



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพผิวส้มโดยใช้เทคนิคการประมวลผล ภาพ
System Development for Orange Surface Inspection Using Image Processing

นายเทพจิตร เขยโกศา

นายอมต หลวงพล

นายวิโรจน์ วุฒิ

นายอภิเนีย ฤกษ์รัตน์

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2556

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพผิวส้มโดยใช้เทคนิคการประมวลผล ภาพ
System Development for Orange Surface Inspection Using Image Processing

นายเทพจิตร์ เชยโกคา

นายอมต หลวงพล

นายวิโรจน์ วุฒิ

นายอภิไนย์ ฤกษ์รัตน์

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 137824
รับเดือนปี..... 16 ค.ย. 2558

b. 00272783
i.

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2556

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) “การพัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพผิวส้มโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ”

แหล่งเงิน งบประมาณแผ่นดิน

ประจำปีงบประมาณ 2556 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 495,000.- บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ ตุลาคม 2555 ถึง กันยายน 2556

ชื่อ-สกุล หัวหน้าโครงการ นาย เทพจิตร์ เชยโกคา

ชื่อ-สกุล ผู้ร่วมวิจัย นาย อมต หลวงพล

นาย วิโรจน์ วุฒิ

นาย อภินัย ฤกษ์รัตน์

สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

โทรศัพท์ 02-739-0758 โทรสาร 02-739-0758

E-mail : kcthepji@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้นำเสนอการพัฒนา ระบบตรวจสอบคุณภาพผิวส้มโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ โดยระบบที่สร้างขึ้นมาจะประกอบไปด้วย ระบบสายพานลำเลียง แหล่งกำเนิดแสง กล้อง CCD วงจรอิเล็กทรอนิกส์ การ์ดอินเตอร์เฟซ และคอมพิวเตอร์ โดยอัลกอริธึมในการประมวลผลภาพจะอาศัยอัลกอริธึมแบบเคมีน (K-means clustering) มาทำการประมวลผลภาพในการตรวจสอบหารอยบกพร่องบนผิวส้ม จากนั้นจึงนำภาพที่ได้มาทำการหาพื้นที่ของรอยบกพร่องเมื่อเทียบกับพื้นที่ผิวของส้มทั้งหมด จากการทดสอบระบบตรวจสอบคุณภาพผิวส้มโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพที่สร้างขึ้นมากับส้มที่มีรอยบกพร่องในรูปแบบต่างๆ พบว่าระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถตรวจสอบผิวส้มที่นำมาทดสอบได้

คำสำคัญ : การตรวจสอบคุณภาพ, ผิวส้ม, การประมวลผลภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research Title: “System Development for Orange Surface Inspection Using Image Processing”

Researcher: Mr. THEPJIT CHEYPOCA

Mr. AMATA LUANGPOL

Mr. VIROT WUTI

Mr. APINAI RERKRATN

Faculty: Department of Instrumentation and Control Engineering, Faculty of Engineering,
King Mongkut’s Institute of Technology Ladkrabang.

ABSTRACT

This research project presents system development for orange surface defect detection using image processing. The proposed system consists of conveyer belt, Ultraviolet (UV) lamp, CCD Camera, electronic circuits, interface card and computer. K-means clustering and thresholding techniques are used for inspection of surface defect. The image segments are employed to calculate area of surface defect. The experimental results show that the proposed system can be detection of surface defect.

(Keywords) : Quality Inspection, Orange surface, Image Processing

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ดี ทางคณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณในความช่วยเหลือเป็นอย่างมาก จาก อาจารย์และเจ้าหน้าที่ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทั้งทางด้านเครื่องมือ อุปกรณ์ ตลอดจนคำแนะนำและเอื้อเฟื้อข้อมูลต่างๆ สำหรับใช้ในการเขียนรายงานโครงการวิจัย

ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่สนับสนุนเครื่องมือ อุปกรณ์ และสถานที่ในการทำโครงการวิจัยครั้งนี้

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จากแหล่งเงินทุนเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2556

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณผู้แต่งและเอกสารอ้างอิงต่างๆ ที่ทางคณะผู้วิจัยนำมาใช้อ้างอิงเพื่อทำการวิจัยและเขียนรายงานโครงการวิจัย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญรูป.....	VII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	1
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	1
1.4 ทฤษฎี สมมติฐานหรือกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย.....	1
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ และหน่วยงานที่จะนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์.....	4
1.6 แผนการถ่ายทอดเทคโนโลยีหรือผลการวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย.....	4
1.7 วิธีการดำเนินการวิจัยและสถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล.....	4
1.8 ระยะเวลาที่ทำการวิจัยและแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย.....	5
1.9 ปัจจัยที่เอื้อต่อการวิจัย.....	6
บทที่ 2 การประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพในงานด้านการเกษตร.....	7
2.1 ระบบตรวจสอบคุณภาพโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ.....	7
2.1.1 แหล่งกำเนิดแสง.....	7
2.1.2 กล้องสำหรับเก็บข้อมูลภาพ.....	10
2.1.3 คอมพิวเตอร์.....	11
2.2 การประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพในงานด้านการเกษตร.....	11
2.2.1 การประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพประเมินคุณภาพเนื้อหมู.....	11
2.2.2 การประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพประเมินคุณภาพมันฝรั่ง.....	13
2.2.3 การประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพในการประเมินคุณภาพผลมะกอก.....	14
บทที่ 3 การตรวจสอบคุณภาพส้มโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ.....	16
3.1 การประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพในการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของผิวส้ม.....	16
3.2 การประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพจากภาพถ่ายหลายความยาวคลื่นใน การวิเคราะห์รอยบกพร่องบนผิวส้ม.....	17
3.3 การประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพในการหาขนาดและปริมาตรของผลส้ม.....	19

