

กระบวนการประมวลผลภาพที่ง่ายและมีศักยภาพในการแยกพันธุ์ข้าวเปลือก
ชาวดอกมะลิ 105

A SIMPLIFIED AND POWERFUL IMAGE PROCESSING METHOD TO
SEPARATE THAI JASMINE PADDY RICE VARIETY

ปิโยรส ขอนดอก
PIYOROS KHONDOK

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ประยุกต์
ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2561

KMITL-2018-SC-M-030-026

กระบวนการประมวลผลภาพที่ง่ายและมีศักยภาพในการแยกพันธุ์ข้าวเปลือก
ชาวดอกมะลิ 105

A SIMPLIFIED AND POWERFUL IMAGE PROCESSING METHOD TO
SEPARATE THAI JASMINE PADDY RICE VARIETY

ปิโยรส ขอนดอก
PIYOROS KHONDOK

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ประยุกต์
ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2561

KMITL-2018-SC-M-030-026

A SIMPLIFIED AND POWERFUL IMAGE PROCESSING METHOD TO
SEPARATE THAI JASMINE PADDY RICE VARIETY

PIYOROS KHONDOK

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT FOR THE
DEGREE OF MASTER OF SCIENCE IN APPLIED PHYSICS
DEPARTMENT OF PHYSICS
FACULTY OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2018

KMITL-2018-SC-M-030-026

COPYRIGHT 2018

FACULTY OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

หัวข้อวิทยานิพนธ์	กระบวนการประมวลผลภาพที่ง่ายและมีศักยภาพในการแยกพันธุ์ข้าวเปลือกขาวดอกมะลิ 105
ชื่อนักศึกษา	ปิโยรส ขอนดอก
รหัสประจำตัว	57605126
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชา	ฟิสิกส์
พ.ศ.	2561
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ดร.กัจปัญญา สุวรรณสุขโข

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอกระบวนการประมวลผลภาพอย่างง่ายและมีประสิทธิภาพในการแยกพันธุ์ข้าวเปลือกขาวดอกมะลิ 105 จากจังหวัดอุบลราชธานี สุรินทร์ ร้อยเอ็ด สุพรรณบุรีและ ข้าวเหนียวพันธุ์ กข. 6 โดยประกอบด้วย การเทรชโฮลด์ภาพ (Threshold) การถอดรหัสแบบสายโซ่ (Chain coding) และ ขอบของภาพถูกทำให้เรียบด้วย โพลีโนเมียลฟังก์ชัน (Polynomial Function) จากการทำให้ขอบภาพให้เรียบ ทำให้คำนวณตัวแปรทั้ง 3 ค่า ประกอบด้วย พื้นที่ เส้นรอบวง และอัตราส่วนแกนหลักต่อแกนรอง จากข้อมูลทั้งหมดนำไป วิเคราะห์องค์ประกอบหลัก และวิเคราะห์ โครงข่ายประสาทเทียมตามลำดับจากขั้นตอนทั้งหมด ผลการทดลองที่ได้สามารถแยกพันธุ์ข้าวเปลือกขาวดอกมะลิ 105 ได้อย่างมีนัยยะสำคัญ

คำสำคัญ : ข้าวหอมมะลิ, ข้าวเหนียวพันธุ์ กข. 6 , การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก, โพลีโนเมียลฟังก์ชัน, รหัสสายโซ่, โครงข่ายประสาทเทียม

Thesis Title	A SIMPLIFIED AND POWERFUL IMAGE PROCESSING METHOD TO SEPARATE THAI JASMINE PADDY RICE VARIETY
Student Name	Piyoros Khondok
Student ID	57605126
Degree	Master of Science
Department	Physics
Year	2018
Thesis Advisor	Dr. Kajpanya Suwansukho

Abstract

This research is show a simplified and powerful image processing procedures to separate the paddy of KHAW DOK MALI 105 from UbonRatchathani Surin Roi-Et Supanburi and the paddy of sticky rice RD6 varieties were proposed. The procedures consist of image thresholding, image chain coding and curve fitting using polynomial function. From the fitting, three parameters of each variety, perimeters, area, and eccentricity, were calculated. Finally, the overall parameters were determined by using principal component analysis and neural network analysis. The result shown that these procedures can be significantly separate all varieties.

Keywords : Thai jasmine rice, Thai sticky rice, Principal component analysis, Polynomial function, Chain coding and Neural network analysis.

กิตติกรรมประกาศ

การทำงานวิจัยนี้ประสบความสำเร็จได้นั้นต้องขอขอบคุณผู้มีพระคุณและมีความกรุณา
ดังต่อไปนี้ ดร. กาจปัญญา สุวรรณสุข อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้เปรียบตั้งแสงเทียนส่องนำทาง
ในยามที่มีดมืด ชี้นำทางสว่างให้แก่งานวิจัยชิ้นนี้ ขอขอบพระคุณสองแขน สองมือ ของบิดามารดา ผู้ให้
ที่เปรียบเสมือนแหล่งพักพิง ให้ลูกในยามที่ลูกเหนื่อยล้าที่สุด และขอขอบคุณ กัลยาณมิตร เพื่อนรัก
แห่งภาคพิลึกส์ ประยุกต์ ผู้ที่อยู่เคียงข้างทุกคน ถ้าไม่มีบุคคลที่กล่าวมาข้างต้นนั้น งานวิจัยนี้ก็อาจจะ
สำเร็จลุล่วงได้ ถ้างานวิจัยชิ้นนี้มีความบกพร่องประการใด ผู้เขียนกราบขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

นาย ปีโยรส ขอนดอก

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูป.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 Image Thresholding (การจัดสัดส่วนของภาพ)	4
2.2 Chain Coding (รหัสสายโซ่).....	5
2.3 ฟังก์ชันโพลิโนเมียล (Polynomial Function).....	6
2.4 การวิเคราะห์รูปร่าง (Shape Analysis)	7
2.5 การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis).....	7
2.6 โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Networks).....	9
2.6.1 หลักการของระบบโครงข่ายประสาทเทียม	9
2.6.2 การทำงานของระบบโครงข่ายประสาทเทียม.....	9
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	11
3.1 พันธุ์ข้าวเปลือกที่ใช้ในการวิจัย.....	11
3.1.1 ข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 จังหวัดอุบลราชธานี.....	11
3.1.2 ข้าวเปลือกเหนียวพันธุ์กข.6	12
3.1.3 ข้าวเปลือกพันธุ์สุพรรณบุรี 60.....	12
3.1.4 ข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 จังหวัดร้อยเอ็ด	13

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3.1.5 ข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 จังหวัดสุรินทร์	13
3.2 อุปกรณ์.....	14
3.2.1 คอมพิวเตอร์	14
3.2.2 กล้อง 2 มิติ ความละเอียด 2592×1944 พิกเซล.....	14
3.2.3 แหล่งกำเนิดแสงขาวชนิดวงแหวน แบบแอลอีดี (LED).....	15
3.2.4 เลนส์กล้องระยะโฟกัสที่ 6-12 มิลลิเมตร.....	15
3.2.5 ภาตสำหรับใส่เมล็ดพันธุ์ข้าว.....	16
3.2.6 แหล่งจ่ายพลังงานและควบคุมแหล่งกำเนิดแสง.....	16
3.3 การปรับค่าความเข้มแสงของแหล่งกำเนิดแสง	17
3.4 ขั้นตอนการทดลองจำแนกเมล็ดข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 จังหวัดร้อยเอ็ด ออกจากเมล็ดข้าวเปลือกเหนียวพันธุ์ กข. 6.....	18
3.4.1 การถ่ายภาพ	18
3.4.2 การตัดภาพ (Cropping)	19
3.4.3 การเทรชโฮลด์ (Thresholding).....	20
3.4.4 การใช้รหัสห่วงโซ่ (Chaincoding).....	21
3.4.5 การทำ Fitting Curve ด้วยฟังก์ชันพหุนาม (Polynomial Function).	21
3.4.6 การหาขอบเขตใหม่ (New Boundary).....	23
3.4.7 การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis)	23
3.4.8 ระบบโครงข่ายประสาทเทียม	24
3.4.8 เงื่อนไขในการทดลอง.....	24
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล	26
4.1 ผลการทดลองการจำแนกข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และข้าวเหนียวพันธุ์ กข.6ภายใต้เงื่อนไขการปรับค่า Line Intensity เท่ากับ 115 เทรชโฮลด์โดย Upper Value เท่ากับ 190 และ Lower Value เท่ากับ 90	26
4.2 ผลการทดลองการจำแนกข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และข้าวเหนียวพันธุ์ กข.6ภายใต้เงื่อนไขการปรับค่า Line Intensity เท่ากับ 120 เทรชโฮลด์โดย Upper Value เท่ากับ 190 และ Lower Value เท่ากับ 90	27

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
4.3 ผลการทดลองการจำแนกข้าวเปลือกพันธุ์ชาวดอกมะลิ 105 และข้าวเหนียวพันธุ์ กข.6ภายใต้เงื่อนไขการปรับค่า Line Intensity เท่ากับ 145 เทรชโฮลต์โดย Upper Value เท่ากับ 190 และ Lower Value เท่ากับ 90	28
4.4 ผลการทดลองการจำแนกข้าวเปลือกพันธุ์ชาวดอกมะลิ 105 และข้าวเหนียวพันธุ์ กข.6ภายใต้เงื่อนไขการจัดเรียงเมล็ดข้าวเปลือกไปในทิศทางตรงกันข้ามกัน กำหนดเทรชโฮลต์ Upper Value เท่ากับ 190 และ Lower Value เท่ากับ 90 กำหนด Line Intensity เท่ากับ 120	29
4.5 ผลการทดลองการจำแนกข้าวเปลือกพันธุ์ชาวดอกมะลิ 105 และข้าวเหนียวพันธุ์ กข.6ภายใต้เงื่อนไขการปรับค่าเทรชโฮลต์โดย Upper Value เท่ากับ 170 และ Lower Value เท่ากับ 70 Line Intensity เท่ากับ 120	30
4.6 ผลการทดลองการจำแนกข้าวเปลือกพันธุ์ชาวดอกมะลิ 105 และข้าวเหนียวพันธุ์ กข.6ภายใต้เงื่อนไขการปรับค่าเทรชโฮลต์โดย Upper Value เท่ากับ 180 และ Lower Value เท่ากับ 80 Line Intensity เท่ากับ 120	31
4.7 ผลการทดลองการจำแนกข้าวเปลือกพันธุ์ชาวดอกมะลิ 105 และข้าวเหนียวพันธุ์ กข.6ภายใต้เงื่อนไขการปรับค่าเทรชโฮลต์โดย Upper Value เท่ากับ 190 และ Lower Value เท่ากับ 90 Line Intensity เท่ากับ 120	33
4.8 ผลการใช้ระบบโครงข่ายประสาทเทียมในการแยกข้าวเปลือกพันธุ์ชาวดอกมะลิ 105 และข้าวเหนียวพันธุ์ กข.6 เทรชโฮลต์โดย Upper Value เท่ากับ 190 และ Lower Value เท่ากับ 90 Line Intensity เท่ากับ 120	34
4.9 ผลการใช้ระบบโครงข่ายประสาทเทียมในการแยกข้าวเปลือกพันธุ์ชาวดอกมะลิ 105 และข้าวเหนียวพันธุ์ กข.6 เทรชโฮลต์โดย Upper Value เท่ากับ 170 และ Lower Value เท่ากับ 70 Line Intensity เท่ากับ 120	36
4.10 ผลการใช้ระบบโครงข่ายประสาทเทียมในการแยกข้าวเปลือกพันธุ์ชาวดอกมะลิ 105 จังหวัดสุรินทร์ อุบลราชธานี ร้อยเอ็ด ข้าวเปลือกสุพรรณบุรี 60 และข้าวเหนียวพันธุ์ กข.6	37
บทที่ 5 ผลการวิจัยและอภิปรายผล	39
เอกสารอ้างอิง	40
ภาคผนวก.....	42
ภาคผนวก ก.....	43
ประวัติผู้เขียน.....	53

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 ข้อมูลค่าเฉลี่ยที่ได้จากตัวแปรทั้งสาม	23
4.1 ข้อมูลค่าเฉลี่ยที่ได้จากตัวแปรทั้งสามในเงื่อนไขค่า Line Intensity เท่ากับ 115	26
4.2 ข้อมูลค่าเฉลี่ยที่ได้จากตัวแปรทั้งสามในเงื่อนไขค่า Line Intensity เท่ากับ 120	27
4.3 ข้อมูลค่าเฉลี่ยที่ได้จากตัวแปรทั้งสามในเงื่อนไขค่า Line Intensity เท่ากับ 145	28
4.4 ข้อมูลค่าเฉลี่ยที่ได้จากตัวแปรทั้งสามในเงื่อนไขการจัดเรียงเมล็ดข้าวไปทิศทางตรงกันข้ามกัน	29
4.5 ข้อมูลค่าเฉลี่ยที่ได้จากตัวแปรทั้งสามในเงื่อนไข การปรับค่าเทรชโฮลด์ Upper Value เท่ากับ 170 และ Lower Value เท่ากับ 70	31
4.6 ข้อมูลค่าเฉลี่ยที่ได้จากตัวแปรทั้งสามในเงื่อนไขการปรับค่าเทรชโฮลด์ Upper Value เท่ากับ 180 Lower Value เท่ากับ 80	32
4.7 ข้อมูลค่าเฉลี่ยที่ได้จากตัวแปรทั้งสามในแต่ละสายพันธุ์ของข้าวขาวดอกมะลิ 105 และข้าวเหนียว กข. 6.....	33

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 (a) รูปภาพเส้นขอบแบบเลขฐานสองโดยการเชื่อมต่อของแต่ละจุดของ 00000000707766554544444444343432210101 (b) ทิศทางของแต่ละจุดบนเส้นทั้ง 8 แกน โดยเคลื่อนที่ตามเข็มนาฬิกา.....	5
3.1 ข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 จังหวัดอุบลราชธานี.....	11
3.2 ข้าวเปลือกเหนียวพันธุ์ กข. 6.....	12
3.3 ข้าวเปลือกพันธุ์สุพรรณบุรี 60	12
3.4 ข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 จังหวัดร้อยเอ็ด.....	13
3.5 ข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 จังหวัดสุรินทร์.....	13
3.6 คอมพิวเตอร์.....	14
3.7 กล้อง 2 มิติ.....	14
3.8 แหล่งกำเนิดแสงขาว	15
3.9 เลนส์กล้อง.....	15
3.10 ภาดสำหรับใส่เมล็ดข้าว	16
3.11 แหล่งจ่ายพลังงานให้แก่แหล่งกำเนิดแสง.....	16
3.12 การจัดอุปกรณ์ในการทดลอง.....	17
3.13 Line Intensity Measurement	18
3.14 การถ่ายภาพด้วยโปรแกรม LabVIEW	19
3.15 การตัดเมล็ดข้าว	19
3.16 ตัวอย่างรูปเมล็ดข้าวที่ตัดเหลือ 1 เมล็ดต่อ 1 รูป.....	20
3.17 การทำเทรซโฮลด์ภาพด้วยโปรแกรม LabVIEW.....	20
3.18 ตัวอย่างภาพที่ทำเทรซโฮลด์เรียบร้อยแล้ว	21
3.19 โปรแกรมรหัสสายโซ่ (Chain Coding) ด้วยโปรแกรม LabVIEW	21
3.20 ภาพจากรหัสสายโซ่ก่อนทำการ Curve Fitting	22
3.21 การทำ Curve Fitting ด้วยโปรแกรม Matlab	22
3.22 ภาพจากรหัสสายโซ่หลังจากทำการ Curve Fitting แล้ว	22
3.23 การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis)	23
3.24 ระบบโครงข่ายประสาทเทียม	24
4.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบหลักที่ค่า Line Intensity เท่ากับ 115	26
4.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบหลักที่ค่า Line Intensity เท่ากับ 120	27

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.3 การวิเคราะห์องค์ประกอบหลักที่ค่า Line Intensity เท่ากับ 145	28
4.4 การจัดเรียงเมล็ดข้าวไปในทิศทางตรงกันข้ามกัน	29
4.5 การวิเคราะห์องค์ประกอบหลักภายใต้เงื่อนไขการจัดเรียงเมล็ดข้าวเปลือกลงไปในทิศทางตรงกันข้ามกัน	30
4.6 การวิเคราะห์องค์ประกอบหลักภายใต้เงื่อนไข การปรับค่าเทอร์ชโฮลด์ Upper Value เท่ากับ 170 และ Lower Value เท่ากับ 70	31
4.7 การวิเคราะห์องค์ประกอบหลักภายใต้เงื่อนไข การปรับค่าเทอร์ชโฮลด์ Upper Value เท่ากับ 180 และ Lower Value เท่ากับ 80	32
4.8 การวิเคราะห์องค์ประกอบหลักในการจำแนกข้าวเปลือกทั้ง 5 สายพันธุ์	34
4.9 กราฟแสดงผลข้อมูลการฝึกโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม ของข้าวขาวดอกมะลิ 105 กับ ข้าวเหนียว กข. 6	35
4.10 กราฟแสดงผลข้อมูลการทดสอบโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม ของข้าวขาวดอกมะลิ 105 กับ ข้าวเหนียว กข. 6	35
4.11 กราฟแสดงผลข้อมูลการฝึกโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม ของข้าวขาวดอกมะลิ 105 กับ ข้าวเหนียว กข. 6 ภายใต้เงื่อนไข ค่าเทอร์ชโฮลด์ Upper Value เท่ากับ 170 และ Lower Value เท่ากับ 70.....	36
4.12 กราฟแสดงผลข้อมูลการทดสอบโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม ของข้าวขาวดอกมะลิ 105 กับ ข้าวเหนียว กข. 6	37
4.13 กราฟแสดงผลข้อมูลการฝึกโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการจำแนกพันธุ์ข้าวเปลือกทั้งหมด 5 สายพันธุ์	38
4.14 กราฟแสดงผลข้อมูลการทดสอบโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการจำแนกพันธุ์ข้าวเปลือกทั้ง 5 สายพันธุ์.....	38

