การคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมในสภาพแสงธรรมชาติในเวลากลางวัน

The Classification of Aromatic Coconuts in Daylight

ปิยาพัชร ตันตระการสกุล

Piyaphat Tantrakansakul

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of
Master of Engineering in Computer Engineering
Prince of Songkla University
2558

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ การคัดแยกชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมในสภาพแสงธรรมชาติในเวลากลางวัน

ผู้เขียน นางสาวปิยาพัชร ตันตระการสกุล

สาขาวิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธเนศ เคารพาพงศ์)

คณะกรรมการสอบ

……ประธานกรรมการ

(ดร.สมชัย หลิมศิโรรัตน์)

……..……กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธเนศ เคารพาพงศ์)

……..……กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วัฒนพงศ์ เกิดทองมี)

บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

……...

(รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระพล ศรีชนะ)

คณะบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้มาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเอง และได้แสดงความขอบคุณบุคคลที่มีส่วนช่วยเหลือแล้ว

ลงชื่อ.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธเนศ เการพาพงศ์)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ลงชื่อ.....
(นางสาวปิยาพัชร ตันตระการสกุล)
นักศึกษา

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน และไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ.....

(นางสาวปิยาพัชร ตันตระการสกุล)

นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์ การคัดแยกชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมในสภาพแสงธรรมชาติในเวลากลางวัน

ผู้เขียน นางสาวปิยาพัชร ตันตระการสกุล

สาขาวิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์

ปีการศึกษา 2557

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอวิธีการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมที่อยู่ในสภาพแสงธรรมชาติในเวลากลางวัน โดยใช้เทคนิคการประมวลผลจากภาพถ่ายบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอม ซึ่งในงานวิจัยนี้แบ่งการทดลองออกเป็นสองส่วน ในการทดลองส่วนแรกเป็นการปรับความสว่างของภาพถ่ายผลมะพร้าวน้ำหอมที่มีความสว่างต่างกันให้มีความสว่างที่เท่ากัน ทำได้โดยการเพิ่มค่าสีหรือลดค่าสีในปริมาณที่เท่ากันเข้าไปทุกตัวแม่สี สำหรับการทดลองส่วนที่สองจะเป็นการเปลี่ยนระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอม โดยจะทำการเปลี่ยนระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอมให้มีระยะห่างที่แตกต่างกัน ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้มีผลทำให้ภาพถ่ายขนาดของผลมะพร้าวน้ำหอมมีขนาดต่างกัน ดังนั้นในการหาบริเวณพื้นที่สนใจซึ่งเป็นบริเวณที่มีนัยสำคัญต่อการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม จึงจำเป็นต้องมีการปรับขนาดของพื้นที่สนใจให้เปลี่ยนไปตามขนาดของผลมะพร้าวน้ำหอมที่เปลี่ยนแปลงไปด้วยเช่นกัน เพื่อให้บริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอมไม่ว่าจะถ่ายภาพโดยใช้ระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอมเป็นระยะห่างเท่าใดก็ตามบริเวณพื้นที่สนใจจะต้องเป็นบริเวณพื้นที่เดียวกัน

สำหรับขั้นตอนการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมจะใช้ภาพบริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอมระนาบ S ในระบบสี HSV จากนั้นทำการแปลงภาพบริเวณพื้นที่สนใจดังกล่าวให้อยู่ในภาพขาวดำ โดยการกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนที่เหมาะสมและสร้างพื้นที่วงแหวนบนพื้นที่สนใจ จากนั้นคำนวณหาร้อยละปริมาณของพื้นที่สีขาวบนพื้นที่สนใจในแต่ละวงแหวน และทำการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมจากการหาสมการการคัดแยกที่ได้จากการประมาณเส้นโค้งแบบโพลิโนเมียลกำลังสอง ซึ่งสามารถคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม ได้เป็น 3 ประเภท คือมะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อชั้นเดียว ประเภทเนื้อชั้นครึ่งและประเภทเนื้อสองชั้น สำหรับการทดลองในการทดลองส่วนแรกให้ผลการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม ประเภทเนื้อชั้นเดียวร้อยละ 92.8 ประเภทเนื้อชั้นครึ่งร้อยละ 78.4 ประเภทเนื้อสองชั้นร้อยละ 72.2 ส่วนในการ

ทดลองส่วนที่สองให้ผลการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อชั้น เดียวร้อยละ 92.8 ประเภทเนื้อชั้นครึ่งร้อยละ 78.4 และประเภทเนื้อสองชั้นร้อยละ 72.2

คำสำคัญ : การประมวลผลภาพ , มะพร้าวน้ำหอม , การคัดแยก, การปรับความสว่าง, การถดถอยแบบเส้นโค้งโพลิโนเมียล

Thesis Title The Classification of Aromatic Coconuts in Daylight

Author Piyaphat Tantrakansakul

Major Program Computer Engineering

Academic Year 2014

ABSTRACT

This research was divided the experiment into two parts, in the first part of an experiment to find out how to adjust the brightness of the image at the bottom of each aromatic coconut with the different brightness to be equally brightness by means of increasing or decreasing the amount of colour into all primary colours to get the image with the brightness of light is defined as the brightness of light set. And the second part of the experiment will be a test of the distance between camera and aromatic coconut. The experiment by changing the distance between camera and aromatic coconut that is different from the distance used in the first experiment. Changing the distance between camera and aromatic coconut as a result the size of aromatic coconut measures vary greatly according to the distance between camera and aromatic coconut near and far. When the size of aromatic coconut changes will affect to the size of the region of interested so it would be necessary to adjust the size of the region of interested to the size varies according to the size of aromatic coconut is changed. So whether you are taking the aromatic coconut, the distance between camera and aromatic coconut at any distance given the region of interested in the same area of the region of interested

For procedure of the classification of aromatic coconuts used the region of interested of aromatic coconut in channel S of HSV colour system and then convert its to black and white colour by using appropriate threshold value and create ring area into the region of interested in black and white colour. After that calculate the percentage of colour area for each and find relationship of the quantity of colour in each ring then find the relation between order of ring area and quality of colour in each ring. by using a second-order polynomial function. The aromatic coconuts are classified into 3 type : single layer, one-and-half layer and double layer. In first experimented results showed that is 92.8% for single layer, 78.43% for one-and-half layer and

72.2% for double layer. and the results in the second experiment that 92.8% accuracy in single layer, 78.43% accuracy in one-and-half layer and accuracy 72.2% in double layer.

Keyword : Aromatic coconuts, Image processing, Classification, Adjust brightness, Polynomial Regression

สารบัญ

บทคัดย่อ.....(3)
ABSTRACT.....(5)
กิตติกรรมประกาศ.....(9)
สารบัญ.....(10)
รายการรูปภาพ.....(13)
รายการตาราง.....(16)
สัญลักษณ์คำย่อและตัวย่อ.....(17)
บทที่ 1 บทนำ.....1
1.1. ความสำคัญและที่มาของวิทยานิพนธ์.....1
1.2. การตรวจเอกสาร.....3
1.3. วัตถุประสงค์.....6
1.4. ขอบเขตของงานวิจัย.....7
1.5. ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานวิจัย.....7
1.6. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....8
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ
2.1. การประมวลผลภาพ.....9
2.2. ระบบรู้จำรูปแบบ.....9
2.2.1. ส่วนการเก็บข้อมูล.....10
2.2.2. ส่วนจัดเตรียมข้อมูล.....10
2.2.3. การจำแนก.....10
2.2.4. การหาขอบภาพ.....12
2.2.5. Region of intereste.....13
2.3. มาตรฐานของสี.....14
2.3.1. ระบบสี RGB.....14
2.3.2. ระบบสี HSV.....15
2.4. ความสว่าง.....16
2.5. การถดถอย.....16

สารบัญ (ต่อ)

2.5.1. การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย....17
2.5.2. การถดถอยแบบพหุคูณ....18
2.5.3. การถดถอยแบบเส้นโค้งโพลิโนเมียล....19
บทที่ 3 การออกแบบและพัฒนาระบบ....20
3.1. วัสดุและอุปกรณ์....20
3.1.1. วัสดุและการเลือกตัวอย่าง....20
3.1.2. อุปกรณ์....21
3.2. แนวทางในการทดลอง....22
3.2.1. ขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูล....22
3.3. วิธีการทดลอง....24
3.3.1. การทดลองการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม....25
3.3.1.1. การปรับความสว่างของแสงของภาพถ่ายมะพร้าวน้ำหอม....27
3.3.1.2. การแบ่งแยกวัตถุ....27
3.3.1.3. การหาจุดกึ่งกลางและการหาพื้นที่สนใจ....29
3.3.1.4. การแยกคุณลักษณะ....30
3.3.1.5. การสร้างสมการจำแนกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม....32
3.3.1.6. การจำแนกชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม....32
3.3.2. การทดลองเพื่อปรับปรุงวิธีการจำแนก....33
3.3.2.1. การทดลองถ่ายภาพมะพร้าวน้ำหอมในระยะที่แตกต่างกัน....33
บทที่ 4 ผลการทดสอบ....35
4.1. การเก็บบันทึกข้อมูล....35
4.2. ผลการทดลองคัดแยกชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม....41
4.3. ผลการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมเมื่อเปลี่ยนระยะห่าง
ระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอม....47
4.4. ผลการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมเมื่อนำไปใช้งานจริง....57

สารบัญ (ต่อ)

บทที่5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....63
5.1. สรุปผล 63
5.1.1. ผลการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมในสภาพแสงธรรมชาติ.....64
5.1.2. ผลการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมโดยใช้ระยะห่าง
ระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอมที่ไม่เท่ากัน.....65
5.1.3. ผลการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมในการนำไปใช้งานจริง.....67
5.1.4. สาเหตุที่ทำให้ผลการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม
เกิดความผิดพลาด.....67
5.1.4.1. สาเหตุรอยถลอกของผลมะพร้าวน้ำหอม.....67
5.1.4.2. สาเหตุจากสีของผลมะพร้าวน้ำหอม.....68
5.1.4.3. สาเหตุจากขั้นตอนในการประมวล.....69
5.2. ข้อเสนอแนะ.....70
เอกสารอ้างอิง.....71
ภาคผนวก.....72
ภาคผนวก ก. โปรแกรมคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม…….....…….73
ภาคผนวก ข. งานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์.....75
ประวัติผู้เขียน.....82

รายการรูปภาพ

รูปที่ 1 ภาพรวมของกระบวนการสร้างโมเดลจำแนกประเภทข้อมูล.....11
รูปที่ 2 การหาขอบภาพของมะพร้าวน้ำหอม เพื่อใช้คำนวณขนาดของมะพร้าวน้ำหอม.....13
รูปที่ 3 แสดง ROI (กรอบสี่เหลี่ยมสีแดง) บริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอม.....13
รูปที่ 4 ระบบสี RGB……...……14
รูปที่ 5 ระบบสี HSV……15
รูปที่ 6 การถดถอยเส้นตรงแบบเชิงเดียว.....17
รูปที่ 7 ตัวอย่างของเส้นโค้งโพลิโนเมียล.....19
รูปที่ 8 ลักษณะของผลมะพร้าวน้ำหอมที่นำมาทดสอบ.....21
รูปที่ 9 ชุดอุปกรณ์ทดลองในการถ่ายภาพผลมะพร้าวน้ำหอม.....24
รูปที่ 10 ขั้นตอนการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม.....25
รูปที่ 11 รูปถ่ายภาพมะพร้าวน้ำหอมก่อนและหลังการปรับแสง.....27
รูปที่ 12 ขั้นตอนการหาขนาดของผลมะพร้าวน้ำหอม.....28
รูปที่ 13 ขั้นตอนการหาขนาดของผลมะพร้าวน้ำหอม.....29
รูปที่ 14 ขั้นตอนการหาจุดกึ่งกลางและพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอม.....30
รูปที่ 15 พื้นที่สนใจในระนาบสี RGB……..……31
รูปที่ 16 พื้นที่สนใจในระนาบ S……...……..……31
รูปที่ 17 การกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนและการสร้างวงแหวนจำนวน 4 วง……..…..32
รูปที่ 18 ภาพถ่ายมะพร้าวน้ำหอมโดยมีระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอม
เป็นระยะห่าง50เซนติเมตร…….…..34
รูปที่ 19 ภาพถ่ายมะพร้าวน้ำหอมโดยมีระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอม
เป็นระยะห่าง 70 เซนติเมตร ……..……34
รูปที่ 20 ภาพถ่ายมะพร้าวน้ำหอมโดยมีระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอม
เป็นระยะห่าง 60 เซนติเมตร ……..……34
รูปที่ 21 ภาพถ่ายบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมในสภาพแสงธรรมชาติ.....35
รูปที่ 22 ตัวอย่างเนื้อด้านในของผลมะพร้าวน้ำหอมประเภทชั้นเดียว.....36
รูปที่ 23 ตัวอย่างเนื้อด้านในของผลมะพร้าวน้ำหอมประเภทชั้นเดียว.....36
รูปที่ 24 ตัวอย่างเนื้อด้านในของผลมะพร้าวน้ำหอมประเภทชั้นเดียว.....37
รูปที่ 25 ตัวอย่างเนื้อด้านในของผลมะพร้าวน้ำหอมประเภทชั้นครึ่ง.....37

รายการรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่ 26 ตัวอย่างเนื้อด้านในของผลมะพร้าวน้ำหอมประเภทชั้นครึ่ง.....37
รูปที่ 27ตัวอย่างเนื้อด้านในของผลมะพร้าวน้ำหอมประเภทชั้นครึ่ง.....38
รูปที่ 28 ตัวอย่างเนื้อด้านในของผลมะพร้าวน้ำหอมประเภทชั้นครึ่ง.....38
รูปที่ 29 ตัวอย่างเนื้อด้านในของผลมะพร้าวน้ำหอมประเภทสองชั้น.....38
รูปที่ 30 ตัวอย่างเนื้อด้านในของผลมะพร้าวน้ำหอมประเภทสองชั้น.....39
รูปที่ 31 บริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอม.....39
รูปที่ 32 จุดศูนย์กลางของมะพร้าวน้ำหอมที่ใช้ในการสร้างพื้นที่สนใจ.....40
รูปที่ 33 ตัวอย่างพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อชั้นเดียว.....40
รูปที่ 34 ตัวอย่างพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อชั้นครึ่ง.....41
รูปที่ 35 ตัวอย่างพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อสองชั้น.....41
รูปที่ 36 ภาพนำเข้าในระบบสี RGB……..……42
รูปที่ 37 ปรับความสว่างภาพถ่ายของมะพร้าวน้ำหอมและสร้างบริเวณพื้นที่สนใจ.....43
รูปที่ 38 ภาพบริเวณพื้นที่สนใจ.....43
รูปที่ 39 ภาพบริเวณพื้นที่สนใจในระนาบ S……..……..……..43
รูปที่ 40 การหาค่าขีดเริ่มเปลี่ยนและการสร้างวงแหวนในพื้นที่สนใจ.....44
รูปที่ 41 ภาพผลลัพธ์ที่ได้จากการทำขีดเริ่มเปลี่ยนบนพื้นที่สนใจของแต่
ประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม.....44
รูปที่ 42 กราฟสมการจำแนกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม.....45
รูปที่ 43 ภาพถ่ายบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมโดยมีระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพ
กับผลมะพร้าวน้ำหอมเป็นระยะห่าง 60 เซนติเมตร……..….48
รูปที่ 44 ภาพถ่ายบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมโดยมีระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพ
กับผลมะพร้าวน้ำหอมเป็นระยะห่าง 50 เซนติเมตร……..…….48
รูปที่ 45 ภาพถ่ายบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมโดยมีระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพ
กับผลมะพร้าวน้ำหอมเป็นระยะห่าง 70 เซนติเมตร……..….49
รูปที่ 46 บริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอมโดยมีระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพ
กับผลมะพร้าวน้ำหอมเป็นระยะห่าง 60 เซนติเมตร……..…….50
รูปที่ 47 บริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอมโดยมีระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพ
กับผลมะพร้าวน้ำหอมเป็นระยะห่าง 50 เซนติเมตร……..…….50

รายการรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่ 48 บริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอมโดยมีระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพ
กับผลมะพร้าวน้ำหอมเป็นระยะห่าง 70 เซนติเมตร……..…….51
รูปที่ 49 ภาพพื้นที่สนใจขนาด 300 x 300 พิกเซล……..…..52
รูปที่ 50 บริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอมโดยมีระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพ
กับผลมะพร้าวน้ำหอมเป็นระยะห่าง 50 เซนติเมตร……..…….54
รูปที่ 51 บริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอมโดยมีระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพ
กับผลมะพร้าวน้ำหอมเป็นระยะห่าง 70 เซนติเมตร.....54
รูปที่ 52 บริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอมโดยมีระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพ
กับผลมะพร้าวน้ำหอมเป็นระยะห่าง 50, 60 และ 70 เซนติเมตร.....55
รูปที่ 53 ตัวอย่างทะลายของมะพร้าวน้ำหอม.....58
รูปที่ 54 อุปกรณ์ในการถ่ายภาพมะพร้าวน้ำหอมในการใช้งานจริง.....59
รูปที่ 55 ตัวอย่างภาพถ่ายบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมที่อยู่รวมกันเป็นทะลาย.....60
รูปที่ 56 การหาบริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอม.....60
รูปที่ 57 บริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอม.....61
รูปที่ 58 ภาพขาวดำบริเวณพ้นที่สนใจและวงแหวนสนใจจำนวน 4 วง.....61
รูปที่ 59 ภาพตัวอย่างการปรับความสว่างของภาพถ่ายผลมะพร้าวน้ำหอม
ในสภาพแสงที่มีความสว่างต่างกันให้มีความสว่างเท่ากัน.....65
รูปที่ 60 ภาพผลลัพธ์ของผลมะพร้าวน้ำหอมที่ถ่ายภาพโดยมีระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพ
กับผลมะพร้าวน้ำหอมที่ระยะห่าง 50 และ 70 เซนติเมตร 66
รูปที่ 61 ลักษณะของรอยถลอกที่ไม่อยู่ในบริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอม.....68
รูปที่ 62 ลักษะของรอยถลอกที่อยู่ในบริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอม.....68
รูปที่ 63 สีของผลมะพร้าวน้ำหอมที่ได้รับแสงสว่างมากเกินไปจนมีลักษณะเป็นสีเหลือง
และผลมะพร้าวน้ำหอมที่มีลักษณะเป็นสีเขียวปกติ.....69
รูปที่ 64 ลักษณะชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมที่มีชั้นเนื้ออยู่ในประเภทชั้นเนื้อที่ใกล้เคียงกัน.....69
รูปที่ 65 ลักษณะชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมที่มีชั้นเนื้ออยู่ในประเภท ชั้นเนื้อที่ใกล้เคียงกัน.....70
รูป ก. โปรแกรมคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม……..74

รายการตาราง

ตารางที่ 1 การกำหนดค่าเริ่มต้นของกล้องถ่ายภาพก่อนการถ่ายภาพ.....23
ตารางที่ 2 การกำหนดพื้นที่สนใจวงแหวน 4 วง.....31
ตารางที่ 3 ผลการทดลองการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม.....46
ตารางที่ 4 ผลการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมที่ถ่าย โดยมีระยะห่าง
ระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอม 50 60 และ 70 เซนติเมตร.....56
ตารางที่ 5 ผลการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมในการใช้งานจริง.....62

สัญลักษณ์คำย่อและตัวย่อ

HSV	Hue Saturation Value
RGB	Red Green Blue
HLS	Hue Lightness Saturation
ROI	Region of Interested

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของวิทยานิพนธ์

จากงานวิจัยของศุภชัย มะเดื่อ (2553) วิธีการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม โดยการประมวลผลภาพจากภาพถ่ายบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอม สำหรับวิธีการนี้เป็นการทดสอบมะพร้าวน้ำหอมได้ทีละผลและมะพร้าวน้ำหอมจะได้รับแสงจากชุดควบคุมแสงประดิษฐ์ ซึ่งขั้นตอนในการคัดแยกเริ่มจากตัดผลมะพร้าวน้ำหอมมาทำการถ่ายภาพบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอม จากนั้นสร้างพื้นที่วงแหวนลงบนบริเวณพื้นที่สนใจตรงบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอม คำนวณหาปริมาณร้อยละของพื้นที่สีขาวบนพื้นที่สนใจในแต่ละวงแหวน ทำการสร้างสมการการคัดแยกโดยการนำความสัมพันธ์ระหว่างลำดับที่ของวงแหวนกับร้อยละปริมาณของพื้นที่สีขาวบน พื้นที่สนใจมาสร้างสมการถดถอยแบบเส้นโค้งโพลิโนเมียลกำลังสอง ซึ่งสามารถคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมออกเป็น 3 ประเภท คือ มะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อชั้นเดียว มะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อชั้นครึ่งและมะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อสองชั้น ซึ่งวิธีการนี้ให้ความถูกต้องใน การคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมร้อยละ 88.43 สำหรับประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าว น้ำหอมที่เหมาะสมและปีนที่ต้องการของตลาดเหมาะสมสำหรับการขายเพื่อการบริโภค คือ มะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อสองชั้น เนื่องจากมะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อสองชั้นจะมีรสชาติของ เนื้อของมะพร้าวน้ำหอมและน้ำที่มีรสหวานกลมกล่อม แต่ถ้าหากในกรณีที่ผลมะพร้าวน้ำหอมที่นำมาทดสอบมีลักษณะชั้นเนื้อไม่อยู่ในประเภทชั้นเนื้อที่เหมาะสมสำหรับการบริโภค มะพร้าวน้ำหอมผลนั้นอาจจะต้องนำไปทิ้งหรืออาจจะนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อย่างอื่นนอกเหนือจากการ บริโภคเป็นน้ำมะพร้าวน้ำหอม ซึ่งอาจจะเป็นสาเหตุทำให้เกิดปัญหาการสูญเสียผลมะพร้าวน้ำหอม และเกิดปัญหาในด้านการเก็บเกี่ยวผลผลิตที่ไม่ได้ผลผลิตตามความต้องการ แต่ถ้าหากสามารถตรวจสอบประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมก่อนจะทำการตัดผลมะพร้าวน้ำหอมลงมาจากต้นมะพร้าวก่อน ได้ว่าอยู่ในประเภทชั้นเนื้อที่เหมาะสมหรือไม่ และเมื่ออยู่ในประเภทชั้นเนื้อที่เหมาะสมแล้วจึง จะทำการตัดผลมะพร้าวน้ำหอมผลนั้นลงมาจากต้นมะพร้าว ซึ่งวิธีการนี้จะเป็นการช่วยลดปริมาณการสูญเสียผลของมะพร้าวน้ำหอมได้เป็นอย่างดี อีกทั้งยังสามารถเลือกเก็บเกี่ยวผลผลิตของมะพร้าวน้ำหอมได้ตรงตามความต้องการของตลาดและผู้บริโภคได้

ดังนั้นการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมควรคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมได้โดยตรงจากบนต้นมะพร้าวโดยที่ไม่ต้องตัดผลมะพร้าวลงมาจากต้นมะพร้าว โดยการถ่ายภาพมะพร้าวน้ำหอมจะต้องถ่ายภาพมะพร้าวน้ำหอมที่อยู่บนต้นมะพร้าวซึ่งอยู่ในสภาพแสงธรรมชาติที่มีความสว่างของแสงไม่คงที่ ซึ่งแตกต่างจากการถ่ายภาพผลมะพร้าวน้ำหอมที่อยู่ในชุดควบคุมแสงประดิษฐ์ที่มีความสว่างของแสงที่คงที่ ความสว่างของแสงที่ไม่คงที่จะมีผลกระทบต่อการกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยน (Threshold) ซึ่งเป็นขั้นตอนหนึ่งในกระบวนการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม และอาจส่งผลให้เกิดความผิดพลาดในการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมได้ นอกจากนี้ในการถ่ายภาพมะพร้าวน้ำหอมในชุดควบคุมแสงประดิษฐ์สามารถที่จะจัดวางตำแหน่งของกล้องถ่ายรูปและผลมะพร้าวน้ำหอมให้มีตำแหน่งที่คงที่แน่นอน รวมทั้งกำหนดระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอมให้มีระยะห่างที่คงที่ได้ แต่การถ่ายภาพผลมะพร้าวน้ำหอมที่อยู่บนต้นมะพร้าวที่อยู่ในสภาพแวดล้อมธรรมชาติไม่สามารถที่จะกำหนดตำแหน่งของมะพร้าวน้ำหอมให้มีตำแหน่งคงที่แน่นอนได้ เนื่องจากมะพร้าวน้ำหอมบนต้นมะพร้าวจะอยู่รวมกันเป็นทะลายและอยู่รวมกันหลายผล แต่ละผลจะอยู่ในตำแหน่งที่แตกต่างกันไปจึงจำเป็นต้องมีการปรับตำแหน่งของกล้องถ่ายรูปและระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าว น้ำหอมในการถ่ายภาพมะพร้าวน้ำหอมแต่ละผลที่อยู่บนต้นมะพร้าวให้เหมาะสมเพื่อให้ได้ภาพถ่ายบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมที่ชัดเจนที่สุด

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้ทำการทดลองคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมโดยใช้ภาพถ่ายบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมและสามารถคัดแยกผลมะพร้าวน้ำหอมบนต้นมะพร้าวได้ โดยตรงโดยไม่ต้องตัดผลมะพร้าวน้ำหอมลงมาจากต้นมะพร้าว ซึ่งในการทดลองจะแบ่งการทดลองเป็นสองส่วนในส่วนแรกหาวิธีการแก้ไขในเรื่องความสว่างของแสงที่ไม่คงที่ โดยทำการทดลองปรับความสว่างของแสงของภาพถ่ายมะพร้าวน้ำหอมแต่ละผลให้มีความสว่างของแสงที่เท่ากัน เพื่อให้สามารถกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนให้มีค่าคงที่ตลอดการทดลองได้ จากนั้นทำการนำภาพถ่ายมะพร้าวน้ำหอมที่ปรับความสว่างของแสงให้ภาพถ่ายมะพร้าวน้ำหอมของมะพร้าวน้ำหอมเพื่อทำการวิเคราะห์และตรวจสอบความถูกต้องของผลในการคัดแยก สำหรับการทดลองในส่วนที่สอง จะทำการทดลองโดยการนำมะพร้าวน้ำหอมชุดเดียวกันแต่จะถ่ายโดยใช้ระยะห่างหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอมที่ต่างกัน เพื่อทดสอบว่าการถ่ายภาพมะพร้าวน้ำหอมที่ใช้ระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายรูปกับผลมะพร้าวน้ำหอมที่ต่างกันจะมีผลกระทบต่อการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมหรือไม่ หรือเมื่อนำผลการทดลองมาเปรียบเทียบแล้วผลการทดลองที่ทดลองที่ได้ให้ผลที่เหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไร ถ้าหากในการถ่ายภาพมะพร้าวน้ำหอมโดยใช้ระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับมะพร้าวน้ำหอมที่ต่างกันมีผลกระทบต่อผลการคัดแยก

ประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมแล้ว ทางผู้วิจัยจะได้คิดหาแนวทางในแก้ไขปัญหาความผิดพลาดที่เกิดขึ้น และปรับปรุงวิธีการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมในสภาพแสงธรรมชาติให้มีผลการคัดแยกที่มีความถูกต้องแม่นยำ รวมทั้งลดปริมาณการสูญเสียผลของมะพร้าวน้ำหอมและเพิ่มคุณภาพการเก็บเกี่ยวผลผลิตของมะพร้าวน้ำหอมให้ได้มากที่สุด

สำหรับความหนาของเนื้อเยื่อมะพร้าวน้ำหอมสามารถแบ่งออกเป็นได้ 3 ประเภท (จุลพันธ์,2538) คือ

1.มะพร้าวน้ำหอมชั้นเดียว จะมีอายุหลังจากจั่นเปิดประมาณ 170 วัน มะพร้าวเริ่มที่จะสร้างเนื้อภายในกะลา เนื้อจะมีลักษณะเป็นวุ้นบางๆประมาณครึ่งผล น้ำยังไม่ค่อยหวาน วัดความหวานได้ประมาณ 5.0-5.6 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ ไม่เหมาะในการบริโภค

2. มะพร้าวน้ำหอมชั้นครึ่ง จะมีอายุประมาณ 180-185 วัน มะพร้าวเริ่มสร้างเนื้อมากขึ้นจนเกือบเต็มกะลา แต่บริเวณส่วนขั้วของผลยังมีลักษณะเป็นวุ้นอยู่บ้าง น้ำมีความหวานประมาณ 6.0-6.6 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ เริ่มรับประทานได้ขึ้นอยู่กับความชอบของผู้บริโภค

3. มะพร้าวน้ำหอมสองชั้น จะมีอายุประมาณ 200-210 วัน มีเนื้อเต็มกะลา เนื้อหนาอ่อนนุ่ม สามารถรับประทานได้ทั้งผลน้ำมีความหวานประมาณ 6.6-7.0 เปอร์เซ็นต์บริกซ์

1.2 การตรวจเอกสาร

Laykin และคณะ (2542) ได้ออกแบบและสร้างอัลอริทึมการประมวลผลภาพสำหรับการตรวจสอบคุณลักษณะภายนอกของมะเขือเทศ เพื่อคัดคุณภาพโดยมีวิธีการตรวจสอบจากคุณลักษณะต่างๆ เช่น ตรวจสอบสี รูปร่าง ตรวจก้านผลและตรวจหารอยถลอก ซึ่งการตรวจสอบสีเป็นการหาปริมาณความสุกแก่โดยใช้อัลกอริทึม 3 หลักการ หลักการแรกคือ Slide blocks หลักการที่สองคือ Quadtree และหลักการสุดท้ายคือ Meanstd ซึ่งหลักการ Slideblocks ให้ผลดีที่สุดในการตรวจสอบสี (color detection) ซึ่งให้ผลการตรวจสอบที่ถูกต้องประมาณ 92% การตรวจสอบก้านผลทำได้โดยการนับจำนวนพิกเซลของก้านที่มีค่าสีเท่ากับค่าสีที่กำหนดไว้ ซึ่งได้จากการทดลองสุ่มตัวอย่างการหารูปร่างของมะเขือเทศนั้นจะใช้อัลกอลึทึมการหาขอบของ Sobel แล้วทำการปรับปรุงโดยการใช้ Fourier transform ในโปรแกรม Matlab และสุดท้ายการหารอยถลอกของมะเขือเทศ จะใช้วิธีการดัดแปลงค่าขีดเริ่มเปลี่ยนให้เหมาะสมกับค่าระดับสีเทาโดยปรับปรุงค่าสีแดงในแต่ละพิกเซลของมะเขือเทศ อัลกอลิทึมจะทำการหาค่าระดับสีเทาเฉลี่ยรอบๆพิกเซลนั้น

และทำการกำหนดจุดที่มีค่าน้อยกว่าค่าเฉลี่ย จากผลการทดสอบตรวจสอบก้านผลมีความถูกต้อง 92% ส่วนรอยถลอกสามารถแยกได้ถูกต้อง 100%

Y.Saito (2546) ได้ทำการคัดแยกมะเขือยาวตามลักษณะทางกายภาพ เช่น รูปร่าง ขนาดและรอยช้ำ เป็นต้น สำหรับในงานวิจัยนี้ได้นำเทคนิคการประมวลผลภาพและวิธี Artificial Neural Network มาใช้ในการคัดแยกมะเขือยาว เนื่องจากมะเขือยาวมีสีผิวที่เป็นเงามันจึงต้องมีการออกแบบให้ลดปัญหาของแสงสะท้อน ซึ่งทำให้เกิดการพร่ามัวหรือการเบลอของภาพถ่ายและสีของผิวมะเขือยาวเป็นสีที่ค่อนข้างมืด การหาขนาดและรูปร่างหาได้จากเส้นขอบหรือเส้นรอบรูปของมะเขือยาว โดยเริ่มแรกจะต้องแปลงภาพให้อยู่ในระบบสีขาวดำ เพื่อให้เห็นเส้นขอบได้ชัดเจน โดยใช้วิธีการ Otsu' s global thresholding algorithm ในการแปลง ส่วนรอยช้ำบนผิวของมะเขือยาวนั้นจะมีลักษณะเป็นสีจึงใช้รายละเอียดเกี่ยวกับสีมาใช้ในการวิเคราะห์ใช้ระบบสี RGB และ L*a*b จากผลการทดสอบระบบสามารถคัดแยกมะเขือยาวตามลักษณะขนาด รูปร่างและรอยช้ำได้ถูกต้องและมีความเร็วในการคัดแยกที่ดีใช้เวลาทั้งหมดในกระบวนการทำงานประมาณ 20 วินาทีต่อมะเขือยาว 1 ผล ระบบนี้จึงเป็นประโยชน์ในการนำไปใช้การคัดแยกมะเขือยาวแทนการใช้แรงงานคนได้

นราธร สังข์ประเสริฐ และธเนศ เคารพาพงศ์ (2549) ได้นำเอาเทคนิคการประมวลผลภาพมาช่วยในการจำแนกชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมอ่อนออกเป็น 3 ประเภทคือ มะพร้าวน้ำหอมอ่อนประเภทเนื้อชั้นเดียว มะพร้าวน้ำหอมอ่อนประเภทเนื้อชั้นครึ่งและมะพร้าวน้ำหอมอ่อนประเภทเนื้อสองชั้น วิธีการทดลองเริ่มจากตัดผลมะพร้าวจากต้นแล้วทำการประมวลผลภาพจากภาพถ่ายภายนอกบริเวณขั้วด้านบน โดยทำการหาค่าของสีในระบบสี CIE L*a*b ผลการทดลองพบว่า ปริมาณสีมีค่าเพิ่มขึ้นตามอายุของผลมะพร้าวที่เพิ่มขึ้น วิธีการนี้ให้ผลลัพธ์ที่มีความถูกต้อง 86.9% แต่วิธีการนี้มีข้อเสียตรงที่ในการทดสอบจะต้องทำการตัดผลมะพร้าวลงมาจากต้นมะพร้าวก่อน ซึ่งถ้าหากผลที่นำมาทดสอบไม่อยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการบริโภคก็จะทำให้เกิดการสูญเสียผลในการทดสอบ

บัณฑิต จริโมภาส และนิติพงษ์ ใจศิลป์ (2551) ได้ใช้เทคนิคการประมวลผลด้วยภาพในการวิเคราะห์ลักษณะภายนอกของฝักมะขามหวาน ซึ่งจะคัดแยกมะขามหวานออกเป็นกลุ่มต่างๆ โดยใช้ลักษณะรูปร่าง ขนาดและรอยตำหนิเป็นเกณฑ์ในการจัดแบ่งประเภท ในการคัดแยกรูปร่างจะพิจารณาจากอัตราส่วนเส้นรอบวงกลมล้อมรอบฝัก (C) ส่วนการคัดแยกขนาดจะพิจารณาจากตัวแปรทั้งหมด 3 ตัว คือ พิจารณาขนาดจากพื้นที่ภาพฉาย เส้นรอบฝักและความยาวฝัก สำหรับการคัดแยกฝักแตกหรือรอยตำหนินั้นใช้หลักการการเลือกระดับตัดภาพ ซึ่งเป็นการตรวจหาความเข้มแสงที่แตกต่างกันบนฝักมะขาม โดยฝักแตกที่สามารถเห็นถึงเนื้อในสีของเนื้อจะมีความเข้มแสงมากกว่าสีผิวเปลือก จากผลการทดสอบระบบสามารถคัดแยกมะขามหวานสามารถแบ่งรูปร่างของ

มะขามหวานได้ 3 ประเภท คือ ฝักตรง ฝักดาบและฝักโค้ง โดยมีความถูกต้อง 51.1%, 61.6% และ 75.8% ตามลำดับ ส่วนขนาดของมะขามหวานจะแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม คือ ขนาดเล็ก ขนาดกลางและขนาดใหญ่

F.Y.A. Rahman (2552) เป็นการตรวจสอบระดับความสุกของแตงโม โดยพิจารณาจากสีของเปลือกแตงโมโดยใช้ฟัซซี่ลอจิก (Fuzzy Logic) ในการวิเคราะห์และแบ่งประเภทระดับความสุกของแตงโมออกเป็นระดับต่างๆ วิธีการในการแยกสีของเปลือกแตงโมจะใช้ค่าผลรวมของค่าสีแต่ละสีในระบบสี RGB สำหรับสีที่มีผลต่อระดับความสุกของแตงโมคือสีเขียวและสีแดง ดังนั้นในการทดสอบอินพุตที่ใส่ในระบบฟัซซี่ลอจิกคือ ค่าเฉลี่ยของสีแดงและสีเขียว ส่วนเอาท์พุตที่ได้คือ ระดับความสุกของแตงโม จากการทดสอบสามารถคัดแยกระดับความสุกของแตงโมได้ถูกต้อง 3 ระดับคือไม่สุก 98.31% สุก 99.38% และสุกจนเกินไป 95.87% ดังนั้นวิธีการนี้จึงสามารถนำไปใช้ในการตรวจสอบระดับความสุกของผลไม้ในโรงงานอุตสาหกรรมได้

ศุภชัย มะเดื่อ (2552) เสนอวิธีการคัดแยกชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมโดยการประมวลผลภาพจากภาพถ่ายบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอม ซึ่งสามารถแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมออกเป็น 3 ประเภทคือมะพร้าวน้ำหอมเนื้อชั้นเดียว มะพร้าวน้ำหอมเนื้อชั้นครึ่งและมะพร้าวน้ำหอมเนื้อสองชั้น สำหรับวิธีการนั้นถ่ายภาพมะพร้าวน้ำหอมในระบบสี RGB จากนั้นแปลงภาพถ่ายให้อยู่ในระนาบสี HSV เลือกใช้ระนาบ S มาใช้ในการวิเคราะห์หาผลการคัดแยกเปรียบเทียบหาค่าระยะห่างระหว่างกราฟที่น้อยที่สุดโดยการสร้างพื้นที่วงแหวนสนใจตรงจุดกึ่งกลางผล จากนั้นคำนวณหาร้อยละของพื้นที่สีขาวบนพื้นที่สนใจในแต่ละวงแหวนและทำการเปรียบเทียบหาค่าระยะห่างของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างลำดับที่วงแหวนกับร้อยละของพื้นที่สีที่สนใจในแต่ละวงแหวนของภาพนำเข้ากับกราฟความสัมพันธ์ดังกล่าวของสมการจำแนกที่ได้จากการประมานเส้นโค้งแบบโพลิโนเมียลกำลังสอง วิธีการนี้ให้ความถูกต้องในการคัดแยกชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อชั้นเดียว 97.15% ประเภทเนื้อชั้นครึ่ง 80% และประเภทเนื้อสองชั้น 82.85%

Xu Liming และ Zhao Yanchao (2553) ได้เสนอการคัดแยกสตรอเบอร์รี่โดยใช้เทคนิคคอมพิวเตอร์วิชั่น โดยจะคัดแยกตาม 3 คุณลักษณะ คือ รูปร่าง ขนาดและสี การหารูปร่างของสตรอเบอร์รี่ใช้วิธี K-mean clustering method ในการวิเคราะห์และแบ่งกลุ่มรูปร่างของสตรอเบอร์รี่ ซึ่งสามารถคัดแยกรูปร่างของสตรอเบอร์รี่เป็น4ลักษณะคือ long-taper, square, taper, rotundity ส่วนขนาดของสตรอเบอร์รี่หาได้จากการคำนวณขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของผลสตรอเบอร์รี่ สำหรับการตรวจสอบสีจะใช้วิธีการหาค่าเฉลี่ยของสีโดยใช้ระนาบ a* บนระบบสี L*a*b แต่ในบางครั้งเพื่อหาผลที่ดีที่สุด จึงต้องพิจารณาและวิเคราะห์จากหลายๆลักษณะรวมกัน

เช่น สตรอเบอร์รี่อาจจะมีขนาดที่พอดี แต่มีรูปร่างหรือสีที่ผิดปกติหรือมีสีที่สวย แต่มีขนาดเล็กจนเกินไป จึงแก้ปัญหานี้โดยการนำวิธี Multi-attribute Decision Making Theory มาใช้ในการคัดแยกสตรอเบอร์รี่ โดยวิธีนี้จะเป็นการหาค่าน้ำหนักของแต่ละลักษณะเพื่อหาความสำคัญว่าลักษณะใดสำคัญกว่า ก็จะนำลักษณะนั้นมาเป็นเกณฑ์ในการคัดแยก การทำงานของระบบคัดแยกสตรอเบอร์รี่อัตโนมัตินี้ สามารถคัดแยกสตรอเบอร์รี่ตามลักษณะรูปร่างและสีได้ถูกต้อง 90% และ 88.8% ตามลำดับ

1.3 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1) เพื่อให้ระบบสามารถวิเคราะห์ชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมจากลักกษณะสีภายนอกบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมและสามารถคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมจากต้นมะพร้าวได้โดยตรงโดยไม่ต้องตัดผลมะพร้าวลงมาจากต้นมะพร้าว

2) เพื่อปรับปรุงเทคโนโลยีวิธีการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมให้มีคุณภาพและสามารถให้ผลการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมได้ถูกต้อง

3) เพื่อลดปริมาณการสูญเสียผลของมะพร้าวน้ำหอม

4) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเก็บเกี่ยวผลผลิตมะพร้าวน้ำหอมและเพิ่มผลผลิตมะพร้าวน้ำหอมให้มีคุณภาพมากที่สุด

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

1) มะพร้าวที่นำมาใช้ในการทดสอบจะต้องเป็นพันธุ์มะพร้าวน้ำหอมที่มีลักษณะสีของเปลือกเป็นสีเขียว ก้นจีบ ผิวของผลมะพร้าวน้ำหอมจะต้องไม่มีรอยถลอกมากจนเกินไปจนไม่สามารถวิเคราะห์สีตรงบริเวณก้นของผลมะพร้าวน้ำหอมได้

2) การคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมจะทำการวิเคราะห์ลักษณะสีของผิวตรงบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอม โดยจะทำการคัดแยกจากผลมะพร้าวน้ำหอมที่อยู่บนต้นมะพร้าวโดยตรง

3) ในการถ่ายภาพผลมะพร้าวน้ำหอมที่อยู่บนต้นมะพร้าว จำเป็นจะต้องทราบระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอมว่ามีระยะห่างจากกันเป็นเท่าใด

4) ระบบสามารถทำงานได้ในสภาพแสงช่วงเวลากลางวันและสภาพอากาศปลอดโปร่ง

5) ในการทดสอบจะเป็นการจำลองสถานการณ์ในการนำไปใช้งานจริงไม่ได้ถ่ายภาพมะพร้าวน้ำหอมที่อยู่บนต้นมะพร้าวโดยตรง จึงไม่ได้คำนึงถึงปัญหาในเรื่องของแสงและเงาที่จะเกิดขึ้นในขณะที่ทำการถ่ายภาพผลมะพร้าวน้ำหอมบนต้นมะพร้าว

1.5 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานวิจัย

ขั้นที่ 1 ศึกษาทำความเข้าใจเกี่ยวกับการคัดแยกและตรวจสอบคุณภาพพืชผลทางการ เกษตรด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพและบทความที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

ขั้นที่ 2 ศึกษาทำความเข้าใจเกี่ยวกับเทคนิคการประมวลผลภาพเช่นการหาขอบภาพ การหาพื้นที่สีและศึกษาเกี่ยวกับการแบ่งแยกวัตถุออกเป็นกลุ่ม

ขั้นที่ 3 ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลตัวอย่างภาพถ่ายของผลมะพร้าวน้ำหอมจากต้นมะพร้าวในสภาพแสงธรรมชาติ

ขั้นที่ 4 หาความวิธีการปรับความสว่างแสงของผลมะพร้าวน้ำหอมแต่ละผลให้มีความสว่างเท่ากัน เพื่อกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนให้คงที่ตลอดการทดสอบ

ขั้นที่ 5 ทำการทดสอบวิธีการในขั้นที่ 4 ว่าสามารถใช้งานได้และให้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องในการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม

ขั้นที่ 6 ปรับปรุงและแก้ไขความผิดพลาดของระบบที่ได้ทำการออกแบบไว้

ขั้นที่ 7 สรุปผลการทดลองจากการทดสอบ

ขั้นที่ 8 จัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) สามารถคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมจากต้นมะพร้าวได้โดยตรง โดยไม่ต้องทำการตัดผลมะพร้าวน้ำหอมลงมาจากต้น ช่วยลดปัญหาการทำลายผลหรือสูญเสียผลของมะพร้าวน้ำหอมได้

2) ได้รับความรู้และวิธีการที่ใช้ในการวิเคราะห์การคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมซึ่งอยู่ในสภาพแสงธรรมชาติ

3) ระบบการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมสามารถคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมได้อย่างถูกต้อง เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเก็บเกี่ยวผลผลิตมะพร้าวน้ำหอมให้กับชาวสวนมะพร้าวได้

4) เป็นแนวทางให้กับผู้ที่ทำงานวิจัยเกี่ยวกับการคัดแยกพืชผลทางการเกษตรและเป็นการคัดแยกพืชผลที่ไม่เกิดการทำลายผลผลิตของพืชผลที่ทำการคัดแยก

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 การประมวลผลภาพ

การประมวลผลภาพ คือ การให้คอมพิวเตอร์ประมวลผลภาพ เพื่อให้ทราบว่าภาพนั้นคือ ภาพอะไรหรือมีสิ่งที่สนใจอยู่ในภาพหรือไม่ โดยที่ไม่ต้องใช้สายตาของคนมาช่วยตัดสิน การคิดคำนวณนั้นมีหลายวิธี ซึ่งแต่ละวิธีก็มีประโยชน์แตกต่างกันไป ไม่ว่าจะเป็นการนำเอาสีแต่ละจุด (Pixel) มาคิด การคิดคำนวณเป็นบริเวณหลายๆจุดรวมๆกัน (Area) เช่น การดูพื้นผิว (Texture), การดูรูปแบบ (Pattern), การวิเคราะห์หารูปร่าง (Shape) หรือการวิเคราะห์แบบอื่นๆ เพื่อหาค่าที่สามารถระบุได้ว่าภาพนั้นมีลักษณะอย่างไร ซึ่งจะนำไปสู่การตัดสินได้ว่าสิ่งนั้นเป็นสิ่งที่กำลังค้นหาหรือสนใจอยู่หรือไม่

2.2 ระบบรู้จำรูปแบบ

การรู้จำรูปแบบ (Pattern Recognition) เป็นศาสตร์ที่ว่าด้วยกระบวนการตัดสินใจที่เกี่ยวกับการจำแนกกลุ่ม (Classification) การจัดกลุ่ม (Clustering) และการรู้จำ (Recognition) ศึกษาถึงแนวคิดต่างๆให้คอมพิวเตอร์สามารถทำงานเหล่านี้ได้โดยใช้เหตุผลหรือคณิตศาสตร์เพื่อหารูปแบบ (Pattern) ตัวอย่างปัญหาในงานด้านนี้ได้แก่ การทำให้คอมพิวเตอร์รู้ว่าภาพที่เข้ามาเป็นอักษรอะไร เสียงที่เข้ามาเป็นเสียงตัวเลข อะไรหรือคำพูดอะไร ภาพใบหน้าคนเป็นภาพของใคร จากตัวอย่างที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าสิ่งต่างๆที่จะนำมาแยกแยะนั้นต้องมีลักษณะเฉพาะที่บ่งบอกความเป็นตัวมันเอง สำหรับงานวิจัยนี้สิ่งที่ต้องการสอนให้คอมพิวเตอร์ทำการคัดแยกก็คือ การคัดแยกชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม ซึ่งสามารถคัดแยกได้ 3 ประเภท คือประเภทเนื้อชั้นเดียว ประเภทเนื้อชั้นครึ่งและประเภทเนื้อสองชั้น

ขั้นตอนการทำงานของกระบวนการนี้สามารถแบ่งออกได้เป็นสามส่วนใหญ่ คือ

1. การเก็บข้อมูล (Data Collection)

2. การประมวลผลข้อมูลเบื้องต้น (Data Pre-Processing) ซึ่งแบ่งออกเป็นสองส่วนย่อยคือ การสร้างและสกัดลักษณะเด่น(Feature Extraction) และการคัดเลือกลักษณะเด่น (Feature Selection)

3. การจำแนกประเภทข้อมูล ซึ่งแต่ละขั้นตอนจะมีวิธีการที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับงานที่นำไปประยุกต์ใช้ ว่าวิธีการใดจะเหมาะสมและให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด

2.2.1. การเก็บข้อมูล

การเก็บข้อมูลที่จะนำมาวิเคราะห์สำหรับแต่ละงานจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์และขอบเขตของงานที่ต้องการ สำหรับในงานวิจัยนี้ข้อมูลก็คือมะพร้าวน้ำหอม

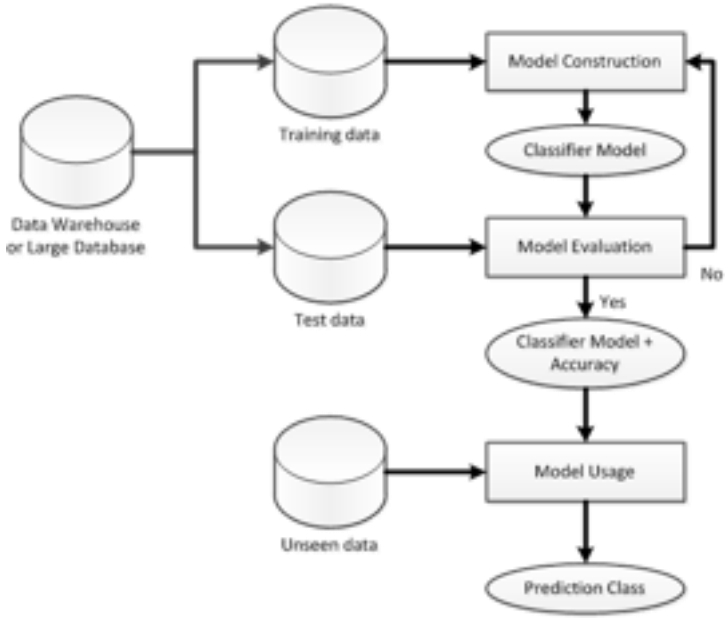
2.2.2. การประมวลผลข้อมูลเบื้องต้น

การสร้างและสกัดคุณลักษณะเด่นเป็นการนำข้อมูลดิบที่ได้มาจัดรูปแบบให้อยู่ในค่าหรือลักษณะที่เหมาะสม โดยลักษณะหรือคุณลักษณะนั้นจะเป็นเวกเตอร์ของคุณลักษณะของวัตถุ เช่น คนหนึ่งคนอาจกำหนดคุณลักษณะที่ใช้เป็น น้ำหนัก, ส่วนสูง, อายุ หรือชนชาติ เก็บมาเป็นเวกเตอร์คุณลักษณะ ซึ่งคุณลักษณะนั้นอาจจะเป็นตัวเลข ตัวอักษร หรือถูก/ผิด ก็ได้โดยหลักการในการเลือกคุณลักษณะจากข้อมูลดิบคือ สามารถปรับเปลี่ยนหรือคำนวณได้สามารถนำไปจำแนกประเภทได้ดีและยังคงมีคุณค่าของข้อมูลเดิมอยู่ สำหรับงานวิจัยนี้จะให้ปริมาณของพื้นที่สีเป็นลักษณะเด่นในการจำแนก

2.2.3. การจำแนกประเภทข้อมูล

การจำแนกประเภทข้อมูลคือกระบวนการสร้างโมเดลจำแนกประเภทข้อมูล (Data Classification Model) ดังแสดงในรูปที่ 1 เพื่อทำนายกลุ่มของข้อมูลใหม่ (Unseen data) ตัวอย่างของกลุ่มเช่น กลุ่มของลูกค้าที่ซื้อคอมพิวเตอร์และไม่ซื้อคอมพิวเตอร์ กลุ่มของลูกค้าที่มีฐานะดี ปานกลางและแย่ กลุ่มของการผลิตสินค้าผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์ ในที่นี้คำว่ากลุ่มจะเรียกว่า class ของข้อมูล ซึ่งใน class เดียวกันนั้นจะต้องมีข้อมูลที่มีความเหมือนหรือคล้ายคลึงกันมากกว่าข้อมูลที่อยู่ใน class ที่แตกต่างกัน

การสร้างโมเดลจำแนกประเภทข้อมูลจะเกิดขึ้นมาจากการหาความสัมพันธ์ของข้อมูลในฐานข้อมูลขนาดใหญ่ โดยข้อมูลทั้งหมดจะมีการแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือกลุ่มข้อมูลเรียนรู้ (Training set) เป็นชุดข้อมูลที่มีบทบาทในการสร้างโมเดลจำแนกประเภทข้อมูลขึ้นมาและมีกลุ่มข้อมูลทดสอบ (Test set) เป็นชุดข้อมูลประเมินความถูกต้องของโมเดลจำแนกประเภทข้อมูล



รูปที่ 1 ภาพรวมของกระบวนการสร้างโมเดลจำแนกประเภทข้อมูล

กระบวนการของแต่ละขั้นตอนมีดังนี้

1. Model Construction เป็นขั้นตอนการสร้างโมเดลจำแนกประเภท โดยอาศัยการเรียนรู้จากข้อมูลที่ได้กำหนด class ไว้เรียบร้อยแล้วหรือเรียกว่า ข้อมูลเรียนรู้ ซึ่งโมเดลจำแนกประเภทที่ได้จะแสดงด้วยวิธีการพื้นฐานทางเหมืองข้อมูล (data mining)

