	40.00
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	-	-	-	-	0.98

ตาราง ก-22 ข้อมูลการหาความสามารถคัดแยกด้านขนาดของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (Size MS)

คนงานคัดแยกคนที่	เวลา/นาที	จำนวนปลาที่คัดได้ รอบการทำงาน			จำนวนตัว/ชั่วโมง (เฉลี่ย)
		1	2	3	
1	60.00	45.00	41.00	40.00	42.00
2	60.00	39.00	43.00	44.00	42.00
3	60.00	41.00	39.00	41.00	40.33
4	60.00	45.00	40.00	42.00	42.33
5	60.00	40.00	38.00	41.00	39.67
ค่าเฉลี่ย	-	42.00	40.00	42.00	41.27
ค่าสูงสุด	-	45.00	43.00	44.00	42.33
ค่าต่ำสุด	-	39.00	38.00	40.00	39.67
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	-	-	-	-	1.06

Mahasarakham University

ตาราง ก-23 ข้อมูลการหาความสามารถคัดแยกด้านขนาดของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (Size M1)

คนงานคัดแยกคนที่	เวลา/นาที	จำนวนปลาที่คัดได้ รอบการทำงาน			จำนวนตัว/ชั่วโมง (เฉลี่ย)
		1	2	3	
1	60.00	41.00	38.00	42.00	40.33
2	60.00	39.00	41.00	40.00	40.00
3	60.00	41.00	39.00	38.00	39.33
4	60.00	45.00	40.00	39.00	41.33
5	60.00	42.00	40.00	41.00	41.00
ค่าเฉลี่ย	-	42.00	40.00	40.00	40.40
ค่าสูงสุด	-	45.00	41.00	42.00	41.33
ค่าต่ำสุด	-	39.00	38.00	38.00	39.33
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	-	-	-	-	0.71

ตาราง ก-24 ข้อมูลการหาความสามารถคัดแยกด้านขนาดของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (Size M2)

คนงานคัดแยกคนที่	เวลา/นาที	จำนวนปลาที่คัดได้ รอบการทำงาน			จำนวนตัว/ชั่วโมง (เฉลี่ย)
		1	2	3	
1	60.00	42.00	41.00	40.00	41.00
2	60.00	38.00	41.00	41.00	40.00
3	60.00	39.00	42.00	38.00	39.67
4	60.00	43.00	39.00	45.00	42.33
5	60.00	38.00	38.00	38.00	38.00
ค่าเฉลี่ย	-	40.00	40.00	40.00	40.20
ค่าสูงสุด	-	43.00	42.00	45.00	42.33
ค่าต่ำสุด	-	38.00	38.00	38.00	38.00
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	-	-	-	-	1.44

Mahasarakham University

ตาราง ก-25 ข้อมูลการหาความสามารถคัดแยกด้านขนาดของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (Size L1)

คนงานคัดแยกคนที่	เวลา/นาที	จำนวนปลาที่คัดได้ รอบการทำงาน			จำนวนตัว/ชั่วโมง (เฉลี่ย)
		1	2	3	
1	60.00	40.00	40.00	43.00	41.00
2	60.00	41.00	44.00	41.00	42.00
3	60.00	40.00	43.00	43.00	42.00
4	60.00	41.00	45.00	40.00	42.00
5	60.00	41.00	43.00	43.00	42.33
ค่าเฉลี่ย	-	41.00	43.00	42.00	41.87
ค่าสูงสุด	-	41.00	45.00	43.00	42.33
ค่าต่ำสุด	-	40.00	40.00	40.00	41.00
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	-	-	-	-	0.45

ตาราง ก-26 ข้อมูลการหาความสามารถคัดแยกด้านขนาดของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (Size L2)

คนงานคัดแยกคนที่	เวลา/นาที	จำนวนปลาที่คัดได้ รอบการทำงาน			จำนวนตัว/ชั่วโมง (เฉลี่ย)
		1	2	3	
1	60.00	41.00	42.00	43.00	42.00
2	60.00	45.00	39.00	45.00	43.00
3	60.00	38.00	38.00	44.00	40.00
4	60.00	43.00	38.00	38.00	39.67
5	60.00	45.00	41.00	41.00	42.33
ค่าเฉลี่ย	-	42.00	40.00	42.00	41.40
ค่าสูงสุด	-	45.00	42.00	45.00	43.00
ค่าต่ำสุด	-	38.00	38.00	38.00	39.67
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	-	-	-	-	1.32

Mahasarakham University

ตาราง ก-27 ข้อมูลการหาความสามารถคัดแยกด้านคุณภาพของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (ปลาสีชำ้)

คนงานคัดแยกคนที่	เวลา(นาที)	จำนวนปลาที่คัดได้ รอบการทำงาน			จำนวนตัว/ชั่วโมง (เฉลี่ย)
		1	2	3	
1	60.00	470.00	473.00	473.00	472.00
2	60.00	488.00	492.00	490.00	490.00
3	60.00	483.00	484.00	484.00	483.67
4	60.00	490.00	493.00	492.00	491.67
5	60.00	486.00	488.00	488.00	487.33
ค่าเฉลี่ย	-	483.00	486.00	485.00	484.93
ค่าสูงสุด	-	490.00	493.00	492.00	491.67
ค่าต่ำสุด	-	470.00	473.00	473.00	472.00
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	-	-	-	-	7.01

ตาราง ก-28 ข้อมูลการหาความสามารถคัดแยกด้านคุณภาพของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (ปลาหัวแตก)

คนงานคัดแยกคนที่	เวลา(นาที)	จำนวนปลาที่คัดได้ รอบการทำงาน			จำนวนตัว/ชั่วโมง (เฉลี่ย)
		1	2	3	
1	60.00	473.00	474.00	476.00	474.33
2	60.00	489.00	490.00	490.00	489.67
3	60.00	473.00	475.00	476.00	474.67
4	60.00	488.00	489.00	492.00	489.67
5	60.00	476.00	479.00	478.00	477.67
ค่าเฉลี่ย	-	480.00	481.00	482.00	481.20
ค่าสูงสุด	-	489.00	490.00	492.00	489.67
ค่าต่ำสุด	-	473.00	474.00	476.00	474.33
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	-	-	-	-	7.01