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ข้าวหอมมะลิ หรือ “ข้าวดอกมะลิ 105” เป็นข้าวที่มีมูลค่าการส่งออกมากที่สุดในประเทศไทย สร้างรายได้อย่างมหาศาลให้กับประเทศ โดยสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรและความร่วมมือของกรมศุลกากรรายงานว่า ภายในปี พ.ศ. 2560 ประเทศไทยส่งออกข้าวหอมมะลิ เป็นมูลค่า 45000 ล้านบาท ต่อปี [1] เนื่องจากข้าวหอมมะลิมีความหอมนุ่ม และมีรสสัมผัสที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวจึงเป็นที่ยอมรับในทั่วโลกจากการจัดงานสัมมนาข้าวระดับนานาชาติครั้งที่ 9 ปี พ.ศ. 2560 ที่ประเทศจีน ข้าวหอมมะลิได้รับรางวัลชนะเลิศข้าวที่มีรสชาติที่ดีที่สุด [2] เป็นผลทำให้เกิดผลเสียตามมาคือมีการผสมกับข้าวสายพันธุ์อื่น เพื่อลดต้นทุนในการส่งออก นอกจากนี้ ในขั้นตอนกระบวนการปลูกยังมีการปลอมปน ข้าวจากสายพันธุ์อื่นเข้ามาผสมทำให้เกิดการกลายพันธุ์ และเมื่อนำข้าวที่ปลูกมาขัดสีจึงทำให้เกิดความเสียหายแก่มูลค่าและคุณค่าของข้าวหอมมะลิ ทำให้รัฐบาลต้องเสียค่าปรับจำนวนมากมหาศาลและทำลายชื่อเสียงการส่งออกข้าวของประเทศไทยเป็นอย่างมาก [3-4] จึงจำเป็นต้องมีระบบการตรวจสอบอย่างเข้มงวดก่อนที่ข้าวจะถูกส่งออก ซึ่งปัจจุบันมีการตรวจสอบด้วย เทคโนโลยี ดีเอ็นเอ (DNA) โดยสำนักงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ แต่การตรวจสอบด้วยระบบ DNA มีค่าใช้จ่ายสูงและใช้เวลาในการตรวจสอบนาน [5-6] อีกทั้งเทคโนโลยีนี้เกษตรกรในประเทศก็เข้าถึงได้ยาก อย่างไรก็ตาม วิธีการใช้สารเคมีทางชีวภาพ ในกระบวนการตรวจสอบ ยังมีความซับซ้อน นอกจากนี้ ขนาดของเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ใช้ในการทดลอง ยังมีขนาดรูปร่างและสี ใกล้เคียงกับเมล็ดพันธุ์ข้าวสายพันธุ์อื่นที่ปลอมปนอีกด้วย Y. Liu และคณะ [7] ได้เสนอการทดลอง โดยใช้ แมชชีนวิชัน (Machine Vision) และ โครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) ในการตรวจหาเอกลักษณ์ของ เมล็ดข้าวของข้าวสายพันธุ์จีนทั้ง 5 ชนิด ผลการทดลอง แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของเมล็ดพันธุ์ทั้ง 5 สายพันธุ์ โดยที่ความแม่นยำในการตรวจสอบเอกลักษณ์ มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามขนาดที่ใกล้เคียงกัน ทำให้ความแม่นยำในการตรวจสอบอยู่ที่ 70 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ S. Sumriddetchkajorn และคณะ [8] ทำการทดลอง ด้วยการประมวลผลภาพ โดยใช้แสงฟลูออเรสเซนซ์ ความยาวคลื่นระหว่าง 500-580nm ในการตรวจสอบเอกลักษณ์ข้าวทั้ง 8 สายพันธุ์ ผลการทดลองที่ได้มีความซับซ้อน เนื่องจากการใช้ระบบเรียลไทม์ในการตรวจสอบ จากนั้น K. Suwansukho และคณะ [9] ได้ทำการทดลองโดยการออกแบบระบบตรวจสอบเอกลักษณ์ในการตรวจสอบสายพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 และทำการแยกความแตกต่างระหว่างข้าวทั้ง 7 สายพันธุ์ โดยใช้ความยาวคลื่นแสงแต่ละย่านความยาวคลื่นทั้ง 545 นาโนเมตรหรือ 575 นาโนเมตร ผลการทดลองที่ได้ ค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้ น้อยกว่า 22.9 เปอร์เซ็นต์และ 25.7 เปอร์เซ็นต์ จากนั้น

K. Suwansukho และคณะ [10] ได้ทำการทดลองออกแบบระบบตรวจสอบเอกลักษณ์ของพันธุ์ข้าว โดยใช้ elliptic Fourier descriptor และ ระบบโครงข่ายประสาทเทียม ในการวิเคราะห์ ผลการทดลองทำให้ได้ค่า อัตราการยอมรับที่คลาดเคลื่อน (False acceptance rate, FAR) และ อัตราการปฏิเสธที่คลาดเคลื่อน (False rejection rate, FRR) ที่ 11 เปอร์เซ็นต์และ 19 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ จากนั้น K. Suwansukho และคณะ [11] ได้ทำการทดลอง โดยใช้โพลีโนเมียลฟังก์ชัน และ ระบบโครงข่ายประสาทเทียม ผลการทดลองที่ได้สามารถปรับปรุงค่า FAR และ FRR มีค่าร้อยละ 3 เปอร์เซ็นต์และ 0.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากนั้น K. Suwansukho และคณะ [12] ได้ทำการทดลอง ออกแบบระบบตรวจสอบ และแยกความแตกต่างของพันธุ์ข้าว โดยใช้ โพลีโนเมียลฟังก์ชันและระบบโครงข่ายประสาทเทียม รวมทั้งวิเคราะห์องค์ประกอบหลักมาใช้ในการพิจารณาผลการทดลองที่ได้นั้น ทำให้ได้ระบบตรวจสอบที่มีเวลาในการตรวจสอบ 30 วินาที รวมไปถึงค่า FAR และ FRR ที่ 1.7 เปอร์เซ็นต์และ 7.0 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ จึงทำให้เกิดงานวิจัยนี้ขึ้นมาโดยงานวิจัยนี้จะใช้เทคโนโลยีการประมวลผลภาพเพื่อหาเอกลักษณ์ของข้าวเปลือกพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ว่ามีความแตกต่างจากข้าวเปลือกสายพันธุ์ กข 6, สุรินทร์ 105, ร้อยเอ็ด 105, อุบลราชธานี 105, และ สุพรรณบุรี 60 และการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (PCA) เพื่อพิจารณาว่าสามารถแยกเมล็ดพันธุ์ข้าวเปลือกได้หรือไม่ และใช้ระบบโครงข่ายประสาทเทียมในการจำแนกเพื่อแยกเมล็ดพันธุ์ข้าวเปลือกของข้าวดอกมะลิ 105 ออกจาก ข้าวเปลือกสายพันธุ์ กข 6, สุรินทร์ 105, ร้อยเอ็ด 105, อุบลราชธานี 105, และ สุพรรณบุรี 60 และสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้จริง

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อวิเคราะห์เอกลักษณ์ของข้าวเปลือกพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105
2. เพื่อศึกษาระบบและวิธีการประมวลผลภาพ
3. เพื่อศึกษาการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักในการจัดกลุ่มและการแยกกลุ่มตัวอย่าง
4. เพื่อศึกษาระบบโครงข่ายประสาทเทียมในการวิเคราะห์เมล็ดพันธุ์ข้าว
5. เพื่อสร้างระบบคัดแยกข้าวเปลือกทั้ง 5 สายพันธุ์

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

สร้างและออกแบบระบบการจัดเก็บภาพของข้าวเปลือกพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105, ข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6, ข้าวหอมมะลิ 105 อุบลราชธานี, ข้าวหอมมะลิ 105 สุรินทร์, และข้าวสุพรรณบุรี 60 ภาพที่ได้จะนำไปวิเคราะห์ จัดสัดส่วนรูปภาพด้วยวิธีการประมวลผลภาพ และการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักในการจำแนกชนิดพันธุ์ข้าวเปลือก จากนั้นจะวิเคราะห์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมเพื่อการประยุกต์ใช้ได้จริงในทางปฏิบัติ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถหาเอกลักษณ์ของข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ได้
2. สามารถเข้าใจระบบและวิธีการประมวลผลภาพได้
3. สามารถเข้าใจและเรียนรู้วิธีการจัดกลุ่มด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก
4. สามารถเข้าใจระบบโครงข่ายประสาทเทียม
5. สามารถคัดแยกข้าวพันธุ์หอมมะลิ 105 ออกจากข้าวสายพันธุ์อื่นได้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 Image Thresholding (การจัดสัดส่วนของภาพ)

กระบวนการ Image Thresholding เป็นเทคนิคการจัดสัดส่วนของภาพโดยเริ่มมีการใช้เทคนิคนี้ตั้งแต่ปี 1989 [13] หลังจากนั้นเทคนิคการจัดสัดส่วนของภาพก็มีส่วนสำคัญในการใช้เทคนิคนี้อย่างแพร่หลายเช่น การศึกษาเกี่ยวกับการประมวลผลภาพ, ทางการแพทย์, วิศวกรรมทุกสาขา โดยเป้าหมายของ Image thresholding นั้น เพื่อเป็นการแบ่งส่วนของภาพ โดยวิธีอย่างง่าย ๆ นั้นคือการแยกภาพพื้นหลังออกจากภาพวัตถุด้านหน้าสุดที่ต้องการวิเคราะห์ โดยวิเคราะห์ความแตกต่างของระดับโหมดขาว-ดำของภาพ (Gray Scale) เพื่อเปรียบเทียบกับระหว่างภาพพื้นหลัง กับภาพที่อยู่ลำดับแรกสุด [14] โดยงานวิจัยนี้ได้พยายามแบ่งส่วนพื้นที่ของรูปภาพ โดยตรวจสอบคุณสมบัติที่เหมือนกันหรือใกล้เคียงกัน และพิจารณาคความแตกต่างกันระหว่างพื้นที่ โดยคุณสมบัติที่ใกล้เคียงกันนั้นคือพิกเซลในพื้นที่ของรูปภาพจะแบ่งความเข้มกัน ดังนั้นวิธีที่จะแบ่งส่วนของ Image thresholding คือการแยกพื้นที่ที่มีแสงกับส่วนที่ไม่มีแสง

โดยงานวิจัยนี้การทำภาพ Threshold เริ่มจากการนำภาพเมล็ดข้าวที่เราทำการตัด (Cropping) มาทำการ Threshold โดยการกำหนดค่า Threshold ในส่วนของความเข้มของภาพเป็นไปได้เพียง 2 ค่า คือบริเวณภาพที่มีสีขาวจะมีค่าเท่ากับ 255 และบริเวณภาพที่มีสีดำจะมีค่าเท่ากับ 0 ภาพที่อยู่ในช่วงของเกณฑ์ที่ไม่ได้กำหนดจะแสดงเป็นสีดำและมีค่าเท่ากับ 0 ส่วนภาพที่อยู่ในช่วงที่เกณฑ์กำหนด จะแสดงเป็นสีขาวและมีค่า 1 หรือ 255 โดยภาพทั้งหมดที่ได้จะถูกสร้าง Thresholding Grayscale การจำแนกประเภทของภาพเป็นขั้นตอนที่สำคัญในการวิเคราะห์ภาพ การแสดงผลแทนวัตถุการสร้างมโนภาพ และการดำเนินงานอื่นของภาพ

วิธีการ Thresholding จะสร้างภาพไบนารี จาก Grey-Level โดยการหมุนพิกเซลไปตามเข็มนาฬิกาโดยพิกเซลที่ไม่ใช่ Threshold ให้ค่าเท่ากับ 0 และทุกพิกเซลที่เป็น Threshold จะมีค่าเท่ากับ

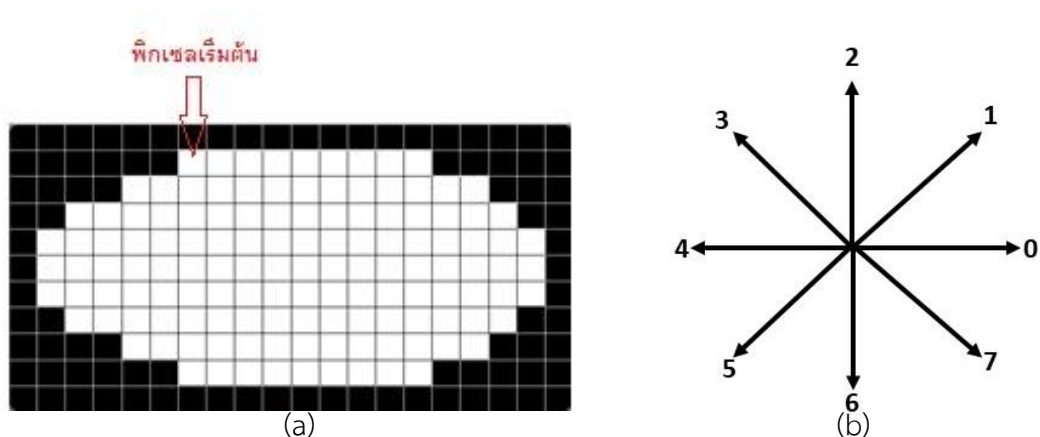
1

$$I'(x,y) = \begin{cases} 255, & Th_{\min} \leq I(x,y) \leq Th_{\max} \\ 0, & \text{Otherwise} \end{cases} \quad (2.1)$$

จากสมการ (2.1) ถ้าค่า gray scale $I(x, y)$ ของแต่ละพิกเซลของภาพอยู่ในช่วงและค่า gray scale ใหม่ $I'(x, y)$ จะเปลี่ยน (ที่ 255 สำหรับภาพ 8 บิต) ในทางตรงกันข้าม $I'(x, y)$ จะถูกกำหนดเป็นศูนย์เมื่อ $I(x, y)$ ไม่อยู่ในขอบเขตที่ต้องการ

2.2 Chain Coding (รหัสสายโซ่)

เส้นขอบรูปร่างโครงสร้างปิด จะกำหนดโดย รหัสสายโซ่ของฟรีแมน (Freeman chain code) [15-16] ในการกำหนดเส้นขอบของรูปภาพ จะแสดงโดยการจัดเรียงเวกเตอร์หนึ่งหน่วย และทิศทางรหัสห่วงโซ่ จะเริ่มต้นด้วยพิกเซลบนสุดทางซ้ายของขอบเขตภาพและจะหมุนตามเข็มนาฬิกา การจัดลำดับภาพจะสมบูรณ์เมื่อขอบของภาพวนมาถึงจุดเริ่มต้นจาก รูปที่ 2.1(a) รหัสห่วงโซ่คือ 00000000707766554544444444343432210101 ถูกรับเข้ามาโดยการติดตามรหัสคำสั่งจากรูปที่ 2.1(b) มันรับที่จุดที่ตำแหน่งเริ่มต้น และเคลื่อนที่ไปตามขอบเขตของรูปภาพด้วยความเร็วคงที่ เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ระหว่างการเชื่อมต่อ ด้วยรหัสห่วงโซ่ในทางคณิตศาสตร์จะเขียนได้ตามสมการที่ 2.2



รูปที่ 2.1 (a) รูปภาพเส้นขอบแบบเลขฐานสองโดยการเชื่อมต่อของแต่ละจุดของ 00000000707766554544444444343432210101 โดยเริ่มต้นจากมุมบนซ้ายและ (b) ทิศทางของแต่ละจุดบนเส้นทั้ง 8 แกน โดยเคลื่อนที่ตามเข็มนาฬิกา

$$\Delta t_i = 1 + \left(\frac{\sqrt{2}-1}{2} \right) \left(1 - (-1)^{c_i} \right) \quad (2.2)$$

สำหรับเส้นรูปแบบโครงสร้างปิด เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ที่วนรอบสามารถเขียนได้ดังสมการ

$$t_p = \sum_{i=1}^p \Delta t_i \quad (2.3)$$

ดังนั้นเราสามารถหาค่าตำแหน่งในแนวแกน X ได้จากสมการ

$$x_p = \sum_{i=1}^p \Delta x_i \quad (2.4)$$

เมื่อ

$$\Delta x_i = \text{signum}(6 - c_i) \text{signum}(2 - c_i) \quad (2.5)$$

จากนั้นเราจะหาตำแหน่งในแกน Y ได้จาก สมการ

$$y_p = \sum_{i=1}^p \Delta y_i \quad (2.6)$$

เมื่อ

$$\Delta y_i = \text{signum}(4 - c_i) \text{signum}(c_i) \quad (2.7)$$

โดยที่

$$\text{signum}(z) = \begin{cases} 1, & z > 0 \\ 0, & z = 0 \\ -1, & z < 0 \end{cases} \quad (2.8)$$

2.3 ฟังก์ชันโพลิโนเมียล (Polynomial Function)

ฟังก์ชันโพลิโนเมียล คือ ฟังก์ชันในรูปแบบ สมการกำลังสอง สมการกำลังสาม สมการกำลังสี่ และสมการกำลังถัดไป [17-18] เมื่อกำลังของ x มีค่าเป็นบวก ดังนั้นสมการทั่วไปของฟังก์ชันโพลิโนเมียล ลำดับที่ n หาได้จาก

$$f(x) = a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + \cdots + a_2 x^2 + a_1 x + a_0 \quad (2.9)$$

เลขยกกำลังของสมการโพลิโนเมียลคือ 0,1,2,3 และ 4 ตามลำดับ ฟังก์ชัน $f(x) = 0$ ก็เป็นหนึ่งในฟังก์ชันโพลิโนเมียล แต่ยกกำลังแล้วหาค่าไม่ได้

2.4 การวิเคราะห์รูปร่าง (Shape Analysis)

จากการใช้รหัสสายโซ่ และ ขอบเขตของรูปภาพใหม่ เราสามารถวิเคราะห์รูปทรงทางเรขาคณิตของภาพได้ [19] โดยงานวิจัยนี้จะใช้ตัวแปร 3 ตัวแปร ในการพิจารณานั้นคือ เส้นรอบวง (Perimeter) พื้นที่ (Area) และอัตราส่วนแกนรองต่อแกนหลัก (Eccentricity) ซึ่งมีสมการดังต่อไปนี้

สมการพิจารณาเส้นรอบวงคือ

$$\text{Perimeter} = 0.95 \cdot \sum_{i=0}^{p-1} \text{length}(c_i) \quad (2.10)$$

สมการพิจารณาพื้นที่คือ

$$\text{Area} = \frac{1}{2} \left| \sum_{i=0}^{p-1} (x_i y_{i+1} - x_{i+1} y_i) \right| \quad (2.11)$$

เมื่อ

$$\text{Length}(c) = \begin{cases} 1 & \text{for } c = 0,2,4,6 \\ \sqrt{2} & \text{for } c = 1,3,5,7 \end{cases} \quad (2.12)$$

ความยาวของสองแกน นั่นคือแกนหลักและแกนรอง จะมีค่าเท่ากับ Covariance matrix C สำหรับโครงสร้างปิด matrix C จะประกอบไปด้วยลำดับคู่ (x,y) ของขอบเขตเส้นรอบรูปซึ่งจะแสดงออกมาบนแกน x และ y ซึ่งสามารถหาได้จาก

$$\text{Eccentricity} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \quad (2.13)$$

เมื่อ

$$\det(C - \lambda_{1,2}I) = 0 \quad (2.14)$$

2.5 การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis)

การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก เป็นวิธีการอาศัยหลักความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างตัวแปรที่ใช้เป็นข้อมูล องค์ประกอบหลักตัวแปรคือการผสมเชิงเส้น (Linear Combination) [20] ของตัวแปรที่อธิบายการผันแปรของข้อมูลที่ได้มากที่สุด จากนั้นหาการผสมที่สองที่สามารถอธิบายการผันแปรได้