2. Model Evaluation เป็นขั้นตอนตรวจสอบความถูกต้อง โดยอาศัยข้อมูลที่ใช้สำหรับทดสอบเรียกว่า ข้อมูลทดสอบ ซึ่งกลุ่มที่แท้จริงของข้อมูลที่ใช้ทดสอบจะถูกนำมาเปรียบเทียบกับกลุ่มที่หามาได้จากโมเดลจำแนกประเภท เพื่อทดสอบว่าโมเดลจำแนกประเภทนี้สามารถจัดกลุ่มประเภทข้อมูลได้อย่างถูกต้องมากน้อยเพียงใด และมีการปรับปรุงโมเดลจำแนกประเภทจนกว่าจะได้ค่าความถูกต้องในระดับที่ยอมรับได้

3. Model Usage เป็นขั้นตอนการนำโมเดลจำแนกประเภทที่สร้างขึ้นมาใช้กับข้อมูลที่ไม่เคยเห็นมาก่อน เพื่อทำนายและกำหนดกลุ่มให้กับข้อมูลนั้น

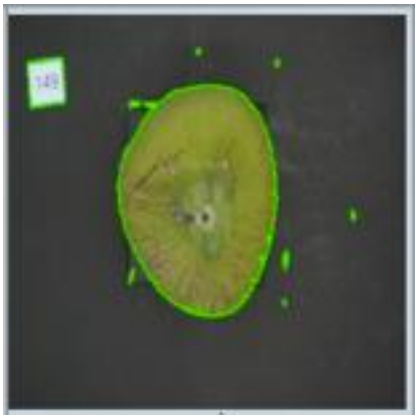
สำหรับในงานวิจัยนี้ใช้การประมาณด้วยสมการถดถอยโพลิโนเมียลกำลังสองในการจำแนกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม

2.2.4. การหาขอบภาพ (Edge detection)

การหาขอบภาพ คือ การหาเส้นรอบวัตถุที่อยู่ในภาพโดยเมื่อทราบเส้นรอบวัตถุจะสามารถคำนวณหาขนาดของพื้นที่หรือจดจำชนิดของวัตถุนั้นได้ ดังตัวอย่างการหาขอบภาพของมะพร้าวน้ำหอมที่แสดงในรูปที่ 2 ซึ่งขอบภาพเกิดจากความแตกต่างของความเข้มแสงจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง โดยวัดจากการเปลี่ยนแปลงของความเข้มในตำแหน่งที่ใกล้เคียงกับจุดดังกล่าว ถ้าหากความแตกต่างนั้นมีค่ามากขอบภาพก็จะเห็นได้ชัดเจน ถ้าความแตกต่างมีน้อยขอบภาพก็จะไม่ชัดเจน อย่างไรก็ตามการหาขอบภาพที่ถูกต้องสมบูรณ์นั้นเป็นเรื่องที่มีความยุ่งยากพอสมควร โดยเฉพาะอย่างยิ่งการหาขอบของภาพที่มีคุณภาพต่ำ วิธีการหาขอบภาพนั้นมีหลายวิธี สามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม หลัก คือ

1. Gradient method หรือ การตรวจหาขอบภาพด้วยอนุพันธ์อันดับที่หนึ่ง (First Order Derivative) ซึ่งวิธีนี้จะหาขอบโดยการหาจุดต่ำสุดและจุดสูงสุดในรูปของอนุพันธ์อันดับหนึ่งของภาพ โดยจุดที่เป็นขอบจะอยู่ในส่วนที่เหนือค่า threshold ตัวอย่างวิธีการหาขอบของกลุ่มนี้ได้แก่ Robert, Prewitt, Sobel และ Canny เป็นต้น

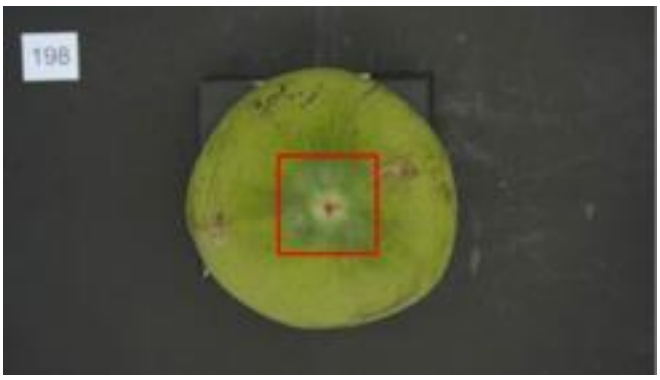
2. Laplacian method หรือ การตรวจหาขอบภาพด้วยอนุพันธ์อันดับสอง (Second Order Derivative) ซึ่งวิธีนี้จะใช้จุดที่ค่า y เป็น 0 (Zero-crossing) ซึ่งใช้เวลาในการคำนวณมากกว่า Gradient method ตัวอย่างวิธีการหาขอบของกลุ่มนี้ได้แก่ Laplacian of Gaussian และ Marrs-Hildreth เป็นต้น



รูปที่ 2 การหาขอบภาพของมะพร้าวน้ำหอม เพื่อใช้คำนวณขนาดของมะพร้าวน้ำหอม

2.2.5. Region-of-interested (ROI)

ROI คือ บริเวณพื้นที่ที่เราสนใจ อาจจะเป็นบริเวณใดภายในภาพก็ได้โดยการตีกรอบล้อมรอบบริเวณที่สนใจด้วยวงกลม กรอบสี่เหลี่ยมหรือกรอบรูปเหลี่ยมใดๆ เพื่อนำภาพเฉพาะส่วนดังกล่าวมาประมวลผลหรือเปลี่ยนแปลงภาพตามต้องการ โดยไม่มีผลกระทบต่อส่วนอื่นๆ ซึ่งภายในหนึ่งภาพสามารถกำหนดได้หลายๆบริเวณที่สนใจ ดังรูปที่ 3 แสดงบริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอม



รูปที่ 3 แสดง ROI (กรอบสี่เหลี่ยมสีแดง) บริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอม

2.3 มาตรฐานของสี

มาตรฐานของสีที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีอยู่หลายระบบด้วยกัน ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับการนำไปใช้ แต่โดยทั่วไปแล้วทุกมาตรฐานจะมีแนวคิดเดียวกันคือ การแทนจุดสีด้วยจุดที่อยู่ภายในสเปซ 3 มิติ โดยจะมีแกนอ้างอิงสำหรับจุดสีนั้นในสเปซ ซึ่งแต่ละแกนจะมีความเป็นอิสระต่อกัน ตัวอย่างเช่นใน ระบบ RGB จะมีแกนสีคือ แกนสีแดง เขียวและน้ำเงิน ในระบบ HLS จะมีแกนเป็นค่าสี (hue) ความสว่าง (lightness) และความบริสุทธิ์ของสี (saturation)

2.3.1. ระบบสี RGB

ระบบสี RGB เป็นระบบสีของแสงเกิดจากการหักเหของแสงผ่านแท่งแก้วปริซึม ซึ่งจะเกิดแถบสีที่เรียกว่าสีรุ้ง (Spectrum) ซึ่งแยกสีตามที่สายตามองเห็นได้ 7 สี คือ ม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง แสด แดง ดังในรูปที่ 4 เป็นลักษณะของระบบสี RGB ซึ่งเป็นพลังงานที่อยู่ในรูปของรังสีที่มีช่วงคลื่นที่สายตาสามารถมองเห็นได้ แสงสีม่วงมีความถี่คลื่นสูงที่สุด คลื่นแสงที่มีความถี่สูงกว่าแสงสีม่วง เรียกว่า อัลตราไวโอเลต (Ultra Violet) และคลื่นแสงสีแดงมีความถี่คลื่นต่ำที่สุด คลื่นแสงที่ต่ำกว่าแสงสีแดงเรียกว่า อินฟราเรด (Infrared) คลื่นแสงที่มีความถี่สูงกว่าสีม่วงและต่ำกว่าสีแดงนั้นสายตาของมนุษย์ไม่สามารถรับได้ สำหรับภาพที่นำมาประมวลผลนั้นจะเก็บค่าสีในรูป แบบสี RGB ซึ่งค่าของสีแดง เขียว และน้ำเงิน จะเปลี่ยนไปตามความเข้มแสง กล่าวคือ ถ้าแสงสว่างมากค่าของสีทั้งสามจะเพิ่มขึ้น แต่หากมีแสงสว่างน้อยค่าของสีทั้งสามจะลดลง

รูปที่ 4 ระบบสี RGB

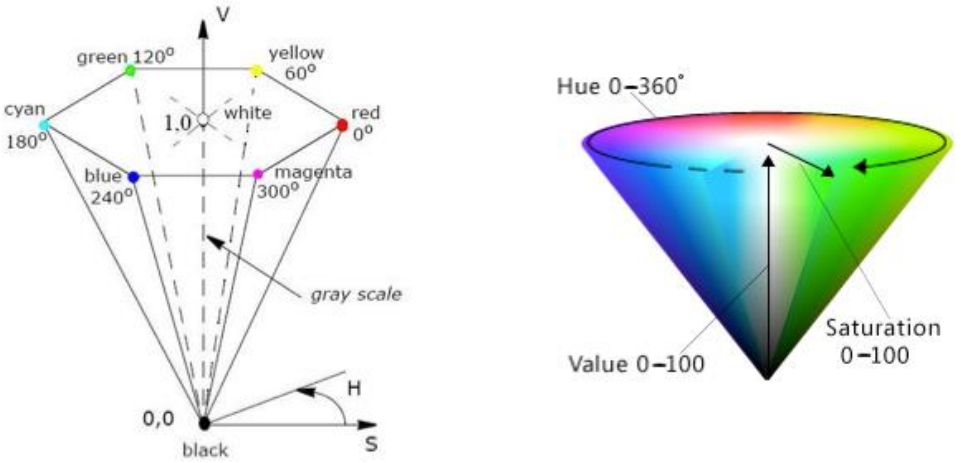
2.3.2. ระบบสี HSV

แบบจำลองสี HSV (HSV Color Model) เป็นแบบจำลองสีที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อเป็นทางเลือก โดยแบบจำลองสี HSV ดังแสดงในรูปที่ 5 จะให้ความหมายที่ดีกว่าเมื่อกล่าวถึงสีต่างๆในเชิงศิลปะ เช่น เมื่อพูดถึงสีเหลืองในทางศิลปะจะมีความแตกต่างกัน เมื่อพิจารณาสีเหลืองอ่อน สีเหลืองแก่หรือสีน้ำตาลว่ามีความแตกต่างกันอย่างไร จะพบว่าทุกสีคือ สีเหลืองนั่นเองที่มีระดับความเข้มหรือมีความอิ่มตัวที่แตกต่างกัน ดังนั้นสีในแบบจำลองสี HSV จึงให้ความรู้สึกที่เข้าใจได้มากกว่า สำหรับมนุษย์ซึ่งแบบจำลองสี HSV ประกอบด้วยสามส่วนคือ

H หมายถึง Hue หรือสีที่มีค่าที่แตกต่างออกไปตามความถี่ของแสง เช่น แดง เหลือง เขียว น้ำเงิน หรือ ม่วง เป็นต้น

S หมายถึงSaturationหรือความอิ่มตัวของHue นั้นๆเช่นสีแดงและสีชมพูคือสีแดงเพียงแต่สีชมพูมีความอิ่มตัวน้อยกว่า

V หมายถึง Value หรือค่าความสว่างของสีโดยที่ค่า Value ต่ำสุดหมายถึงสีดำ ไม่ว่าจะมีHue หรือ Saturation เท่าใด และค่า Value สูงสุดหมายถึงสีขาว ซึ่งเป็นสีที่สว่างที่สุดของ Hue และ Saturation นั้น ๆ เช่น Hue ใด ๆ มีค่า Saturation มีค่าเท่ากับ 0 เมื่อ Value สูงที่สุดคือสีเหลือง และ Value ต่ำสุดคือสีดำ



รูปที่ 5 ระบบสี HSV

2.4. ความสว่าง

ความสว่าง (Brightness) เป็นคุณสมบัติอย่างหนึ่งของการรับรู้ภาพ โดยเป็นการรับรู้ว่ามีกำเนิดภาพได้เปล่งแสงออกมา พูดอีกอย่างก็คือ ความส่องสว่าง (luminance) เป็นการรับรู้อันเกิดจากความส่องสว่างของวัตถุที่มองเห็นนั้นนั่นเอง เดิมนั้นคำว่า "ความสว่าง" ใช้ในความหมายกว้าง แต่เมื่อมีเทคโนโลยีเกี่ยวกับแสงมากขึ้น จึงต้องมีคำเฉพาะสำหรับคุณสมบัติต่างๆ ของแสงโดยละเอียด ด้วยเหตุนี้จึงมีการกำหนดความหมายเฉพาะของคำนี้เอาไว้ โดยมาตรฐาน Federal Standard 1037C ว่า “ความสว่าง" นั้นในปัจจุบันนี้ใช้อ้างถึงคุณลักษณะของแสงในเชิงการรับรู้และเชิงจิตวิทยาเท่านั้น ไม่รวมไปถึงคุณสมบัติเชิงปริมาณ

สำหรับในปริภูมิสี RGB นั้น ความสว่างอาจคิดได้เป็นค่าเฉลี่ยเลขคณิต (arithmetic mean) "μ" ของโคออร์ดิเนตสีแดง เขียวและน้ำเงิน แม้ว่าองค์ประกอบบางส่วนของทั้งสามสีนี้จะทำให้แสงนั้นดูเหมือนสว่างกว่าสีอื่น ซึ่งอาจชดเชยได้จากระบบแสดงผลบางระบบได้โดยอัตโนมัติ ดังนี้

$$\mu = \frac{R+G+B}{3} \qquad (1)$$

สำหรับหลักการปรับความสว่างหรือความมืดของภาพทำได้โดยการเพิ่มค่าหรือลดค่าสีในปริมาณที่เท่ากันเข้าไปทุกตัวแม่สี ก็จะทำให้ภาพที่ได้นั้นมีความมืดหรือสว่างตามต้องการ ถ้าต้องการให้ภาพมีความสว่างก็เพิ่มค่าความสว่างเข้าไปและหากต้องการได้ภาพที่มีความมืดก็ทำการลดค่าความสว่างของสีลง ความสว่างในระบบสี RGB จะมีค่าความสว่างตั้งแต่ 0-255 เริ่มจาก 0 มีความสว่างน้อยที่สุดจะมองเห็นเป็นสีดำจนไปถึงค่าความสว่าง 255 มีความสว่างมากจะมองเห็นเป็นสีขาว สำหรับในงานวิจัยนี้ค่าความสว่างที่เหมาะสมที่นำมาใช้ในการทดลองคือค่าความสว่างที่ 210 ลักซ์ ซึ่งเป็นค่าความสว่างที่อยู่ในช่วงกลางๆ ไม่มีมืดจนเกินไปและไม่สว่างจ้าจนเกินไป

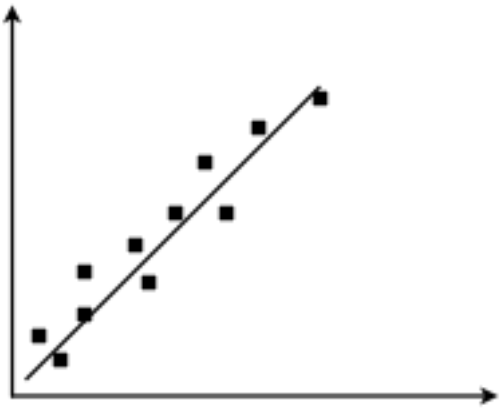
2.5. การถดถอย (Regression)

การถดถอยเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม ที่เรียกว่าตัวเกณฑ์กับตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้นตัวอื่นๆ ที่สัมพันธ์ตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป ซึ่งเรียกว่าตัวพยากรณ์ ถ้ามีตัวพยากรณ์เพียงตัวเดียวจะเรียกการศึกษาความสัมพันธ์นั้นกว่า การถดถอยอย่างง่าย (Simple

Regression) แต่ถ้ามีตัวพยากรณ์ตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป โดยมีตัวเกณฑ์เพียงตัวเดียวจะเรียกการศึกษาความสัมพันธ์นั้นว่า การถดถอยพหุคุณ (Multiple Regression) สำหรับในด้านงานวิศวกรรมสามารถนำการถดถอยมาประยุกต์ใช้ในการปรับแต่งเส้นโค้ง (Curve fitting) เพื่อทำการหาแนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่างชุดข้อมูลที่มีตัวแปรต้นและตัวแปรตามที่อยู่ในการทดลองได้ แล้วเรียกความสัมพันธ์นี้ว่าการถดถอย แบบเส้นโค้ง (Curvilinear Regression)

2.5.1. การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย

การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัวแปร ที่มีความสัมพันธ์กันในลักษณะเชิงเส้น (Linear) ลักษณะของกราฟจะแสดงดังรูปที่ 6 อาจเป็นความสัมพันธ์ตามกันหรือผกผันกันก็ได้โดยมีสมการถดถอยก็คือ $Y = \alpha + \beta X$ เนื่องจากในการวิเคราะห์การถดถอยอย่างง่ายนั้น ตัวแปร X จะถูกกำหนดค่าไว้ก่อน และค่า Y จะเปลี่ยนแปลงไปตามตัวแปร X เนื่องจากค่า X ค่าหนึ่งจะมีค่า Y ที่เป็นคู่ของค่า X หลายๆค่า และเมื่อนำค่า X และ Y ทั้งหมดไปพล๊อตบนแกน X, Y แล้วลากเส้นเชื่อมระหว่างจุดที่ปรากฏเส้นกราฟที่ได้จะเป็นเส้นตรงแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของตัวแปร X กับตัวแปร Y ซึ่งก็คือ เส้นกราฟถดถอยนั่นเอง



รูปที่ 6 การถดถอยเส้นตรงแบบเชิงเดียว

จากสมการเส้นตรง $Y = \alpha + \beta X$ ซึ่ง α และ β เป็นพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่า จึงจะต้องประมาณค่าโดยใช้ข้อมูลจากตัวอย่าง โดยวิธีที่นิยมใช้ในการประมาณค่า α และ β ก็คือวิธีกำลังสองน้อยที่สุด(The Least Squares Method) ซึ่งจะแทนค่าของ α และ β ด้วยค่า a และ b โดยที่ a ก็คือค่าคงที่ (Constant) เป็นค่าที่เส้นกราฟถดถอยตัดกับแกน Y ส่วน b เป็นความชัน (Slope) ของ

เส้นกราฟ ซึ่งแสดงถึงอัตราการเปลี่ยนแปลงของ Y เมื่อ X เปลี่ยนแปลง เรียกส่วนนี้ว่า สัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression Coefficient) สมการถดถอยอย่างง่าย เขียนได้ดังนี้

$$Y = a + bX \qquad (2)$$

โดยที่ Y = ตัวแปรตาม (เนื่องจากค่าของ Y ขึ้นอยู่กับค่าของ X)

X = ตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น

a = ค่าคงที่ (Constant) เป็นค่าที่ตัดกับแกน Y

b = ความชัน (Slope) ของเส้นกราฟ

สมการถดถอยอย่างง่าย สามารถหาค่าของ a และ b ได้จากสูตรดังนี้

$$a = Y - bX \qquad (3)$$

$$b = \Sigma xy/\Sigma x^2 \qquad (4)$$

เมื่อ

a = ค่าคงที่ของสมการถดถอยอย่างง่าย

b = สัมประสิทธิ์การถดถอย

Y = มัชฌิมเลขคณิตของตัวแปรตาม

X = มัชฌิมเลขคณิตของตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น

x = ค่าเบี่ยงเบนจากมัชฌิมเลขคณิตของตัวแปรตามมีค่าเท่ากับ Y - Y

y = ค่าเบี่ยงเบนจากมัชฌิมเลขคณิตของตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น มีค่าเท่ากับ X-X

2.5.2. การถดถอยแบบพหุคูณ

การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ จะเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้นที่ทำหน้าที่พยากรณ์ตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไปกับตัวแปรตาม 1 ตัวในการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณนั้นจะต้องหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple Correlation Coefficient) เพื่อให้ทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น จำนวน 3 ตัวกับตัวแปรตามว่ามีความสัมพันธ์กันเช่นใด สำหรับการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ จะต้องหาสมการถดถอยเพื่อใช้ในการพยากรณ์ค่าของตัวแปรตาม (Y) เช่นเดียวกับการวิเคราะห์การถดถอยอย่างง่ายและหาค่า

ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน รวมทั้งหาค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ เพื่อหาความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงที่เป็นไปได้สูงสุดระหว่างตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม

2.5.3. การถดถอยแบบเส้นโค้งโพลิโนเมียล

การถดถอยแบบเส้นโค้งเป็นการพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น X และตัวแปรตาม Yซึ่งจะมีลักษณะเป็นปริมาณ สามารถอธิบายได้ด้วยตัวแบบโพลิโนเมียล ตัวอย่างลักษณะของกราฟสมการแบบเส้นโค้งโพลิโนเมียลดังรูปที่ 7

สมการทั่วไปของเส้นโค้งโพลิโนเมียล

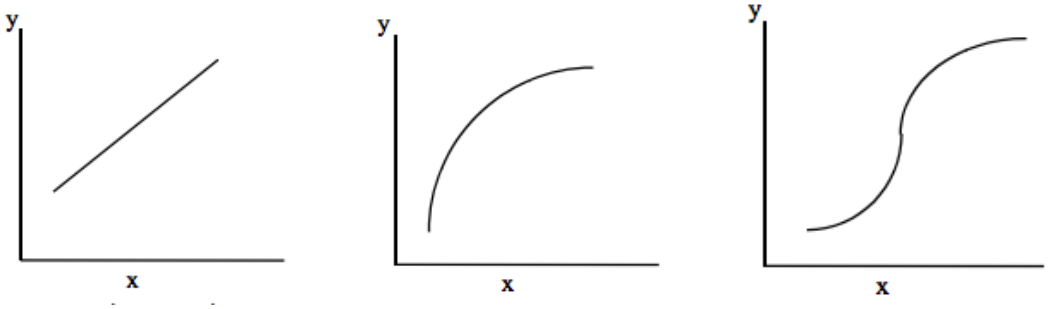
$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 X^2 + \ldots + \beta_p X^p + e \qquad (5)$$

p แทนเลขชี้กำลังสูงสุดของโพลิโนเมียลจากสมการที่ (5) หากสมการมีการยกกำลังสองเพียง 1 ค่า เรียกว่า ตัวแบบระดับสองใน 1 ตัวแปร (second-order model) บางครั้งอาจเรียกสมการกำลังสอง (quadratic model) สามารถเขียนได้เป็น

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 X^2 + e \qquad (6)$$

<u>ตัวอย่างสมการแบบโพลิโนเมียล</u>

$Y=\beta_0+\beta_1 X$ $Y=\beta_0+\beta_1 X+\beta_2 X^2$ $Y=\beta_0+\beta_1 X+\beta_2 X^2+\beta_3$



(ก) เทอมที่มีกำลังหนึ่ง (ข) เทอมที่มีกำลังสอง (ค) เทอมที่มีกำลังสาม

รูปที่ 7 ตัวอย่างของเส้นโค้งโพลิโนเมียล

บทที่ 3
การออกแบบและพัฒนาระบบ

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองรูปแบบการวิจัยเป็นการทดลองการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมจากต้นมะพร้าว ซึ่งอยู่ในสภาพแสงธรรมชาติโดยแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม จากการวิเคราะห์สีบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอม ซึ่งสามารถแบ่งชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมได้ 3 ประเภท คือ ประเภทเนื้อชั้นเดียว ประเภทเนื้อชั้นครึ่งและประเภทเนื้อสองชั้น

3.1. วัสดุและอุปกรณ์

วัสดุที่ใช้ในการทดลองเป็นผลมะพร้าวน้ำหอมที่ได้จากพื้นที่ในจังหวัดสงขลาและนำมาถ่ายภาพบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอม เพื่อใช้เป็นภาพถ่ายในการวิเคราะห์และนำไปประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์ ในส่วนของการทดลองด้วยคอมพิวเตอร์มีการใช้อุปกรณ์ดังนี้

3.1.1. วัสดุและการเลือกตัวอย่าง

ในการทดลองได้ใช้มะพร้าวน้ำหอม เนื่องจากเป็นพันธุ์ที่นิยมนำไปบริโภคและทำการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อการส่งออก เนื่องจากมะพร้าวน้ำหอมสายพันธุ์นี้มีศักยภาพในการทำเป็นมะพร้าวอ่อนปอกเปลือก มีความแข็งของกะลาที่เหมาะพอดีต่อการขนส่ง อีกทั้งมีความหวานหอมมากกว่าพันธุ์อื่นๆ ลักษณะของมะพร้าวน้ำหอมที่นำมาทดสอบจะมีลักษณะ ดังรูปที่ 8 โดยจะทำการเลือกมะพร้าวที่มีอยู่ในพื้นที่จังหวัดสงขลา และเป็นมะพร้าวที่ปลูกเป็นสวน จะไม่ใช้มะพร้าวที่ไม่ได้ปลูกในเชิงพาณิชย์ เช่น มะพร้าวที่ปลูกตามลำพังตามบ้านเรือนหรือมะพร้าวที่ปลูกไว้โดยไม่ดูแล เพราะมะพร้าวประเภทนี้จะไม่มีความเที่ยงแท้ของสายพันธุ์ ผลมะพร้าวน้ำหอมที่นำมาทดสอบเป็นผลที่ได้จากต้นมะพร้าวที่มีอายุไม่มากเกินไป เพราะผลมะพร้าวจากต้นที่มีอายุมากอาจจะเกิดจากการกลายพันธุ์ เนื่องจากการผสมเกสรจากต้นมะพร้าวอื่นที่ไม่ใช่มะพร้าวน้ำหอม โดยจะเลือกผลที่ค่อนข้างสมบูรณ์ไม่ถูกทำลายด้วยโรคหรือแมลง ทำการเลือกมะพร้าวน้ำหอมในประเภทชั้นเนื้อที่แตกต่างกัน 3 ประเภทคือมะพร้าวอ่อนประเภทเนื้อชั้นเดียว มะพร้าวอ่อนปานกลางประเภทเนื้อชั้นครึ่งและมะพร้าวอ่อนค่อนข้างแก่ประเภทเนื้อสองชั้น ทั้งหมดจะคละอยู่

ในช่วงอายุ 150-300 วัน หลังจากจั่นบานโดยใช้จำนวนหลายผลในแต่ละประเภทชั้นเนื้อ ทำการทดลองภายในระยะเวลาไม่เกิน 2 วันหลังจากการเก็บเกี่ยว

รูปที่ 8 ลักษณะของผลมะพร้าวน้ำหอมที่นำมาทดสอบ

3.1.2. อุปกรณ์

3.1.2.1. เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลตัวประมวลผลกลาง Intel(R) Core(TM) 2 Duo CPU ความเร็ว 2.4 GHz RAM 4.00 GB