Mahasarakham University

ตาราง ก-29 ข้อมูลการหาความสามารถคัดแยกด้านคุณภาพของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (ปลาเป็นรู)

คนงานคัดแยกคนที่	เวลา(นาที)	จำนวนปลาที่คัดได้			จำนวนตัว/ชั่วโมง (เฉลี่ย)
		รอบการทำงาน			
		1	2	3	
1	60.00	486.00	487.00	487.00	486.67
2	60.00	480.00	484.00	481.00	481.67
3	60.00	487.00	491.00	489.00	489.00
4	60.00	483.00	484.00	487.00	484.67
5	60.00	472.00	476.00	474.00	474.00
ค่าเฉลี่ย	-	482.00	484.00	484.00	483.20
ค่าสูงสุด	-	487.00	491.00	489.00	489.00
ค่าต่ำสุด	-	472.00	476.00	474.00	474.00
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	-	-	-	-	5.19

Mahasarakham University

ตาราง ก-30 ข้อมูลการหาความแม่นยำในการคัดแยกด้านขนาดของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (ชุดที่1)

ชนิดปลา/ขนาดปลา		จำนวนตัว	รอบการทำงาน			ความแม่นยำ (ร้อยละ)
			1	2	3	
เล็ก	S1	20.00	16.00	16.00	17.00	81.67
	MS	20.00	15.00	17.00	17.00	81.67
กลาง	M1	20.00	18.00	16.00	19.00	88.33
	M2	20.00	17.00	17.00	19.00	88.33
ใหญ่	L1	20.00	19.00	19.00	19.00	95.00
	L2	20.00	18.00	18.00	18.00	90.00
		ค่าเฉลี่ย				87.50
		ค่าสูงสุด				95.00
		ค่าต่ำสุด				81.67
		ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน				5.14

ตาราง ก-31 ข้อมูลการหาความแม่นยำในการคัดแยกด้านคุณภาพของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (ชุดที่1)

ชนิดปลา/ขนาดปลา		จำนวนตัว	รอบการทำงาน			ความแม่นยำ (ร้อยละ)
			1	2	3	
ปลาเสีย	สีช้ำ	20.00	15.00	15.00	15.00	75.00
	ตัวแตก	20.00	16.00	16.00	17.00	81.67
	เป็นรู	20.00	19.00	20.00	20.00	98.33
		ค่าเฉลี่ย				85.00
		ค่าสูงสุด				98.33
		ค่าต่ำสุด				75.00
		ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน				12.02

Mahasarakham University

ตาราง ก-32 ข้อมูลการหาความแม่นยำในการคัดแยกด้านขนาดของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (ชุดที่2)

ชนิดปลา/ขนาดปลา		จำนวนตัว	รอบการทำงาน			ความแม่นยำ (ร้อยละ)
			1	2	3	
เล็ก	S1	20.00	16.00	17.00	16.00	81.67
	MS	20.00	17.00	18.00	18.00	88.33
กลาง	M1	20.00	18.00	20.00	19.00	95.00
	M2	20.00	17.00	16.00	19.00	86.67
ใหญ่	L1	20.00	18.00	16.00	18.00	86.67
	L2	20.00	19.00	16.00	18.00	88.33
		ค่าเฉลี่ย				87.78
		ค่าสูงสุด				95.00
		ค่าต่ำสุด				81.67
		ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน				4.30

ตาราง ก-33 ข้อมูลการหาความแม่นยำในการคัดแยกด้านคุณภาพของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (ชุดที่2)

ชนิดปลา/ขนาดปลา		จำนวนตัว	รอบการทำงาน			ความแม่นยำ (ร้อยละ)
			1	2	3	
ปลาเสีย	สีช้ำ	20.00	18.00	20.00	18.00	93.33
	ตัวแตก	20.00	18.00	18.00	19.00	91.67
	เป็นรู	20.00	20.00	20.00	18.00	96.67
		ค่าเฉลี่ย				93.89
		ค่าสูงสุด				96.67
		ค่าต่ำสุด				91.67
		ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน				2.55

Mahasarakham University

ตาราง ก-34 ข้อมูลการหาความแม่นยำในการคัดแยกด้านขนาดของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (ชุดที่3)

ชนิดปลา/ขนาดปลา		จำนวนตัว	รอบการทำงาน			ความแม่นยำ (ร้อยละ)
			1	2	3	
เล็ก	S1	20.00	20.00	16.00	19.00	91.67
	MS	20.00	20.00	18.00	18.00	93.33
กลาง	M1	20.00	18.00	18.00	19.00	91.67
	M2	20.00	18.00	20.00	19.00	95.00
ใหญ่	L1	20.00	17.00	18.00	18.00	88.33
	L2	20.00	16.00	20.00	18.00	90.00
		ค่าเฉลี่ย				91.67
		ค่าสูงสุด				95.00
		ค่าต่ำสุด				88.33
		ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน				2.36

ตาราง ก-35 ข้อมูลการหาความแม่นยำในการคัดแยกด้านคุณภาพของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (ชุดที่3)

ชนิดปลา/ขนาดปลา		จำนวนตัว	รอบการทำงาน			ความแม่นยำ (ร้อยละ)
			1	2	3	
ปลาเสีย	สีช้ำ	20.00	18.00	18.00	20.00	93.33
	ตัวแตก	20.00	19.00	20.00	18.00	95.00
	เป็นรู	20.00	19.00	19.00	20.00	96.67
		ค่าเฉลี่ย				95.00
		ค่าสูงสุด				96.67
		ค่าต่ำสุด				93.33
		ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน				1.67

Mahasarakham University

ตาราง ก-36 ข้อมูลการหาความแม่นยำในการคัดแยกด้านขนาดของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (ชุดที่4)

ชนิดปลา/ขนาดปลา		จำนวนตัว	รอบการทำงาน			ความแม่นยำ (ร้อยละ)
			1	2	3	
เล็ก	S1	20.00	16.00	17.00	18.00	85.00
	MS	20.00	17.00	20.00	18.00	91.67
กลาง	M1	20.00	20.00	19.00	19.00	96.67
	M2	20.00	20.00	20.00	19.00	98.33
ใหญ่	L1	20.00	16.00	16.00	18.00	83.33
	L2	20.00	16.00	20.00	18.00	90.00
		ค่าเฉลี่ย				90.83
		ค่าสูงสุด				98.33
		ค่าต่ำสุด				83.33
		ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน				6.03