มากที่สุดเป็นอันดับสอง โดยที่ไม่สัมพันธ์กับการผสมแรก ทำเช่นนี้เรื่อยไปจนได้องค์ประกอบหลักหรือปัจจัย ที่สามารถอธิบายการผันแปรได้น้อยลงตามลำดับ และทุกองค์ประกอบจะไม่สัมพันธ์กัน

$$PC_1 = W_{(1)1}X_1 + W_{(1)2}X_2 + \dots + W_{(1)p}X_p \quad (2.15)$$

$$PC_m = W_{(m)1}X_1 + W_{(m)2}X_2 + \dots + W_{(m)p}X_p \quad (2.16)$$

การวิเคราะห์องค์ประกอบหลักเป็นวิธีการลดข้อมูลให้น้อยลงโดยอาศัยหลักความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างตัวแปร (A linear Combination of The Observed Data) ที่ใช้เป็นข้อมูลแต่ไม่มีการสมมุติเกี่ยวกับความสัมพันธ์เชิงสาเหตุและผลระหว่างปัจจัยและตัวแปร เช่น การวิเคราะห์องค์ประกอบหลักที่ใช้เมื่อมีตัวแปร 2 ตัว คือ PC1 และ PC2 มีความสัมพันธ์ และเป็นความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงในทางบวก ถ้าเราสามารถกำหนดความลาดชันของเส้นตรงนั้นได้ เราก็จะได้เส้นที่กำหนดค่าของ PC1 เมื่อรู้ค่าของ PC2 และกำหนดค่าของ PC2 เมื่อรู้ค่าของ PC1 ส่วนข้อมูลส่วนนี้คือแกนหลัก (Principal Axis) ถ้าจุดต่างๆนั้นอยู่บนเส้นตรงแกนหลักทั้งหมดแกนหลักก็สามารถที่จะให้ข้อมูลเกี่ยวกับ PC1 และ PC2 ได้อย่างถูกต้องและสมบูรณ์แบบทุกค่า แต่ถ้าจุดแสดงค่า PC1 และ PC2 กระจายออกมาก็ต้องอาศัยแกนเพิ่มอีก 1 แกน ซึ่งแกนที่จะเพิ่มขึ้นนี้ต้องมีจุดเริ่มต้นตั้งฉากกับแกนหลัก แกนหลักจะลากผ่านจุดต่างๆ ที่ทำให้ระยะระหว่างจุดกับแกนหลัก (โดยการลากเส้นจากจุดมาตั้งฉากกับแกนหลัก) สั้นที่สุดและทำให้ผลรวมของระยะทางยกกำลังสองมีค่าต่ำที่สุด ถ้าจำนวนตัวแปรเพิ่มขึ้น ดังเช่นในงานวิจัยนี้ มีถึง 3 ตัวแปรในการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก ก็ต้องเพิ่มเส้นแสดงมิติเพิ่มอีกสามเส้น และการลงจุดก็ต้องคำนึงถึงค่าของตัวแปรสามตัวพร้อมๆกัน และหาแกนหลักที่สามารถอธิบายการผันแปรของตัวแปรทั้ง 3 ตัวให้ได้มากที่สุด และแกนต่อไปเพื่ออธิบายการผันแปรที่เหลือให้ได้มากที่สุด ถ้าตัวแปรแต่ละตัวที่ใช้ในการวิเคราะห์มีค่ามาตรฐาน (คือ ค่าเฉลี่ยเป็น 0 และค่าการผันแปรเป็น 1) หากมีตัวแปรสองตัว ค่าการผันแปรรวมจะทำกับ 2 ในกรณีที่ตัวมีความสัมพันธ์กันสมบูรณ์ แกนหลักก็จะสามารถอธิบายการผันแปรของทั้งสองตัวแปรได้หมด ค่าของการผันแปรที่แกนหลักอธิบายได้ หาดด้วยจำนวนตัวแปร คือสัดส่วนของการผันแปรที่อธิบายได้โดยแกนหลัก ถ้าตัวแปรมีความสัมพันธ์กันสมบูรณ์ แกนหลักก็อธิบายการผันแปรของตัวแปรทั้งสองได้ทั้งหมด สัดส่วนที่ได้คือ 1 (ซึ่งเท่ากับค่าของการผันแปรทั้งหมดของสองตัวแปรรวมกัน (ซึ่งเท่ากับ 2) หาดด้วยจำนวนตัวแปร) เช่น ถ้าแกนหลักอธิบายการผันแปรของตัวแปรทั้งสองได้ 1.58 สัดส่วนของการผันแปรที่อธิบายได้คือ $1.58/2 = 0.79$ คือร้อยละ 79 ค่าของการผันแปรรวมที่อธิบายได้โดยแกนแต่ละแกนนี้เรียกว่า eigenvalue ถ้าตัวแปรไม่มีความสัมพันธ์กันเลย ก็จะไม่มีการผันแปรได้มากขึ้น ในการวิเคราะห์ปัจจัยจะมีการเสนอค่า eigenvalue ของแต่ละปัจจัยเพื่อการวิเคราะห์ตัวแปรอื่นต่อไป

2.6 โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Networks)

โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Networks) เป็นเทคนิคของการทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) ซึ่งเป็นโมเดลทางคณิตศาสตร์ สำหรับประมวลผลสารสนเทศโดยการคำนวณแบบคอนเนกชันนิสต์ (Connectionist) เพื่อจำลองการทำงานของโครงข่ายประสาทในสมองของมนุษย์ ด้วยวัตถุประสงค์ที่จะสร้างเครื่องมือซึ่งมีความสามารถในการเรียนรู้การจดจำรูปแบบ (Pattern Recognition) และการสร้างความรู้ใหม่ (Knowledge Extraction) เช่นเดียวกับกับความสามารถที่มีในสมองมนุษย์ แนวคิดนี้เริ่มต้นมาจากการศึกษาโครงข่ายไฟฟ้าชีวภาพในสมอง (Bioelectric Network) ซึ่งประกอบด้วยเซลล์ประสาท หรือ “นิวรอน” (Neurons) และ “จุดประสานประสาท” (Synapses) แต่ละเซลล์ประสาทประกอบด้วยปลายในการรับกระแสประสาท เรียกว่า “เดนไดรต์” (Dendrite) ซึ่งเป็น input และปลายในการส่งกระแสประสาท เรียกว่า “แอกซอน” (Axon) ซึ่งเป็นเหมือน output ของเซลล์ เซลล์เหล่านี้ทำงานด้วยปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมี เมื่อมีการกระตุ้นด้วยสิ่งเร้าภายนอกหรือกระตุ้นด้วยเซลล์ด้วยกัน กระแสประสาทจะวิ่งผ่านเดนไดรต์เข้าสู่นิวเคลียส ซึ่งเป็นตัวตัดสินใจว่าต้องกระตุ้นเซลล์อื่น ๆ ต่อไปหรือไม่ ถ้ากระแสประสาทแรงพอ นิวเคลียสก็จะกระตุ้นเซลล์อื่น ๆ ต่อไปผ่านทางแอกซอนของมัน โครงข่ายประสาทเทียมนั้นมีโครงสร้างแตกต่างจากโครงข่ายในสมอง แต่ก็ยังเหมือนสมอง ในแง่ของโครงข่ายประสาทเทียมนั้น คือการรวมกลุ่มแบบขนานของหน่วยประมวลผลย่อย ๆ และการเชื่อมต่อนี้เป็นส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดสติปัญญาของโครงข่ายประสาทเมื่อพิจารณาขนาดแล้วสมองมีขนาดใหญ่กว่าโครงข่ายประสาทเทียมอย่างมาก รวมทั้งเซลล์ประสาทยังมีความซับซ้อนกว่าหน่วยย่อยของโครงข่าย อย่างไรก็ตามหน้าที่สำคัญของสมอง เช่นการเรียนรู้ ยังคงสามารถถูกจำลองขึ้นอย่างง่ายด้วยโครงข่ายประสาทนี้

2.6.1 หลักการของระบบโครงข่ายประสาทเทียม

สำหรับในคอมพิวเตอร์นิวรอนประกอบด้วย input และ output เหมือนกัน โดยจำลองให้ input แต่ละอันมี weight เป็นตัวกำหนดน้ำหนักของ input โดย นิวรอน แต่ละหน่วยจะมีค่า threshold เป็นตัวกำหนดว่าน้ำหนักรวมของ input ต้องมากขนาดไหนจึงจะสามารถส่ง output ไปยังนิวรอนตัวอื่นได้ เมื่อนำนิวรอนแต่ละหน่วยมาต่อกันให้ทำงานร่วมกันก็จะเหมือนกับปฏิกิริยาเคมีที่เกิดในสมอง เพียงแต่ในคอมพิวเตอร์จะคำนวณทุกอย่างเป็นตัวเลขเท่านั้นเอง

2.6.3 การทำงานของระบบโครงข่ายประสาทเทียม

การทำงานของโครงข่ายประสาทเทียม คือเมื่อมี input เข้ามายัง network ก็นำ input นั้น มาคูณกับ weight ของแต่ละขา ผลที่ได้จาก input ทุก ๆ ขาของ นิวรอน จะเอามารวมกันแล้วก็เอามาเทียบกับ threshold ที่กำหนดไว้ ถ้าผลรวมมีค่ามากกว่า threshold แล้ว นิวรอน จะส่ง output ออกไปยัง input ของนิวรอนอื่น ๆ ที่เชื่อมกันในโครงข่าย ถ้าค่าน้อยกว่า threshold ก็จะไม่เกิด output สิ่งสำคัญคือเราต้องทราบค่า weight และ threshold สำหรับสิ่งที่เราต้องการเพื่อให้คอมพิวเตอร์จดจำ ซึ่งเป็นค่าที่ไม่แน่นอน แต่สามารถกำหนดให้คอมพิวเตอร์ปรับค่าเหล่านั้นได้โดยการปรับตามรูปแบบ เรียกว่า “กระบวนการย้อนกลับของการจำ” (back propagation) เพื่อใช้ในการ

ปรับปรุงน้ำหนักคะแนนของเครือข่าย (Network Weight) หลังจากใส่รูปแบบข้อมูลสำหรับฝึกให้แก่เครือข่ายแต่ละครั้งแล้ว ค่าที่ได้รับ จากเครือข่ายจะถูกนำไปเปรียบเทียบกับผลที่คาดหวัง แล้วทำการคำนวณหาความผิดพลาด ซึ่งค่าความผิดพลาดนี้จะถูกส่งกลับเข้าสู่เครือข่ายเพื่อใช้แก้ไขค่าน้ำหนักคะแนนต่อไป

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 พันธุ์ข้าวเปลือกที่ใช้ในการวิจัย

ในงานวิจัยนี้เราได้ข้าวเปลือกทั้งหมด 5 สายพันธุ์ในการทดลอง แต่ละชนิดนั้นเราใช้ตัวอย่างในการวิเคราะห์ชนิดละ 250 เมล็ด รวมทั้ง 5 ชนิดใช้เมล็ดข้าวเปลือกทั้งหมด 1250 เมล็ด ในการวิเคราะห์

3.1.1 ข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 จังหวัดอุบลราชธานี



รูปที่ 3.1 ข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 จังหวัดอุบลราชธานี

3.1.2 ข้าวเปลือกเหนียวพันธุ์ กข. 6



รูปที่ 3.2 ข้าวเปลือกเหนียวพันธุ์ กข. 6

3.1.3 ข้าวเปลือกพันธุ์สุพรรณบุรี 60



รูปที่ 3.3 ข้าวเปลือกพันธุ์สุพรรณบุรี 60

3.1.4 ข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 จังหวัดร้อยเอ็ด



รูปที่ 3.4 ข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 จังหวัดร้อยเอ็ด

3.1.5 ข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 จังหวัดสุรินทร์



รูปที่ 3.5 ข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 จังหวัดสุรินทร์

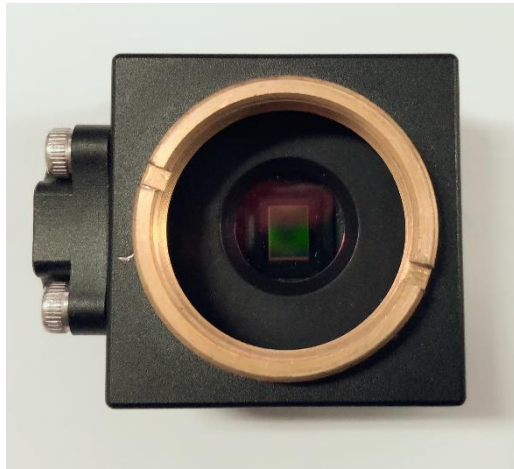
3.2 อุปกรณ์

3.2.1 คอมพิวเตอร์



รูปที่ 3.6 คอมพิวเตอร์

3.2.2 กล้อง 2 มิติความละเอียด 2592×1944 พิกเซล



รูปที่ 3.7 กล้อง 2 มิติ

3.2.3 แหล่งกำเนิดแสงขาวชนิดวงแหวน แบบแอลอีดี (LED)



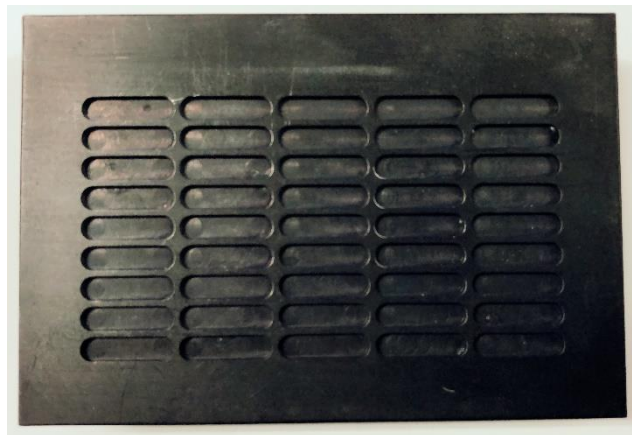
รูปที่ 3.8 แหล่งกำเนิดแสงขาว

3.2.4 เลนส์กล้องระยะโฟกัสที่ 6-12 มิลลิเมตร



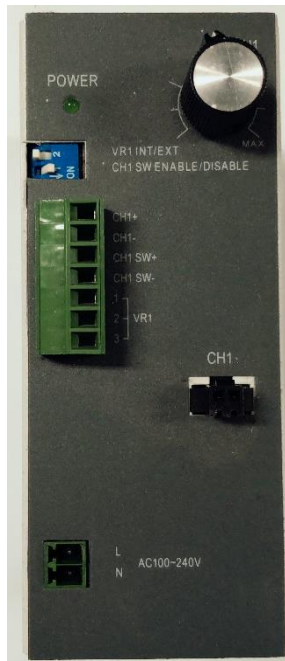
รูปที่ 3.9 เลนส์กล้อง

3.2.5 ภาตสำหรับใส่เมล็ดพันธุ์ข้าว



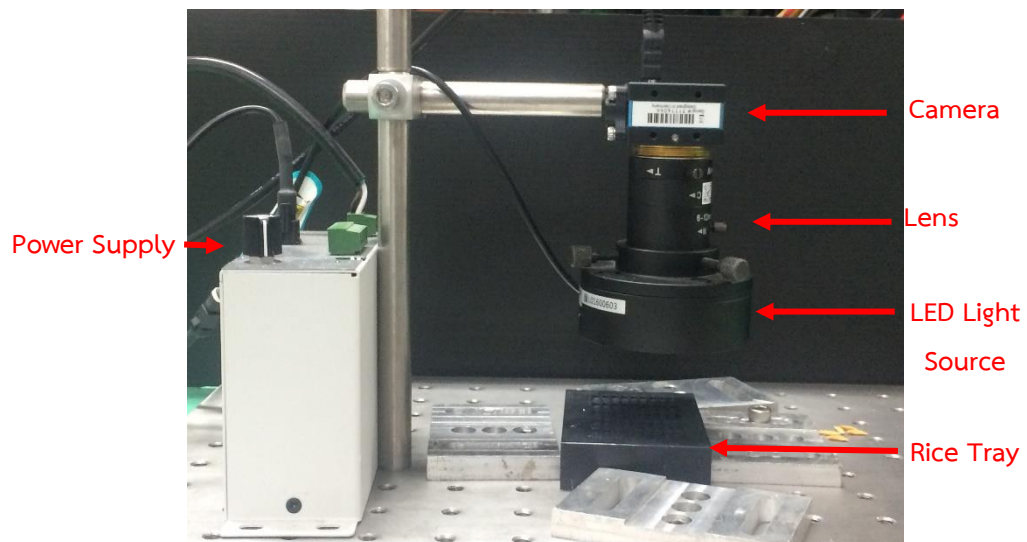
รูปที่ 3.10 ภาตสำหรับใส่เมล็ดข้าว

3.2.6 แหล่งจ่ายพลังงานและควบคุมแหล่งกำเนิดแสง



รูปที่ 3.11 แหล่งจ่ายพลังงานให้แก่แหล่งกำเนิดแสง

การจัดวางระบบการทดลอง เพื่อใช้ในการบันทึกภาพของเมล็ดข้าวเปลือกและใช้วัดค่าความเข้มแสงที่ตกกระทบบนพื้นที่ทำการทดลอง โดยจะสามารถจัดวางอุปกรณ์ได้ดังรูปที่ 3.12

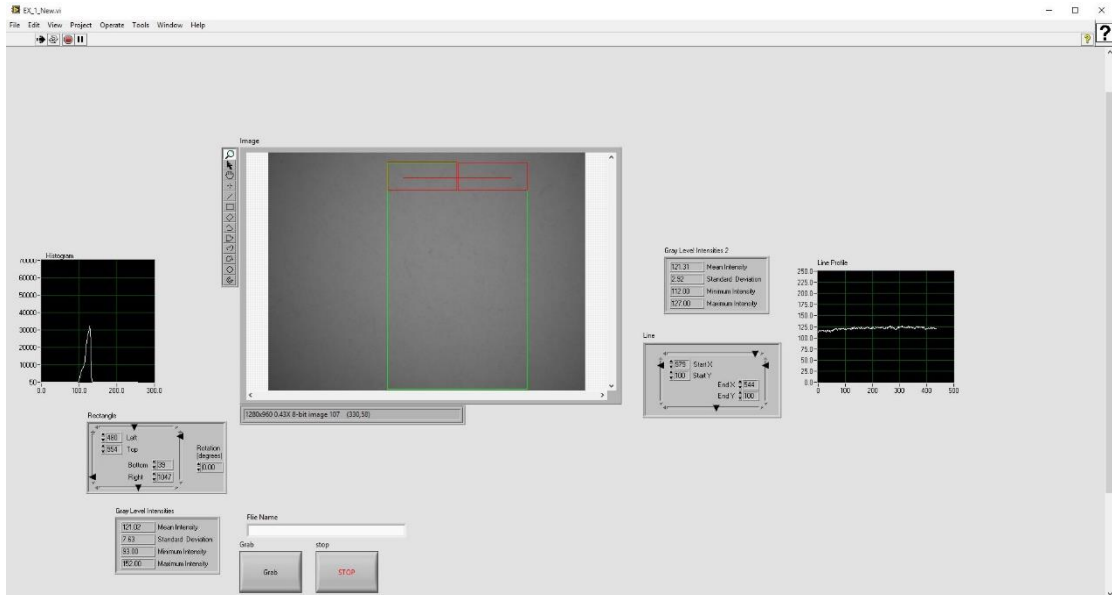


รูปที่ 3.12 การจัดอุปกรณ์ในการทดลอง

3.3 การปรับค่าความเข้มแสงของแหล่งกำเนิดแสง

การหาค่าความเข้มของแสงให้ตกกระทบบนพื้นที่ทำงานอย่างสม่ำเสมอ โดยการหาตำแหน่งการวางของแหล่งกำเนิดแสงขาว และปรับความสูงของแหล่งกำเนิดแสง ให้ได้ระยะที่แสงตกกระทบบนพื้นที่ที่ทำงานอย่างสม่ำเสมอที่สุด