3.1.2.2. กล้องถ่ายภาพดิจิตอลยี่ห้อ Nikon รุ่น D90 ความละเอียด 4288x2848 พิกเซล พร้อมอุปกรณ์ถ่ายภาพ

3.1.2.3 โปรแกรมเชื่อมต่อระหว่างกล้องดิจิตอลในข้อ 3.1.2.2. กับเครื่องคอมพิวเตอร์

3.1.2.4. โปรแกรมรหัสเปิด (Open Source) ในด้านการประมวลผลภาพ OpenCV รุ่น 1.0 ของบริษัทอินเทล (Intel)

3.1.2.5. โปรแกรม Visual C++ รุ่น 6.0 ของบริษัทไมโครซอฟต์ (Microsoft)

3.2 แนวทางในการทดลอง

จากงานวิจัยของศุภชัย มะเดื่อ (2553) ได้นำเทคนิคในการประมวลผลภาพมาโดยใช้ภาพถ่ายบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมมาใช้ในการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม ในการทดลองวิธีการทดลองเริ่มจากตัดผลมะพร้าวน้ำหอมลงมาจากต้นมะพร้าวก่อน แล้วจึงนำผลมะพร้าวน้ำหอมมาถ่ายภาพบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมในชุดควบคุมแสงประดิษฐ์ จากนั้นจึงนำภาพถ่ายบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมไปวิเคราะห์การคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ แต่วิธีการทดลองของศุภชัยนั้นมีข้อเสียตรงที่มะพร้าวน้ำหอมที่จะนำมาทดสอบจะต้องตัดลงมาจากต้นมะพร้าว ซึ่งหากมะพร้าวน้ำหอมที่นำมาทดสอบไม่อยู่ในช่วงที่เหมาะสมในการบริโภคหรือไม่เป็นที่ต้องการของตลาดซื้อขาย มะพร้าวน้ำหอมผลนั้นจะถูกนำไปทิ้ง ทำให้เกิดปัญหาการสูญเสียผลของมะพร้าวน้ำหอมในการทดลอง (ศุภชัย, 2553) สำหรับในงานวิจัยนี้จึงเป็นการปรับปรุงวิธีการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมของศุภชัยให้สามารถวิเคราะห์คัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมได้จากบนต้นมะพร้าวโดยตรง โดยไม่ต้องตัดผลมะพร้าวน้ำหอมลงมาจากต้น เพื่อลดปัญหาการสูญเสียผลมะพร้าวน้ำหอม ในกรณีที่ชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมไม่อยู่ในช่วงที่เหมาะสมในการบริโภคหรือเป็นที่ต้องการของตลาด มะพร้าวน้ำหอมสามารถแบ่งประเภทชั้นเนื้อได้ 3 ประเภท คือมะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อชั้นเดียว มะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อชั้นครึ่งและมะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อสองชั้น สำหรับชั้นเนื้อที่เหมาะสมต่อการบริโภคและเป็นที่ต้องการของตลาดซื้อขาย คือประเภทเนื้อสองชั้น ซึ่งมีน้ำที่หอมหวานและเนื้อของมะพร้าวกำลังพอดีไม่แข็งไปหรืออ่อนไป แต่ในบางครั้งอาจจะมีผู้บริโภคบางรายอาจจะชอบรับประทานเนื้อมะพร้าวประเภทชั้นครึ่งหรือผู้บริโภคบางรายอาจจะชอบรสชาติของน้ำมะพร้าวน้ำหอมในประเภทเนื้อชั้นเดียว เป็นต้น ดังนั้นหากสามารถระบุประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมแต่ละผลได้ จะเป็นการเพิ่มความสะดวกสบายในการเลือกซื้อและสร้างความพึงพอใจให้กับผู้บริโภคในการเลือกซื้อมะพร้าวน้ำหอมให้ได้ประเภทตรงตามความต้องการ

3.2.1.ขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูล

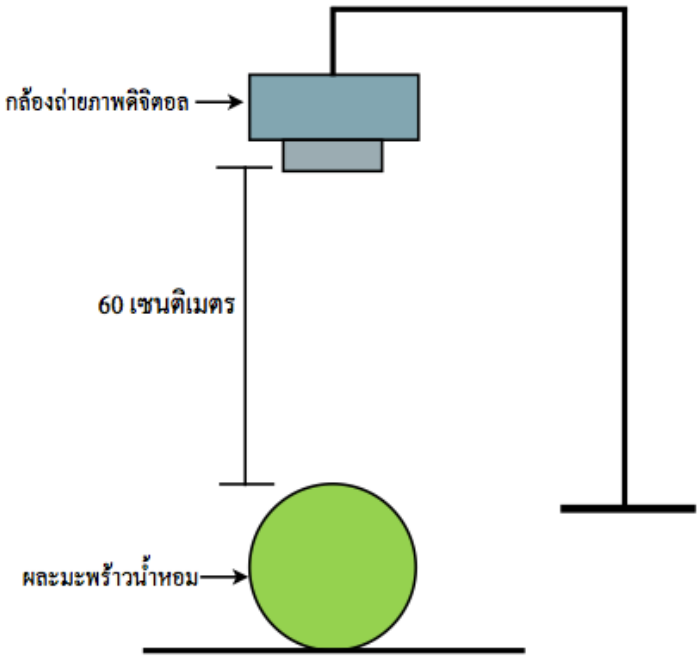
ในงานวิจัยนี้ผลมะพร้าวน้ำหอมที่นำมาใช้ในการทดสอบ จะเป็นมะพร้าวน้ำหอมที่ปลูกกันในเชิงพาณิชย์หรือการปลูกไว้สำหรับขายให้ร้านค้า ตลาดและผู้บริโภค มะพร้าวน้ำหอมที่นำมาใช้ในการทดสอบนี้เป็นมะพร้าวน้ำหอมที่นำมาจากสวนมะพร้าวน้ำหอมชื่อ วังมะพร้าวน้ำหอม ซึ่งอยู่ในตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ในการเก็บผลมะพร้าวน้ำหอมที่นำมาใช้ในการทดสอบนี้ จะต้องเก็บผลมะพร้าวที่มีประเภทของชั้นเนื้อแตกต่างกันออกไปคือ ประเภทเนื้อ

ชั้นเดียว ประเภทเนื้อชั้นครึ่งและประเภทเนื้อสองชั้น จากนั้นจึงนำผลมะพร้าวน้ำหอมที่นำมาทดสอบมาทำการถ่ายภาพกับกล้องถ่ายภาพดิจิตอล โดยจะถ่ายให้เห็นบริเวณส่วนก้นของมะพร้าวน้ำหอมโดยมีการกำหนดค่าเริ่มต้นของกล้องดิจิตอลเพื่อใช้ในการถ่ายภาพ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การกำหนดค่าเริ่มต้นของกล้องถ่ายภาพก่อนการถ่ายภาพ

รายละเอียด	สถานะ
ระยะทางโฟกัสของเลนส์	25 มิลลิเมตร
ระยะโฟกัส	60 เซนติเมตร
ขนาดภาพ	4288 x 2848 จุด
แฟลช(Flash)	ไม่ใช้
สมดุลแสงสีขาว	อัตโนมัติ
ความเร็วชัตเตอร์	1/100 วินาที
วิธีการถ่าย	ควบคุมจากคอมพิวเตอร์
ขนาดรูรับแสง	6.3

จากนั้นทำการถ่ายภาพบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมด้วยกล้องถ่ายภาพดิจิตอล พร้อมกับติดหมายเลขให้กับผลมะพร้าวน้ำหอมแต่ละผล เพื่อสะดวกในการจดบันทึกผลการทดลอง ในการถ่ายภาพผลมะพร้าวน้ำหอมนั้นมะพร้าวน้ำหอมที่นำมาทดสอบจะต้องวางอยู่ในสภาพแสงธรรมชาติและควรวางตำแหน่งของมะพร้าวน้ำหอมให้อยู่บริเวณตรงกลางภาพ และวางผลมะพร้าวน้ำหอมให้ห่างจากกล้องถ่ายภาพเป็นระยะห่าง 60 เซนติเมตร ซึ่งจะใช้ระยะห่างนี้เป็นระยะอ้างอิงสำหรับทำการทดลอง ในรูปที่ 9 แสดงลักษณะของชุดอุปกรณ์ที่ใช้ในการถ่ายภาพผลมะพร้าวน้ำหอมในการทดลอง จากนั้นนำผลมะพร้าน้ำหอมที่ถ่ายภาพเสร็จเรียบร้อยแล้วมาผ่าดูชั้นเนื้อที่แท้จริงภายในผลมะพร้าวน้ำหอมและทำการถ่ายภาพชั้นเนื้อที่แท้จริงไว้ เพื่อเก็บไว้ใช้เป็นข้อมูลในการตรวจสอบความถูกต้องในการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม เพราะหากปล่อยทิ้งไว้นานเนื้อมะพร้าวจะเปลี่ยนสีทำให้สังเกตชั้นเนื้อมะพร้าวได้ไม่ชัดเจน



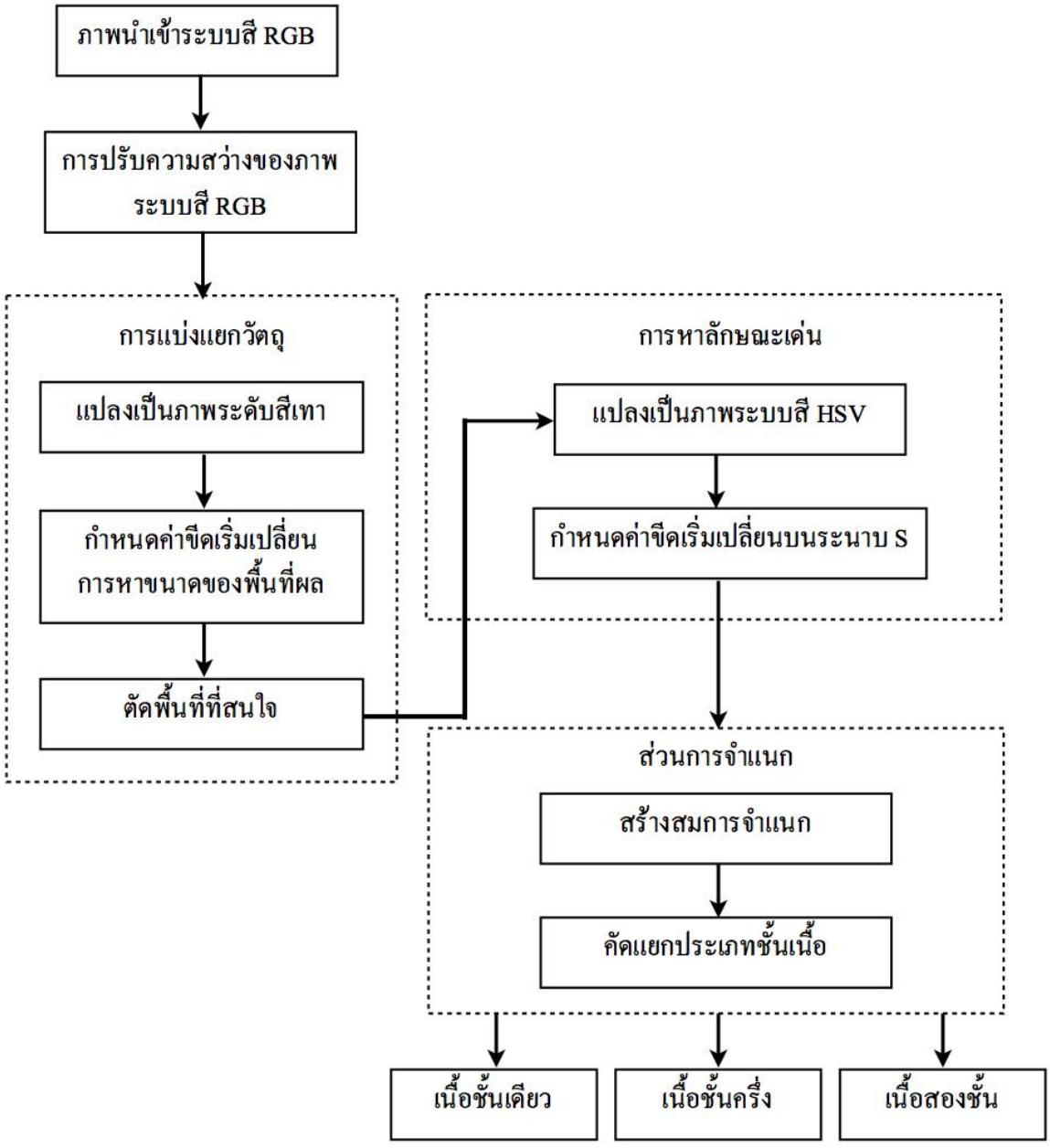
รูปที่ 9 ชุดอุปกรณ์ทดลองในการถ่ายภาพผลมะพร้าวน้ำหอม

3.3. วิธีการทดลอง

ในการทดลองจะเป็นขั้นตอนหลังจากที่ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลภาพถ่ายบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมที่ได้จากการถ่ายภาพและนำมาทดลอง โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ ซึ่งการทดลองจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนแรกจะเป็นการทดลองหาวิธีการปรับแสงของมะพร้าวน้ำหอมแต่ละผลให้มีความสว่างเท่ากัน เพื่อกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนให้มีค่าคงที่ตลอดการทดลอง สำหรับการทดลองในส่วนที่สองจะเป็นการทดลองเปลี่ยนระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอมให้มีระยะห่างที่แตกต่างจากระยะห่างที่ใช้ในการทดลองส่วนแรก เพื่อทำการทดสอบว่าในการเปลี่ยนระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอมให้ผลการทดลองที่เหมือนหรือต่างกันกับการทดลองในส่วนแรกและมีผลต่อความถูกต้องในการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมหรือไม่ อีกทั้งการทดลองในส่วนที่สองนี้จะเป็นการปรับปรุงวิธีการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมให้ดีขึ้นอีกด้วย

3.3.1 การทดลองการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม

สำหรับขั้นตอนการทดลองการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมมีขั้นตอนดังนี้ เริ่มจากภาพถ่ายบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมที่นำเข้ามาในระบบจะอยู่ในระบบสี RGB จากนั้นทำการปรับแสงภาพถ่ายของมะพร้าวน้ำหอมให้มีความสว่างเท่ากับค่าที่ความสว่างที่กำหนดไว้ใช้ในการทดลอง จากนั้นทำการแยกวัตถุส่วนที่เป็นพื้นหลังกับผลมะพร้าวออกจากกัน จากนั้นทำการหาขอบของภาพถ่ายบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอม เพื่อนำไปใช้หาขนาดของผลมะพร้าวน้ำหอม แล้วจึงทำการสร้างบริเวณพื้นที่สนใจเพื่อนำไปใช้วิเคราะห์คัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม จากนั้นทำการสร้างสมการจำแนกชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมซึ่งสามารถคัดแยกออกได้เป็น 3 ประเภท คือประเภทเนื้อชั้นเดียว ประเภทเนื้อชั้นครึ่งและประเภทเนื้อสองชั้น ดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 ขั้นตอนการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม

3.3.1.1 การปรับความสว่างของแสงของภาพถ่ายมะพร้าวน้ำหอม

เริ่มจากภาพถ่ายมะพร้าวน้ำหอมที่ใช้ในการทดลองนี้อยู่ในระบบสี RGB ดังรูปที่ 11(ก) ซึ่งได้จากการถ่ายภาพผลมะพร้าวน้ำหอมที่อยู่ในสภาพแสงธรรมชาติที่มีความสว่างของแสงที่แตกต่างกัน ซึ่งความสว่างของแสงที่ต่างกันทำให้มีผลต่อการกำหนดค่าคงที่ของค่าขีดเริ่มเปลี่ยนที่เหมาะสมจึงจำเป็นจะต้องทำการปรับความสว่างของแสงให้มีค่าเท่ากันทุกผลก่อนที่ จะทำการกำหนดค่าคงที่ของค่าขีดเริ่มเปลี่ยน สำหรับค่าความสว่างที่เหมาะสมในการทดลองนี้จะมีค่าความสว่างเท่ากับ 210 ลักซ์ ซึ่งเป็นค่าความสว่างที่ไม่สว่างจนเกินไปและไม่น้อยจนมืดจนเกินไป ดังรูปที่ 11(ข)

(ก) รูปถ่ายภาพมะพร้าวน้ำหอมก่อนการปรับแสง (ข) รูปถ่ายภาพมะพร้าวน้ำหอมหลังการปรับ

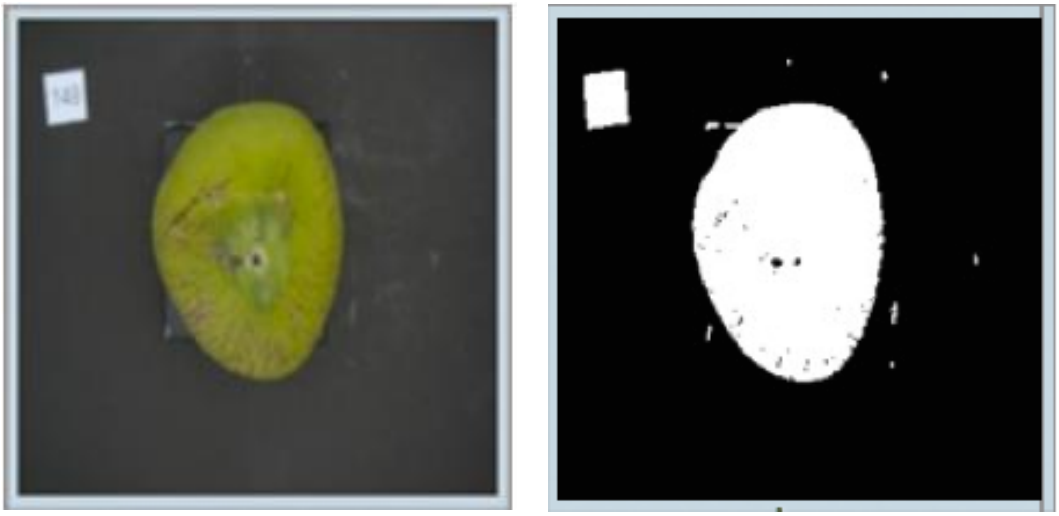
รูปที่ 11 รูปภาพผลมะพร้าวน้ำหอมก่อนและหลังการปรับแสง

3.3.1.2 การแบ่งแยกวัตถุ

การแบ่งแยกวัตถุ (Segmentation) คือ การแยกข้อมูลภาพของส่วนที่ต้องการออกมาจากส่วนที่ไม่ต้องการ วิธีการพื้นฐานสำหรับการแบ่งแยกวัตถุ คือการพิจารณา Image amplitude ได้แก่ การพิจารณาความสว่างของภาพสำหรับภาพแบบ Gray Scale และความแตกต่างของสีสำหรับภาพสี นอกจากนี้ขอบของภาพและลักษณะของ Texture ก็เป็นองค์ประกอบหนึ่งที่จะทำให้วิธีการแบ่งแยกวัตถุทำได้สะดวกยิ่งขึ้น การแบ่งแยกวัตถุสามารถทำได้โดยการกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยน ซึ่งเป็นค่าความเข้มให้มีค่าที่สามารถแยกความแตกต่างของวัตถุและพื้นหลังได้ ซึ่งในการทดลองนี้ คือการแยกพื้นที่ส่วนบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมออกจากพื้นหลัง ซึ่งเป็นส่วนที่ไม่ต้องการนำมาพิจารณาในการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม จากนั้นทำการหา

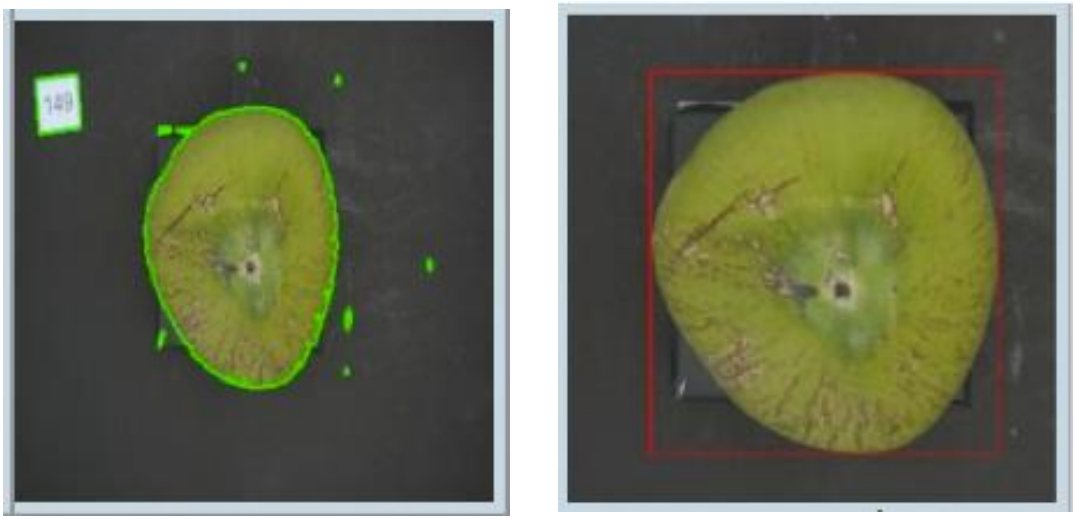
ขอบภาพของผลมะพร้าวน้ำหอม เพื่อนำมาคำนวณขนาดของผลและกำหนดบริเวณพื้นที่สนใจที่จะใช้ในการวิเคราะห์คัดแยกชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม เริ่มจากภาพนำเข้าที่ได้จากการถ่ายภาพบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอม ซึ่งเป็นภาพที่อยู่ในระบบสี RGB มีขนาดภาพ 4288x2848 พิกเซล ดังรูปที่ 12(ก) จากนั้นทำการแยกภาพผลมะพร้าวน้ำหอมออกจากพื้นหลังของภาพ โดยใช้วิธีการกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนที่เหมาะสม ดังรูปที่ 12(ข) และทำการหาขอบภาพของผลมะพร้าวน้ำหอม ดังแสดงในรูป 13(ก) จากนั้นสร้างสี่เหลี่ยมล้อมรอบผลมะพร้าวน้ำหอมเพื่อคำนวณขนาดของผลมะพร้าวน้ำหอม ดังรูป 13(ข) โดยการประมาณเส้นผ่านศูนย์กลางของผลมะพร้าวน้ำหอมจากสมการ (7)

เส้นผ่านศูนย์กลาง = (ความกว้าง + ความยาว) / 2 (7)



(ก) ภาพนำเข้าในระบบสี RGB (ข) ภาพสีขาวดำ

รูปที่ 12 แสดงขั้นตอนการหาขนาดของผลมะพร้าวน้ำหอม

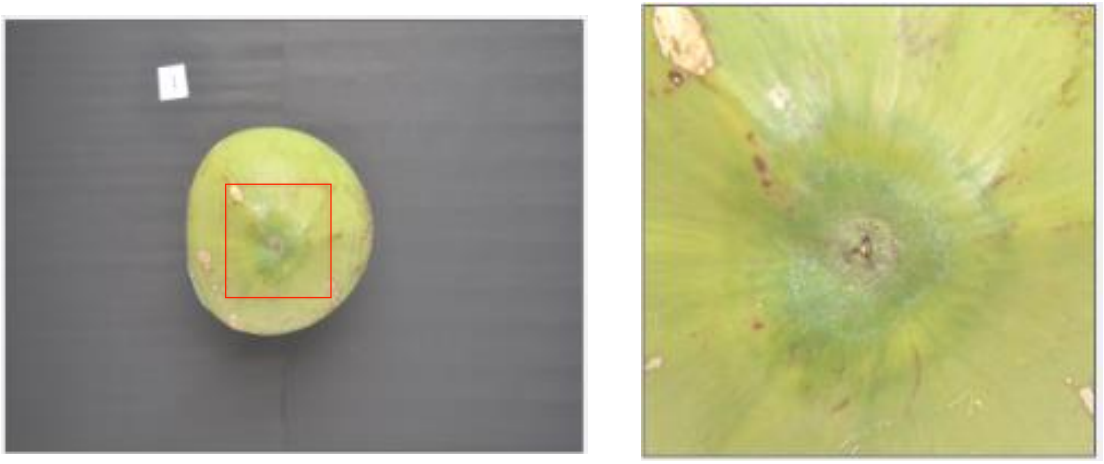


(ก) หาขอบภาพของมะพร้าวน้ำหอม (ข) หาขนาดของผลมะพร้าวน้ำหอม

รูปที่ 13 ขั้นตอนการหาขนาดของผลมะพร้าวน้ำหอม (ต่อ)

3.3.1.3. การหาจุดกึ่งกลางและการหาพื้นที่สนใจ

จุดกึ่งกลางของผลมะพร้าวน้ำหอมจะมีลักษณะเป็นจุดสีดำขนาดเล็กอยู่ตรงกลางบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอม ซึ่งในการทดลองนี้วิธีการหาจุดกึ่งกลางของผลมะพร้าวน้ำหอมนั้นผู้ใช้สามารถเลือกจุดกึ่งกลางของผลมะพร้าวน้ำหอมได้ โดยการคลิกเลือกจุดสีดำที่อยู่ตรงกลางบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอม ดังรูปที่ 14(ก) ทำการสร้างพื้นที่สี่เหลี่ยมที่มีขนาด 300x300 พิกเซลจากจุดกึ่งกลาง ซึ่งก็คือพื้นที่สนใจที่จะนำไปใช้ในการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม จากนั้นทำการตัดเอาพื้นที่สี่เหลี่ยมดังกล่าว ดังรูปที่ 14(ข) ซึ่งพื้นที่สี่เหลี่ยมที่ตัดมานั้นก็คือส่วนของบริเวณพื้นที่สนใจที่จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์คัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม



(ก) การหาจุดกึ่งกลางและการสร้างพื้นที่สนใจ (ข) พื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอม

รูปที่ 14 ขั้นตอนการหาจุดกึ่งกลางและพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอม

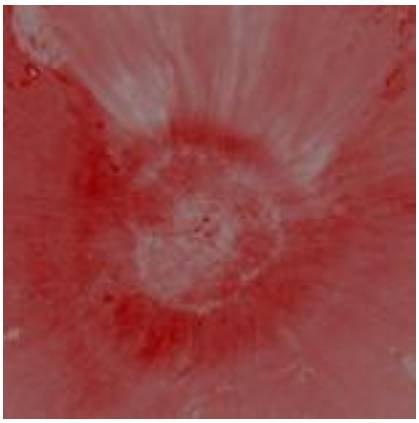
3.3.1.4. การแยกคุณลักษณะ

หลังจากได้ขอบของมะพร้าวน้ำหอมจากภาพถ่ายแล้ว ขั้นต่อมาคือการแยกคุณลักษณะและจัดเก็บข้อมูลดังกล่าว ในการทดลองนี้คุณลักษณะเด่นที่ต้องการคือคุณลักษณะทางสี (color features) การบ่งบอกความแตกต่างของสีสามารถบ่งบอกได้หลายระบบ เช่น HSV (Hue, Saturation และ Value) RGB (Red, Green และ Blue) และ HLS (Hue, Lightness และ Saturation) เป็นต้น ซึ่งภาพถ่ายที่ได้จากกล้องถ่ายภาพดิจิตอลจะเก็บค่าของสีในรูปแบบ RGB สำหรับในงานวิจัยนี้ใช้ภาพในระบบสี HSV เป็นคุณลักษณะเด่น จากภาพพื้นที่สนใจในระบบสี RGB ดังรูปที่ 15 ทำการแปลงภาพเป็นระบบสี HSV จาก นั้นทำการแยกระนาบสีออกเป็นสีในระนาบ H, S, และ V นำภาพถ่ายที่แปลงอยู่ในระนาบ S ดังรูปที่ 16 (เป็นระนาบสีที่มีนัยสำคัญต่อการจำแนกการคัดแยก ประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม) ทำการหาค่าขีดเริ่มเปลี่ยนที่เหมาะสมจะได้ภาพขาวดำ จากนั้นทำการสร้างพื้นที่วงแหวนบนพื้นที่สนใจ (ขนาด dxd) จำนวน 4 วง ซึ่งในการทดลองนี้ขนาดของพื้นที่สนใจมีขนาด 300x300 พิกเซล ดังรูปที่ 17 ซึ่งมีขนาดของรัศมีวงแหวนดังตารางที่ 2

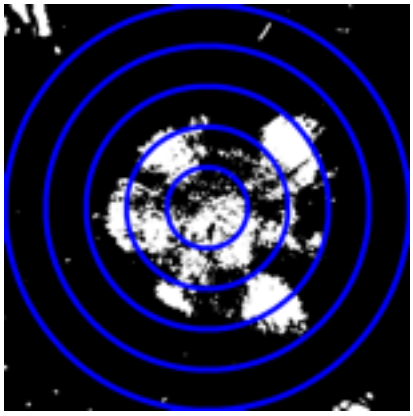
ตารางที่ 2 การกำหนดพื้นที่สนใจวงแหวน 4 วง

ลำดับที่วงแหวน	รัศมีวงแหวน (วงใน - วงนอก)
วงแหวนที่ 1	4(d)/15 - 6.5(d)/15
วงแหวนที่ 2	6.5(d)/15 - 9(d)/15
วงแหวนที่ 3	9(d)/15 - 11.5(d)/15
วงแหวนที่ 4	11.5(d)/15 - 14(d)/15

รูปที่ 15 พื้นที่สนใจในระนาบสี RGB



รูปที่ 16 พื้นที่สนใจในระนาบ S



รูปที่ 17 การกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนและการสร้างวงแหวนจำนวน 4 วง

3.3.1.5. การสร้างสมการจำแนกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม

สร้างสมการจำแนกโดยนำความสัมพันธ์ระหว่างลำดับที่ของวงแหวนกับร้อยละของพื้นที่สีขาวบนพื้นที่สนใจมาทำการประมาณสมการจำแนกชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมทั้ง 3 ประเภท ด้วยวิธีการประมาณสมการถดถอยแบบเส้นโค้งโพลิโนเมียลกำลังสองโดยให้ลำดับที่ของวงแหวนเป็นตัวแปรต้น และร้อยละของพื้นที่สีขาวบนพื้นที่สนใจเป็นตัวแปรตาม โดยในการทดลองนี้จะใช้มะพร้าวน้ำหอมทั้ง 3 ประเภทชั้นเนื้อละ 50 ผลมาใช้เป็นชุดข้อมูลในการประมาณโดยใช้โปรแกรม MATLAB

3.3.1.6 การจำแนกชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม

การคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมทำได้โดยการเปรียบเทียบค่าระยะห่างของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างลำดับที่ของวงแหวนกับร้อยละของพื้นที่สีขาวบนพื้นที่สนใจ ในแต่ละวงแหวนของภาพบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมกับกราฟความสัมพันธ์ของสมการจำแนกที่ได้จากการประมาณเส้นโค้งแบบโพลิโนเมียลกำลังสองของมะพร้าวน้ำหอมทั้ง 3 ประเภท ระยะห่างของสมการจำแนกประเภทใดมีค่าน้อยที่สุด สรุปได้ว่าผลมะพร้าวน้ำหอมที่นำมาทดสอบจัดเป็นชั้นเนื้อประเภทนั้น ประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมแบ่งออกเป็น 3 ประเภทคือ มะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อชั้นเดียว มะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อชั้นครึ่งและมะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อสองชั้น

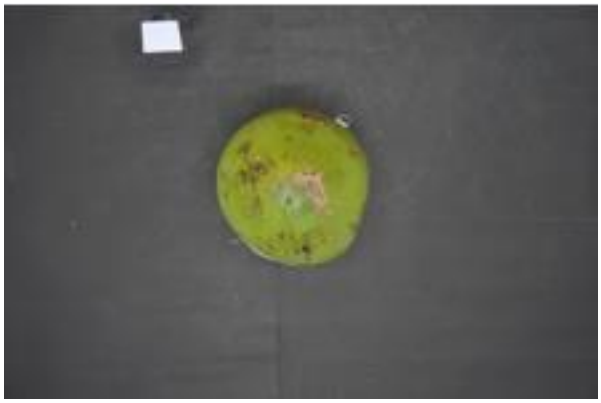
3.3.2 การทดลองเพื่อปรับปรุงวิธีการจำแนก

3.3.2.1. การทดลองถ่ายภาพมะพร้าวในระยะที่แตกต่างกัน

ส่วนที่สองจะเป็นการปรับปรุงวิธีการจำแนกในส่วนแรกโดยมีสมมติฐานในการทดลองคือ ถ้าระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอมมีระยะห่างที่เปลี่ยนไปจากระยะห่างในการทดลองส่วนแรก จะมีผลต่อการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมหรือไม่ ดังนั้นในส่วนการทดลองที่สองนี้ จึงได้ทำการถ่ายภาพบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมโดยมีการเปลี่ยนแปลงระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอมจากระยะห่างเดิม โดยในการทดลองจะทำการถ่ายภาพผลมะพร้าวน้ำหอมเพิ่ม โดยเปลี่ยนระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอมเป็นระยะห่าง 50 เซนติเมตร ดังรูปที่ 18 และระยะห่าง 70 เซนติเมตร ดังรูปที่ 19 สำหรับสาเหตุที่เลือกใช้ระยะห่าง 50 เซนติเมตรและ 70 เซนติเมตรนั้น เพื่อทดสอบว่าความแตกต่างของผลลัพธ์ที่ได้เมื่อระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอมมีระยะที่ใกล้กว่าระยะ เดิมและระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอมที่มีระยะห่างไกลกว่าระยะเดิม ผลลัพธ์ที่ได้จะมีลักษณะเป็นอย่างไร สำหรับการทดลองในส่วนแรกระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอมมีระยะห่าง 60 เซนติเมตร ดังรูปที่ 20

สำหรับมะพร้าวน้ำหอมที่จะนำมาทดสอบในการทดลองส่วนที่สองนี้จะเป็นมะพร้าวน้ำหอมชุดเดิม ซึ่งเป็นชุดเดียวกับที่ใช้ทดสอบในการทดลองในส่วนแรก วิธีการทดลองในส่วนที่สองเริ่มจากการนำมะพร้าวน้ำหอมที่จะใช้ทดสอบมาถ่ายภาพบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอม โดยถ่ายภาพให้มีระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอมที่ระยะห่าง 50 เซนติเมตร และ 70 เซนติเมตร เมื่อทำการถ่ายภาพเรียบร้อยแล้ว นำภาพถ่ายบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมทั้ง 2 ชุด มาเข้าสู่กระบวนการการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม จากนั้นพิจารณาและเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้ว่ามีความแตกต่างกันหรือเหมือนกันอย่างไร และให้ผลความถูกต้องในการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมมากน้อยแค่ไหน เมื่อเทียบกับผลการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมของการทดลองในส่วนแรก

รูปที่ 18 ภาพถ่ายมะพร้าวน้ำหอมโดยมีระยะห่างระหว่าง
กล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอมเป็นระยะห่าง 50 เซนติเมตร



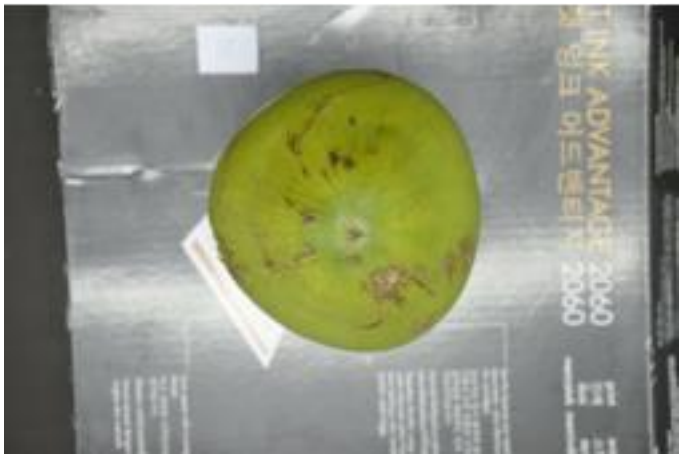
รูปที่ 19 ภาพถ่ายมะพร้าวน้ำหอมโดยมีระยะห่างระหว่าง
กล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอมเป็นระยะห่าง 70 เซนติเมตร

รูปที่ 20 ภาพถ่ายมะพร้าวน้ำหอมโดยมีระยะห่างระหว่าง
กล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอมเป็นระยะห่าง 60 เซนติเมตร

บทที่ 4
ผลการทดสอบ

4.1. การเก็บบันทึกข้อมูล

ทำการถ่ายภาพบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมด้วยกล้องถ่ายภาพดิจิตอลโดยผลมะพร้าวน้ำหอมทุกผลที่นำมาทำการถ่ายภาพจะต้องถูกวางอยู่ในสภาพแวดล้อมธรรมชาติและได้รับแสงสว่างธรรมชาติ สำหรับกล้องถ่ายภาพดิจิตอลที่ใช้ในการถ่ายภาพผลมะพร้าวน้ำหอมนั้นจะเชื่อมต่ออยู่กับเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการควบคุมการถ่ายภาพ ตัวอย่างผลลัพธ์ภาพถ่ายบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมที่อยู่ในสภาพแสงธรรมชาติแสดงได้ดังรูปที่ 21



รูปที่ 21ภาพถ่ายบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมในสภาพแสงธรรมชาติ

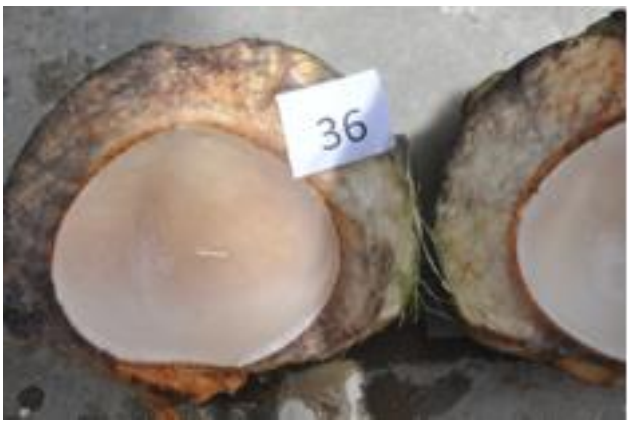
สำหรับการทดลองในงานวิจัยนี้จะแบ่งการทดลองออกเป็นเป็นสองส่วน ดังนั้นในการถ่ายภาพบริเวณก้นของผลมะพร้าวน้ำหอมจะทำการถ่ายภาพทั้งหมดเป็น 3 ชุดการทดลอง แต่มะพร้าวน้ำหอมที่นำมาทดสอบจะเป็นมะพร้าวน้ำหอมชุดเดียวกันทั้งหมด และมะพร้าวน้ำหอมจะถูกวางอยู่ในสภาพแวดล้อมธรรมชาติและได้รับแสงสว่างตามธรรมชาติ ซึ่งแต่ละชุดการทดลองสิ่งที่แตกต่างกัน คือระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอม สำหรับชุดข้อมูลชุดแรกระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอมจะมีระยะห่าง 60 เซนติเมตร ซึ่งชุดข้อมูลนี้จะใช้ในการทดลองในส่วนแรก ส่วนชุดการทดลองที่ 2 และ 3 ระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับ

ผลมะพร้าวน้ำหอมจะมีระยะห่างเป็น 50 เซนติเมตร และ 70 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งชุดข้อมูลทั้ง 2 ชุดนี้จะใช้ในการทดลองในส่วนที่สอง

การคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมสามารถคัดแยกได้ออกเป็น 3 ประเภทคือ มะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อชั้นเดียว มะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อชั้นครึ่งและมะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อสองชั้น หลังจากที่ทำการถ่ายภาพผลมะพร้าวน้ำหอมที่นำมาทดสอบทั้งหมดแล้ว จากนั้นจึงได้ทำการผ่าดูลักษณะชั้นเนื้อที่แท้จริงภายในของผลมะพร้าวน้ำหอมแต่ละผลว่ามีลักษณะชั้นเนื้อภายในของแต่ละประเภทชั้นเนื้อมีลักษณะเป็นอย่างไร สำหรับตัวอย่างลักษณะชั้นเนื้อที่แท้จริงของมะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อชั้นเดียว ดังรูปที่ 22,23 และ 24 ลักษณะชั้นเนื้อที่แท้จริงของประเภทเนื้อชั้นครึ่ง ดังรูปที่ 25,26 และ 27 และลักษณะชั้นเนื้อที่แท้จริงของประเภทเนื้อสองชั้น ดัง รูปที่ 28,29 และ 30

รูปที่ 22 ตัวอย่างเนื้อด้านในของผลมะพร้าวของมะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อชั้นเดียว

รูปที่ 23 ตัวอย่างเนื้อด้านในของผลมะพร้าวของมะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อชั้นเดียว



รูปที่ 24 ตัวอย่างเนื้อด้านในของผลมะพร้าวของมะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อชั้นเดียว

รูปที่ 25 ตัวอย่างเนื้อด้านในของผลมะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อชั้นครึ่ง

รูปที่ 26 ตัวอย่างเนื้อด้านในของผลมะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อชั้นครึ่ง

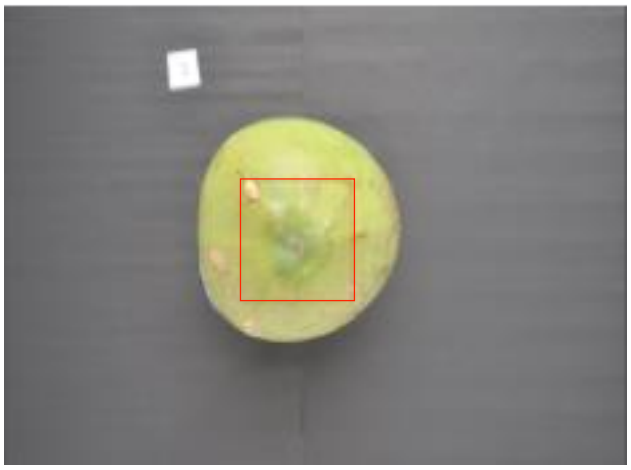
รูปที่ 27 ตัวอย่างเนื้อด้านในของผลมะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อชั้นครึ่ง

รูปที่ 28 ตัวอย่างเนื้อด้านในของผลมะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อสองชั้น

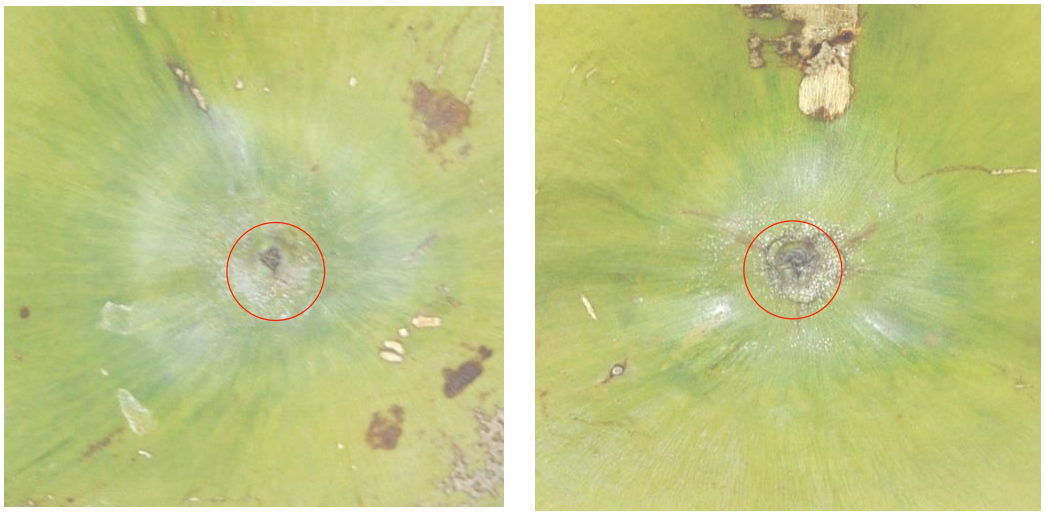
รูปที่ 29 ตัวอย่างเนื้อด้านในของผลมะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อสองชั้น

รูปที่ 30 ตัวอย่างเนื้อด้านในของผลมะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อสองชั้น

สำหรับในการทดลองการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม บริเวณพื้นที่สนใจที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์การคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมจะอยู่ตรงพื้นที่บริเวณส่วนตรงกลางของผลมะพร้าวน้ำหอม มีขนาดเฉลี่ยโดยประมาณ 300 x 300 พิกเซล ดังรูปที่ 31 จากภาพบริเวณพื้นที่สนใจในรูปที่ 32 จะสังเกตได้ว่าบริเวณพื้นที่ส่วนตรงกลางจะมีจุดสีน้ำตาลหรือน้ำตาลดำและมีขนาดประมาณ 20 x 20 พิกเซล ซึ่งบริเวณจุดตรงนี้จะใช้เป็นกึ่งกลางของผลมะพร้าวน้ำหอม เพื่อใช้เป็นจุดอ้างอิงในการสร้างบริเวณพื้นที่สนใจของผลมะพร้าวน้ำหอม

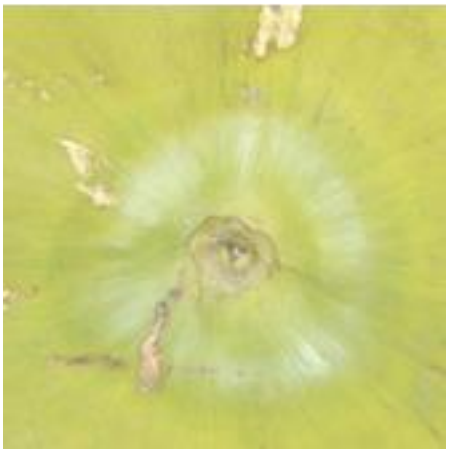


รูปที่ 31 บริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอม

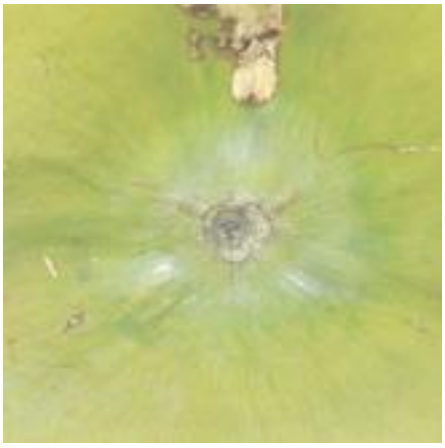


รูปที่ 32 จุดกึ่งกลางของผลมะพร้าวน้ำหอมที่ใช้ในการสร้างบริเวณพื้นที่สนใจ

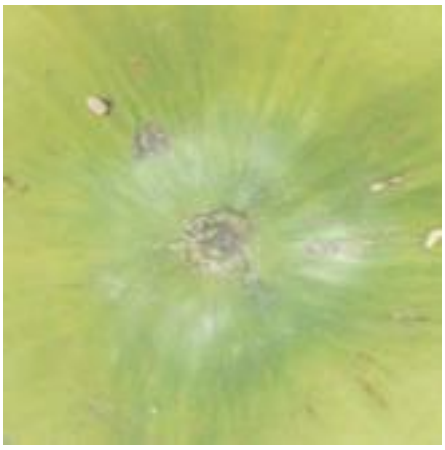
ลักษณะบริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อชั้นเดียว ประเภทเนื้อชั้นครึ่งและประเภทเนื้อสองชั้น จะมีลักษณะแสดงดังรูปที่ 33, 34 และ 35 จากรูปบริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอมทั้ง 3 ประเภท จะสังเกตเห็นว่าบริเวณพื้นที่สนใจของผลมะพร้าวน้ำหอมใน แต่ละประเภทชั้นเนื้อจะมีปริมาณการเปลี่ยนแปลงพื้นที่สีเขียวที่แตกต่างกันตามอายุของผลมะพร้าวน้ำหอม มะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อชั้นเดียวจะมีปริมาณพื้นที่สีเขียวเข้มน้อยที่สุด และจะมีปริมาณพื้นที่สีเขียวเข้มมากที่สุดในมะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อสองชั้น



รูปที่ 33 ตัวอย่างบริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อชั้นเดียว



รูปที่ 34 ตัวอย่างบริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อชั้นครึ่ง



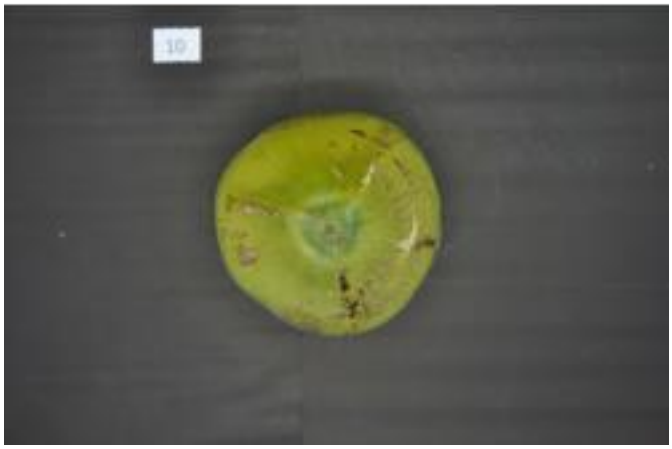
รูปที่ 35 ตัวอย่างบริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อสองชั้น

4.2. ผลการทดลองคัดแยกชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม

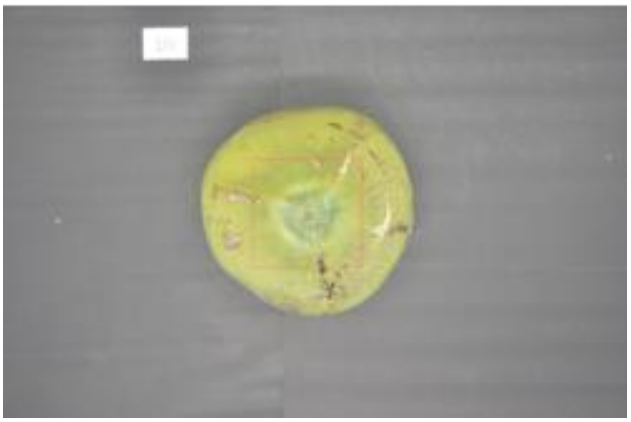
มะพร้าวน้ำหอมที่ใช้ในการทดลองนี้จะใช้มะพร้าวน้ำหอมทั้งหมด 150 ผลโดยมีมะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อชั้นเดียว 50 ผล มะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อชั้นครึ่ง 50 ผลและมะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อสองชั้น 50 ผล นำผลมะพร้าวน้ำหอมทั้งหมดมาทำการถ่ายภาพด้วยกล้องถ่ายภาพดิจิตอล โดยมะพร้าวน้ำหอมทุกผลที่นำมาถ่ายภาพจะถูกวางอยู่ในสภาพแสงธรรมชาติ สำหรับในการทดลองการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมจะเลือกใช้บริเวณพื้นที่สนใจในระนาบ S ของระบบสี HSV ซึ่งเป็นระนาบของสีที่มีนัยสำคัญในการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของ

มะพร้าวน้ำหอม สำหรับขั้นตอนการทดลองเริ่มจากภาพนำเข้าของผลมะพร้าวน้ำหอมจะเป็นภาพถ่ายที่อยู่ในระบบสี RGB ดังรูปที่ 36 จากนั้นจึงนำภาพถ่ายของผลมะพร้าวน้ำหอมในระบบสี RGB มาทำการปรับความสว่างของภาพถ่ายผลมะพร้าวน้ำหอมแต่ละภาพให้มีความสว่างที่เท่ากันทุกภาพ

สำหรับค่าความสว่างที่เหมาะสมที่ใช้ในการทดลองนี้มีค่าความสว่างเท่ากับ 210 ลักซ์ ผลลัพธ์การปรับความสว่างของภาพถ่ายผลมะพร้าวน้ำหอม แสดงดังรูปที่ 37 และทำการสร้างบริเวณพื้นที่สนใจและตัดเอาเฉพาะบริเวณพื้นที่สนใจมาใช้ในการวิเคราะห์การคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม ดังรูปที่ 38 จากนั้นทำการแปลงภาพบริเวณพื้นที่สนใจที่อยู่ในระบบสี RGB ให้อยู่ในระบบสี HSV แล้วทำการแยกออกเป็นระนาบ H, S, V เลือกใช้ภาพบริเวณพื้นที่สนใจในระนาบ S ดังรูปที่ 39 มาทำการแปลงเป็นภาพขาวดำโดยการกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนที่เหมาะสม และทำการสร้างพื้นที่วงแหวนสนใจจำนวน 4 วงแหวน ดังรูปที่ 40