ตาราง ก-37 ข้อมูลการหาความแม่นยำในการคัดแยกด้านคุณภาพของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (ชุดที่4)

ชนิดปลา/ขนาดปลา		จำนวนตัว	รอบการทำงาน			ความแม่นยำ (ร้อยละ)
			1	2	3	
ปลาเสีย	สีซ้ำ	20.00	19.00	18.00	18.00	91.67
	ตัวแตก	20.00	18.00	18.00	19.00	91.67
	เป็นรู	20.00	20.00	18.00	18.00	93.33
		ค่าเฉลี่ย				92.22
		ค่าสูงสุด				93.33
		ค่าต่ำสุด				91.67
		ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน				0.96

Mahasarakham University

ตาราง ก-38 ข้อมูลการหาความแม่นยำในการคัดแยกด้านขนาดของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (ชุดที่5)

ชนิดปลา/ขนาดปลา		จำนวนตัว	รอบการทำงาน			ความแม่นยำ (ร้อยละ)
			1	2	3	
เล็ก	S1	20.00	16.00	18.00	19.00	88.33
	MS	20.00	19.00	20.00	18.00	95.00
กลาง	M1	20.00	18.00	18.00	19.00	91.67
	M2	20.00	18.00	19.00	19.00	93.33
ใหญ่	L1	20.00	18.00	19.00	18.00	91.67
	L2	20.00	17.00	17.00	18.00	86.67
		ค่าเฉลี่ย				91.11
		ค่าสูงสุด				95.00
		ค่าต่ำสุด				86.67
		ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน				3.10

ตาราง ก-39 ข้อมูลการหาความแม่นยำในการคัดแยกด้านคุณภาพของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้ง (ชุดที่5)

ชนิดปลา/ขนาดปลา		จำนวนตัว	รอบการทำงาน			ความแม่นยำ (ร้อยละ)
			1	2	3	
ปลาเสีย	สีซ้ำ	20.00	19.00	19.00	19.00	95.00
	ตัวแตก	20.00	19.00	16.00	18.00	88.33
	เป็นรู	20.00	18.00	18.00	19.00	91.67
		ค่าเฉลี่ย				91.67
		ค่าสูงสุด				95.00
		ค่าต่ำสุด				88.33
		ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน				3.33

Mahasarakham University

ภาคผนวก ข
ข้อมูลทั่วไปและขั้นตอนการใช้ซอร์ฟแวร์

Mahasarakham University

ซอร์ฟแวร์

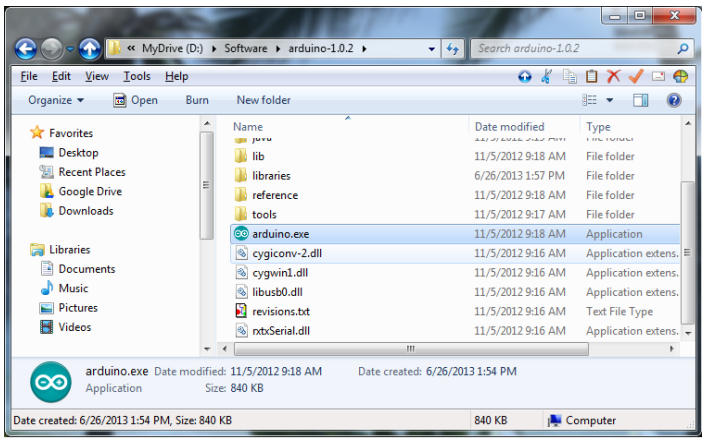
1. Arduino IDE

Arduino IDE เป็นโปรแกรมสำหรับเขียนบน Arduino เป็นแบบ Open Source คือ เปิดเผยต้นฉบับ สามารถนำไปศึกษาและพัฒนาต่อยอดได้ ลักษณะของภาษาในการเขียนโปรแกรมจะใช้ภาษา C++ ซึ่งเป็นรูปแบบภาษาหนึ่ง รูปแบบโครงสร้างทางภาษาโดยรวมคล้ายกับภาษา C มาตรฐาน (ANCI-C) แต่มีการปรับปรุงเพื่อลดความยุ่งยากของการใช้งานลง เพื่อให้สามารถใช้งานได้ง่ายและสะดวกยิ่งกว่าเดิม โปรแกรม Arduino ไม่ใช่ C-Compiler แต่จะทำหน้าที่เป็น Text Editor ของภาษา C++ ตัวหนึ่ง โดยจะทำงานร่วมกับ Utility บางส่วนที่ Arduino สร้างขึ้นมารองรับ โดย Arduino จะใช้รูปแบบการทำงานเป็น Text Editor เพื่อสื่อสารกับผู้ใช้เท่านั้น Arduino จะไปเรียกใช้ตัวแปลภาษา C และ Utility อื่น ๆ ที่เป็นเครื่องมือพัฒนาโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR อีกทีหนึ่ง ขั้นตอนการติดตั้ง Arduino IDE มีดังต่อไปนี้

1.1 Arduino IDE สามารถ Download กันได้ที่ (เลือกระบบปฏิบัติการที่ต้องการ)

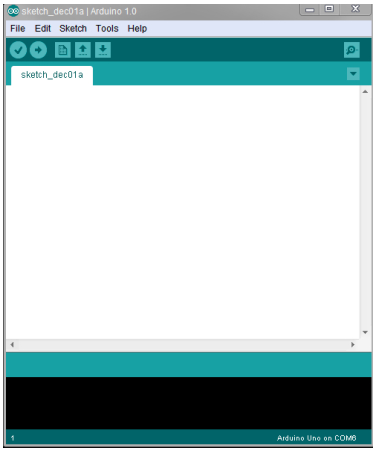
- Windows : http://arduino.googlecode.com/files/arduino-1.0.5-windows.exe
- MAC : http://arduino.googlecode.com/files/arduino-1.0.5-macosx.zip
- Linux 32 bit : http://arduino.googlecode.com/files/arduino-1.0.5-linux32.tgz
- Linux 64 bit : http://arduino.googlecode.com/files/arduino-1.0.5-linux64.tgz