การวัดค่าความเข้มแสงที่ตกกระทบลงบนวัสดุอ้างอิงหรือพื้นที่ทำงานโดยใช้ฟังก์ชันในโปรแกรม LabVIEW ที่เรียกว่า Line Intensity Measurement ทำการกำหนดเส้นลงบนวัสดุอ้างอิงอย่างสมมาตร และทำการปรับความเข้มของแสง โดยให้ค่า Standard Deviation มีค่าน้อยที่สุด



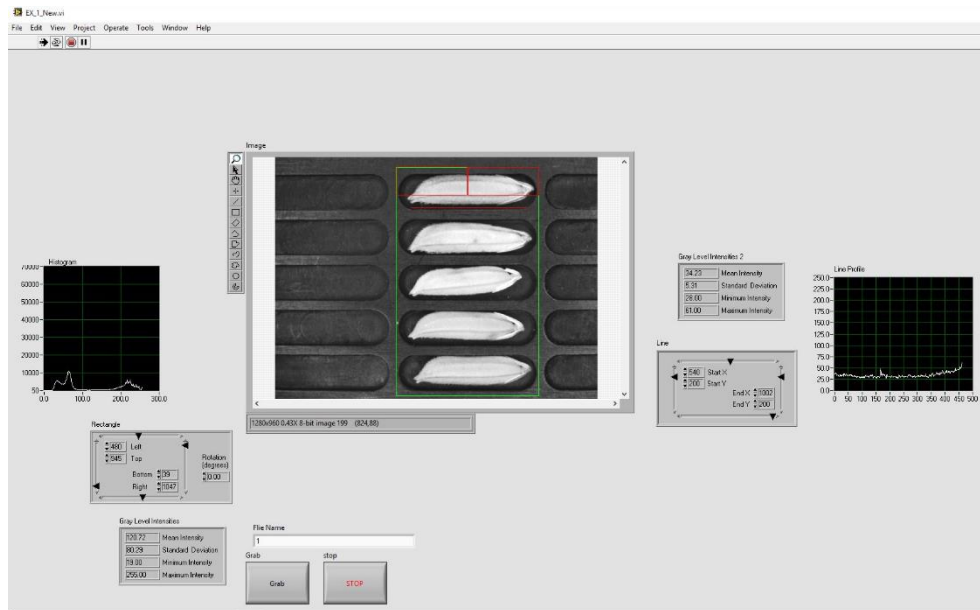
รูปที่ 3.13 Line Intensity Measurement

จากการปรับตำแหน่งของแหล่งกำเนิดแสงขาว จะสังเกตกราฟว่ามีความเข้มแสงที่ตกกระทบอย่างสม่ำเสมอ โดยเราได้ตำแหน่งความสูงของแหล่งกำเนิดแสงที่ 7 เซนติเมตร และได้ค่า Intensity ที่ 120 และ มีค่า Standard Deviation ที่ 2.92

3.4 ขั้นตอนการทดลองจำแนกเมล็ดข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 จังหวัดร้อยเอ็ด ออกจากเมล็ดข้าวเปลือกเหนียวพันธุ์ข.6

3.4.1 การถ่ายภาพ

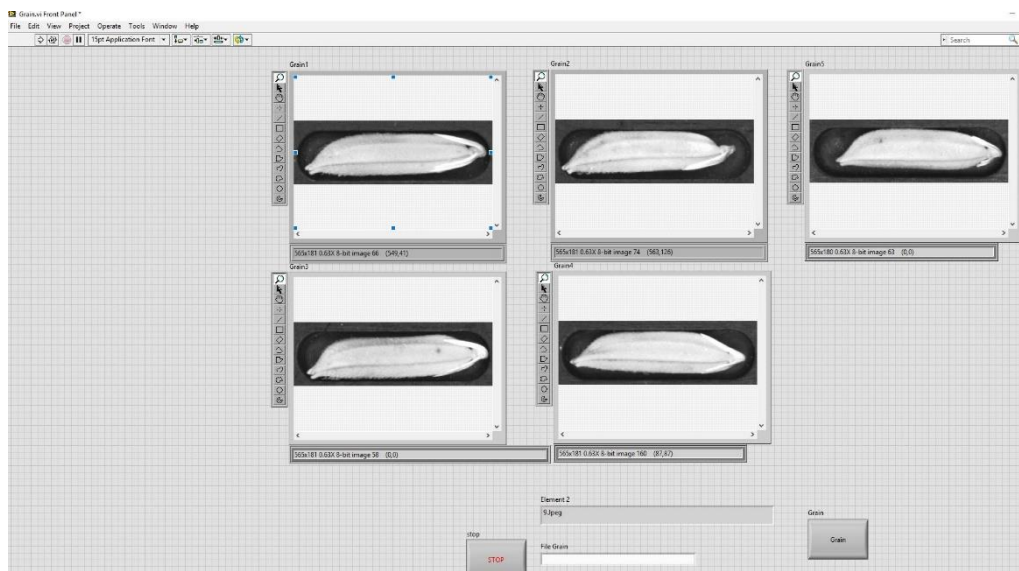
การถ่ายภาพข้าวเปลือกนั้นจะทำการวางเมล็ดข้าวเปลือกลงบนถาดสำหรับใส่เมล็ดข้าว และการถ่ายภาพนั้น จะใช้โปรแกรม LabVIEW ในการถ่ายภาพ โดยการทดลองนี้สามารถถ่ายภาพเมล็ดข้าวเปลือกได้สูงสุดได้ครั้งละ 5 เมล็ด ต่อการถ่ายภาพ 1 ครั้ง ซึ่งจำนวนการถ่ายภาพของเมล็ดข้าวเปลือกนั้นจะขึ้นอยู่กับการจัดแสง และการปรับระยะโฟกัส ถ้าใช้กล้องที่มีความละเอียดสูงเราก็จะสามารถถ่ายรูปข้าวเป็นจำนวนหลายเมล็ดได้ โดยชนิดไฟล์ที่เก็บภาพนั้นใช้ไฟล์แบบ TIFF



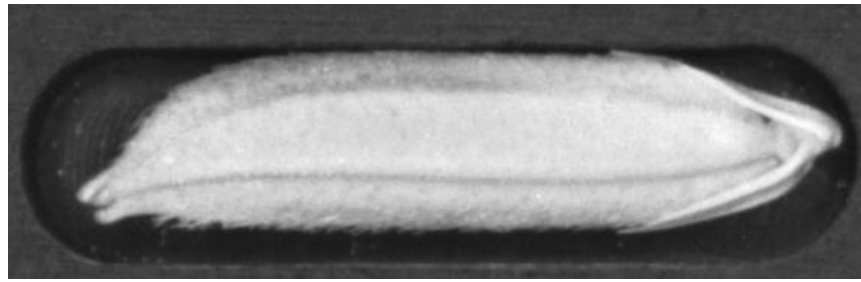
รูปที่ 3.14 การถ่ายภาพด้วยโปรแกรมLabVIEW

3.4.2 การตัดภาพ (Cropping)

หลังจากได้รูปภาพที่ถ่ายมาแล้วจะทำการตัดรูปให้เหลือเมล็ดข้าวเปลือก 1 เมล็ดต่อ 1 รูป โดยใช้โปรแกรม LabVIEW โดยที่ขนาดของรูปแต่ละรูปนั้น มีขนาดเท่ากับ 181×565 พิกเซล ต่อรูป ดังแสดงในรูปที่ 3.15 และ 3.16 ตามลำดับ



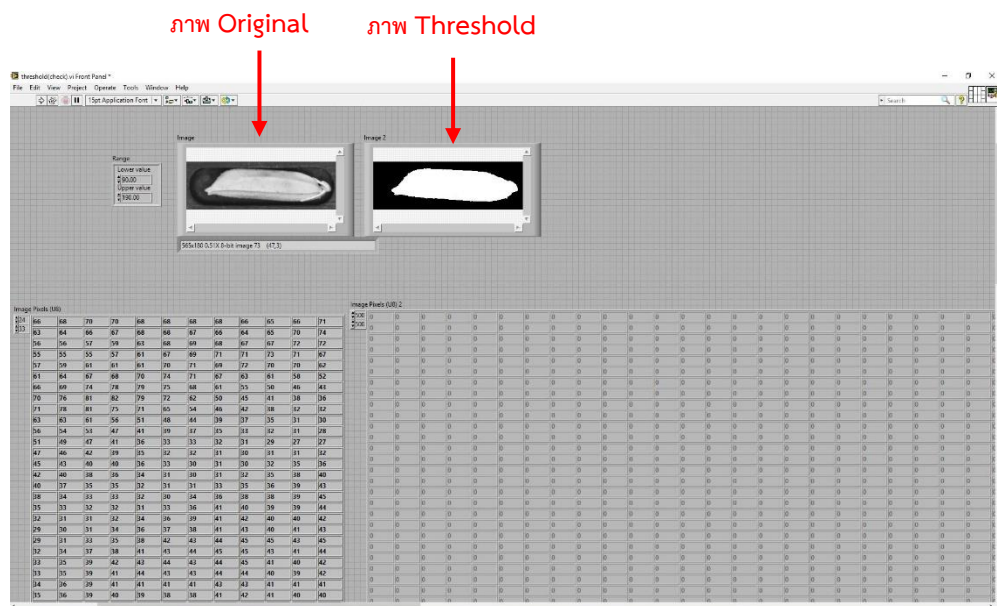
รูปที่ 3.15 การตัดรูปเมล็ดข้าว



รูปที่ 3.16 ตัวอย่างรูปเมล็ดข้าวที่ตัดเหลือ 1 เมล็ดต่อ 1 รูป

3.4.3 การเทรชโฮลด์ (Thresholding)

หลังจากที่ได้รูปจากการ Cropping แล้ว จะนำรูปมาทำเป็นภาพเทรชโฮลด์ (Thresholding) โดยโปรแกรม LabVIEW ซึ่งกำหนดค่าที่จะทำการเทรชโฮลด์อยู่ในช่วง Lower Value เท่ากับ 90 และ Upper Level เท่ากับ 190 รูปที่ 3.17 แสดงการทำภาพเทรชโฮลด์ รูปที่ 3.18 แสดงภาพตัวอย่างรูปที่ทำการเทรชโฮลด์แล้ว



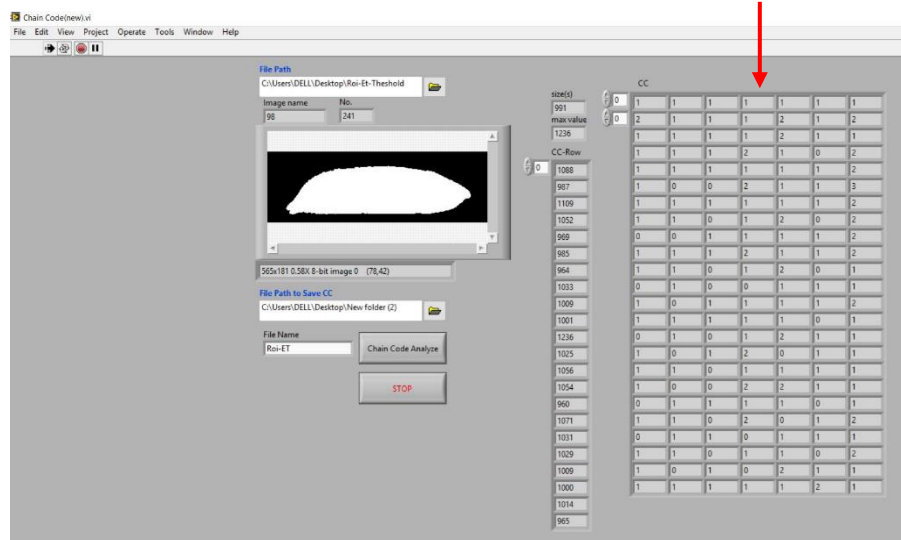
รูปที่ 3.17 การทำภาพเทรชโฮลด์ด้วยโปรแกรม LabVIEW



รูปที่ 3.18 ตัวอย่างภาพที่ทำการเทรชโฮลด์เรียบร้อยแล้ว

3.4.4 การใช้รหัสห่วงโซ่ (Chain Coding)

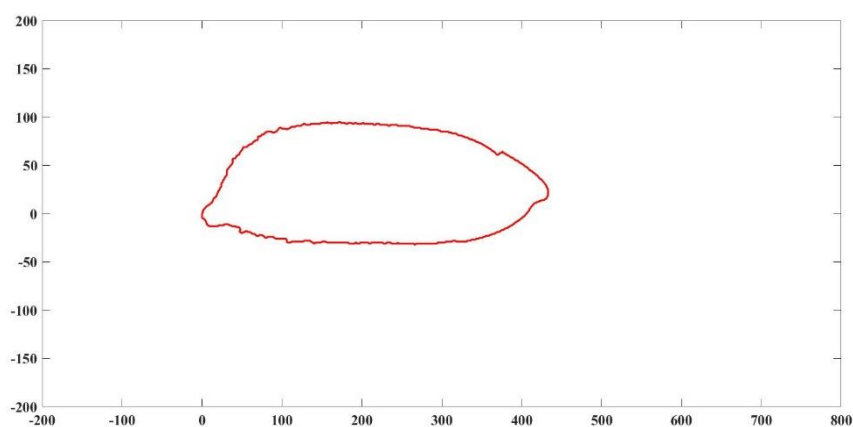
การหาขอบเขตของภาพเทรซโฮลด์ด้วยวิธีการใช้รหัสห่วงโซ่ (Chain Coding) โดยใช้โปรแกรม LabVIEW ในการคำนวณ ดังรูปที่ 3.19 ซึ่งค่าที่ได้จากการทำจะถูกบันทึกข้อมูลในรูปของไฟล์ Excel ดังรูปที่ 3.19 คือรูปแสดงโปรแกรมการใช้รหัสสายโซ่



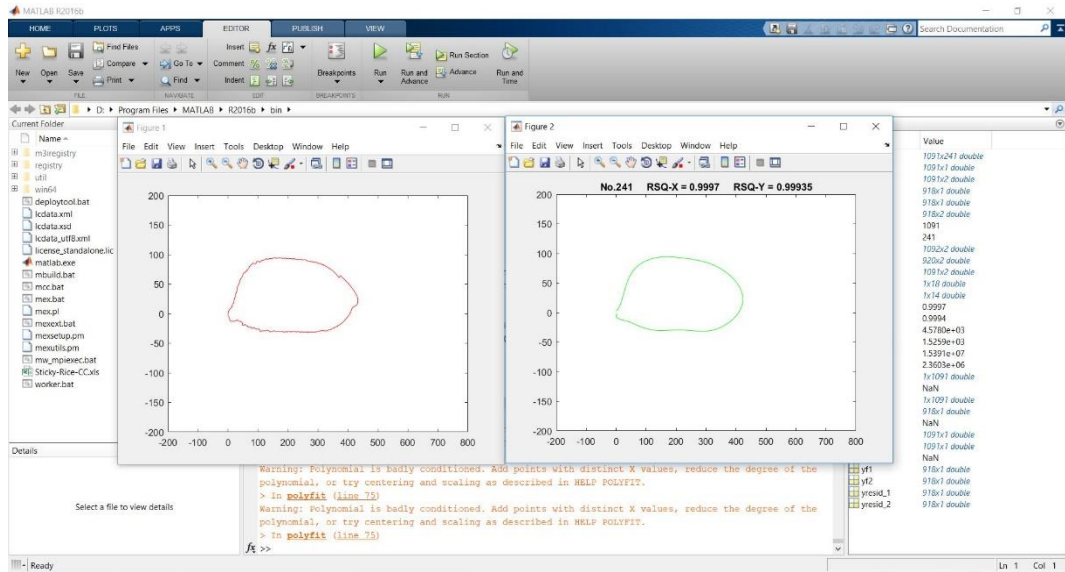
รูปที่ 3.19 โปรแกรมรหัสสายโซ่ (Chain Coding) ด้วยโปรแกรม LabVIEW

3.4.5 การทำ Fitting Curve ด้วยฟังก์ชันโพลีโนเมียล (Polynomial Function)

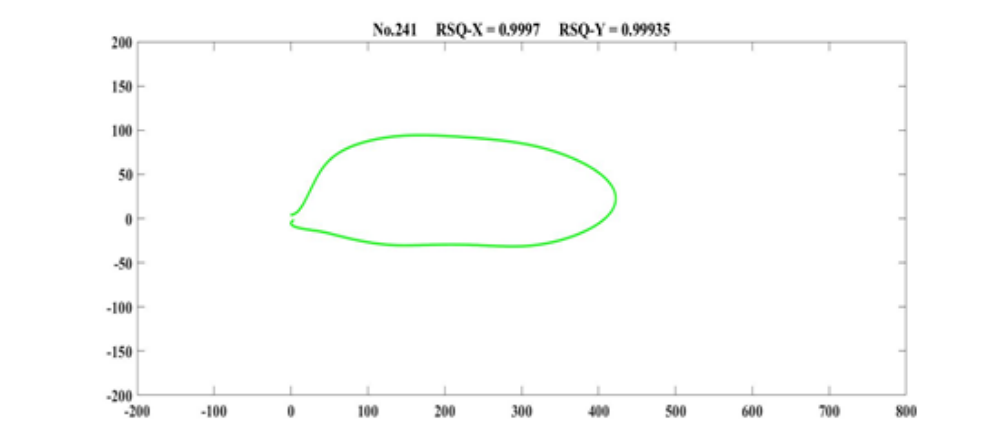
จากรูปที่ 3.20 สามารถหาขอบเขตของภาพให้เรียงด้วยการทำ Curve Fitting โดยการใช้ฟังก์ชันโพลีโนเมียล ซึ่งลำดับของฟังก์ชันในแนวแกน x และแกน y อยู่ลำดับที่ 17 และ 13 ดังรูปที่ 3.21 แสดงการใช้โปรแกรม Matlab ในการทำให้ขอบเขตของภาพเรียบ และรูปที่ 3.22 คือรูปที่ได้ทำการ Curve Fitting แล้ว เมื่อได้รหัสห่วงโซ่แล้วนำค่ารหัสห่วงโซ่ของข้าวแต่ละเมล็ดแทนลงในสมการที่ (2.2) – (2.8) ซึ่งจะทำให้ได้พิกัดจุด (x,y) ในระบบพิกัดคาร์ทีเซียน และทำให้สามารถสร้างเค้าโครงเมล็ดข้าวเปลือกได้ดังแสดงในรูปที่ 3.21



รูปที่ 3.20 ภาพจากรหัสสายโซ่ก่อนทำการ Curve Fitting



รูปที่ 3.21 การทำ Curve Fitting ด้วยโปรแกรม Matlab



รูปที่ 3.22 ภาพจากรหัสสายโซ่หลังจากทำการ Curve Fitting แล้ว

3.4.6 การหาขอบเขตใหม่ (New Boundary)