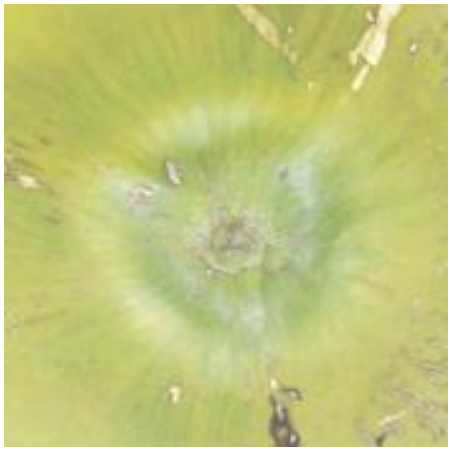


รูปที่ 36 ภาพถ่ายผลมะพร้าวน้ำหอมในระบบสี RGB

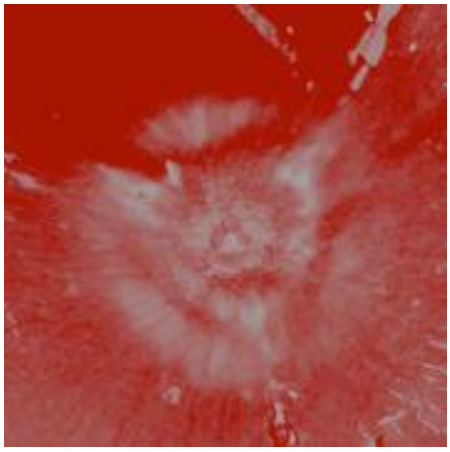


รูปที่ 37 การปรับความสว่างภาพถ่ายของมะพร้าวน้ำหอม

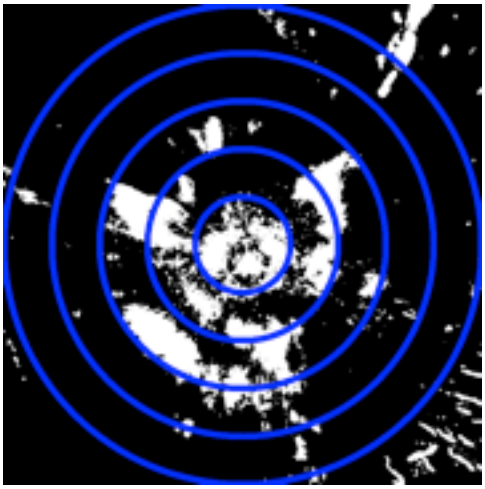
และสร้างบริเวณพื้นที่สนใจจากจุดศูนย์กลาง



รูปที่ 38 บริเวณพื้นที่สนใจของผลมะพร้าวน้ำหอม

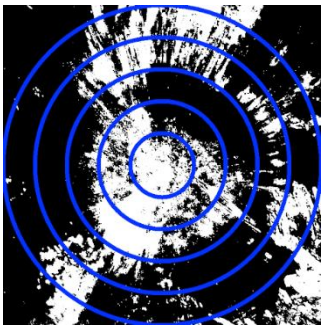


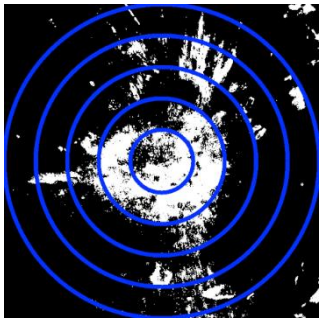
รูปที่ 39 บริเวณพื้นที่สนใจในระนาบ S

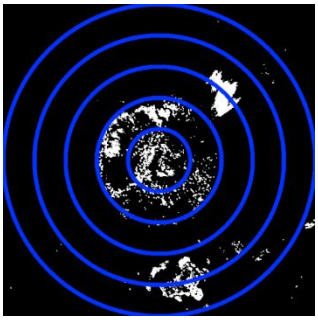


รูปที่ 40 ลักษณะภาพขาวดำของบริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอมที่ได้
จากการหาค่าขีดเริ่มเปลี่ยนและการสร้างวงแหวนในบริเวณพื้นที่สนใจ

ผลลัพธ์ที่ได้จากการทำค่าขีดเริ่มเปลี่ยนบนภาพขาวดำของพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอมทั้ง 3 ประเภทชั้นเนื้อ จะมีลักษณะที่แตกต่างกันในแต่ละประเภทชั้นเนื้อ ได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 41


(ก) เนื้อชั้นเดียว


(ข) เนื้อชั้นครึ่ง


(ค) เนื้อสองชั้น

รูปที่ 41 ภาพผลลัพธ์ที่ได้จากการทำขีดเริ่มเปลี่ยนบนพื้นที่สนใจ
ของแต่ละประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม

ทำการคำนวณหาร้อยละของพื้นที่สีขาวบนพื้นที่สนใจในแต่ละวงแหวนของมะพร้าวน้ำหอมทั้ง 3 ประเภทชั้นเนื้อ จากนั้นนำชุดข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างลำดับที่ของวงแหวนและร้อยละของพื้นที่สีขาวบนพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอมทั้ง 3 ประเภทชั้นเนื้อ ประเภท

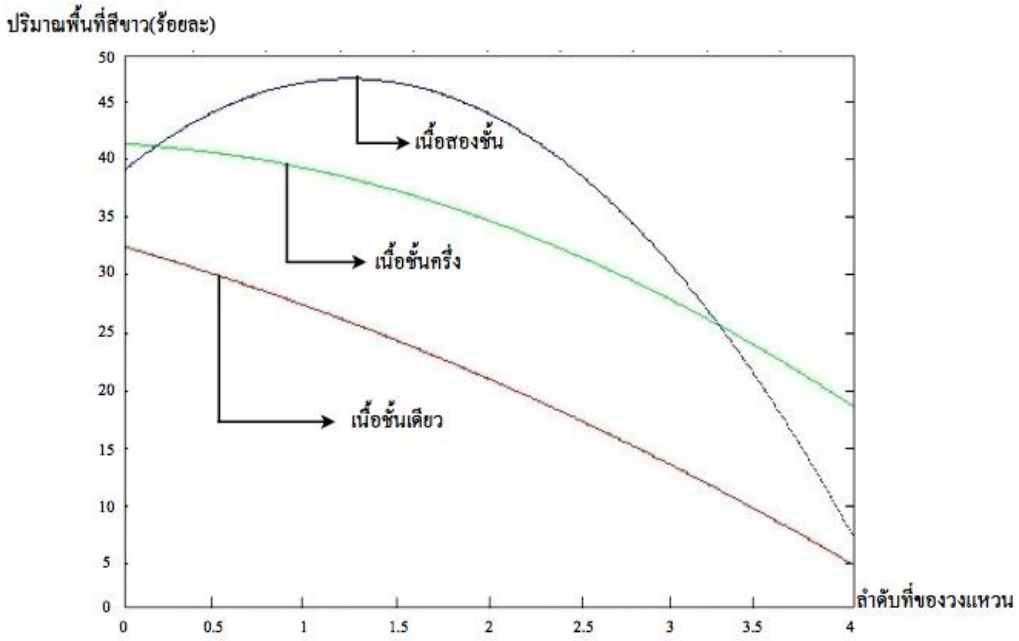
ชั้นเนื้อละ 50 ผล มาใช้เป็นชุดข้อมูลในการประมาณสมการการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม ทั้ง 3 ประเภท ด้วยวิธีการประมาณสมการถดถอยแบบเส้นโค้งโพลิโนเมียลกำลังสองโดยใช้ โปรแกรม MATLAB ได้สมการการคัดแยก ดังนี้

$$y1 = -0.7474x2 - 7.3053x + 15.1053 \quad (8)$$

$$y2 = -1.5357x2 - 1.4214x + 32.6786 \quad (9)$$

$$y3 = -6.7250x2 + 21.0550x + 27.4250 \quad (10)$$

จากสมการจำแนกที่ได้นำมาสร้างกราฟประมาณการคัดแยกชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมทั้ง 3 ประเภทชั้นเนื้อได้กราฟดังรูปที่ 42



รูปที่ 42 กราฟสมการจำแนกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม

ในการทดลองจะทำการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมออกเป็น 3 ประเภทคือ มะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อชั้นเดียว มะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อชั้นครึ่งและมะพร้าว

น้ำหอมประเภทเนื้อสองชั้น การคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมทำได้โดยการเปรียบเทียบค่าระยะห่างของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างลำดับที่ของวงแหวนกับร้อยละของพื้นที่สีขาวบนพื้นที่สนใจในแต่ละวงแหวนกับกราฟของสมการที่ได้จากการประมาณเส้นโค้งแบบโพลิโนเมียลกำลังสองของมะพร้าวน้ำหอมทั้ง 3 ประเภทชั้นเนื้อ ผลมะพร้าวน้ำหอมที่นำมาทดสอบจะอยู่ในประเภท ชั้นเนื้อที่มีค่าระยะห่างน้อยที่สุด

ตารางที่ 3 ผลการทดลองการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม

ชั้นเนื้อจริง	ผลการทำนาย		
	เนื้อชั้นเดียว	เนื้อชั้นครึ่ง	เนื้อสองชั้น
เนื้อชั้นเดียว	92.8	7.2	0
เนื้อชั้นครึ่ง	7.43	78.43	14.14
เนื้อสองชั้น	0	27.8	72.2
ความถูกต้องในการคัดแยกรวม 81.14%			

จากผลการทดลอง สามารถคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อชั้นเดียวได้ถูกต้อง 92.8% มะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อชั้นครึ่งได้ 78.43% และมะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อสองชั้นได้ถูกต้อง 72.2% และมีความถูกต้องในการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมโดยรวมได้ถูกต้อง 81.14%

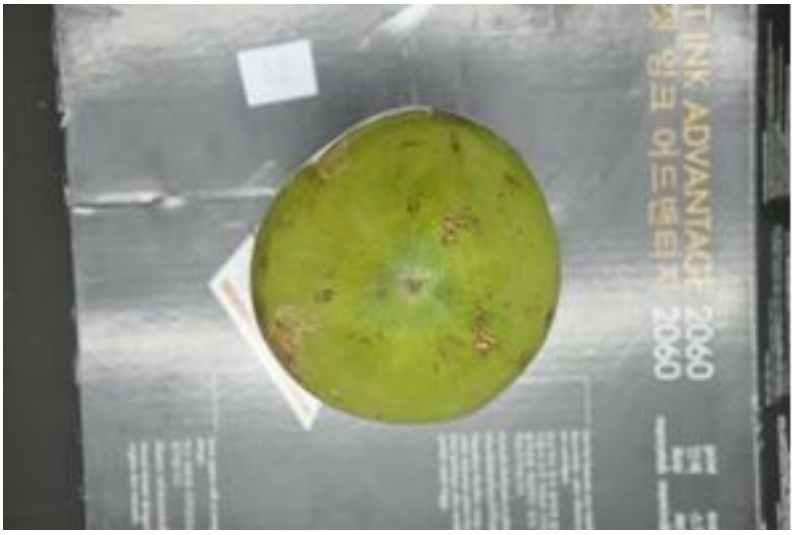
4.3 ผลการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมเมื่อทำการเปลี่ยนระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอม

สำหรับการทดลองในส่วนแรกการถ่ายภาพบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมจะใช้ระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอมมีระยะห่าง 60 เซนติเมตร เท่ากันทุกผล แต่ในการนำไปใช้งานจริงการถ่ายภาพบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมที่อยู่บนต้นมะพร้าวโดยตรงนั้น

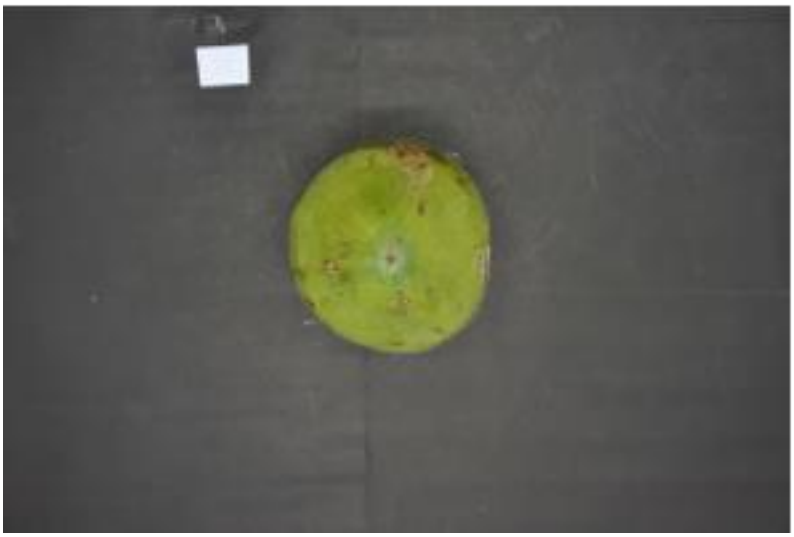
ไม่สามารถที่จะวางตำแหน่งของผลมะพร้าวน้ำหอมให้เหมือนกันทุกผลได้ เนื่องจากผลมะพร้าวน้ำหอมที่อยู่บนต้นมะพร้าวจะอยู่รวมกันเป็นทะลาย ตำแหน่งของผลมะพร้าวน้ำหอมแต่ละผลที่อยู่ในทะลายจะมีตำแหน่งที่แตกต่างกันไป ทำให้ไม่สามารถที่จะถ่ายภาพในตำแหน่งเดิมได้ทุกผลและไม่สามารถที่จะปรับตำแหน่งผลมะพร้าวน้ำหอมให้อยู่ในตำแหน่งที่ต้องการได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการปรับตำแหน่งและระยะห่างระหว่างของกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอมแทนว่าควรจะวางอยู่ตรงตำแหน่งตรงไหนและควรมีระยะห่างเป็นเท่าใด เพื่อให้สามารถถ่ายภาพบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมให้เห็นได้อย่างชัดเจนที่สุด ดังนั้นการทดลองในส่วนที่สองนี้จึงเป็นการออกแบบการทดลองขึ้นมา เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการนำระบบการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมไปใช้งานจริงและสามารถคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมได้อย่างถูกต้องถึงแม้ระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอมในการถ่ายภาพแต่ละผลจะมีระยะห่างที่ต่างกัน

มะพร้าวน้ำหอมที่จะนำมาทดสอบจะเป็นมะพร้าวน้ำหอมชุดเดียวกันกับมะพร้าวน้ำหอมที่นำมาทดลองในส่วนของการทดลองแรก ผลลัพธ์แสดงในรูปที่ 43 สำหรับการทดลองในส่วนที่สองจะทำการถ่ายภาพมะพร้าวน้ำหอมที่นำมาทดสอบโดยทำการเปลี่ยนระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอมให้มีระยะห่าง 50 เซนติเมตร และ 70 เซนติเมตร ดังรูปที่ 44 และ 45 ตามลำดับ สำหรับในการทดลองในส่วนที่สองนี้จะทำการเปลี่ยนเฉพาะระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอมเท่านั้น แต่ตำแหน่งกล้องถ่ายภาพและตำแหน่งของผลมะพร้าวน้ำหอมที่วางยังคงเป็นตำแหน่งเดียวกันกับการทดลองในส่วนแรก เพราะในการทดลองในส่วนที่สองนี้เป็นการทดลอง เพื่อทดสอบว่าถ้าระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอมมีระยะที่ต่างกัน ผลการทดลองที่ได้จะมีลักษณะที่เหมือนกันหรือต่างกันอย่างไรเมื่อเทียบกับผลการทดลองในส่วนแรก และให้ผลความถูกต้องในการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมเป็นอย่างไร

รูปที่ 43 ภาพถ่ายบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมโดยมีระยะห่าง
ระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอมเป็นระยะห่าง 60 เซนติเมตร



รูปที่ 44 ภาพถ่ายบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมโดยมีระยะห่าง
ระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอมเป็นระยะห่าง 50 เซนติเมตร



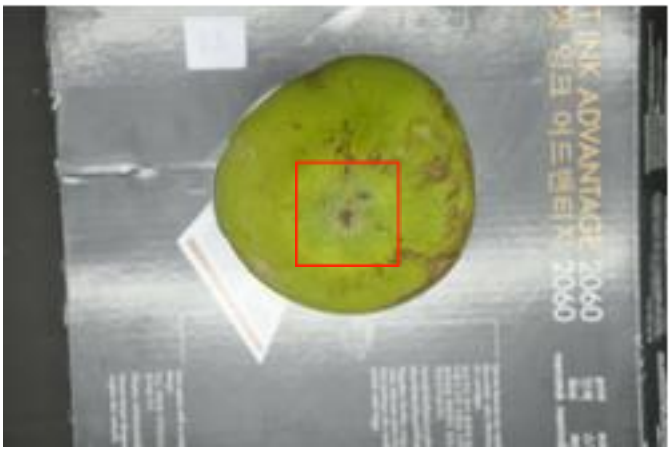
รูปที่ 45 ภาพถ่ายบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมโดยมีระยะห่าง
ระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอมเป็นระยะห่าง 70 เซนติเมตร

จากผลการทดลองในการถ่ายภาพบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมโดยมีระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอมที่ต่างกันในรูปที่ 43, 44 และ 45 จะสังเกตได้ว่าขนาดของผลมะพร้าวน้ำหอมในรูปทั้ง 3 มีขนาดที่แตกต่างกัน ในรูปที่ 43 ขนาดของผลมะพร้าวน้ำหอมที่ถ่ายโดยมีระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอมเป็นระยะห่าง 50 เซนติเมตร จะมีขนาดใหญ่กว่าผลมะพร้าวน้ำหอมที่ถ่ายโดยมีระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอมที่ระยะห่าง 60 เซนติเมตร และจากรูปที่ 44 ขนาดของผลมะพร้าวน้ำหอมที่ถ่ายโดยมีระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอมเป็นระยะห่าง 70 เซนติเมตร จะมีขนาดเล็กกว่าผลมะพร้าวน้ำหอมที่ถ่ายโดยมีระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอมที่ระยะห่าง 60 เซนติเมตร

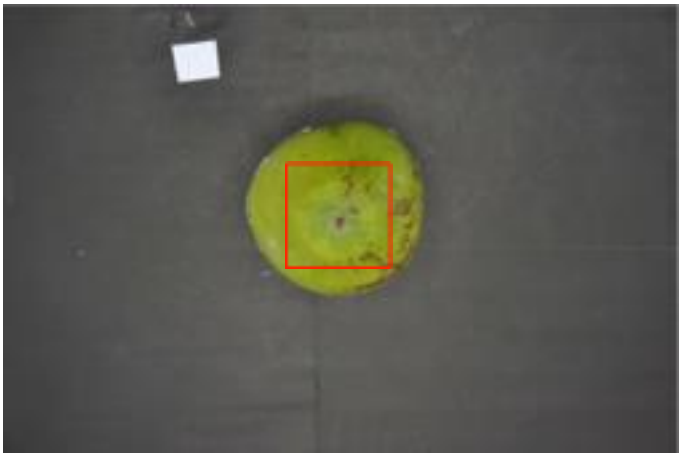
จากผลการทดลองที่ได้ สรุปได้ว่าในการถ่ายภาพผลมะพร้าวน้ำหอมโดยมีระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอมที่ต่างกัน มีผลทำให้ขนาดของผลมะพร้าวน้ำหอมมีขนาดแตกต่างกัน จากนั้นนำภาพถ่ายบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมไปทำการหาบริเวณพื้นที่สนใจโดยการสร้างพื้นที่สี่เหลี่ยมจากจุดกึ่งกลางของผลมะพร้าวน้ำหอมให้มีขนาด 300x300 พิกเซล เช่นเดียวกับการหาบริเวณพื้นที่สนใจของการทดลองในส่วนแรก ดังรูปที่ 46 จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 47 และ 48 สำหรับบริเวณพื้นที่สนใจคือบริเวณที่มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงของสีที่มีนัยสำคัญต่อการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม ส่วนบริเวณอื่นที่นอกเหนือจากบริเวณ

พื้นที่สนใจจะไม่มีผลต่อการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม จึงไม่จำเป็นที่จะต้องนำมาใช้วิเคราะห์การคัดแยก

รูปที่ 46 บริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอมโดยถ่ายที่ระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอม 60 เซนติเมตร



รูปที่ 47 บริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอมโดยถ่ายที่ระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอม 50 เซนติเมตร

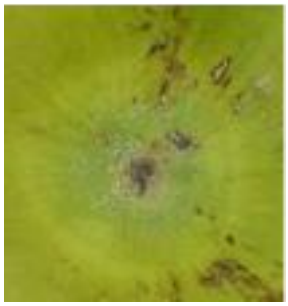


รูปที่ 48 บริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอมโดยถ่ายที่ระยะห่าง
ระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอม 70 เซนติเมตร

จากนั้นตัดเอาเฉพาะบริเวณพื้นที่สนใจมาเปรียบเทียบกันกับบริเวณพื้นที่สนใจของการทดลองในส่วนแรก ได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 49

(ก) ระยะห่าง 50 เซนติเมตร

(ข) ระยะห่าง 60 เซนติเมตร



(ค) ระยะห่าง 70 เซนติเมตร

รูปที่ 49 ภาพบริเวณพื้นที่สนใจขนาด 300x300 พิกเซล

จากผลลัพธ์ที่ได้จากการหาบริเวณพื้นที่สนใจในรูปที่ 49 เมื่อนำภาพบริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอมที่มีขนาดต่างกันมาเปรียบเทียบกัน จะสังเกตเห็นได้ว่าบริเวณพื้นที่สนใจในรูป 49 (ก) จะมีพื้นที่บริเวณบางส่วนขาดหายไปเมื่อเทียบกับบริเวณพื้นที่สนใจในรูปที่ 49(ข) ส่วนบริเวณพื้นที่สนใจในรูปที่ 49(ค) จะมีพื้นที่บริเวณบางส่วนเพิ่มเข้ามาในบริเวณพื้นที่สนใจเมื่อเทียบกับบริเวณพื้นที่สนใจในรูปที่ 49(ข) และบริเวณพื้นที่สนใจในรูปที่ 49(ก) กับบริเวณพื้นที่สนใจใน รูปที่ 49(ค) ก็มีบริเวณพื้นที่สนใจบางส่วนที่แตกต่างกัน ซึ่งบริเวณพื้นที่สนใจที่มีบริเวณ

บางส่วนแตกต่างกัน อาจมีผลกระทบต่อความถูกต้องในการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม ดังนั้นจึงต้องมีการปรับขนาดของบริเวณพื้นที่สนใจของผลมะพร้าวน้ำหอมที่มีขนาดต่างกันให้มีบริเวณพื้นที่สนใจเป็นบริเวณเดียวกัน เพื่อเพิ่มความถูกต้องในการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม สำหรับการปรับขนาดของบริเวณพื้นที่สนใจสามารถคำนวณขนาดของบริเวณพื้นที่สนใจได้จากสมการ (11)

$$y1 = (x / x1)*y \qquad (11)$$

โดยที่

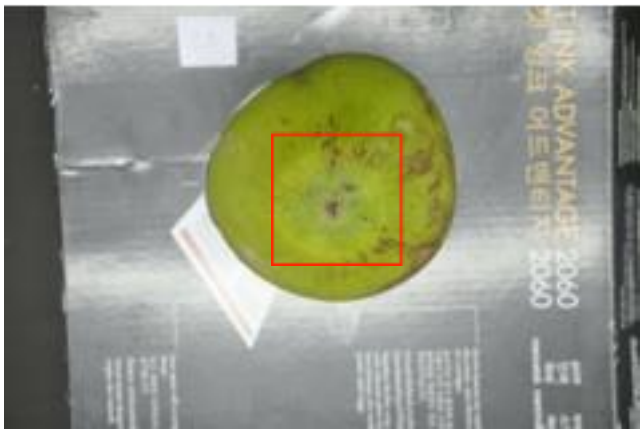
x = ระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอมที่ระยะห่างอ้างอิง (ระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับมะพร้าวน้ำหอม 60 เซนติเมตร)

x_1 = ระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอมที่ระยะห่างใดๆ (สำหรับในการทดลองนี้ ระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอมคือระยะห่าง 50 และ 70 เซนติเมตร)

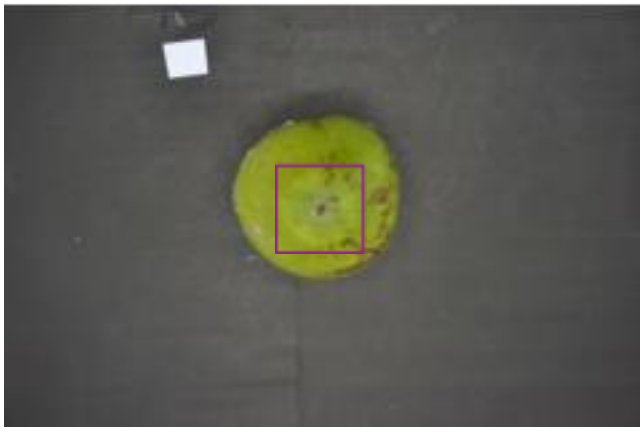
y = ขนาดของบริเวณพื้นที่สนใจของผลมะพร้าวที่มีขนาด 300x300 พิกเซล

y_1 = ขนาดของบริเวณพื้นที่สนใจของผลมะพร้าวน้ำหอม (x_1)

เมื่อทำการปรับขนาดบริเวณพื้นที่สนใจใหม่ของมะพร้าวน้ำหอมที่ถ่ายภาพโดยมีระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอมเป็นระยะห่าง 50 เซนติเมตร และ 70 เซนติเมตร ได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 50 และ 51 ตามลำดับ จากผลลัพธ์ที่ได้ขนาดของบริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอมที่มีขนาดต่างกันจะมีขนาดของบริเวณพื้นที่สนใจที่แตกต่างด้วยเช่นกัน

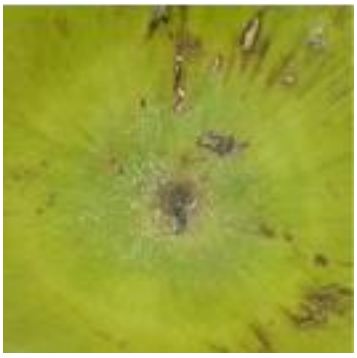


รูปที่ 50 บริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอมโดยถ่ายที่ระยะห่าง
ระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอม 50 เซนติเมตร

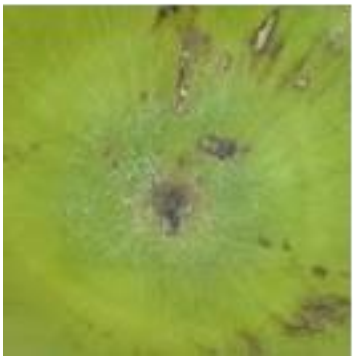


รูปที่ 51 บริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอมโดยถ่ายที่ระยะห่าง
ระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอม 70 เซนติเมตร

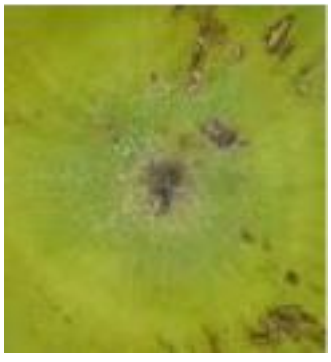
จากนั้นทำการตัดเอาเฉพาะบริเวณพื้นที่สนใจที่หาได้ในรูปที่ 50 และ 51 มาเปรียบเทียบกับบริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอมในการทดลองในส่วนแรกที่ถ่ายภาพมะพร้าวน้ำหอมโดยมีระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอมเป็นระยะห่าง 60 เซนติเมตร ดังรูปที่ 52 จากผลลัพธ์ที่ได้ถึงแม้ขนาดของบริเวณพื้นที่สนใจที่ได้จะมีขนาดที่แตกต่างกัน แต่ลักษณะบริเวณพื้นที่สนใจที่ได้จะมีลักษณะบริเวณพื้นที่สนใจเป็นบริเวณพื้นที่สนใจเดียวกันทั้งหมด