1.2 เมื่อดาวน์โหลดเสร็จ ทำการ Unzip จากนั้นเข้าไปยังแฟ้ม (Folder) ของโปรแกรมแสดงดังภาพประกอบภาคผนวก ข-1 ต่อไปดับเบิลคลิกที่ Icon เพื่อเริ่มโปรแกรมซึ่งภายในโปรแกรม ซึ่ง Interface ดังภาพประกอบภาคผนวก ข-2



ภาพประกอบ ข-1 ที่อยู่ของโปรแกรม Arduino IDE

Mahasarakham University

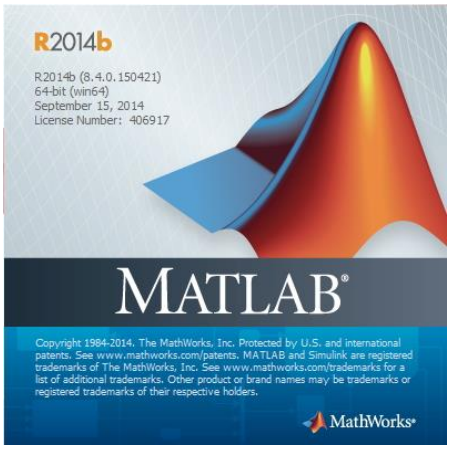


ภาพประกอบ ข-2 Interface ของโปรแกรม Arduino IDE

2. โปรแกรมMATLAB

MATLAB เป็นภาษาที่มีประสิทธิภาพสูงใช้สำหรับคำนวณทางด้านเทคนิค ตัวโปรแกรม ได้รวมเอาความสามารถในการคำนวณ, การดูและติดตามข้อมูลต่างๆ รวมทั้งการเขียนโปรแกรม ไว้ในรูปแบบที่ง่ายต่อการใช้งาน โดยที่ปัญหาและวิธีการหาคำตอบ จะแสดงโดยใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ตามปกติ การใช้งานทั่วๆไปก็มีตามนี้ครับ

- คำนวณทางคณิตศาสตร์
- พัฒนาอัลกอริธึม (Algorithm)
- สร้างแบบจำลอง (Modeling), จำลองการทำงาน(simulation), และ สร้างตัวต้นแบบ (prototyping)
- วิเคราะห์ข้อมูล, ตรวจค้นข้อมูล, และ แสดงผลข้อมูลในรูปแบบต่างๆ
- แสดงภาพกราฟิคต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์
- พัฒนาโปรแกรมใช้งานต่างๆ อันนี้รวมถึงการสร้าง Graphical User Interface (GUI) ด้วย



ภาพประกอบ ข-3 โปรแกรม MATLAB

3. Code Array (เก็บค่าเชิงตัวแปรในการคัดแยก)

```
int Size[1000];
int y=0; int x=0; int A=0; int B=0; int C=0; int D=0; int E=0; int F=0; int G=0;

int S=2; int MS=3;int M1=4;int M2=5;int L1=6;int L2=7;
void loop() {
if(digitalRead(2)==HIGH){  x+1;    Size[x]=S; }
if(digitalRead(3)==HIGH){  x+1;    Size[x]=MS; }
if(digitalRead(4)==HIGH){  x+1;    Size[x]=M1; }
if(digitalRead(5)==HIGH){  x+1;    Size[x]=M2; }
if(digitalRead(6)==HIGH){  x+1;    Size[x]=L1; }
if(digitalRead(7)==HIGH){  x+1;    Size[x]=L2; }

if(analogRead(A0)>=350){
delay(700); A+1;
if(Size[A]==2){ B+1; }  //size S
if(Size[A]==3){ C+1; }  //size MS
if(Size[A]==4){ D+1; }  //size M1
if(Size[A]==5){ E+1; }  //size M2
if(Size[A]==6){ F+1; }  //size L1
if(Size[A]==7){ G+1; }  //size L2  }

if (B == 1){
    if (analogRead(A8) <= 270){ ///////////S
                delay(300);
```

กำหนด คอลัมน์ Array ขนาด 10X100

รับค่า Logic จากโปรแกรม Matlab ในการคัดแยกขนาดเพื่อเก็บข้อมูลเป็นคอลัมน์ Array

ดึงค่า Array มาใช้ในการทำเงื่อนไขคัดแยกแต่ละขนาดของปลาข้างเหลืองตากแห้ง

เงื่อนไขและเซ็นเซอร์ในการคัดแยกแต่ละขนาด

ภาพประกอบ ข-4 โค้ดการเก็บค่าเชิงตัวแปรในการคัดแยก 1

Mahasarakham University

```
digitalWrite(22,LOW); delay (300); digitalWrite(22,HIGH); delay(300);
                        B=0;    } }
if (C == 1){
      if (analogRead(A9) <= 200){ ///////////MS
                        delay(400);
    digitalWrite(24,LOW); delay (300); digitalWrite(24,HIGH); delay(300);
                        C=0; } }

if (D == 1){
      if (analogRead(A10) >= 350){ ///////////M1
                        delay(600);
            digitalWrite(26,LOW); delay(300); digitalWrite(26,HIGH); delay(300);
                        D=0; } }

if (E == 1){
      if (analogRead(A11) <= 320){ ///////////M2
                        delay(500);
            digitalWrite(28,LOW); delay(300); digitalWrite(28,HIGH); delay(300);
                        E=0;  } }

if (F == 1){
      if (analogRead(A12) <= 160){ ///////////L1
                        delay(400);
            digitalWrite(34,LOW); delay(300); digitalWrite(34,HIGH); delay(300);
                        F=0;  } }

if (G == 1){
      if (analogRead(A13) <= 400){ ///////////L2
                        delay(400);
           digitalWrite(38,LOW); delay(300); digitalWrite(38,HIGH); delay(300);
                        G=0;  } }
}
```