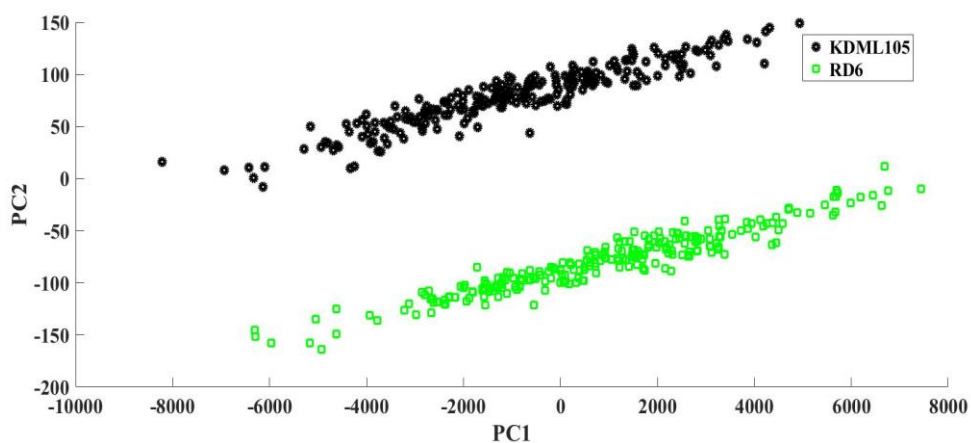
หลังจาก Curve Fitting เราจะนำข้อมูลที่ได้ มาหารูปปร่างทางคณิตศาสตร์ตามสมการที่ 2.11 - 2.14 โดยใช้โปรแกรม Matlab ในการคำนวณ ซึ่งกระบวนการนี้เราจะได้ตัวแปรออกมา 3 ตัว ได้แก่ Perimeter, Area, และ Eccentricity จากสมการที่ (2.10 - 2.14)

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลค่าเฉลี่ยที่ได้จากตัวแปรทั้งสาม

Rice Variety	Area (pixel ²)	Perimeter (pixels)	Eccentricity
KDML105	44630.83	1372.793	8.853308
RD6	42883.05	1200.997	7.154911

3.4.7 วิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis)

ข้อมูลจากพารามิเตอร์ทั้งสามตัวแปรจะถูกทำการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักโดยใช้โปรแกรม matlab ผลการวิเคราะห์แสดงดังรูปที่ 3.23

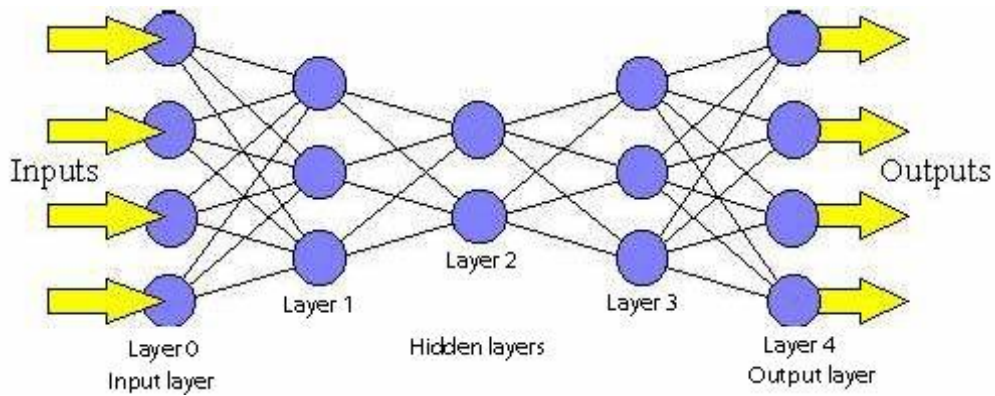


รูปที่ 3.23 การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis)

จากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักจะเห็นได้ว่าวิธีการประมวลผลภาพที่ได้ดำเนินการสามารถแยกพันธุ์ข้าวเปลือกทั้งสองออกจากกันได้อย่างชัดเจนจึงมีความเป็นไปได้ที่จะนำวิธีการดังกล่าวไปใช้ในการวิเคราะห์พันธุ์ข้าวอื่นๆต่อไป

3.4.8 ระบบโครงข่ายประสาทเทียม

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักแล้ว จะทำการสร้างโครงข่ายประสาทเทียมแบบ feed forward backpropagation ซึ่งจะทำให้การปรับจำนวนชั้น จำนวนโหนด และ Transfer Function เพื่อให้ได้คำตอบตามที่กำหนดไว้ แนวทางการสร้างโครงข่ายประสาทเทียมเป็นดังรูปที่ 3.24



รูปที่ 3.4 ระบบโครงข่ายประสาทเทียม

โดยแต่ละ Layer นั้น จะมีการกำหนดค่า Weight Bias และ Transfer Function ซึ่งค่า Weight และ Bias จะถูกปรับด้วย Function ของ Levenberg – Marquardt เพื่อให้ได้ค่าใกล้เคียงกับค่าตอบที่กำหนดไว้โดยจะทำการฝึก (คำนวณ) ที่จำนวน 100000 รอบ หรือการฝึกจะสิ้นสุดลงเมื่อค่า Mean square error เท่ากับ 1×10^{-21}

3.4.9 เงื่อนไขที่ใช้ในการทดลอง

3.4.10.1 Line Intensity 115 Threshold Upper = 190 Lower = 90

3.4.10.2 Line Intensity 120 Threshold Upper = 190 Lower = 90

3.4.10.3 Line Intensity 145 Threshold Upper = 190 Lower = 90

3.4.10.4 Line Intensity 120 Threshold Upper = 170 Lower = 70

3.4.10.5 Line Intensity 120 Threshold Upper = 180 Lower = 80

3.4.10.6 การวางตำแหน่งข้าวในทิศที่แตกต่างกัน Line Intensity = 120

Threshold Upper = 190 Lower = 90

3.4.10.7 ข้าวทั้ง 5 สายพันธุ์ Line Intensity = 120 Threshold Upper = 190

Lower = 90

3.4.10.8 โครงข่ายประสาทเทียมข้าวหอมมะลิ กับ ข้าวเหนียว กข.6 Line Intensity

= 120 Threshold Upper = 190 Lower = 90

3.4.10.9 โครงข่ายประสาทเทียมข้าวหอมมะลิ กับ ข้าวเหนียว กข.6 Line Intensity

= 120 Threshold Upper = 170 Lower = 70

3.4.10.10 โครงข่ายประสาทเทียมข้าวทั้ง 5 สายพันธุ์ Line Intensity = 120

Threshold Upper = 190 Lower = 90

โดยเงื่อนไข Line Intensity = 120 Threshold Upper = 190 Lower = 90 ดีที่สุดเนื่องจากรูปภาพไม่มีการเสียหายรูปภาพเมล็ดข้าวสมบูรณ์เต็มเมล็ดและได้ชุดของข้อมูลที่จะวิเคราะห์ได้สมบูรณ์ที่สุด

บทที่ 4

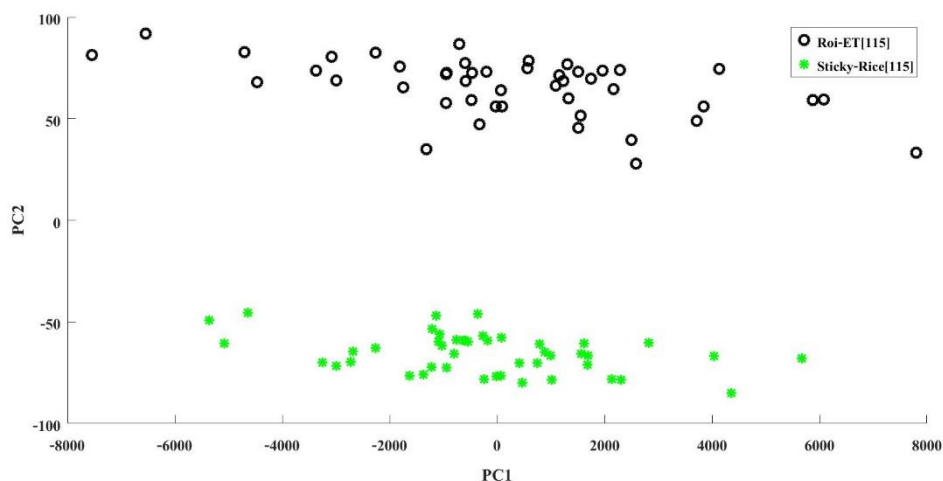
ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

4.1 ผลการทดลองการจำแนกข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และข้าวเหนียว กข. 6 ภายใต้เงื่อนไขการปรับค่า Line Intensity เท่ากับ 115 เทอร์ชโฮลด์ โดย Upper Value เท่ากับ 190 และ Lower Value เท่ากับ 90

ทำการปรับค่า Line Intensity เท่ากับ 115 และค่า Standard Deviation เท่ากับ 3.49 จากนั้นทำการ เทอร์ชโฮลด์ภาพ โดยกำหนดค่า Upper Value ที่ 190 และ Lower Value ที่ 90 จากนั้นทำการถอดรหัสสายโซ่ และทำการ Curve Fitting แล้วนำข้อมูลที่ได้จากตารางที่ 4.1 มาทำการวิเคราะห์หองค์ประกอบหลักเพื่อ ศึกษาว่าปัจจัยในการเปลี่ยนความเข้มแสงนั้น มีผลต่อการจำแนกพันธุ์ข้าวเปลือก ขาวดอกมะลิ 105 หรือไม่

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลค่าเฉลี่ยที่ได้จากตัวแปรทั้งสามในเงื่อนไขค่า Line Intensity เท่ากับ 115

Rice Variety	Area (pixel ²)	Perimeter (pixels)	Eccentricity
KDML105	42518.85	1276.191	8.837872
RD6	42982.24	1141.861	7.069361



รูปที่ 4.1 การวิเคราะห์หองค์ประกอบหลักที่ค่า Line Intensity เท่ากับ 115

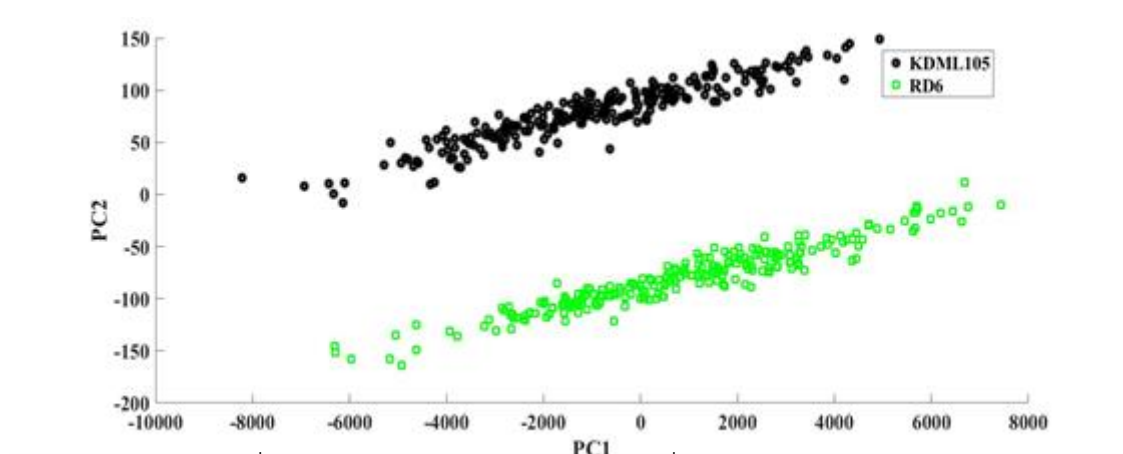
จากรูปที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักภายใต้เงื่อนไขการปรับค่า Line Intensity เท่ากับ 115 โดยกำหนดค่า Upper Value ที่ 190 และ Lower Value ที่ 90 จะเห็นได้ว่าการปรับความเข้มแสงเพิ่มขึ้นนั้น ไม่ส่งผลต่อการจำแนกพันธุ์ข้าวเปลือกแต่อย่างใด อีกทั้งยังสามารถแยกพันธุ์ข้าวเปลือกทั้งสองออกจากกันได้ชัดเจน

4.2 ผลการทดลองการจำแนกข้าวเปลือกพันธุ์ชาวดอกมะลิ 105 และข้าวเหนียว กข. 6 ภายใต้เงื่อนไขการปรับค่า Line Intensity เท่ากับ 120 กำหนดค่าเทรชโฮลด์ โดย Upper Value เท่ากับ 190 และ Lower Value เท่ากับ 90

ทำการปรับค่า Line Intensity เท่ากับ 120 และค่า Standard Deviation เท่ากับ 2.92 จากนั้นทำการ เทรชโฮลด์ภาพ โดยกำหนดค่า Upper Value ที่ 190 และ Lower Value ที่ 90 จากนั้นทำการถอดรหัสสายโซ่ และทำการ Curve Fitting แล้วนำข้อมูลที่ได้จากตารางที่ 4.2 มาทำการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักเพื่อ ศึกษาว่าปัจจัยในการเปลี่ยนความเข้มแสงนั้น มีผลต่อการจำแนกพันธุ์ข้าวเปลือก ชาวดอกมะลิ 105 หรือไม่

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลค่าเฉลี่ยที่ได้จากตัวแปรทั้งสามในเงื่อนไขค่า Line Intensity เท่ากับ 120

Rice Variety	Area (pixel ²)	Perimeter (pixels)	Eccentricity
KDML105	44630.83	1372.793	8.853308
RD6	42883.05	1200.997	7.154911



รูปที่ 4.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบหลักที่ค่า Line Intensity เท่ากับ 120

จากรูปที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักภายใต้เงื่อนไขการปรับค่า Line Intensity เท่ากับ 120 โดยกำหนดค่า Upper Value ที่ 190 และ Lower Value ที่ 90 จะเห็นได้ว่าการปรับ

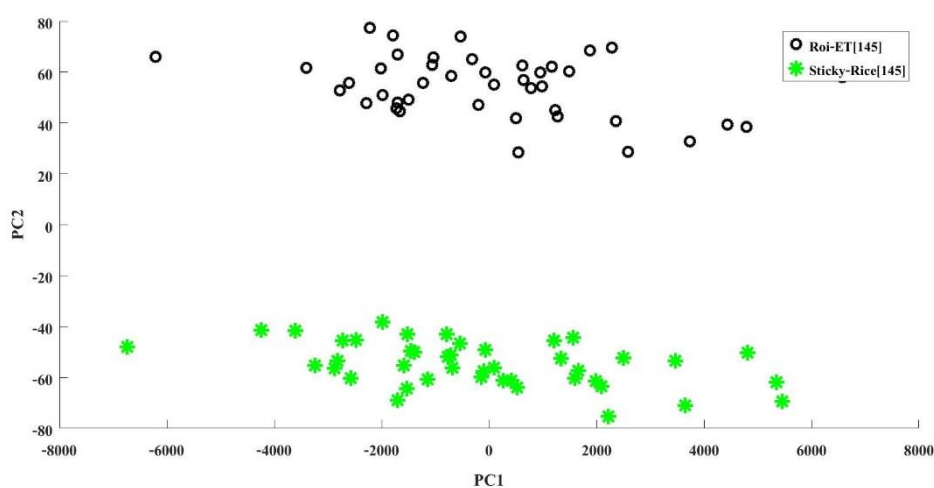
ความเข้มแสงเพิ่มขึ้นนั้น ไม่ส่งผลต่อการจำแนกพันธุ์ข้าวเปลือกแต่อย่างใด อีกทั้งยังสามารถแยกพันธุ์ข้าวเปลือกทั้งสองออกจากกันได้อย่างชัดเจน

4.3 ผลการทดลองการจำแนกข้าวเปลือกพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 และข้าวเหนียว กข.6 ภายใต้เงื่อนไขการปรับค่า Line Intensity เท่ากับ 145 กำหนดค่าเทรชโฮลด์ โดย Upper Value เท่ากับ 190 และ Lower Value เท่ากับ 90

ทำการปรับค่า Line Intensity เท่ากับ 145 และค่า Standard Deviation เท่ากับ 2.88 จากนั้นทำการ เทรชโฮลด์ภาพ โดยกำหนดค่า Upper Value ที่ 190 และ Lower Value ที่ 90 จากนั้นทำการถอดรหัสสายโซ่ และทำการ Curve Fitting แล้วนำข้อมูลที่ได้จากตารางที่ 4.3 มาทำการวิเคราะห์หองค์ประกอบหลักเพื่อ ศึกษาว่าปัจจัยในการเปลี่ยนความเข้มแสงนั้น มีผลต่อการจำแนกพันธุ์ข้าวเปลือก ข้าวดอกมะลิ 105 หรือไม่

ตารางที่ 4.3 ข้อมูลค่าเฉลี่ยที่ได้จากตัวแปรทั้งสามในเงื่อนไขค่า Line Intensity เท่ากับ 145

Rice Variety	Area (pixel ²)	Perimeter (pixels)	Eccentricity
KDML105	43238.26	1218.593	8.627905
RD6	43577.02	1107.288	7.076772



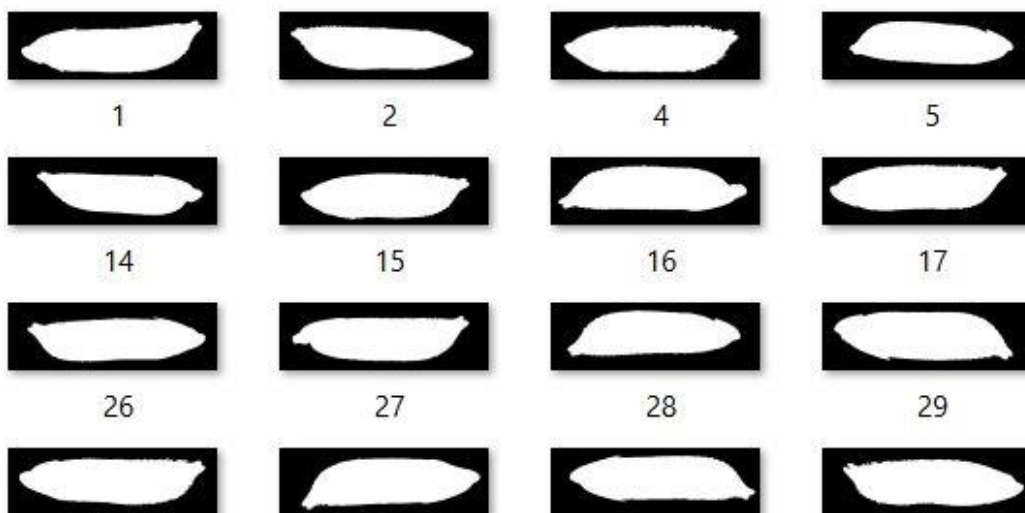
รูปที่ 4.3 การวิเคราะห์หองค์ประกอบหลักที่ค่า Line Intensity เท่ากับ 145

จากรูปที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์หองค์ประกอบหลักภายใต้เงื่อนไขการปรับค่า Line Intensity เท่ากับ 145 โดยกำหนดค่า Upper Value ที่ 190 และ Lower Value ที่ 90 จะเห็นได้ว่าการปรับ

ความเข้มแสงเพิ่มขึ้นนั้น ไม่ส่งผลต่อการจำแนกพันธุ์ข้าวเปลือกแต่อย่างใด อีกทั้งยังสามารถแยกพันธุ์ข้าวเปลือกทั้งสองออกจากกันได้อย่างชัดเจน