(ก) ระยะห่าง 50 เซนติเมตร



(ข) ระยะห่าง 60 เซนติเมตร



(ค) ระยะห่าง 70 เซนติเมตร

รูปที่ 52 บริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอมโดยถ่ายที่ระยะห่าง
ระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอม 50 60 และ 70 เซนติเมตร

จากนั้นนำบริเวณพื้นที่สนใจที่ได้เข้าสู่ขั้นตอนในการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมและทำการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมโดยใช้สมการการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมแบบโพลิโนเมียลกำลังสองที่สร้างไว้สำหรับการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมในการทดลองในส่วนแรก สามารถให้ผลการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าว น้ำหอมได้ถูกต้อง ดังผลการทดลองในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมที่ถ่าย โดยมีระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอม 50 60 และ 70 เซนติเมตร

ระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอม	ผลการคัดแยก		
	เนื้อชั้นเดียว	เนื้อชั้นครึ่ง	เนื้อสองชั้น
50 เซนติเมตร	92.8	78.43	72.2
60 เซนติเมตร	92.8	78.43	72.2
70 เซนติเมตร	92.8	78.43	72.2

จากผลการทดลองการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมในตารางที่ 4 การใช้วิธีการปรับขนาดของบริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอมที่มีขนาดต่างกันโดยเกิดจากการถ่ายภาพโดยมีระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอมที่แตกต่างกัน สามารถทำให้ผลการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมให้ผลการคัดแยกที่เหมือนกันและเมื่อเปรียบเทียบกับผลการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมในการทดลองในส่วนแรก ก็ให้ผลการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมที่เท่ากัน

ผลการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมผลเดียวกันถึงแม้จะถ่ายภาพโดยมีระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอมที่ต่างกัน แต่ผลการคัดแยกที่ได้จะ

ให้ผลการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมเป็นประเภทชั้นเนื้อเดียวกันหรือถ้าให้ผลการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อผิดจากประเภทชั้นเนื้อจริง ก็จะให้ผลการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อที่ผิดเหมือนกัน

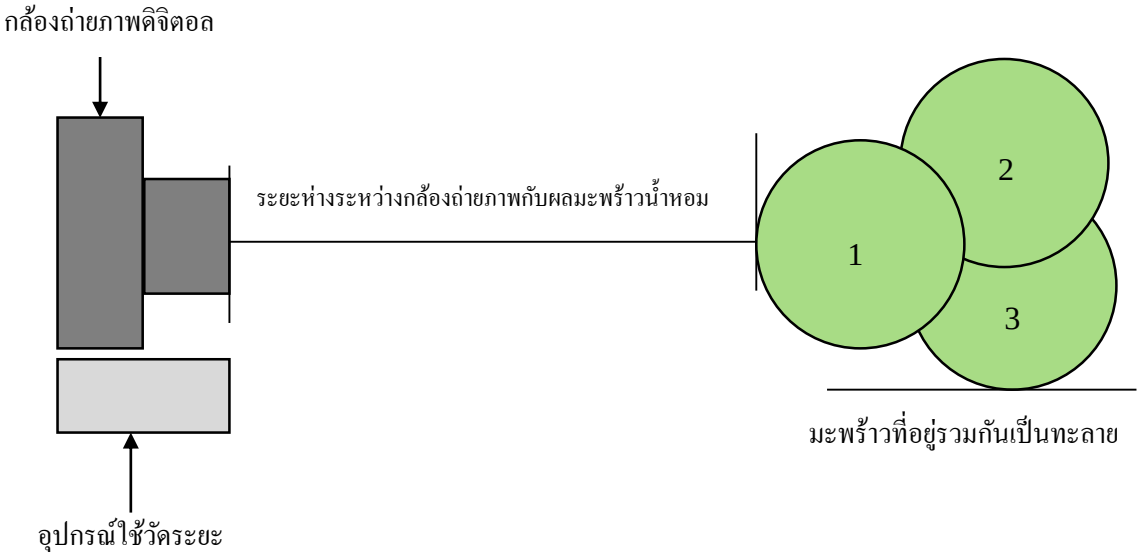
ดังนั้นในการนำไปใช้งานจริงในการถ่ายภาพผลมะพร้าวน้ำหอมแต่ละผลจำเป็นจะต้องรู้ระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอมที่จะนำมาทดสอบว่ามีระยะห่างเป็นเท่าไหร่ เพื่อนำมาใช้ในการคำนวณหาขนาดของบริเวณพื้นที่สนใจ และควรมีการกำหนดขอบเขตของระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอมที่ใช้ในการถ่ายภาพผลมะพร้าวน้ำหอมแต่ละผลให้มีความเหมาะสมว่าควรมีระยะห่างน้อยสุดเป็นเท่าใดและมีระยะห่างมากสุดเป็นเท่าใดเพื่อจะให้ได้ภาพถ่ายของมะพร้าวน้ำหอมที่สามารถเห็นบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมได้ชัดเจนที่สุด ถ้าหากระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอมมีระยะห่างที่ไกลจนเกินไปภาพถ่ายของมะพร้าวน้ำหอมที่ได้จะมีขนาดเล็กจนไม่สามารถมองเห็นบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมได้ชัดเจน หรือถ้าระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอมมีระยะห่างที่ใกล้กันจนเกินไปก็จะทำให้เห็นภาพของผลมะพร้าวน้ำหอมได้เพียงส่วนใดส่วนหนึ่งของมะพร้าวน้ำหอมเท่านั้นหรือบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมที่ได้อาจจะมีบริเวณบางส่วนขาดหายไป

4.4 ผลการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมเมื่อนำไปใช้งานจริง

จากการทดลองในส่วนแรกและการทดลองในส่วนที่สองที่ผ่านมานั้น สำหรับการทดลองในส่วนแรกจะเป็นการทดลองวิธีการปรับความสว่างของภาพถ่ายของมะพร้าวน้ำหอมและการทดลองในส่วนที่สองจะเป็นวิธีการปรับขนาดของบริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอมที่มีขนาดต่างกันที่ถ่ายภาพโดยมีระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอมที่ต่างกัน แต่ในการทดลองในส่วนแรกและการทดลองในส่วนที่สองนั้นผลมะพร้าวน้ำหอมที่นำมาทดสอบจะถูกตัดลงมาจากต้นมะพร้าวแล้วจึงนำมาถ่ายภาพผลมะพร้าวน้ำหอมทีละผล ดังนั้นตำแหน่งกล้องถ่ายภาพจะถูกจัดวางให้อยู่ในตำแหน่งเดียวกันทั้งหมดในการทดลองทั้งสองส่วน ถึงแม้การทดลองในส่วนที่สองจะมีการเปลี่ยนระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอม แต่ตำแหน่งกล้องถ่ายภาพยังคงเป็นตำแหน่งเดียวกันกับการทดลองในส่วนแรก สำหรับวัตถุประสงค์ในงานวิจัยนี้คือการนำไปใช้งานจริงให้สามารถคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมได้โดยตรงจากต้นมะพร้าว โดยไม่ต้องตัดผลมะพร้าวลงมาจากต้นมะพร้าว ซึ่งการถ่ายภาพผลมะพร้าวน้ำหอมที่อยู่บนต้นมะพร้าวที่อยู่รวมกันเป็นทะลายนั้นไม่สามารถที่จะวางตำแหน่งของกล้องถ่ายภาพให้อยู่ตำแหน่ง เดียวกันได้ทุกผลและไม่สามารถกำหนดระยะห่างระหว่างของกล้องถ่ายภาพกับผล

มะพร้าวน้ำหอม แต่ละผลให้มีระยะห่างที่เท่ากันทุกผลได้ ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงได้ทำการนำระบบการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมไปทดลองใช้งานจริงในการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม จากต้นมะพร้าวโดยไม่ต้องตัดผลมะพร้าวลงมาจากต้นมะพร้าว แต่เนื่องจากทางผู้วิจัยไม่สามารถหาสวนมะพร้าวน้ำหอมในการทดสอบได้ จึงได้ทำการจำลองลักษณะของผลมะพร้าวน้ำหอมที่อยู่บนต้นมะพร้าวน้ำหอมที่มีลักษณะอยู่รวมกันเป็นทะลายมาใช้ในการทดสอบการใช้งานแทน ดังรูปที่ 53 สำหรับการถ่ายภาพของผลมะพร้าวน้ำหอมแต่ละผลจำเป็นจะต้องรู้ระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอมว่าใช้ระยะห่างเป็นเท่าใดในแต่ละผล ซึ่งในการทดลองนี้จะมีการใช้อุปกรณ์การวัดระยะมาใช้วัดระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอมแต่ละผล เพื่อเพิ่มความแม่นยำและความสะดวกในการวัดระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอม สำหรับในรูปที่ 54 จะแสดงลักษณะของอุปกรณ์ที่ใช้ในการถ่ายภาพผลมะพร้าวน้ำหอมในการทดสอบการใช้งานจริง

รูปที่ 53 ตัวอย่างทะลายของมะพร้าวน้ำหอม



รูปที่ 54 อุปกรณ์ในการถ่ายภาพมะพร้าวน้ำหอมในการใช้งานจริง

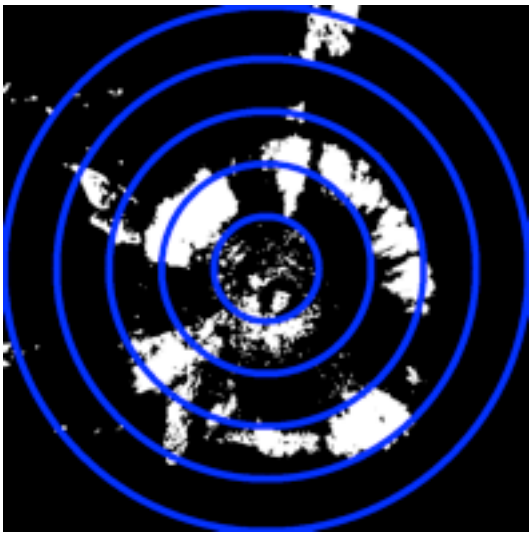
ในการทดสอบการใช้งานของระบบการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม เริ่มจากการถ่ายภาพบริเวณก้นของผลมะพร้าวน้ำหอมในทะลายทีละผลจนครบทั้งทะลาย โดยในการถ่ายภาพจะต้องถ่ายให้เห็นบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมแต่ละผลให้ชัดเจนที่สุด สำหรับระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอมแต่ละผลจะใช้เครื่องวัดระยะในการวัดระยะห่างว่าแต่ละผลใช้ระยะห่างเป็นเท่าใด พร้อมทั้งทำการจดบันทึกระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอมแต่ละผล จากรูปที่ 55 ตัวอย่างภาพถ่ายบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอม จากนั้นนำภาพถ่ายบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมแต่ละผลทำการปรับความสว่างของภาพที่มีความสว่างต่างกันให้มีความสว่างที่เท่ากัน จากนั้นทำการหาขนาดของบริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอมแต่ละผล ดังรูปที่ 56 และตัดเอาเฉพาะบริเวณพื้นที่สนใจ ดังรูปที่ 57 เพื่อนำเอาบริเวณพื้นที่สนใจดังกล่าวไปใช้ในการวิเคราะห์คัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมว่ามะพร้าวน้ำหอมแต่ละผลอยู่ในชั้นเนื้อประเภทใด

รูปที่ 55 ตัวอย่างภาพถ่ายบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมที่อยู่รวมกันเป็นทะลาย

รูปที่ 56 บริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอม

รูปที่ 57 บริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอม

จากนั้นนำเอาบริเวณพื้นที่สนใจไปทำการแปลงภาพในแต่ละระนาบสีให้เป็นภาพขาวดำ โดยการกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนที่เหมาะสมและทำการสร้างพื้นที่วงแหวนสนใจบนบริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอมจำนวน 4 วงแหวน จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 58 และสุดท้ายทำการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมออกเป็น 3 ประเภท คือ มะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อชั้นเดียว มะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อชั้นครึ่งและมะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อสองชั้น



รูปที่ 58 ภาพขาวดำบริเวณพื้นที่สนและวงแหวนสนใจจำนวน 4 วง

สำหรับในการทดสอบการใช้งานจริงนี้ผลมะพร้าวน้ำหอมที่นำมาทำการทดสอบการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมจะใช้มะพร้าวน้ำหอมทั้งหมดจำนวน 50 ผล หรือ 4 ทะลาย สำหรับผลการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมให้ผลความถูกต้องในการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมในการใช้งานจริง

ชั้นเนื้อจริง	ผลการทำนาย		
	เนื้อชั้นเดียว	เนื้อชั้นครึ่ง	เนื้อสองชั้น
เนื้อชั้นเดียว	81.8	18.2	0
เนื้อชั้นครึ่ง	8	75	17
เนื้อสองชั้น	0	21.84	78.16

จากผลการทดสอบการนำระบบไปใช้งานจริงในการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมที่อยู่กันเป็นทะลาย สามารถคัดแยกประเภทของมะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อชั้นเดียวได้ถูกต้อง 81.8% มะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อชั้นครึ่งได้ถูกต้อง 75% และมะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อสองชั้นได้ถูกต้อง 77.7% และมีความถูกต้องในการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมในการคัดแยกรวม 78.16%

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

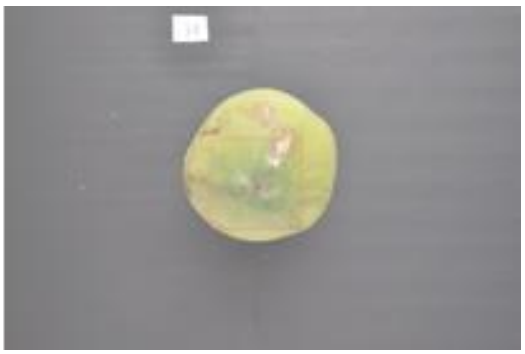
5.1. สรุปผล

สำหรับการทดลองในงานวิจัยนี้มะพร้าวน้ำหอมที่นำมาทดสอบการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมนั้นได้ใช้ผลมะพร้าวน้ำหอมทั้งหมด 150 ผล โดยแบ่งชุดข้อมูลประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมแต่ละประเภท ได้แก่ มะพร้าวน้ำหอมเนื้อชั้นเดียว มะพร้าวน้ำหอมเนื้อชั้นครึ่งและมะพร้าวน้ำหอมเนื้อสองชั้น ประเภทละ 50 ผล เท่าๆ กัน และในการทดลองนำไปใช้งานจริงใช้ มะพร้าวน้ำหอมทั้งหมด 4 ทะลาย มีจำนวนมะพร้าวน้ำหอม 50 ผล จุดประสงค์ในงานวิจัยนี้คือการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมจากต้นมะพร้าวที่อยู่ในสภาพแวดล้อมจริงได้โดยไม่ต้องตัดผลมะพร้าวน้ำหอมแต่ละผลลงมาจากต้นมะพร้าว เพื่อเป็นการช่วยลดปัญหาการสูญเสียผลมะพร้าวน้ำหอมในกรณีที่ผลมะพร้าวน้ำหอมที่ตัดลงมานั้นไม่อยู่ในประเภทชั้นเนื้อที่เหมาะสมต่อการบริโภคหรือเป็นที่ต้องการของตลาดในส่วนของการทดลองได้แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วน โดยในการทดลองส่วนแรกเป็นการทดลองเพื่อหาวิธีการแก้ไขปัญหาในเรื่องความสว่างของแสง เนื่องจากมะพร้าวน้ำหอมที่อยู่บนต้นมะพร้าวจะอยู่ในสภาพแวดล้อมธรรมชาติและได้รับแสงธรรมชาติโดยมีความสว่างที่ไม่คงที่ ซึ่งจะแตกต่างจากการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมที่อยู่ในชุดควบคุมแสงประดิษฐ์มีความสว่างของแสงคงที่และในการทดลองส่วนที่สองจะเป็นการแก้ไขปัญหาในเรื่องของการใช้ระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอมในถ่ายภาพผลมะพร้าวน้ำหอม เนื่องจากในภาพถ่ายภาพผลมะพร้าวน้ำหอมที่อยู่บนต้นมะพร้าว มะพร้าวน้ำหอมจะอยู่รวมกันเป็นทะลายโดยหนึ่งทะลายมะพร้าวน้ำหอมแต่ละผลที่อยู่รวมกันจะอยู่ในตำแหน่งที่แตกต่างกัน ไม่มีการวางตำแหน่งที่คงที่ ดังนั้นจึงไม่สามารถที่จะกำหนดการใช้ระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอมให้คงที่เท่ากันทุกผลได้ ซึ่งระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอมเป็นปัจจัยที่สำคัญอีกปัจจัยหนึ่งนอกจากเรื่องของสภาพแสง สำหรับการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม

5.1.1. ผลการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมในสภาพแสงธรรมชาติ

ผลจากการทดลองการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมในสภาพแสงธรรมชาติที่มีความสว่างไม่คงที่ ผู้วิจัยจะใช้วิธีการปรับความสว่างมาแก้ไขปัญหาเรื่องของความสว่างของแสงที่ไม่คงที่ โดยทำการปรับความสว่างของภาพถ่ายผลมะพร้าวน้ำหอมที่มีความสว่างต่างกันให้มีความสว่างเท่ากันทั้งหมดก่อนที่จะนำไปทำการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม ดังตัวอย่างใน รูปที่ 5-47 แสดงการปรับความสว่างของภาพถ่ายผลมะพร้าวน้ำหอมที่มีความสว่างต่างกันให้มีความสว่างที่เท่ากัน ซึ่งในการทดลองจะกำหนดค่าของความสว่างไว้ค่าหนึ่งเพื่อใช้ในการปรับความสว่างของภาพถ่ายผลมะพร้าวน้ำหอมที่มีความสว่างต่างกันให้มีความสว่างเท่ากับค่าความสว่างที่กำหนดไว้ สำหรับค่าความสว่างที่กำหนดไว้ในการทดลองจะเป็นค่าความสว่างที่มีความสว่างที่เหมาะสมไม่มืดหรือสว่างจนเกินไป เมื่อทำการปรับความสว่างของภาพถ่ายผลมะพร้าวน้ำหอมให้มีความสว่างเท่ากันแล้ว จากนั้นจึงนำไปเข้าสู่กระบวนการขั้นตอนการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม ได้ผลการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อโดยรวมมีความถูกต้องร้อยละ 81.4 ซึ่งเมื่อนำผลการทดลองไปเปรียบเทียบกับผลการทดลองการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมที่อยู่ในชุดควบคุมแสงประดิษฐ์ที่มีแสงสว่างคงที่ โดยใช้มะพร้าวน้ำหอมชุดเดียวกันในการทดลองให้ผลการคัดแยกที่ถูกต้องใกล้เคียงกัน ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าวิธีการปรับความสว่างของภาพถ่ายผลมะพร้าวน้ำหอม สามารถช่วยทำให้ผลการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมที่อยู่ในสภาพแสงธรรมชาติที่มีความสว่างไม่คงที่ให้มีความถูกต้องได้เช่นเดียวกับการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมที่อยู่ในชุดควบคุมแสงประดิษฐ์ที่มีความสว่างคงที่ได้ ตัวอย่างลักษณะการปรับความสว่างของ ภาพถ่ายผลมะพร้าวน้ำหอมแสดงดังรูปที่ 59

(ก) ก่อนปรับความสว่าง



(ข) หลังปรับความสว่าง

(ค) ก่อนปรับความสว่าง

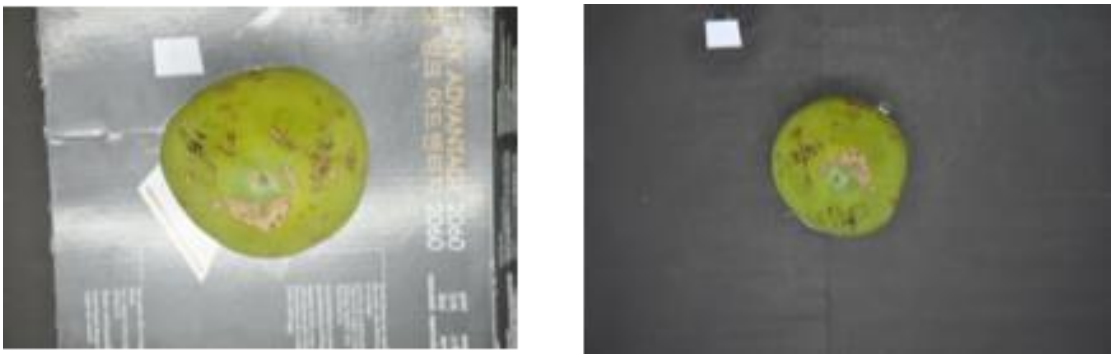
(ง) หลังปรับความสว่าง

รูปที่ 59 ภาพตัวอย่างการปรับความสว่างของภาพถ่ายผลมะพร้าวน้ำหอม
ในสภาพแสงที่มีความสว่างต่างกันให้มีความสว่างเท่ากัน

5.1.2. ผลการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม โดยใช้ระยะห่าง ระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอมที่ไม่เท่ากัน

สำหรับในการทดลองจะทำการตัดผลมะพร้าวน้ำหอมมาทีละผลโดยวางผลมะพร้าวน้ำหอม ให้มีตำแหน่งที่คงที่และมีระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอมเป็นระยะห่างคงที่เท่ากันทุกผลเป็นระยะ 60 เซนติเมตร แต่ในการนำไปใช้งานจริงมะพร้าวน้ำหอมที่อยู่บนต้นมะพร้าวจะอยู่รวมกันเป็นทะลาย โดยตำแหน่งของผลมะพร้าวน้ำหอมแต่ละผลในทะลายจะมีตำแหน่งที่ไม่คงที่ ทำให้ไม่สามารถที่จะวางตำแหน่งของกล้องถ่ายภาพให้คงที่และกำหนดระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพให้คงที่เท่ากันทุกผลได้ จึงจำเป็นต้องมีการเปลี่ยนระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอมในการถ่ายภาพผลมะพร้าวน้ำหอมแต่ละผลให้มี

ระยะห่างที่เหมาะสม เพื่อให้เห็นบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมได้อย่างชัดเจน ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้ทำการทดลองเพิ่มโดยการถ่ายภาพผลมะพร้าวน้ำหอม โดยมีระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอมเป็นระยะห่าง 50 เซนติเมตร และ 70 เซนติเมตร เพื่อดูผลความแตกต่าง รวมทั้งแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น ซึ่งได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 60



(ก) ระยะห่าง 50 เซนติเมตร (ข) ระยะห่าง 70 เซนติเมตร

รูปที่ 60 ภาพผลลัพธ์ของผลมะพร้าวน้ำหอมที่ถ่ายภาพโดยมีระยะห่าง
ระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอมที่ระยะห่าง 50 และ 70 เซนติเมตร

จากผลลัพธ์ในรูปที่ 60 ระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอมที่ต่างกัน มีผลทำให้ขนาดของผลมะพร้าวน้ำหอมมีขนาดที่ต่างกัน ดังนั้นขนาดของบริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอมที่มีขนาดต่างกัน ไม่สามารถที่จะใช้ขนาดของบริเวณพื้นที่สนใจที่เท่ากันได้ จึงต้องมีการปรับขนาดของบริเวณพื้นที่สนใจเพื่อให้ได้บริเวณพื้นที่สนใจเป็นบริเวณเดียวกันไม่ว่าจะถ่ายภาพผลมะพร้าวน้ำหอมโดยมีระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอมเป็นระยะห่างเท่าไหร่ก็ตาม ผลการทดลองปรับขนาดของพื้นที่สนใจให้มีขนาดเปลี่ยนไปตามขนาดของผลมะพร้าวน้ำหอมที่ถ่ายที่ระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอมที่ต่างกัน ให้ผลการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมที่เหมือนกันไม่ว่าจะใช้ระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอมในการถ่ายภาพเป็นระยะห่างเท่าใด สำหรับผลความถูกต้องในการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมโดยรวมให้ความถูกต้องร้อยละ 81.4 ซึ่งให้ผลความถูกต้องในการคัดแยกเท่ากันกับผลการคัดแยกของการทดลองในส่วนแรก ดังนั้นวิธีการปรับขนาดของพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอมที่ถ่ายภาพโดยมีระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับผลมะพร้าวน้ำหอมที่ไม่เท่ากันสามารถช่วยให้ผลการคัดแยกที่ถูกต้องและสามารถนำไปใช้งานการคัดแยก

ประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมที่อยู่บนต้นมะพร้าวน้ำหอมที่ไม่สามารถกำหนดระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับ ผลมะพร้าวน้ำหอมให้คงที่ได้

5.1.3. ผลการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมในการนำไปใช้งานจริง

สำหรับในการทดลองมะพร้าวน้ำหอมที่นำมาทดสอบจะทำการตัดมะพร้าวลงมาจากต้นมะพร้าวและนำมาถ่ายภาพผลมะพร้าวน้ำหอมทีละผล แต่ในการนำไปใช้งานจริงจะต้องทำการถ่ายภาพผลมะพร้าวน้ำหอมที่อยู่กันทะลายบนต้นมะพร้าวไม่สามารถตัดผลมะพร้าวน้ำหอมลงมาทีละผลได้ ดังนั้นทางผู้วิจัย จึงได้นำวิธีการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมไปใช้งานจริง โดยมะพร้าวน้ำหอมที่นำมาทดสอบจะเป็นมะพร้าวน้ำหอมที่อยู่กันเป็นทะลายรวมกันหลายๆ ผล ซึ่งให้ผลการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมโดยให้ผลการคัดแยกรวมได้ถูกต้องร้อยละ 71.16

5.1.4. สาเหตุที่ทำให้ผลการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมเกิดความผิดพลาด

จากการทดลองสามารถที่จะแบ่งสาเหตุหลักของความผิดพลาดในการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม ได้ดังนี้

5.1.4.1. สาเหตุรอยถลอกของผลมะพร้าวน้ำหอม

ปัญหาในเรื่องของรอยถลอกของผลมะพร้าวน้ำหอมเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดความผิดพลาดในการคัดแยก สำหรับตำแหน่งของรอยถลอก ถ้ารอยถลอกเป็นรอยเล็กๆ มีจำนวนรอยถลอกไม่มากอยู่บริเวณโดยรอบของผลมะพร้าวน้ำหรือบริเวณรอยถลอกไม่ได้อยู่บริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมหรือบริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอมก็จะไม่มีผลทำให้เกิดความผิดพลาดในการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม ดังตัวอย่างในรูปที่ 61 แต่ถ้าหากรอยถลอกอยู่ในส่วนบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมหรือบริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอม เมื่อทำการแปลงภาพบริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอมในระนาบ S ให้เป็นภาพขาวดำโดยใช้การกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยน บริเวณส่วนที่เป็นรอยถลอกจะรวมเข้าไปอยู่ในส่วนบริเวณของบริเวณพื้นที่สนใจ ทำให้ผลการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมเกิดความผิดพลาดหรือเกิด