ภาพประกอบ ข-5 โค้ดการเก็บค่าเชิงตัวแปรในการคัดแยก 2

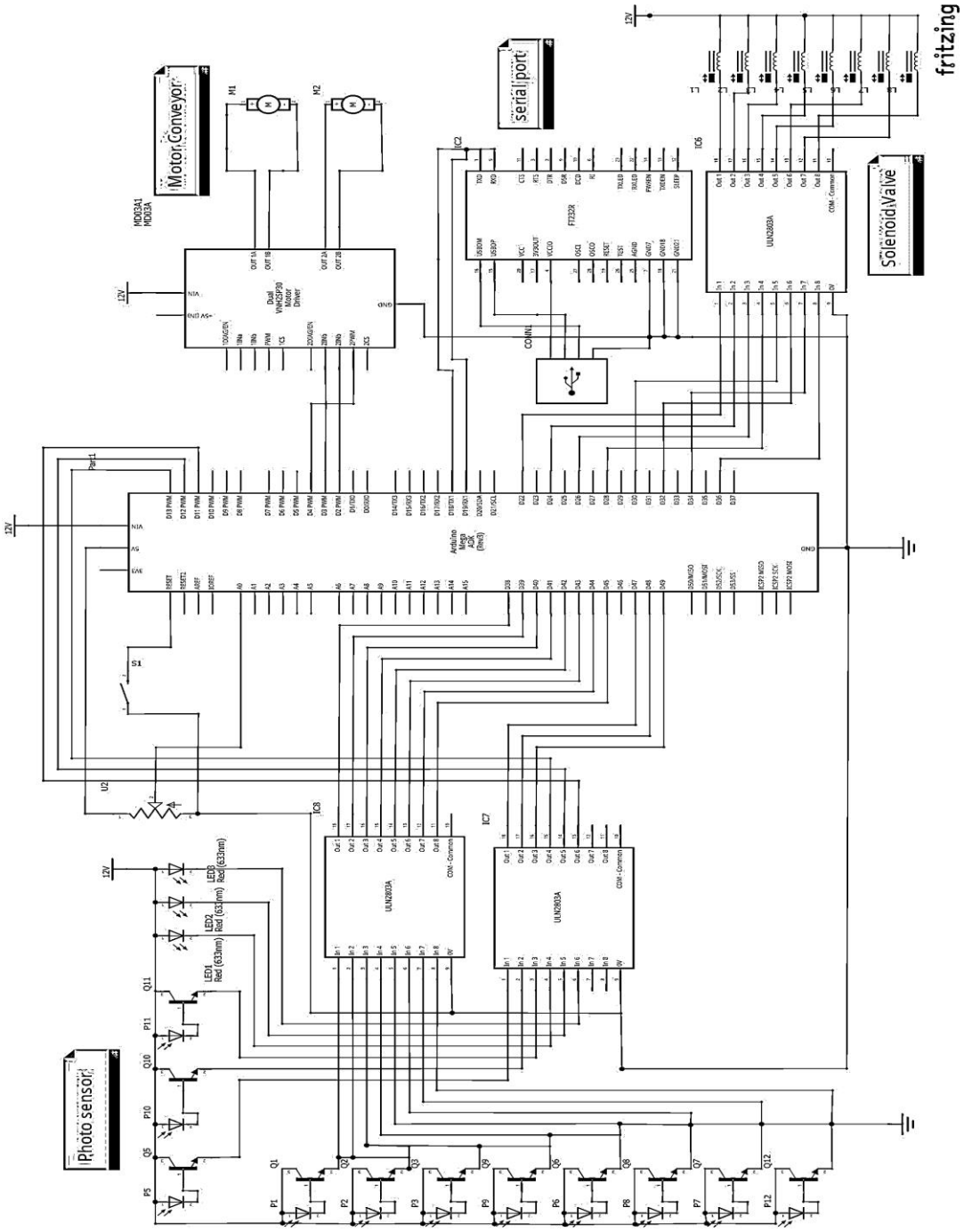
Mahasarakham University

ภาคผนวก ค
ข้อมูลทั่วไปและรายละเอียดของฮาร์ดแวร์

Mahasarakham University

ข้อมูลทั่วไปของฮาร์ดแวร์

ฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ แสดงดังภาพประกอบภาคผนวก ค-1 ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้



ภาพประกอบ ค-1 วงจรรวมของเครื่องคัดแยกปลาข้างเหลืองตากแห้งที่ออกแบบ

Mahasarakham University

1. คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล

คอมพิวเตอร์แบ่งออกเป็น 4 ชนิด คือ ไมโครคอมพิวเตอร์ (Microcomputer) มินิคอมพิวเตอร์ (Minicomputer) คอมพิวเตอร์เมนเฟรม (Mainframe Computer) และซูเปอร์คอมพิวเตอร์ (Supercomputer) โดยแบ่งตามขนาด ความเร็ว สมรรถนะในการทำงาน และราคาของคอมพิวเตอร์ อย่างไรก็ตามการแบ่งประเภทของคอมพิวเตอร์อาจเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาและการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ ๆ ซึ่งคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลนั้น คือ ไมโครคอมพิวเตอร์ชนิดหนึ่งซึ่งเป็นคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กสุดและใช้กันอย่างแพร่หลาย ได้แก่ คอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ และคอมพิวเตอร์ที่สามารถเคลื่อนย้ายได้ เช่น แลปทอป (Laptop) เป็นต้น คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ ฮาร์ดแวร์ หมายถึง ตัวเครื่องคอมพิวเตอร์ ตลอดจนอุปกรณ์ที่ต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้ในการประมวลผลประกอบด้วย หน่วยรับข้อมูล และหน่วยประมวลผลกลาง เป็นต้น และซอฟต์แวร์ หมายถึง โปรแกรมหรือชุดคำสั่งที่เขียนขึ้นเพื่อสั่งให้คอมพิวเตอร์ทำงาน โดยทั่วไปของคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1.1 หน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit : CPU) ทำหน้าที่เป็นตัวประมวลผลหลักภายในคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วยทรานซิสเตอร์จำนวนหลายล้านตัว นำมาผลิตโดยใช้เทคโนโลยีชั้นสูง

1.2 เมนบอร์ด (Mainboard) เป็นแผนวงจรอิเล็กทรอนิกส์ขนาดใหญ่ ทำหน้าที่บรรจุ CPU และฮาร์ดแวร์อื่น ๆ ภายในคอมพิวเตอร์

1.3 หน่วยความจำหลัก (Main Memory) แบ่งเป็น 2 ชนิด ได้แก่

1.3.1 แรม (Random Access Memory : RAM) เป็นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ทำหน้าที่เก็บข้อมูลและคำสั่งสำหรับนำไปประมวลผลใน CPU เมื่อประมวลผลเสร็จแล้ว CPU จะส่งผลลัพธ์มาเก็บไว้ในหน่วยความจำอีกครั้ง แรมใช้ไฟฟ้าในการหล่อเลี้ยงความจำ ถ้าปิดเครื่องข้อมูลและคำสั่งที่บันทึกไว้ในแรมจะหายไป