4.4 ผลการทดลองการจำแนกข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และข้าวเหนียว กข. 6 ภายใต้เงื่อนไขการจัดเรียงเมล็ดข้าวเปลือกไปทิศทางตรงกันข้ามกัน กำหนดเทรชโฮลด์ Upper Value เท่ากับ 190 และ Lower Value เท่ากับ 90 กำหนด Line Intensity เท่ากับ 120

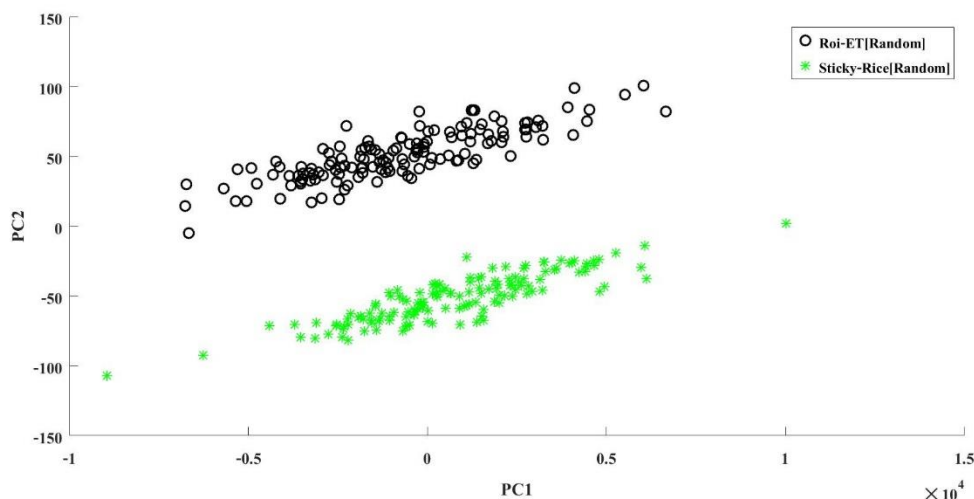
จากรูปที่ 4.4 จะเห็นได้ว่าเราทำการทดลองภายใต้เงื่อนไขการจัดเรียงเมล็ดข้าวไปในทิศทางตรงกันข้ามกัน โดยปรับค่า Line Intensity เท่ากับ 120 และมีค่า Standard Deviation ที่ 2.92 จากนั้นทำการ เทรชโฮลด์ภาพ โดยกำหนดค่า Upper Value ที่ 190 และ Lower Value ที่ 90 จากนั้นทำการถอดรหัสสายโซ่ และทำการ Curve Fitting แล้วนำข้อมูลที่ได้จากตารางที่ 4.4 มาทำการวิเคราะห์หองค์ประกอบหลักเพื่อศึกษาว่าปัจจัยในการจัดเรียงเมล็ดข้าว นั้น มีผลต่อการจำแนกพันธุ์ข้าวเปลือก ขาวดอกมะลิ 105 หรือไม่



รูปที่ 4.4 การจัดเรียงเมล็ดข้าวไปในทิศทางตรงกันข้ามกัน

ตารางที่ 4.4 ข้อมูลค่าเฉลี่ยที่ได้จากตัวแปรทั้งสาม ในเงื่อนไขการจัดเรียงเมล็ดข้าวไปทิศทางตรงกันข้ามกัน

Rice Variety	Area (pixel ²)	Perimeter (pixels)	Eccentricity
KDML105	43796.8	1314.766	8.906043
RD6	42282.02	1208.686	7.187546



รูปที่ 4.5 การวิเคราะห์องค์ประกอบหลักภายใต้เงื่อนไขการจัดเรียงเมล็ดข้าวเปลือกไปในทิศทางตรงกันข้ามกัน

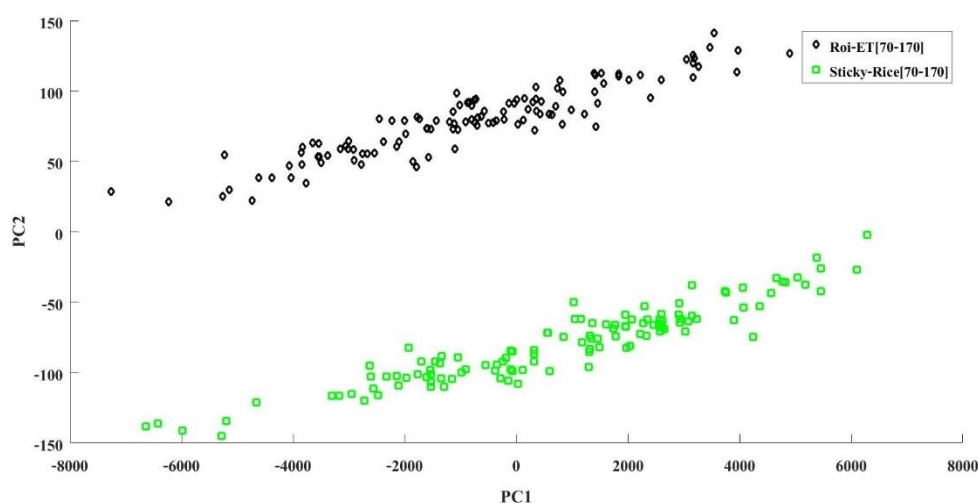
จากรูปที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักภายใต้เงื่อนไขการจัดเรียงเมล็ดข้าวไปในทิศทางตรงกันข้ามกัน โดยปรับค่า Line Intensity เท่ากับ 120 กำหนดค่า Upper Value ที่ 190 และ Lower Value ที่ 90 จะเห็นได้ว่าการจัดเรียงเมล็ดข้าวไปในทิศทางตรงกันข้ามกันนั้น ไม่ส่งผลต่อการจำแนกพันธุ์ข้าวเปลือกแต่อย่างใด อีกทั้งยังสามารถแยกพันธุ์ข้าวเปลือกทั้งสองออกจากกันได้อย่างชัดเจน

4.5 ผลการทดลองการจำแนกข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และ ข้าวเหนียว กข. 6 ภายใต้เงื่อนไขการปรับค่า เทรชโฮลด์ โดย Upper Value เท่ากับ 170 และ Lower Value เท่ากับ 70 ที่ Line Intensity เท่ากับ 120

ทำการปรับค่า Line Intensity เท่ากับ 120 และมีค่า Standard Deviation ที่ 2.92 กำหนดค่า Upper Value ที่ 170 และ Lower Value ที่ 70 จากนั้นทำการถอดรหัสสายโซ่ และทำการ Curve Fitting แล้วนำข้อมูลที่ได้จากตารางที่ 4.5 มาทำการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักเพื่อทำการศึกษาว่า ปัจจัยในการปรับค่าเทรชโฮลด์นั้น มีผลต่อการจำแนกพันธุ์ข้าวเปลือกขาวดอกมะลิ 105 หรือไม่

ตารางที่ 4.5 ข้อมูลค่าเฉลี่ยที่ได้จากตัวแปรทั้งสามในเงื่อนไข การปรับค่าเทรชโฮลด์ Upper Value เท่ากับ 170 และ Lower Value เท่ากับ 70

Rice Variety	Area (pixel ²)	Perimeter (pixels)	Eccentricity
KDML105	45024.06	1297.536	8.929945
RD6	43432.57	1129.908	7.147376



รูปที่ 4.6 การวิเคราะห์องค์ประกอบหลักภายใต้เงื่อนไข การปรับค่าเทรชโฮลด์ Upper Value เท่ากับ 170 และ Lower Value เท่ากับ 70

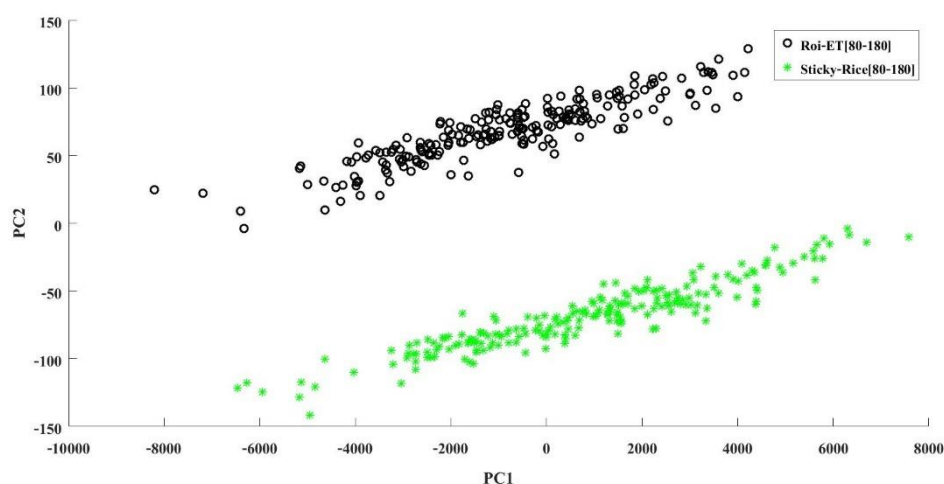
จากรูปที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักภายใต้เงื่อนไข การปรับค่าเทรชโฮลด์ Upper Value เท่ากับ 170 และ Lower Value เท่ากับ 70 Line Intensity เท่ากับ 120 ไม่ส่งผลต่อการจำแนกพันธุ์ข้าวเปลือกแต่อย่างใด อีกทั้งยังสามารถแยกพันธุ์ข้าวเปลือกทั้งสองออกจากกันได้ อย่างชัดเจน

4.6 ผลการทดลองการจำแนกข้าวเปลือกพันธุ์ชาวดอกมะลิ 105 ภายใต้เงื่อนไขการปรับค่า เทรชโฮลด์ โดย Upper Value เท่ากับ 180 และ Lower Value เท่ากับ 80 ที่ Line Intensity เท่ากับ 120

ทำการปรับค่า เทรชโฮลด์ โดย Upper Value เท่ากับ 180 และ Lower Value เท่ากับ 80 โดยปรับค่า Line Intensity เท่ากับ 120 และ มีค่า Standard Deviation ที่ 2.92 จากนั้นทำการ ถอดรหัสสายโซ่ และทำการ Curve Fitting แล้วนำข้อมูลที่ได้จากตารางที่ 4.6 มาทำการวิเคราะห์ องค์ประกอบหลักเพื่อทำการศึกษาว่าปัจจัยการปรับค่าเทรชโฮลด์มีผลต่อการทดลองหรือไม่

ตารางที่ 4.6 ข้อมูลค่าเฉลี่ยที่ได้จากตัวแปรทั้งสามในเงื่อนไข การปรับค่าเทรชโฮลด์ Upper Value เท่ากับ 180 และ Lower Value เท่ากับ 80

Rice Variety	Area (pixel ²)	Perimeter (pixels)	Eccentricity
KDML105	44922.98	1361.008	8.929945
RD6	43432.57	1129.908	8.836016



รูปที่ 4.7 การวิเคราะห์องค์ประกอบหลักภายใต้เงื่อนไข การปรับค่าเทรชโฮลด์ Upper Value เท่ากับ 180 และ Lower Value เท่ากับ 80

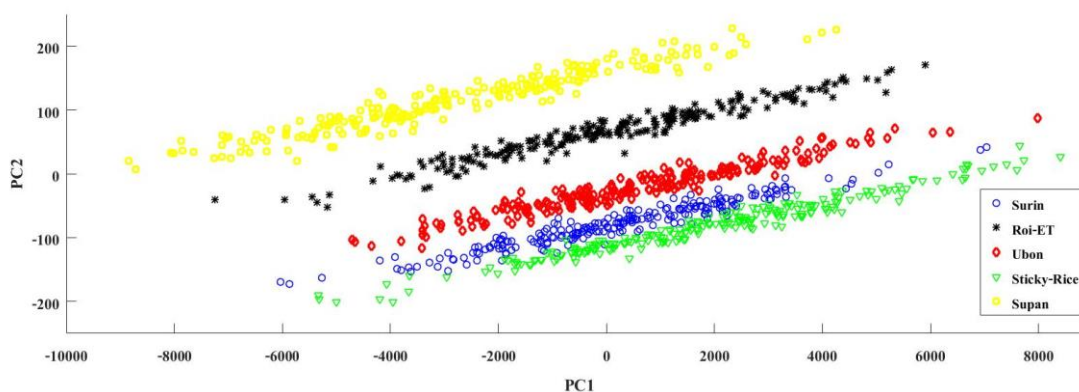
จากรูปที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักภายใต้เงื่อนไข การปรับค่าเทรชโฮลด์ Upper Value เท่ากับ 180 และ Lower Value เท่ากับ 80 Line Intensity เท่ากับ 120 ไม่ส่งผลกระทบต่อ การจำแนกพันธุ์ข้าวเปลือกแต่อย่างใด อีกทั้งยังสามารถแยกพันธุ์ข้าวเปลือกทั้งสองออกจากกันได้อย่าง ชัดเจน

4.7 ผลการจำแนกข้าวเปลือกพันธุ์ ขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกใน 4 จังหวัด และข้าว เหนียวพันธุ์ กข. 6 ที่ Line Intensity เท่ากับ 120 เทรชโฮลด์ โดย Upper Value เท่ากับ 190 และ Lower Value เท่ากับ 90

การทดลองนี้ ทำการจำแนกพันธุ์ข้าวเปลือก ทั้ง 5 สายพันธุ์ ประกอบด้วย ข้าว ขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในจังหวัด ร้อยเอ็ด สุรินทร์ อุบลราชธานี สุพรรณบุรี และ ข้าวเหนียว กข. 6 โดย กำหนดค่า Line Intensity เท่ากับ 120 และมีค่า Standard Deviation ที่ 2.92 จากนั้นทำการ เทรช โฮลด์ โดย Upper Value เท่ากับ 190 และ Lower Value เท่ากับ 90

ตารางที่ 4.7 ข้อมูลค่าเฉลี่ยที่ได้จากตัวแปรทั้งสาม ในแต่ละสายพันธุ์ของข้าว ขาวดอกมะลิ 105 และ ข้าวเหนียว กข. 6

Rice Variety	Area (pixel ²)	Perimeter (pixels)	Eccentricity
KDML105 (Surin)	44459.47	1226.389	8.840834
KDML105 (Roi-Et)	44663.83	1372.793	8.853308
KDML105 (Ubon)	44191.6	1278.205	8.686858
Supan 60	47466.37	1457.429	8.026925
RD6	42883.05	1200.997	7.154911



รูปที่ 4.8 การวิเคราะห์องค์ประกอบหลักในการจำแนกข้าวเปลือกทั้ง 5 สายพันธุ์

จากรูปที่ 4.8 ผลการทดลองตามเงื่อนไข กำหนดค่า Line Intensity เท่ากับ 120 และมีค่า Upper Value เท่ากับ 190 และ Lower Value เท่ากับ 90 สามารถแยกพันธุ์ข้าวเปลือกพันธุ์ ขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในจังหวัด สุรินทร์ อุบลราชธานี ร้อยเอ็ด สุพรรณบุรี และ ข้าวเหนียว พันธุ์ กข. 6 ได้อย่างชัดเจน

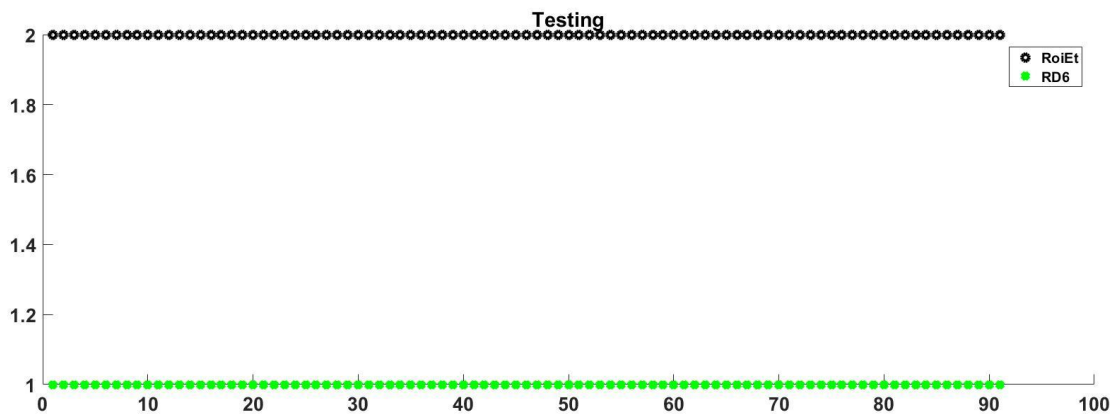
4.8 ผลการใช้ระบบโครงข่ายประสาทเทียม ในการแยกข้าวเปลือกพันธุ์ ข้าวดอกมะลิ 105 กับ ข้าวเหนียวพันธุ์ กข. 6 เทรชโฮสต์ โดย Upper Value เท่ากับ 190 และ Lower Value เท่ากับ 90 ที่ Line Intensity เท่ากับ 120

จากวิเคราะห์องค์ประกอบหลักแล้วนั้น ในเบื้องต้นสามารถแยกพันธุ์ข้าวเปลือก ในแต่ละสายพันธุ์ออกจากกันได้อย่างชัดเจน เมื่อได้ข้อมูลทั้งสามตัวแปรจะนำข้อมูลที่ได้นั้นมาใช้ในระบบโครงข่ายประสาทเทียมในการจำแนกพันธุ์ ข้าวเปลือกทั้งสองชนิด โดยจะใช้ชุดข้อมูลสำหรับการฝึก 150 ชุด และใช้สำหรับการทดสอบ 91 ชุด และมีการจัดโครงข่ายประสาทเทียมดังนี้ ภายในโครงข่ายประสาทเทียมประกอบด้วยจำนวนชั้นทั้งหมด 4 ชั้น และแต่ละชั้นมีจำนวนโหนด 10, 10, 30, และ 1 ตามลำดับ มี Transfer Function แต่ละชั้นคือ logsig, logsig, purelin, และ purelin ตามลำดับ โดยทำการฝึกทั้งหมด 100,000 รอบ



รูปที่ 4.9 กราฟแสดงผลข้อมูลการฝึกโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม ของข้าวขาวดอกมะลิ 105 กับ ข้าวเหนียว กข. 6

จากรูปที่ 4.9 ผลที่ได้จากการฝึกโดยการกำหนดคำตอบให้ ข้าวขาวดอกมะลิ 105 เป็น 2 และ ข้าวเหนียวพันธุ์ กข. 6 เป็น 1 สามารถสรุปได้ว่าระบบโครงข่ายประสาทเทียมสามารถแยกข้าวทั้งสองสายพันธุ์ได้ 100 %