ความคลาดเคลื่อนได้ ตัวอย่างในรูปที่ 62 เป็นลักษณะรอยถลอกของมะพร้าวน้ำหอมที่อยู่ในบริเวณพื้นที่สนใจ

รูปที่ 61 ลักษณะของรอยถลอกที่ไม่อยู่ในบริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอม

รูปที่ 62 ลักษณะของรอยถลอกที่อยู่ในบริเวณพื้นที่สนใจของมะพร้าวน้ำหอม

5.1.4.2. สาเหตุจากสีของผลมะพร้าวน้ำหอม

มะพร้าวน้ำหอมบางผลอาจจะได้รับแสงสว่างที่มากจนเกินไปทำให้สีผลของมะพร้าวน้ำหอมกลายเป็นเขียวอ่อนหรือออกไปทางสีเหลือง และไม่มีบริเวณพื้นที่สีเขียวเข้มอยู่เลย ดังตัวอย่างในรูปที่ 63

(ก) มะพร้าวน้ำหอมที่เป็นสีเหลือง

(ข) มะพร้าวน้ำหอมที่เป็นสีเขียวปกติ

รูปที่ 63 สีของผลมะพร้าวน้ำหอมที่ได้รับแสงสว่างมากเกินไปจนมีลักษณะเป็นสีเหลือง (ก) และผลมะพร้าวน้ำหอมที่มีลักษณะเป็นสีเขียวปกติ (ข)

5.1.4.3. สาเหตุจากขั้นตอนในการประมวล

อีกสาเหตุที่สำคัญที่ทำให้การคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมเกิดความผิดพลาดในการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม คือการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมในประเภทชั้นเนื้อที่อยู่ใกล้กันหรือติดกัน ดังตัวอย่างในรูปที่ 64

รูปที่ 64 ลักษณะชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมที่มีชั้นเนื้ออยู่ในประเภทชั้นเนื้อที่ใกล้เคียงกัน

รูปที่ 65 ลักษณะชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมที่มีชั้นเนื้ออยู่ในประเภทชั้นเนื้อที่ใกล้เคียงกัน

จากลักษณะชั้นเนื้อในรูปที่ 64 และรูปที่ 65 ลักษณะชั้นเนื้อที่แท้จริงของมะพร้าวน้ำหอมของประเภทชั้นเนื้อที่อยู่ใกล้กันหรือติดกันจะมีลักษณะที่ค่อนข้างใกล้เคียงกัน จึงทำให้ทำให้ระบบการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อให้ผลการคัดแยกที่ผิดพลาดหรือให้ผลการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อที่ผิดประเภทได้ ลักษณะของชั้นเนื้อที่แท้จริงที่ใกล้เคียงกัน เช่น มะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อชั้นเดียวกับมะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อชั้นครึ่ง ระบบอาจจะคัดแยกมะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อชั้นเดียวให้เป็นมะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อชั้นครึ่ง หรือมะพร้าวน้ำหอมประเภทชั้นครึ่ง ระบบอาจจะให้ผลการคัดแยกออกมาเป็นมะพร้าวน้ำหอมประเภทเนื้อสองชั้น

5.2. ข้อเสนอแนะ

1) ควรปรับปรุงกระบวนการคัดแยก เพื่อให้สามารถคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมที่มีชั้นเนื้อที่อยู่ติดกันให้สามารถแยกออกจากกันได้ดีขึ้น

2) ในขั้นตอนการถ่ายภาพผลมะพร้าวน้ำหอมที่จะนำมาคัดแยกจะต้องทำการถ่ายภาพให้เห็นบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมให้ชัดเจนที่สุด และให้สามารถมองเห็นบริเวณก้นของมะพร้าวน้ำหอมในระยะมุมตรง

3) ในการทดลองการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอมควรเลือกผลมะพร้าวน้ำหอมที่ไม่มีรอยถลอกอยู่ในบริเวณพื้นที่สนใจที่เราต้องการ เพื่อป้องกันความผิดพลาดในการคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม

เอกสารอ้างอิง

[1] Bundit Jarimopasa, Nitopong Jaisinb,“An experimental machine vision system for sorting sweet tamarind,” aDepartment of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering at Kamphaengsaen,Kasetsart University,Kamphaengsaen,Nakohnpathom, Thailand, bProgram of Industrial Computer, Faculty of Industrial Technology, Chiangrai Rajbhut University, Chiangrai, Thailand.

[2] F.Y.A. Rahman et al., “Monitoring of Watermelon Ripeness Based on Fuzzy Logic,” in Computer Science and Information Engineering, 2009 WRI World Congress on, vol. 6, 2009, 67-70, 10.1109/ CSIE.2009.912.

[3] Laykin, S.; Alchanatis, V.and Edan, Y. 1999. ”Image processing algorithms for tomatoes classification”,In Transactions of the ASAE 45 (3).851-858.

[4] Xu Liming and Zhao Yan Chao, “Automated strawberry grading system based on image processing,” Computers and Electronics in Agriculture 71, no. Supplement 1 (April 2010): S32-S39.

[5] Y. Saito et al., “Eggplant classification using artificial neural network,” in Neural Networks,2003. Proceedings of the International Joint Conference on, vol. 2, 2003, 1013-1018 vol.2, 10.1109/IJCNN. 2003.1223829.

[6] Naratorn Sangprasert and Thanate Kaorapapong, “Classification Flesh Aromatic Coconut by Image Processing,”Master Thesis, Computer Engineering, Faculty of Engineering Prince of Songkla University, academic year 2549.

[7] Suppachai Madue, “Classifying Young Aromatic Coconut Flesh by Image Processing from the Bottom and Polynomial Regression Equation,” Master Thesis, Computer Engineering, Faculty of Engineering Prince of Songkla University, academic year 2550.

[8] Pearson, K. (1895). "Contributions to the Mathematical Theory of Evolution. II. Skew Variation in Homogeneous Material". Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences

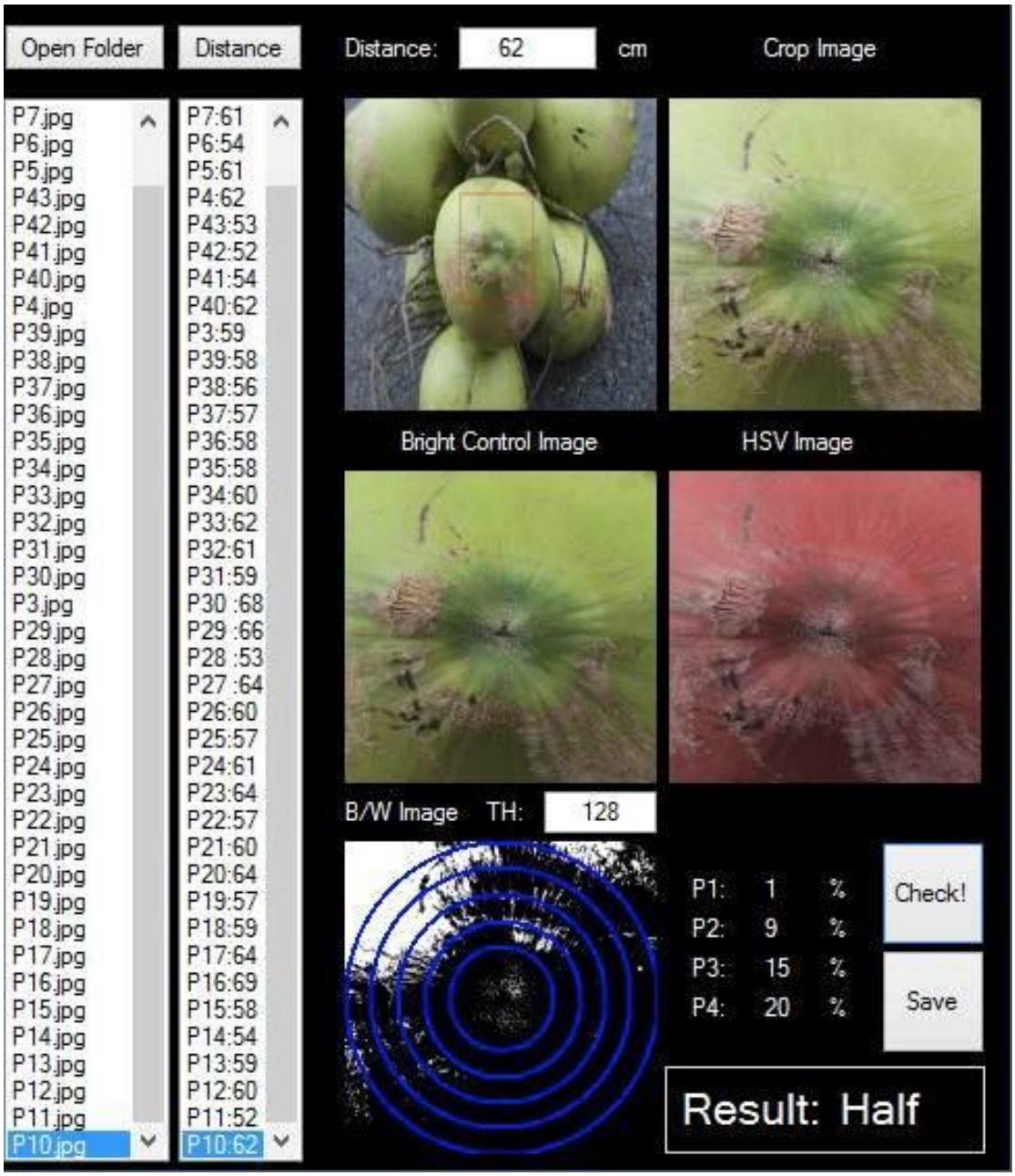
[9] Howitt, D. and Cramer, D. (2008) Statistics in Psychology. Prentice Hall

[10] Nancy R. Tague (2004). "Seven Basic Quality Tools". The Quality Toolbox. Milwaukee, Wisconsin: American Society for Quality.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

โปรแกรมคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม



รูป ก. โปรแกรมคัดแยกประเภทชั้นเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม

ภาคผนวก ข.

งานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์

2014 11th International Conference on
Electrical Engineering/Electronics, Computer,
Telecommunications and Information Technology.
ECTI-CON 2014
MAY 14-17, 2014
Nakhon Ratchasima, Thailand

The Classification Flesh Aromatic Coconuts in Daylight

Piyaphat Tantrakansakul
Department of Computer Engineering
Faculty of Engineering, Prince of Songkla University
Hatyai, Songkla, Thailand, 90112
zyeknomzz@gmail.com

Thanate Khaorapapong
Department of Computer Engineering
Faculty of Engineering, Prince of Songkla University
Hatyai, Songkla, Thailand, 90112
kthanate@coe.psu.ac.th

Abstract—The purpose of this paper was to develop an efficient and accurate classification for flesh aromatic coconuts in daylight by using image processing technique. In actual implementation , the brightness of daylight was not constant as a major problem that is affecting for the classification flesh aromatic coconuts. So we need to adjust the brightness of image to have the same brightness in all images before to be classify flesh aromatic coconut. The color of the coconut's rind around the bottom of aromatic coconuts are correlated with coconuts age. Convert the region of interested in RGB color to HSV color then find the appropriately threshold and then draw 4 circular ring area into the region of interested. After that find the percentage of the white pixels of each ring and find relationship between the ring order and the percentage of the white pixels of each rings by using polynomial regression equation. The results showed that the system could classify flesh aromatic coconuts at 92.8% with single layer, 71.43% with one and half layer and 72.2% with double layer.

Keywords—The fresh aromatic coconut ; image processing ; classification; polynomial regression ; adjusted brightness (key words)

I. INTRODUCTION

The old method of classification aromatic coconut by using image processing technology in the bottom of aromatic coconut[10]. For the steps to try to cut aromatic coconut from coconut tree and bring the aromatic coconut to take photo in light control box that the brightness is constant. Then be analyzed for classification the flesh aromatic coconuts. The purpose of this research needs to be put to actual use by taking coconuts from the coconut tree in the garden before cutting coconuts to decreased the loss of coconut that flesh is not in the appropriate age for consumption. Taking photo of coconuts from coconut tree in natural lighting conditions to be a problem in terms of the brightness is not constant cause can that not be configured the threshold value to be fixed which will have effect ion for analysis of the classification flesh aromatic coconuts. Therefore, in this research we figured out a solution in terms of the brightness is not constant to increase the accuracy of analysis to classify the flesh aromatic coconut and optimize the harvesting product of aromatic coconuts which can be analyzed directly from coconut tree.

There are many previous research about image processing to sorting crops in agriculture. For example, F.Y.A. Rahman.[2] was to monitor watermelon ripeness based on image processing technique and fuzzy logic as classifier. Then Bandit Jarimopas and Nitipong Jaisin [1]develop an efficient machine vision experimental sorting system for sweet tamarind pods based on image processing techniques according to three qualities : shape,size and defects.Sorting performance was deemed to be acceptable in that it met Thai agricultural and food commodity standards.Xu Liming and Zhao Yanchao[4] using machine-vision technology to grade strawberries. The strawberry automated grading system can use one, two or three characteristics to grade the strawberry into three or four grades. In order to solve the multicharacteristic problems, the multi-attribute Decision Making Theory was adopted in this system. S.Laykin,V. Alchanatis, E.Fallik, Y.Edan.[3] The Image processing algorithms were developed and implemented to provide the following quality parameters for tomato classification: color, color homogeneity, defects, shape, and stem detection. A final illustration is to be found by Naratorn Sangprasert[6] invent the new method using image processing to classify the type of coconut by using the photograph of the coconut and then analyst the layer.

II. METHOD AND MATERIALS

A. RGB Color

The abbreviation "RGB" comes from the three primary colors that are Red Green and Blue. RGB color models are additive models in which red, green and blue are combined in various ways to reproduce other colors . A color in the RGB color model can be described by indicating how much of each of the red, green and blue color is included. Each color can vary between the minimum (0) and maximum (255). If all the colors are at minimum the result is black whilst if the entire colors are at maximum the effect is white.

B. HSV Color

HSV (Hue, Saturation and Value) defines a type of color space. It is similar to the modern RGB and CMYK models. The HSV color space has three components: hue, saturation and value. 'Value' is sometimes substituted with 'brightness' and then it is known as HSB. The HSV model was created by Alvy Ray Smith in 1978. HSV is also known as the hex-cone color model.

- HueIn HSV, hue represents color. In this model, hue is an angle from 0 degrees to 360 degrees.
- Saturation indicates the range of grey in the color space. It ranges from 0 to 100%. Sometimes the value is calculated from 0 to 1. When the value is '0,' the color is grey and when the value is '1,' the color is a primary color. A faded color is due to a lower saturation level, which means the color contains more grey.
- Value is the brightness of the color and varies with color saturation. It ranges from 0 to 100%. When the value is '0' the color space will be totally black. With the increase in the value, the color space brightness up and shows various colors.

C. Polynomial Regression

The general equation of Polynomial curve is (1)

$$y=a_0 + a_1x + a_2x_2 + \ldots + a_mx_m + e \qquad (1)$$

m is highest degree in Polynomial from (1) and Polynomial regression equation is (2)

$$y=a_0 + a_1x + a_2x_2 + \ldots + a_mx_m \qquad (2)$$

which the square of deviation is similar to a straight lines.

$$y^{\wedge} = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \ldots + a_mx_m + e \qquad (3)$$

From (3) the difference of second order of real data and data from regression equation is (4)

$$SSE = \Sigma_{i=1}\left(y_i + y_{\hat{i}}\right) = \Sigma_{i=1}\left(y - a_0 + a_1x + a_2x^2 - \ldots - a_mx_my\right) \quad (4)$$

From (4) use to find the relative of Polynomial equation by fixing Partial derivative equation equal to zero which will get the unknown relative value that is a_0 , a_1 , a_2 ,....,a_mx_m. To find this relative values this can be done by solving equation of variable m. The number of relative is depending on the highest degree of Polynomial equation.

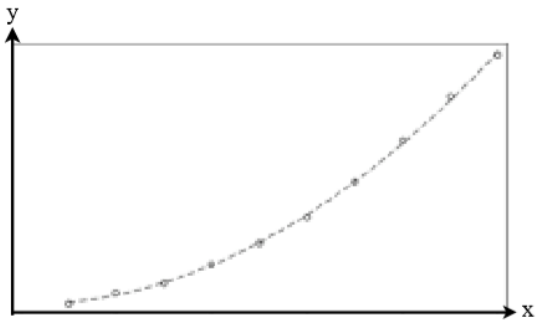


Fig. 1. Polynomial Regression

D.Materials

The camera used in this experiment ; Cannon EOS 350D , focus distances of lens is 24 millimeter., shutter speed of 1/100 and image size is 4288x2848 pixels. Put the camera above the aromatic coconut is 60 centimeter.

III. EXPERIMENT

The process to classify the aromatic coconuts involved four main steps namely data collection, image acquisition, segmentation, feature extraction and classification as depicted by the flowchart in Figure. 2

For images taken in natural light is not constant and therefore need a way to adjusted the brightness as 210 (which is appropriate brightness in this experiment) that all images are equally brightness before to be classify. as shown in figure3(a) and figure3(b).

A. Image Aquisition

In this research , 150 samples of coconuts had been utilized for classification. These coconuts were acquired from supplier from coconuts orchard in koh taew songkhla. The samples consisted of 50 single layer, 50 single and half layer with 50 double layer of coconuts.

B. Adjusted the brightness

According to the RGB's color system, the brightness may account as arithmetic mean "μ" of coordinate red, green, and dark blue(Although,some elements of these color yield the light preform more brighter than others which can be compensated by automatic result's system) as following formula (5)

$$\mu = (R+G+B)/3 \qquad (5)$$

The brightness or darkness's method is the constance of sum and deduction between pixels and constant which each R G B in figure are constantly increased or decreased in the same way by the more addition the light, the more brighter. On the other hand, the more deduction of the light, the more of darkness. The brightness of R G B system equal as 0-255 The addition of the same RGB can yeild to the clearly result and brightness. In this study, the researcher had already rectify all light as 210.

C.Segmentation and Region of Interested

- The images of aromatic coconuts are in RGB color as 4288x2848 pixels in figure 8a. To find size of coconut that the pre-processed image was further segmented to separate the object from its background by used of threshold as shown in figure 8b. then detects the edge of coconut in figure 8c create a rectangle around coconut showed that in figure9. and estimated diameter of coconut from (6). Given the diameter(d) is approximately the size of coconut.

$$d = (\text{width} + \text{length}) / 2 \qquad (6)$$

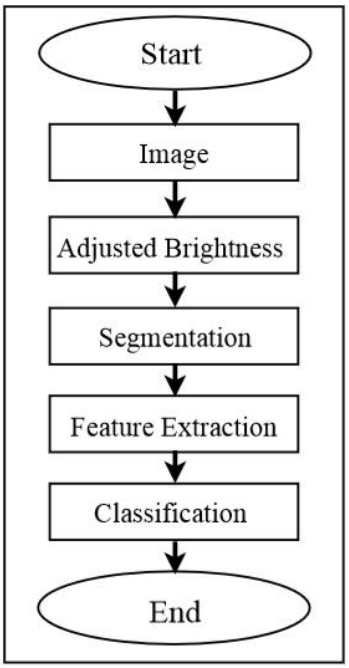


Fig. 2. Flow Chart for classification of coconuts.

Fig. 3. (a) The coconut is taken in the natural light. (b) Adjust brightness of figure 3(a) to the brightness as 210.

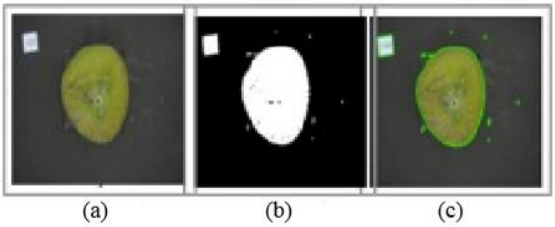


Fig. 4. a)Image in RGB color b)Threshold image and c) Detect the edge of aromatic coconut.

How to find the center of the aromatic coconut that the user can select the center of the coconut by clicking on the image. after that create square area from the center as 300x300 pixels (or 8x8 cm.) which is the region of interest of the bottom of coconut that analyze to classify the aromatic coconut. The result as shown in figure 5 and figure 6.

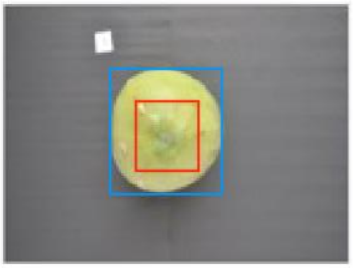


Fig. 5. Determine size of coconut (blue rectangle) ,find center point and create square area as red rectangle.

Fig. 6. The region of interested image of aromatic coconut

D. Feature Extraction

In this research, using the HSV colors as a feature. The HSV color are extracted after completion of segmentation stage, which the plane of HSV color are significant to the color's changing of the age of is s plane. Converted the region of interested in RGB color to HSV color and split into H,S and V plane. Then taken the image in S-plane to find the appropriate threshold value. Then create four circular ring into the region of interested in each layer. The result shown as figure 7 then find the percentage of color area for each and find relationship between the ring order and quality of color in each ring and plotted.

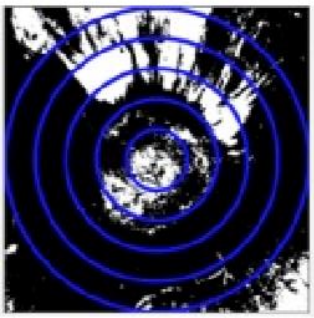


Fig. 7. The four circular ring of the region of interested in different size

E. Classification

The graph is approximated by second-order of polynomial regression. Each the layer of aromatic coconuts have their own polynomial function. In classification phase, the minimum distance interested regions for classification are defined.

The polynomial regression of three types is : (7)(8)(9)

$$y_1 = -0.7474x^2 - 7.3053x + 15.1053 \quad (7)$$

$$y_2 = -1.5357x^2 - 1.4214x + 32.6786 \quad (8)$$

$$y_3 = -6.7250x^2 + 21.0550x + 27.4250 \quad (9)$$

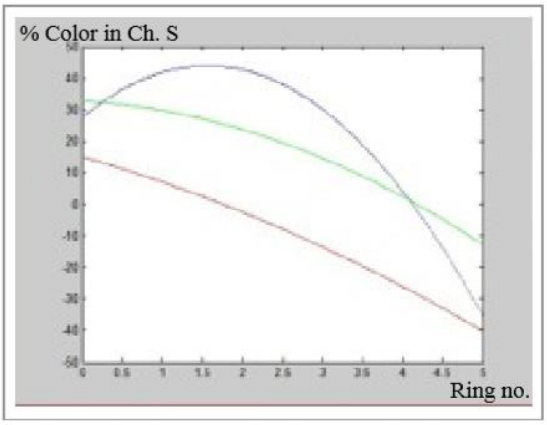


Fig. 8. Graph of polynomial regression Result and Discussion

In this experiment has been verified on 150 samples of aromatic coconuts with 50 samples in each category of single layer, one and half layer and double layer.

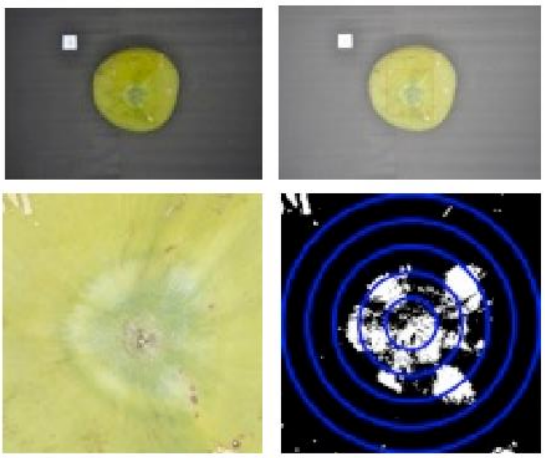


Fig. 9. Step the classification of aromatic coconut.

Then they are examined developed for automatic classification based on the extracted feature. Table 1 showed the result of the classification aromatic coconuts which are taken in the natural light.

TABLE 1. THE RESULTS OF THE CLASSIFICATION OF AROMATIC COCONUT IN THE NATURAL LIGHT.

Single Layer	One and Half Layer	Double Layer
92.8%	80%	77%

For the experimental results to be classify aromatic coconuts by the takes photos in natural light accuracy with 92.8%, 80% and 77% in single layer, one and half layer and double layer, respectively.

IV. Conclusion

This method can classify the fresh aromatic coconut in natural light with the error of 7.2% single layer, 20% one and half layer and 23% double layer. The error in one and ahalf layer and double layer is greater than a single layer because 70% of this is cause by the thickness of the tested fresh aromatic coconut pulp is in the middle between the one and a half layer and double layer. The results of experiments, so conclude, how to adjust the brightness of aromatic coconuts which are taken in natural light before to be classify effective to the classification accuracy increased.

REFERENCES

[1] Bundit Jarimopasa, Nitopong Jaisinb,"An experimental machine vision system for sorting sweet tamarind," aDepartment of Agricultural Enginerring, Faculty of Enginerring at Kamphaengsaen, Kasetsart University, Kamphaengsaen, Nakohnpathom, Thailand, bProgram of Industrial Computer, Faculty of Industrial Technology, Chiangrai Rajbhut University, Chiangrai, Thailand.

[2] F.Y.A. Rahman et al., "Monitoring of Watermelon Ripeness Based on Fuzzy Logic," in Computer Science and Information Engineering, 2009 WRI World Congress on, vol. 6, 2009, 67-70, 10.1109/ CSIE.2009.912.

[3] Laykin, S.; Alchanatis, V.and Edan, Y. 1999. "Image processing algorithms for tomatos classification",In Transactions of the ASAE 45 (3).851-858.

[4] Xu Liming and Zhao Yanchao, "Automated strawberry grading system based onimage processing," Computers and Electronics in Agriculture 71, no. Supplement 1(April 2010): S32-S39.

[5] Y. Saito et al., "Eggplant classification using artificial neural network," in Neural Networks, 2003. Proceedings of the International Joint Conference on, vol. 2, 2003, 1013-1018 vol.2, 10.1109/IJCNN. 2003.1223829.

[6] Naratorn Sangprasert and Thanate Kaorapapong, "Classification Flesh Aromatic Coconut by Image Processing,"Master Thesis, Computer Engineering, Faculty of Engineering Prince of Songkla University, academic year 2549.

[7] Suppachai Madue, "Classifying Young Aromatic Coconut Flesh by Image Processing from the Bottom and Polynomial Regression Equation," Master Thesis, Computer Engineering, Faculty of Engineering Prince of Songkla University, academic year 2550.

[8] Pearson, K. (1895). "Contributions to the Mathematical Theory of Evolution. II. Skew Variation in Homogeneous Material". Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences

[9] Howitt, D. and Cramer, D. (2008) Statistics in Psychology. Prentice Hall

[10] Nancy R. Tague (2004). "Seven Basic Quality Tools". The Quality Toolbox. Milwaukee, Wisconsin: American Society for Quality.