1.3.2 รอม (ROM) ใช้เก็บข้อมูลถาวรเกี่ยวกับการตั้งค่าระบบที่เรียกว่า ไบออส (Basic Input Output System : BIOS)

1.4 ฮาร์ดดิสก์ (Harddisk) มีลักษณะเป็นจานพลาสติก หรือโลหะที่เคลือบด้วยสารแม่เหล็ก ใช้สำหรับบันทึกระบบปฏิบัติการ โปรแกรมต่าง ๆ สิ่งที่บันทึกอยู่ภายในจะไม่สูญหายไปเมื่อปิดเครื่อง หน่วยความจำนี้มีความเร็วในการบันทึกข้อมูลและอ่านข้อมูลช้ากว่าแรม แต่สามารถบรรจุข้อมูลได้มากกว่า

1.5 จอแสดงผล (Monitor) เป็นอุปกรณ์สำหรับแสดงข้อมูล ตัวเลข และภาพกราฟฟิคต่าง ๆ บนจอแสดงผล

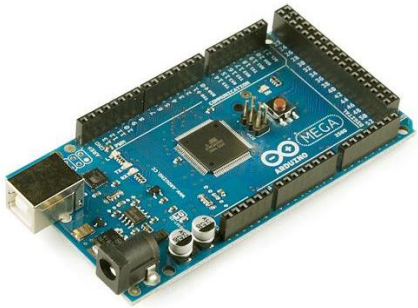
1.6 เคส (Case) เป็นวัสดุที่ใช้ห่อหุ้มและรองรับอุปกรณ์ต่าง ๆ ของตัวเครื่องคอมพิวเตอร์ยกเว้นจอแสดงผล

Mahasarakham University

2. ชุดโมดูลบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino รุ่น Mega 2560

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดหนึ่ง ซึ่งรวมเอาหน่วยประมวลผล หน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์และลอจิก วงจรรับสัญญาณอินพุต วงจรส่งสัญญาณเอาท์พุต รวมถึงหน่วยความจำวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาไว้ด้วยกัน ทำให้สามารถนำไปใช้งานแทนวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ซับซ้อนได้เป็นอย่างดี โดยไมโครคอนโทรลเลอร์มาจากค่าสองค่ารวมกัน คือ ไมโคร ซึ่งหมายถึงไมโครโปรเซสเซอร์ เป็นอุปกรณ์ประมวลผลข้อมูลขนาดเล็ก ภายในมีหน่วยประมวลผลกลาง หรือ CPU ประกอบด้วยหน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์และลอจิก วงจรเชื่อมต่อหน่วยความจำวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา อีกคำหนึ่งคือคำว่า คอนโทรลเลอร์ หมายถึง อุปกรณ์ควบคุม ดังนั้น ไมโครคอนโทรลเลอร์จึงเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุม โดยที่สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อกำหนดรูปแบบการควบคุมได้อย่างเป็นอิสระ

Arduino Mega 2560 เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่นใหญ่ในของตระกูล Arduino ใช้ชิพ ATmega2560 เป็นหน่วยประมวลผลประจำบอร์ด ที่มีหน่วยความจำแฟลช 256 กิโลไบต์ แรม 8-256 กิโลไบต์ ใช้ไฟเลี้ยง 7 ถึง 12 โวลต์ แรงดันของระบบอยู่ที่ 5 โวลต์ มีฟังก์ชันการทำงานชนิด Digital Input/Output PWM Analog Input Serial UART I2C และ SPI เขียนโปรแกรมบน Arduino IDE และเชื่อมต่อกับโปรแกรมผ่าน USB เหมาะสำหรับผู้ที่สนใจเริ่มต้นเรียนรู้การพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ต้องการบอร์ด Arduino ที่มีหน่วยความจำและขาสัญญาณต่าง ๆ ให้ต่อใช้งานมากขึ้น แสดงดังภาพประกอบภาคผนวก ค-2



ภาพประกอบ ค-2 ชุดโมดูลบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega 2560
(วีนัส ซัพพลาย จำกัด, 2557 ก)

คุณสมบัติของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ได้แก่

- หน่วยความจำแบบ Flash 256 กิโลไบต์ โดยแบ่งเป็น Boot loader 8 กิโลไบต์
- เลือกใช้แหล่งกำเนิดสัญญาณนาฬิกาแบบ Crystal Oscillator ที่มีค่า 16 เมกะเฮิร์ต เพื่อให้สามารถใช้งานพอร์ทสื่อสารอนุกรมได้อย่างลงตัว
- EPROM 4 กิโลไบต์ SRAM 8 กิโลไบต์
- พอร์ตเป็น 54 Digital Input/Output ซึ่งมี 15 ขา ที่สามารถสร้างเป็น PWM Output ได้
- พอร์ต 16 Analog Input/Output

Mahasarakham University

- ไฟกระแสตรง (DC) ขา I/O มีค่า 40 มิลลิแอมป์
- ไฟกระแสตรง (DC) ขา 3.3 โวลต์ 50 มิลลิแอมป์
- ไมโครคอนโทรลเลอร์ประจำบอร์ดที่ได้รับการติดตั้ง Bootloader สามารถอัพโหลดโปรแกรมให้บอร์ดผ่านทางพอร์ตสื่อสารแบบอนุกรมได้ทันที
- ขั้วต่อ USB Interface สื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมเข้าคอมพิวเตอร์ได้ทันที
- LED สำหรับแสดงสถานะไฟเลี้ยง และแสดงสถานการณ์รับส่งข้อมูล
- ใช้ไฟเลี้ยงประจำบอร์ด 7-12 โวลต์ และไฟที่นำไปใช้งาน 5 โวลต์