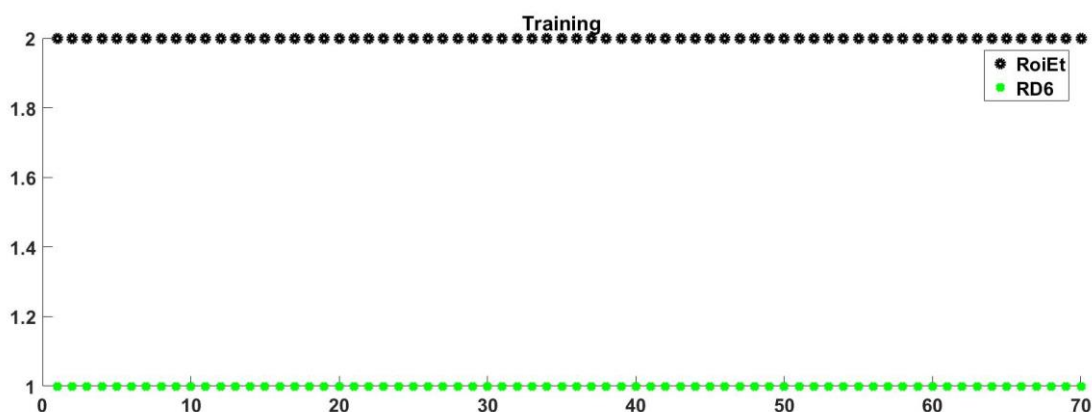


รูปที่ 4.10 กราฟแสดงผลข้อมูลการทดสอบโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม ของข้าวขาวดอกมะลิ 105 กับ ข้าวเหนียว กข. 6

จากรูปที่ 4.10 ผลที่ได้จากการทดสอบ โดยการป้อนชุดข้อมูลของข้าวขาวดอกมะลิ 105 และ ข้าวเหนียวพันธุ์ กข. 6 สรุปได้ว่าระบบโครงข่ายประสาทเทียมสามารถแยกพันธุ์ข้าวเปลือกทั้งสองสายพันธุ์ได้ 100 %

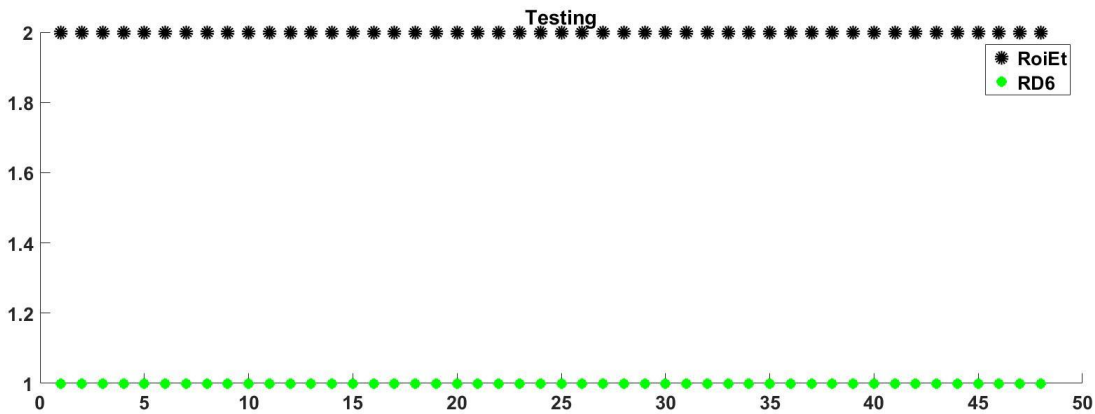
4.9 ผลการใช้ระบบโครงข่ายประสาทเทียม ในการแยกข้าวเปลือกพันธุ์ ข้าวดอกมะลิ 105 กับ ข้าวเหนียวพันธุ์ กข. 6 ภายใต้เงื่อนไขค่า เทอร์ชโฮลด์ Upper Value เท่ากับ 170 และ Lower Value เท่ากับ 70 ที่ Line Intensity เท่ากับ 120

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักภายใต้เงื่อนไข ค่าเทอร์ชโฮลด์ Upper Value เท่ากับ 170 และ Lower Value เท่ากับ 70 ที่ Line Intensity 120 จะเห็นได้ว่าข้าวทั้งสองสายพันธุ์สามารถแยกกันได้ดีต่อมาทำการวิเคราะห์ผลโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม โดยกำหนดเงื่อนไขการวิเคราะห์ทั้งหมด 1 เงื่อนไข โดยจะใช้ชุดข้อมูลสำหรับการฝึก 70 ชุด และใช้สำหรับการทดสอบ 48 ชุด มีการจัดโครงข่ายประสาทเทียมดังนี้ ภายในโครงข่ายประสาทเทียมประกอบด้วยจำนวนชั้นทั้งหมด 4 ชั้น และแต่ละชั้นมีจำนวนโหนด 10, 10, 10, และ 1 ตามลำดับ มี Transfer Function แต่ละชั้นคือ logsig, logsig, purelin, และ purelin ตามลำดับ โดยทำการฝึกทั้งหมด 100,000 รอบ



รูปที่ 4.11 กราฟแสดงผลข้อมูลการฝึกโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม ของข้าวขาวดอกมะลิ 105 กับ ข้าวเหนียว กข. 6 ภายใต้เงื่อนไข ค่าเทอร์ชโฮลด์ Upper Value เท่ากับ 170 และ Lower Value เท่ากับ 70

จากรูปที่ 4.11 ผลที่ได้จากการฝึกตามเงื่อนไขที่ 1 โดยการกำหนดค่าตอบให้ ข้าวขาวดอกมะลิ 105 เป็น 2 และ ข้าวเหนียวพันธุ์ กข. 6 เป็น 1 ภายใต้เงื่อนไข ค่าเทอร์ชโฮลด์ Upper Value เท่ากับ 170 และ Lower Value เท่ากับ 70 สามารถสรุปได้ว่าระบบโครงข่ายประสาทเทียมสามารถแยกข้าวทั้งสองสายพันธุ์ได้อย่างชัดเจน

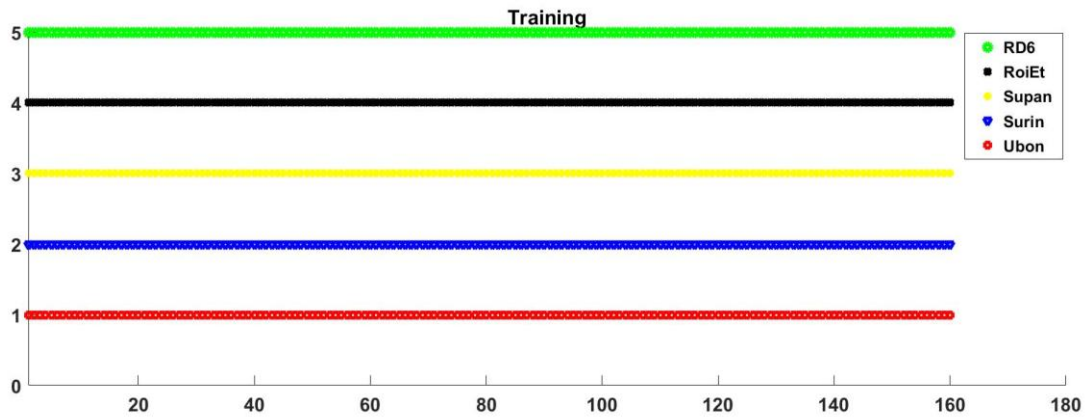


รูปที่ 4.12 กราฟแสดงผลข้อมูลการทดสอบโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม ของข้าวขาวดอกมะลิ 105 กับ ข้าวเหนียว กข. 6

จากรูปที่ 4.12 ผลที่ได้จากการทดสอบตามเงื่อนไขที่ 1 โดยการป้อนชุดข้อมูลของข้าวขาวดอกมะลิ 105 และ ข้าวเหนียวพันธุ์ กข. 6 ภายใต้เงื่อนไข ค่าเทรชโฮลด์ Upper Value เท่ากับ 170 และ Lower Value เท่ากับ 70 สรุปได้ว่าระบบโครงข่ายประสาทเทียมสามารถแยกพันธุ์ข้าวเปลือกทั้งสองสายพันธุ์ได้ 100 %

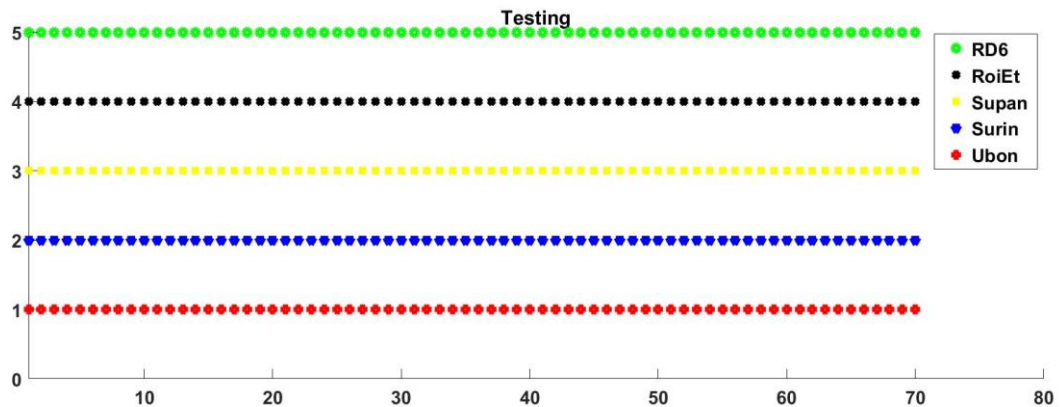
4.10 ผลการใช้ระบบโครงข่ายประสาทเทียม ในการแยกข้าวเปลือกพันธุ์ ข้าวดอกมะลิ 105 จังหวัดสุรินทร์ อุบลราชธานี ร้อยเอ็ด ข้าวเปลือกพันธุ์ สุพรรณบุรี 60 และ ข้าวเหนียวพันธุ์ กข. 6

จากผลการทดลองการใช้อ็γκประกอบหลัก จะเห็นได้ว่าข้าวเปลือกทั้ง 5 สายพันธุ์สามารถแยกกันได้ อย่างชัดเจน ต่อมาทำการวิเคราะห์ผลโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม โดยกำหนดเงื่อนไขการวิเคราะห์ทั้งหมด 1 เงื่อนไข โดยจะใช้ชุดข้อมูลสำหรับการฝึก 160 ชุด และใช้สำหรับการทดสอบ 70 ชุด ภายในโครงข่ายประสาทเทียมประกอบด้วยจำนวนชั้นทั้งหมด 4 ชั้น และแต่ละชั้นมีจำนวนโหนด 5, 7, 3, และ 1 ตามลำดับ มี Transfer Function แต่ละชั้นคือ logsig, logsig, purelin, และ purelin ตามลำดับ โดยทำการฝึกทั้งหมด 100,000 รอบ



รูปที่ 4.13 กราฟแสดงผลข้อมูลการฝึกโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการจำแนกพันธุ์ข้าวเปลือกทั้ง 5 สายพันธุ์

จากรูปที่ 4.13 ผลที่ได้จากการฝึกตามเงื่อนไขที่ 1 โดยการกำหนดค่าตอบให้ ข้าวขาวดอกมะลิอุบลราชธานีเป็น 1 ข้าวขาวดอกมะลิสุรินทร์เป็น 2 ข้าวสุพรรณบุรี 60 เป็น 3 ข้าวขาวดอกมะลิร้อยเอ็ดเป็น 4 และ ข้าวเหนียวพันธุ์ กข. 6 เป็น 5 สามารถสรุปได้ว่าระบบโครงข่ายประสาทเทียมสามารถแยกข้าวทั้งสองสายพันธุ์ได้อย่างชัดเจน



รูปที่ 4.14 กราฟแสดงผลข้อมูลการทดสอบโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการจำแนกพันธุ์ข้าวเปลือกทั้ง 5 สายพันธุ์

จากรูปที่ 4.14 ผลที่ได้จากการทดสอบตามเงื่อนไขที่ 1 โดยการป้อนชุดข้อมูลของข้าวเปลือกทั้ง 5 สายพันธุ์ สรุปได้ว่าระบบโครงข่ายประสาทเทียมสามารถแยกพันธุ์ข้าวเปลือกทั้ง 5 สายพันธุ์ได้ 100 %

บทที่ 5

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ผู้ทำการทดลองได้ทำการจำแนกพันธุ์ข้าวเปลือกทั้ง 5 สายพันธุ์ ด้วยวิธีประมวลผลภาพ โดยเริ่มจากการจัดตำแหน่งแหล่งกำเนิดแสง ให้กระทบบนพื้นที่ทำงานอย่างสม่ำเสมอ ด้วยความสูง 7 เซนติเมตร ถ่ายภาพเมล็ดข้าวพันธุ์ละ 250 เมล็ด รวมทั้งหมด 1250 เมล็ด จากนั้นทำการตัดภาพให้เหลือเมล็ดข้าวภาพละ 1 เมล็ด ที่ขนาดเท่ากับ 181×565 พิกเซล ต่อรูป ทำการเทรซโฮลด์ภาพในแต่ละเงื่อนไข หาขอบเขตของภาพด้วยการใช้ Chain Code ทำการ Curve Fitting ด้วยฟังก์ชัน Polynomial มีแกน X และ Y อยู่ในลำดับที่มีค่าแกน 17 และ 13 ตามลำดับ จากนั้นคำนวณหาค่าตัวแปรทั้ง 3 ตัวแปร ดังนี้ พื้นที่ เส้นรอบวง และ อัตราส่วนแกนหลักต่อแกนรอง นำข้อมูลทั้ง 3 ตัวแปร มาวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก ซึ่งจะเห็นได้ว่า สามารถแยกพันธุ์ข้าวเปลือกทั้ง 5 สายพันธุ์ ได้อย่างมีนัยยะสำคัญ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้อันวิเคราะห์โดยใช้ระบบโครงข่ายประสาทเทียม เพื่อจำแนกพันธุ์ข้าวเปลือกทั้ง 5 สายพันธุ์ โดยผู้ทำการทดลอง ทำการกำหนดเงื่อนไขในการทดลองจำแนกข้าวหอมมะลิออกจากข้าวเหนียว กข. 6 ดังนี้ ปรับค่า เทรซโฮลด์ Lower Threshold เท่ากับ 70 และ Upper Threshold เท่ากับ 170 และเปรียบเทียบข้าวหอมมะลิทั้ง 5 สายพันธุ์ ผลการทดลองตามเงื่อนไขสามารถจำแนกพันธุ์ข้าวเปลือกขาวดอกมะลิ 105 ได้ 100 %

เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรโดยความร่วมมือของกรมศุลกากร. (2560, ธันวาคม). สถิติการส่งออกข้าวปี 2560. สืบค้นเมื่อ 28 ธันวาคม 2560, จาก http://www.oae.go.th/oae_report/export_import.
- [2] THE 9th ANNUAL – WORLD’S BEST RICE CONTEST in WORLD RICE CONFERENCE 2017. สืบค้นเมื่อ 19 ธันวาคม 2560, จาก <http://www.trtworldrice.com/ricetasting.html>.
- [3] Jon Fernquest. (2016). Bangkok Post “Thailand and China Talk”. สืบค้นเมื่อ 20 ธันวาคม 2560, จาก <http://www.bangkokpost.com/learning/advanced/301110/thailand-and-china-talk-business>.
- [4] Sonthaya.S. (2016). “Research Article Factors Affecting Export Performance of Thai Rice Exporter in the Chinese Market”. Research Journal of Business Management. 10 (4): 74-85, 2016.
- [5] ห้องปฏิบัติการดีเอ็นเอเทคโนโลยีขั้นที่1อาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. (2560, ธันวาคม). การตรวจสอบการปลอมปนพันธุ์ข้าว. สืบค้นเมื่อ 20 ธันวาคม 2560, จาก <http://www.dnatec.kps.ku.ac.th/index.php/th/component/k2/item/4-2016-01-15-02-59-60>.
- [6] N. Kongseri, J. Bangvarg, K. Cheapun, S. Wongpiyachon, V. Sukvivat, P. Sawangjit, and S. Tangvisuttijit, Quality and investigation of Thai jasmine rice, academic agriculture department, ministry of agriculture and cooperatives, ISSN 974-436-343-6 (2004)
- [7] Y. Liu, A. Ouyang, J. Wu, and Y. Ying, “An automatic method for identifying different variety of rice seeds using machine vision technology,” proc. SPIE 5996, 99. 59961H (2005).
- [8] S. Sumriddetchkajorn, K. Suwansukho, and P. Buranasiri, “Two-wavelength spectral image-based Thai rice breed identification,” Proc. SPIE 7715, 77150I (2010).
- [9] Suwansukho, K., Sumriddetchkajorn, S., and Buranasiri, P., “Demonstration of a single wavelength spectral-imaging-based Thai jasmine rice identification.” Appl. Opt.50, 4024-4030 (2011).

เอกสารอ้างอิง(ต่อ)

- [10] Suwansukho, K., Sumriddetchkajorn, S., and Buranasiri, P., "Improvement of single-wavelength based Thai jasmine rice identification with elliptic Fourier descriptor and neural network analysis," Proc. SPIE 8558, 85580C (2012).
- [11] K. Suwansukho, S. Sumriddetchkajorn, and P. Buranasiri, "Single-wavelength based Thai jasmine rice identification with polynomial fitting function and neural network analysis," Proc. SPIE 8883, 888318 (2013).
- [12] Suwansukho, K., Sumriddetchkajorn, S., and Buranasiri, P., "Fast fluorescent imaging-based Thai jasmine rice identification with polynomial fitting function and neural network analysis," Appl. Opt. 53, 2206-2211 (2014).
- [13] Pal, N.R., Pal, S.K. "Entropic thresholding". Signal Process. 16, 97-108 (1989).
- [14] Wang, S., Chung, F.L., Xiong, F. "A novel image thresholding method based on Parzen window estimate". Pattern Recognition 41, 117-129 (2008).
- [15] Freeman, H., "Computer process of line drawing images," Comp. Surv. 6 pp. 57-97 (1974).
- [16] Freeman, H., "On the encoding of arbitrary geometric configuration," IRE Trans. Elec. Comp. 260-268 (1961).
- [17] I. Sadeh, "Polynomial approximation of image," Comput. Math. Appl. 32, 99-115 (1996).
- [18] L. M. Kocic and G. V. Milovanovic, "Shape preserving approximations by polynomial and splines," Comput. Math. Appl. 33, 59-97 (1997).
- [19] L. F. Costa and R. M. Cesar, Shape classification and analysis: theory and practice, in Image Processing Series, P. A. Laplants, ed., pp. 411-414 (2009).
- [20] S. C. Ng, "Principal component analysis to reduce dimension on digital image," Procedia Computer Science. 111, 113-119 (2017).

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

บทความในการประชุมทางวิชาการต่างๆ

PROCEEDINGS OF SPIE

[SPIDigitalLibrary.org/conference-proceedings-of-spie](https://spiedigitallibrary.org/conference-proceedings-of-spie)

A simplified and powerful image processing methods to separate Thai jasmine rice and sticky rice varieties

Piyoros Khondok, Aparporn Sakulkalavek, Kajpanya Suwansukho

Piyoros Khondok, Aparporn Sakulkalavek, Kajpanya Suwansukho, "A simplified and powerful image processing methods to separate Thai jasmine rice and sticky rice varieties," Proc. SPIE 10714, Third International Conference on Photonics Solutions (ICPS2017), 107140C (5 March 2018); doi: 10.1117/12.2299632

SPIE.

Event: Third International Conference on Photonic Solutions, 2017, Pattaya, Thailand

A simplified and powerful image processing methods to separate Thai jasmine rice and sticky rice varieties

Piyoros Khondok*, Aparporn Sakulkalavek, Kajpanya Suwansukho
Applied Physics Department, Faculty of Science
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, Thailand

ABSTRACT

A simplified and powerful image processing procedures to separate the paddy of KHAW DOK MALI 105 or Thai jasmine rice and the paddy of sticky rice RD6 varieties were proposed. The procedures consist of image thresholding, image chain coding and curve fitting using polynomial function. From the fitting, three parameters of each variety, perimeters, area, and eccentricity, were calculated. Finally, the overall parameters were determined by using principal component analysis. The result shown that these procedures can be significantly separate both varieties.

Keywords: Thai jasmine rice, Thai sticky rice, Principal component analysis, Polynomial function, and Chain coding.

1. INTRODUCTION

In present Thai jasmine rice or KHAW DOK MALI 105 (KDML105) is one of the best rice variety in Thailand because Thai jasmine rice is fragrant and soft. It is high quality for cooking and export to global that, it is made income for Thailand and farmers. As a result, there is an increasing in mixing KDML105 paddy rice with other Thai paddy rice varieties, for example Thai sticky rice (RD6). Sometime, in procedure of growing and milling KDML105 were mixed by other rice varieties. So that, it is producing an effect for economic loss and discredit for rice exportation of Thailand. Nowadays, DNA technology [1] was used to identification KDML105. But, it is complexity, high-price and spend a lot of time. For research, two-wavelength spectral imaging identification [2] used a high energy UVC light source fluorescent radiation in a 500-580 wavelength band for identity milled rice grains but the result cannot be used to separate these rice varieties from each other. A single-wavelength for identify Thai jasmine rice [3] with selected parameters of area (pixel²), perimeters (pixels), ratio of ellipse axes, and elongation factor was proposed but the result is very sensitive with the change in image processing parameters, several issues such as the uniformity of the exciting light, image system, and image processing processes need to be improves. Next, the improvement of a single-wavelength for identity of Thai jasmine rice with elliptic Fourier descriptor (EFD) and neural network analysis (NNA) [4] is used. The lower threshold value is varied from 30 to 40 and upper threshold is fixed at 70. Then, chain code for shape pattern and normalized EFD are determined. However, the result is ineffectiveness and complication methods. However, a single wavelength and polynomial function were used with improve false acceptance rate and false rejection rate in identification KDML105 [5]. Recently, the fast fluorescent with polynomial function and neural network analysis [6] was proposed. The result is significant for separate KDML105 from other milled rice varieties. Hence, we propose and experimentally demonstrate in this work that a combination of chain code processing, polynomial function, and principal component analysis can separation the KDML105 paddy rice from the Thai paddy sticky rice (RD6).

*piyoroskhondok@gmail.com; phone 097-2416268

2. MATERIALS

Paddy rice grains of KDML 105, and RD6 varieties is show in Fig.1. These paddy rice were prepared by the rice research institute of Thailand. The paddy rice grains are positioned on our black rice tray as shown in Fig. 2, and aligned in the same direction. The black rice tray in Fig.2 is crate 45 rice tray with 52 mm.× 82 mm. It is made from black anodized aluminum. Each rice slot has dimension of 2 mm. × 4 mm. × 12 mm. A total of 500 paddy rice grains, 250 for each paddy rice variety are investigated.



Fig. 1 Two breeds of Thai paddy rice grains.



Fig. 2 The rice tray

3. SYSTEM FOR IMAGE ACQUISITION

Fig.3 show a LED ring white light source, an imaging lens system, a two-dimension (2-D) digital camera, and an electronic controlling and processing unit. The image resolution of 1280×980 pixels is defined and collected with TIFF format in 8-bit. This powerful image system is controlled by personal computer (PC) having an Intel Core i5 at 3.20GHz clock speed and 16 GB RAM. Only 8-grains of each variety was captured in active area with having uniformity of light intensity.

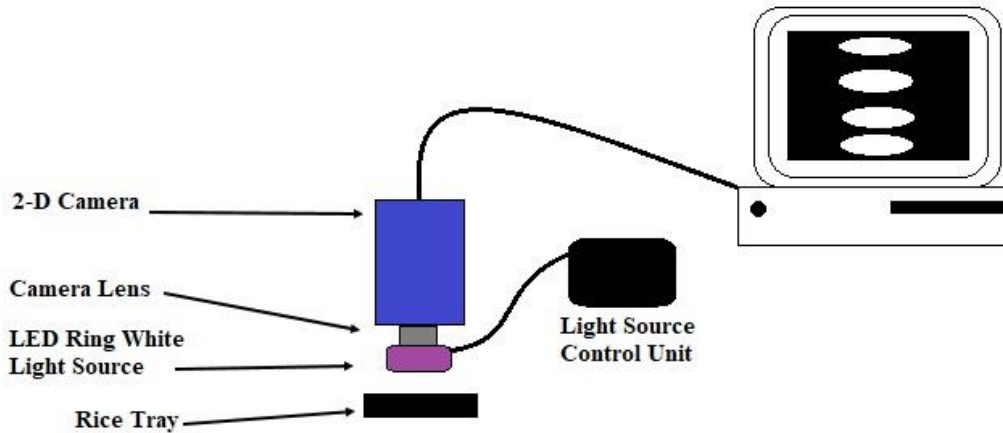


Fig. 3 The structure of a powerful image process for separate Thai jasmine rice and sticky rice.

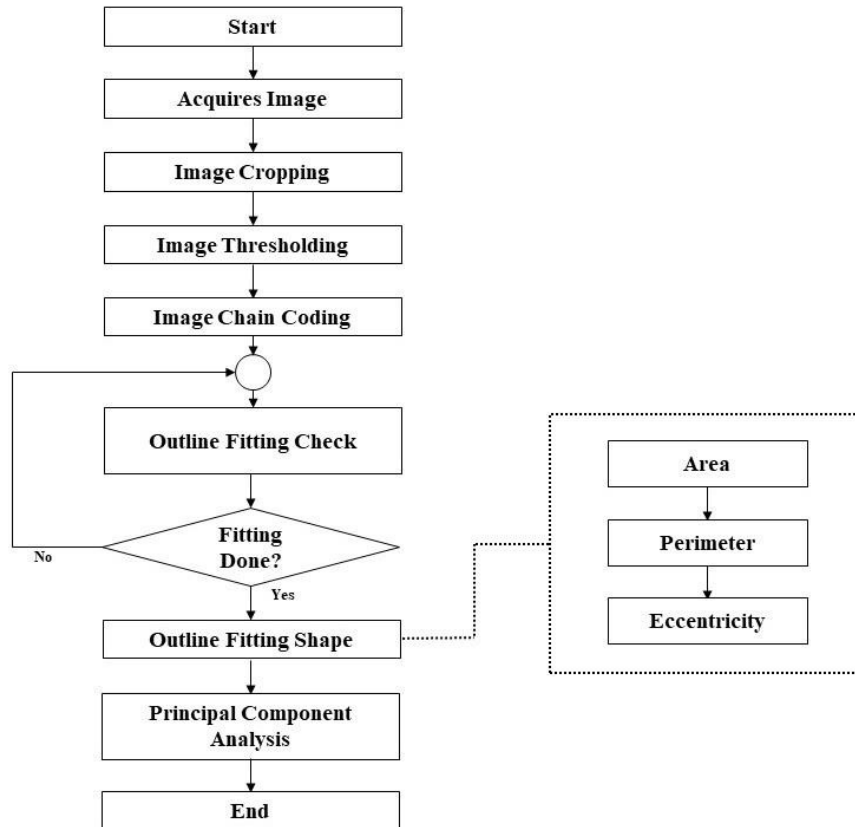


Fig. 4 Flowchart for analysis to separate KMDL105 from RD6.

4. IMAGE ANALYSIS

The image analysis procedure is shown in Fig.4. The rice image is cropped to 565×181 pixels in which it contains only one rice grain/image and goes through an image thresholding process in order to feed out unwanted image areas and selected range of threshold process are 90 for lower and 190 for upper as shown in Fig.5. Our image threshold can be simply express in Eqn(1).

$$I(x,y)=\begin{cases} 255, & Th_{min} \leq I(x,y) \leq Th_{max} \\ 0, & \text{Otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

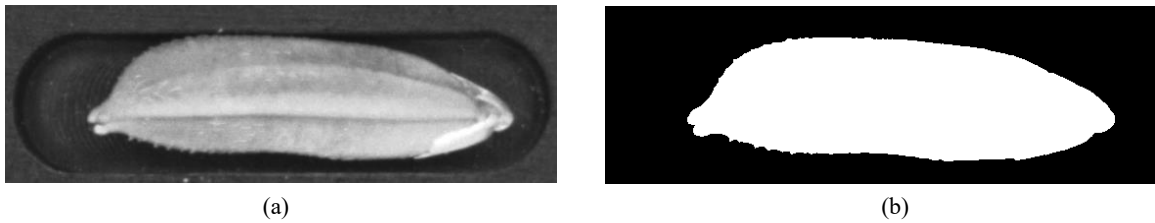


Fig. 5 (a) 565×181 image size of a paddy rice grains and (b) a threshold image of paddy rice grain

After that, Freeman chain codes [6] in Eqn(2), Eqn(4), Eqn(6), respectively are applied in order to define the edge of the threshold image.

$$t_p = \sum_{i=1}^p \Delta t_i \quad (2)$$

where

$$\Delta t_i = 1 + \left(\frac{\sqrt{2}-1}{2} \right) \left(1 - (-1)^{c_i} \right) \quad (3)$$

$$x_p = \sum_{i=1}^p \Delta x_i \quad (4)$$

where

$$\Delta x_i = \text{signum}(6 - c_i) \text{signum}(2 - c_i) \quad (5)$$

$$y_p = \sum_{i=1}^p \Delta y_i \quad (6)$$

where

$$\Delta y_i = \text{signum}(4 - c_i) \text{signum}(c_i) \quad (7)$$

and

$$\text{signum}(z) = \begin{cases} 1, & z > 0 \\ 0, & z = 0 \\ -1, & z < 0 \end{cases} \quad (8)$$

Next, the edge of the chain coding image is smoothed by the polynomial function [6]. Using the chain coding and fitted boundary, a geometry feature can be analyzed in terms of perimeter, area, and eccentricity with computed [6] as Eqn(9), Eqn(11), Eqn(12).

$$\text{Perimeter} = 0.95 \cdot \sum_{i=0}^{p-1} \text{length}(c_i). \quad (9)$$

where

$$\text{Length}(c) = \begin{cases} 1 & \text{for } c = 0, 2, 4, 6 \\ \sqrt{2} & \text{for } c = 1, 3, 5, 7 \end{cases}. \quad (10)$$

$$\text{Area} = \frac{1}{2} \left| \sum_{i=0}^{p-1} (x_i y_{i+1} - x_{i+1} y_i) \right|, \quad (11)$$

and,

$$\text{Eccentricity} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}. \quad (12)$$

where

$$\det(C - \lambda_{1,2}I) = 0. \quad (13)$$

5. RESULTS AND DISCUSSION

The image in Fig. 5(a) show a 565×181 pixel. This image goes through our image-thresholding process and fixed upper and lower threshold value at 90 and 190, respectively, as shown in Fig. 5(b). Next, the edges of the threshold images are determined by the chain coding process as shown in Fig. 6. The orders of the fitted polynomial function are 17 and 13 with the corresponding linear regression of better than 99.9%. So that, fitted polynomial curves are rebuild to from a new edge image of a paddy rice image as shown in Fig. 7. Urgently, three shape parameters of each rice grain in term of perimeters, area, and eccentricity are extracted as show in Table 1. Finally, a principal component analysis shows high performance in separate the KDML105 paddy rice from RD6 as shown in Fig. 8.

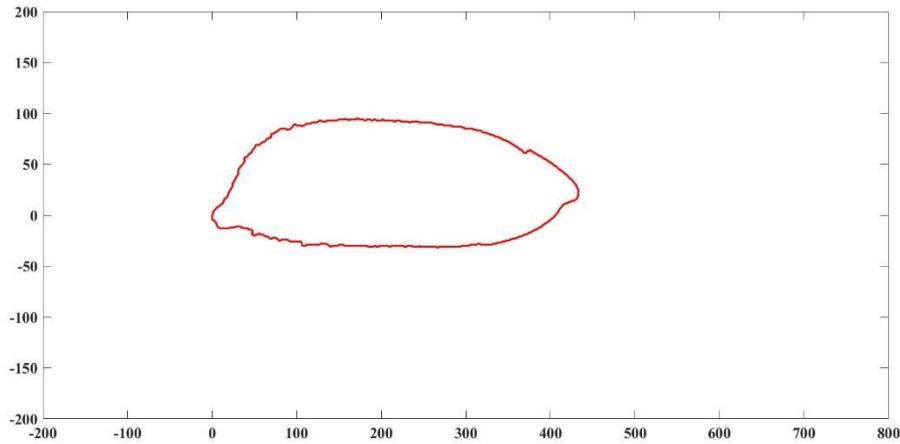


Fig. 6 Boundary of the threshold image compute from the chain coding process.

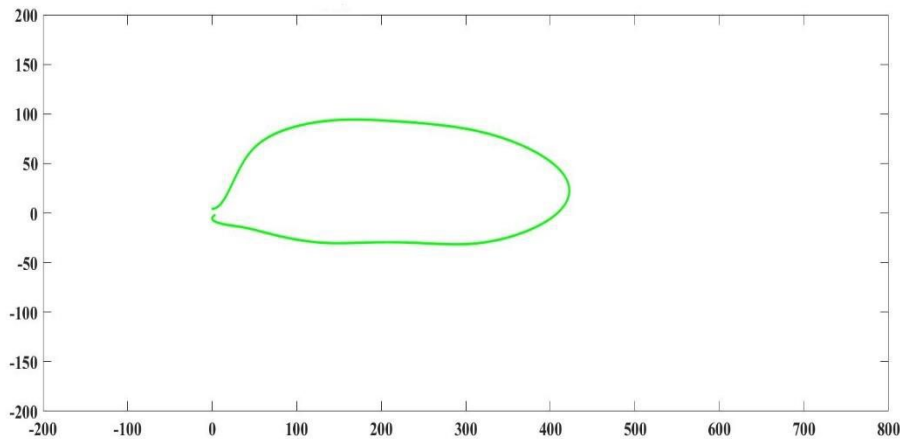


Fig. 7 Reconstructed image from polynomial function.

Table 1. Average values of three shape parameters.

Rice Variety	Area (pixel ²)	Perimeter (pixels)	Eccentricity
KDML105	44630.83	1372.793	8.853308
RD6	42883.05	1200.997	7.154911

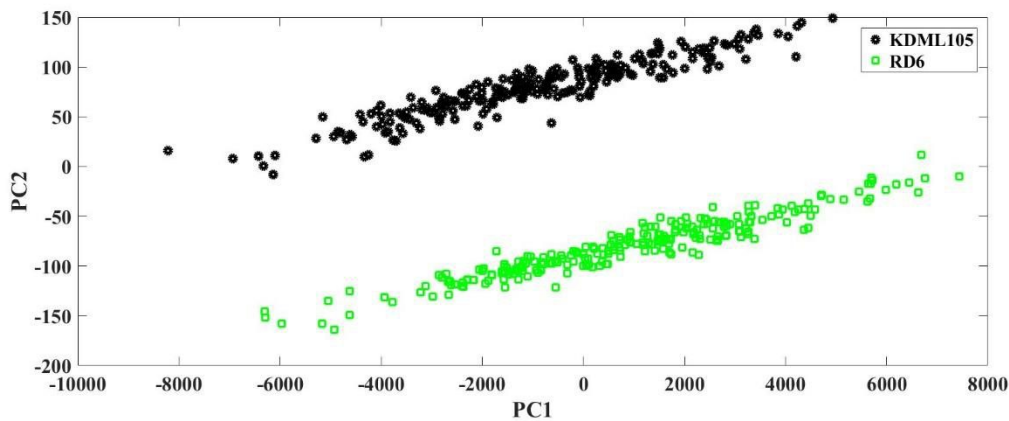


Fig. 8 Principal component analysis of three shape parameters.

6. CONCLUSION

We show that the result of our simplified and powerful image processing system for separate Thai jasmine paddy rice from sticky paddy rice can be improved by using chain coding, thresholding, polynomial function, and principal component analysis. All threshold images with 90 of lower and 190 of upper are passed through the chain coding method and polynomial function is applied in order to define the appropriate geometry feature. At the end, the principal component analysis is used for separation KDML105 from RD6 via investigating with tree key shape parameters: area perimeter, and eccentricity. The result can be separate obviously in the identification of the KDML105 paddy rice from RD6 paddy rice.

7. ACKNOWLEDGEMENT

Authors gratefully thank the Rice Research Institute at the Department of Rice, Ministry of Agriculture and Cooperatives of Thailand for supplying rice samples. P. Khondok would also like to thank Science Faculty, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang of Thailand for financial support to attend the conference.

8. REFERENCES

- [1] A. Vanavichit, S. Tragoonrung, and T. Toojinda, "Biotechnology and rice varieties improvement," in *Science and Technology with Thai Rice*, Thailand's National Science and Technology Development Agency (Academic, 2003), pp. 79-121.
- [2] S. Sumriddetchkajorn, K. Suwansukho, and P. Buranasiri, "Two-wavelength spectral image-based Thai rice breed identification," *Proc. SPIE 7715*, 77150I (2010)
- [3] Suwansukho, K., Sumriddetchkajorn, S., and Buranasiri, P., "Demonstration of a single wavelength spectral-imaging-based Thai jasmine rice identification." *Appl. Opt.*50, 4024-4030 (2011).
- [4] Suwansukho, K., Sumriddetchkajorn, S., and Buranasiri, P., "Improvement of single-wavelength based Thai jasmine rice identification with elliptic Fourier descriptor and neural network analysis," *Proc. SPIE 8558*, 85580C (2012).
- [5] K. Suwansukho, S. Sumriddetchkajorn, and P. Buranasiri, "Single-wavelength based Thai jasmine rice identification with polynomial fitting function and neural network analysis," *Proc. SPIE 8883*, 888318 (2013).
- [6] Suwansukho, K., Sumriddetchkajorn, S., and Buranasiri, P., "Fast fluorescent imaging-based Thai jasmine rice identification with polynomial fitting function and neural network analysis," *Appl. Opt.* 53, 2206-2211 (2014)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นาย ปิโยรส ขอนดอก
วัน เดือน ปีเกิด	24 ตุลาคม 2533
ที่อยู่ปัจจุบัน	72/18 คอนโดลุมพินีอ่อนนุช-ลาดกระบัง แขวงลาดกระบัง เขต ลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520
ประวัติการศึกษา	ปี 2555 สาขาฟิสิกส์ประยุกต์ วิทยาศาสตร์บัณฑิต เกรดเฉลี่ย 2.36 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปี 2561 สาขาฟิสิกส์ประยุกต์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต เกรดเฉลี่ย 3.25 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผลงานทางวิชาการ	The 3 rd international conference on photonics solution ชื่อ บทความวิจัย “A simplified and powerful image processing method to separate Thai jasmine rice and sticky rice varieties”