Arduino เป็นภาษาอิตาลีซึ่งเป็นชื่อของโครงการพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR แบบ Open Source ที่ได้รับการปรับปรุงมาจากโครงการ Open Source ของ AVR Arduino มีจุดเด่นในเรื่องของความง่ายในการเรียนรู้และใช้งาน เนื่องจากมีการออกคำสั่งต่าง ๆ ขึ้นมาสนับสนุนการใช้งานด้วยรูปแบบที่ง่ายไม่ซับซ้อน ซึ่งแม้ว่า Arduino จะมีรูปแบบการใช้งานคล้าย กับไมโครคอนโทรลเลอร์อย่าง Basic Stap ของ Parallax แต่ก็มีจุดเด่นกว่ารายอื่น คือ

1) ราคาไม่แพง เนื่องจากมี Source Code และวงจรแจกให้ฟรี สามารถต่อวงจรขึ้นมาใช้เองได้รวมถึงมีการเปิดเผยวงจร Source Code ทั้งหมดทำให้สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดได้ดีทั้งด้านฮาร์ดแวร์และซอร์ฟแวร์

2) โปรแกรมที่ใช้พัฒนาของ Arduino สามารถรองรับการทำงานทั้ง Window Linux และ OSx

3) รูปแบบคำสั่งง่ายต่อการใช้งาน แต่สามารถนำไปใช้งานจริง กับส่วนที่มีความซับซ้อนมากได้ และยังสามารถสร้างคำสั่งรวมถึง Library ใหม่ ๆ ขึ้นมาใช้งานเองได้ เมื่อมีความชำนาญมากขึ้น

สำหรับการเขียนโปรแกรมของ Arduino นั้นใช้ภาษา C++ ซึ่งเป็นรูปแบบของภาษาซีประยุกต์รูปแบบหนึ่งที่มีโครงสร้างการทำงานของตัวภาษาโปรแกรมโดยรวมคล้ายกับภาษาซีมาตรฐานทั่วไป เพียงแต่ได้มีการปรับปรุงเพื่อลดความยุ่งยากในการใช้งานลดลง และผู้ใช้สามารถใช้งานเขียนโปรแกรมได้ง่าย สะดวกมากกว่าการเขียนภาษาซีแบบมาตรฐาน แต่ในความเป็นจริงนั้นโปรแกรมดังกล่าวไม่ใช่ C-Compiler โดยตรง เนื่องจาก Arduino จะมีลักษณะการทำงานเช่นเดียวกับ Text Editor ของภาษา C++ ตัวหนึ่งโดยจะทำงานร่วมกับ Utility บางส่วนที่ Arduino สร้างขึ้นมารองรับ โดย Arduino จะใช้รูปแบบการทำงานของ Editor เป็นฉากหน้า ในการติดต่อสื่อสารกับผู้ใช้เท่านั้น ส่วนเบื้องหลังแล้ว Arduino จะไปเรียกใช้ตัวแปลภาษาซี และ Utility อื่นที่ใช้เป็นเครื่องมือพัฒนาโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR อีกทีหนึ่ง Arduino จะเลือกใช้ Compiler ของ GNU AVR-GCC Toolchain ร่วมกับ Library Function ของ avr-libc ส่วน Utility ที่ใช้ในการอัพโหลดคำสั่งให้กับ AVR จะใช้ในส่วนของ AVRDude

ภาษาซีของ Arduino จะจัดแบ่งรูปแบบโครงสร้างของการเขียนโปรแกรมเป็นส่วนย่อยหลายส่วน โดยเรียกแต่ละส่วนว่า ฟังก์ชั่น และเมื่อนำฟังก์ชันมารวมเข้าด้วยกันก็จะเรียกว่า โครงสร้างการเขียนโปรแกรมของ Arduino ทุกโปรแกรมจะประกอบไปด้วยฟังก์ชั่นจำนวนเท่าใดก็ได้ แต่อย่างน้อยสุดต้องมี 2 ฟังก์ชั่น คือ setup() และ loop()

Mahasarakham University

1) Setup() เป็นฟังก์ชันบังคับที่ต้องกำหนดให้มีทุกโปรแกรม ถึงแม้ว่าบางโปรแกรมจะไม่ต้องการใช้งานก็ยังจำเป็นต้องประกาศไว้เสมอ เพียงแต่ไม่ต้องเขียนคำสั่งใด ๆ ไว้หลังวงเล็บปีกกา {} ที่ใช้เป็นตัวกำหนดขอบเขตของฟังก์ชั่น โดยฟังก์ชันนี้ใช้สำหรับบรรจุคำสั่งที่ต้องการให้โปรแกรมทำงานเพียงรอบเดียว ตอนเริ่มต้นทำงานของโปรแกรมครั้งแรกเท่านั้น ซึ่งได้แก่ คำสั่งเกี่ยวกับการ Setup ค่าการทำงานต่างๆ เช่น การกำหนดหน้าที่ของการใช้งานของ PinMode และค่า Baudrate สำหรับการใช้งานสื่อสารพอร์ตอนุกรม เป็นต้น

2) Loop() เป็นส่วนฟังก์ชันบังคับที่ต้องกำหนดให้มีในทุกโปรแกรม เช่นเดียวกันกับ Setup() โดยฟังก์ชั่น Loop() นี้จะใช้ในการบรรจุคำสั่งที่ต้องการให้โปรแกรมทำงานเป็นวนรอบซ้ำ ๆ กันไปไม่รู้จบ ซึ่งเปรียบเทียบได้กับฟังก์ชั่น main() ใน ANSCI-C นั่นเอง

3. กล้องดิจิตอล Basler ACE รุ่น acA2500-14gc

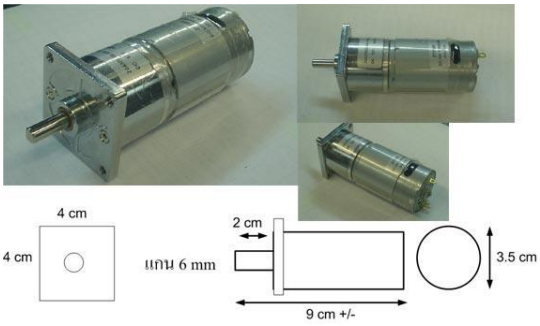
คุณสมบัติของกล้องดิจิตอลรุ่นนี้ คือ ขนาด 29 x 29 มิลลิเมตร เซนเซอร์กล้องเป็นชนิด CMOS ที่มีความละเอียดของกล้อง 2592 x 1944 พิคเซล (5 ล้านพิคเซล) ความเร็วในการรับภาพ 14 เฟรมต่อวินาที การสื่อสารแบบ Gigabit Ethernet พร้อมกับ Power over Ethernet (PoE) มีฟังก์ชั่นการใช้งานอัตโนมัติต่าง ๆ ถูกใส่เข้าไป เช่น Software Trigger ใช้งานง่ายทั้งด้านซอร์ฟแวร์และฮาร์ดแวร์ ไดร์ฟเวอร์และไลบารี่ SDK Driver สำหรับกล้อง เข้ากันได้กับมาตรฐานของระบบวิชั่นล่าสุด GenICam GigE Vision และ EMVA 1288 และสามารถใช้บนระบบปฏิบัติการ Windows Linux 32 และ 64 บิต แสดงดังภาพประกอบภาคผนวก ค-3

ภาพประกอบ ค-3 Basler ACE รุ่น acA2500-14gc
(โซลิแมค ออโตเมชั่น, 2557)

Mahasarakham University

4. มอเตอร์กระแสตรง ZGA37FH

มอเตอรไฟฟากระแสตรง (DC Motor) คือ เครื่องจักรกลไฟฟาที่ทำหนาที่รับกำลังงานไฟฟาจากภายนอกเขามาแลวเปลี่ยนเปนกำลังงานกลเพื่อสงออกไป สำหรับงานวิจัยนี้ใช้มอเตอร์กระแสตรงรุ่น ZGA37FH ประกอบด้วยมอเตอร์ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.5 เซนติเมตร ความยาวของเพลา 2 เซนติเมตร ความเร็วรอบ 100 รอบต่อนาที และชุดเกียร์ที่มีอัตราส่วน 1 ต่อ 60 ความยาวของชุดเกียร์ 26.5 ความเร็วรอบขณะไม่มีโหลด 60 รอบต่อนาที ความเร็วรอบสูงสุด 42 รอบต่อนาที แรงบิดสูงสุด 5.8 กิโลกรัมเซนติเมตร รับกระแสไฟฟ้าได้สูงสุด 1.4 แอมป์ ภาพประกอบภาคผนวก ค-4

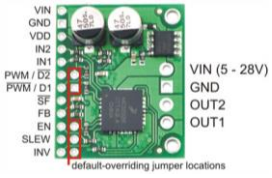


ภาพประกอบ ค-4 มอเตอร์กระแสตรงที่ใช้ (บ้านอิเล็กทรอนิกส์, 2557)

5. Motor Driver MC33926

MC33926 เป็นบอร์ดสำเร็จรูปที่มีไอซีชุดขับเคลื่อนแบบฟูลบริดจ์เดี่ยว (Single Full Bridge Driver) ถูกออกแบบมาให้รับกับระดับลอจิกแบบ TTL เช่นเดียวกับ L298N แต่คุณสมบัติของรุ่นนี้ คือ ระยะการทำงานของแรงดันไฟฟ้า 5-28 โวลต์ จ่ายกระแสต่อเนื่องได้ 3 แอมป์ ต่อ มอเตอร์กระแสตรง 1 ตัว (สูงสุด 5 แอมป์) รองรับความถี่สูงสุดสำหรับ PWM ที่ 20 กิโลเฮิร์ต สามารถทำงานในระดับลอจิก 3-5 โวลต์ เพื่อจ่ายสัญญาณ PWM ออกไปยังมอเตอร์กระแสตรง แสดงดังภาพประกอบภาคผนวก ข-7

ก.



ข.

ภาพประกอบ ค-5 MC33926 ก. ชุดโมดูล ข. ฟังก์ชันภายในชุดโมดูล
(วีนัส ซัพพลาย จำกัด, 2557 ข)

Mahasarakham University

8. Switching Power Supply

สวิตซ์ชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย (Switching Power Supply) เป็นแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงที่สามารถคงค่าแรงดันแบบหนึ่ง และสามารถเปลี่ยนแรงดันไฟจากไฟกระแสสลับที่มีแรงดันไฟสูง ให้เป็นแรงดันไฟกระแสตรงที่มีค่าต่ำ เพื่อใช้ในงานอิเลคทรอนิกส์ได้เช่นเดียวกันแหล่งจ่ายไฟเชิงเส้น (Linear Power Supply) ถึงแม้เพาเวอร์ซัพพลายทั้งสองแบบจะต้องมีการใช้หม้อแปลงในการลดทอนแรงดันสูงให้เป็นแรงดันต่ำเช่นเดียวกัน แต่สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายจะต้องการใช้หม้อแปลงที่มีขนาดเล็ก และน้ำหนักน้อย เมื่อเทียบกับแหล่งจ่ายไฟเชิงเส้น อีกทั้งสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายยังมีประสิทธิภาพสูงกว่าอีกด้วย สำหรับงานวิจัยนี้ได้ใช้สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายที่แปลงจากแรงดันไฟกระแสสลับ 100-200 โวลต์ 3.6 แอมป์ ความถี่ 60 เฮิร์ต และ 200-240 โวลต์ 1.8 แอมป์ ความถี่ 50 เฮิร์ต เป็นแรงดันกระแสตรง 12 โวลต์ 20.8 แอมป์ ขนาดของชุดนี้ ความกว้าง 20 เซนติเมตร ความยาว 11 เซนติเมตร และความสูง 5 เซนติเมตร แสดงดังภาพประกอบภาคผนวก ค-6

ภาพประกอบ ค-6 Switching Power Supply (มยุรี จุลมนัส, 2557)

Mahasarakham University

ประวัติย่อผู้วิจัย

Mahasarakham University

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ นามสกุล	จ่าอากาศตรี คุณาวุฒิ คุณา
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 25 กันยายน พ.ศ. 2532
จังหวัดและประเทศที่เกิด	จังหวัดหนองคาย ประเทศไทย
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2547 มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนชุมพลโพนพิสัย อำเภอโพนพิสัย จังหวัดหนองคาย
	พ.ศ. 2550 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนชุมพลโพนพิสัย อำเภอโพนพิสัย จังหวัดหนองคาย
	พ.ศ. 2556 ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) สาขาวิศวกรรมเมคาทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
	พ.ศ. 2560 ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.ม.) สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้	บ้านเลขที่ 5/18 ตำบลชุมช้าง อำเภอโพนพิสัย จังหวัดหนองคาย 43120

Mahasarakham University