สารบัญ

	หน้า
3.4 การประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพจากภาพถ่ายสองความยาวคลื่นในการวิเคราะห์รอยบกพร่องบนผิวสัมผัส.....	20
3.3 การประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพโดยใช้ภาพถ่ายอัลตราไวโอเลท ฟลูออเรสเซนซ์ (Ultraviolet Fluorescence) มาตรวจสอบรอยบกพร่องของผิวสัมผัสแข็ง.....	20
บทที่ 4 ระบบตรวจสอบคุณภาพผิวสัมผัสโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ.....	23
4.1 หลอดกำเนิดแสงอัลตราไวโอเลท (Ultraviolet Lamp: UV Lamp).....	23
4.2 เว็บแคม (WEBCAM Camera).....	25
4.3 โปรแกรมสำหรับการควบคุมและประมวลผล.....	26
4.3.1 โปรแกรมในการควบคุมระบบ.....	26
4.3.2 โปรแกรมในการตรวจสอบรอยบกพร่องบนผิวสัมผัส.....	29
4.3.2.1 อัลกอริทึมในการแยกภาพรอยบกพร่องของผิวสัมผัสออกจากผลสัมผัส.....	31
4.3.2.2 อัลกอริทึมในการหาค่าพื้นที่ของรอยบกพร่องบนผิวสัมผัส.....	31
บทที่ 5 การทดสอบระบบตรวจสอบคุณภาพผิวสัมผัส.....	35
5.1 การทดสอบหาค่าพื้นที่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ.....	35
5.1.1 การหาค่าพื้นที่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพในวัตถุทรงกลม.....	35
5.1.2 การหาค่าพื้นที่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพในวัตถุทรงสามเหลี่ยม.....	36
5.2 การทดสอบระบบตรวจสอบคุณภาพผิวสัมผัสโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ.....	37
บทที่ 6 บทสรุป.....	44
บทที่ 7 สรุปผลผลิตที่ได้จากงานวิจัย.....	45
เอกสารอ้างอิง.....	46
ภาคผนวก ก บทควมวิจัย.....	47
ภาคผนวก ข ข้อมูลประวัติผู้วิจัย.....	56

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1	คุณสมบัติของกล้องเว็บแคมของบริษัท Logitech รุ่น HD Webcam C310.....26
4.2	คุณสมบัติของการ์ดอินเตอร์เฟซของบริษัท National Instrument (NI) รุ่น USB-6009.....26
5.1	ตารางที่ 5.1 ค่าเปอร์เซ็นต์รอยบกพร่องบนผิวสัมผัส.....43



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1	โครงสร้างของระบบตรวจสอบคุณภาพผิวส้มโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ.....2
1.2	ส่วนประกอบของระบบสำหรับระบบตรวจสอบคุณภาพผิวส้มโดยใช้เทคนิค การประมวลผลภาพ.....2
1.3	ตัวอย่างของภาพผลส้มที่ผิวมีรอยบกพร่องในลักษณะต่างๆ เมื่อถูกฉายด้วยแสงยูวี ความยาวคลื่น 365 nm จากงานวิจัย.....3
2.1	ส่วนประกอบของระบบตรวจสอบคุณภาพโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ.....7
2.2	ความยาวคลื่นแสงของแหล่งกำเนิดแสงแต่ละชนิด.....8
2.3	แหล่งกำเนิดแสงแบบต่างๆ.....8
2.4	ความยาวคลื่นของแสงในย่านต่างๆ9
2.5	การให้แสงโดยตรงไปที่วัตถุ.....9
2.6	การให้แสงโดยอาศัยการสะท้อน.....10
2.7	CCD Camera ของบริษัท Kocoda10
2.8	CMOS Camera ของบริษัท Mightex Systems.....11
2.9	ภาพถ่ายเนื้อหูก่อนที่จะทำการประมวลผลภาพ.....12
2.10	ภาพถ่ายเนื้อหูกหลังทำการประมวลผลภาพ.....12
2.11	ลักษณะของเครื่องที่ใช้ในการประเมินคุณภาพห้วมันฝรั่งของ Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias.....13
2.12	ผลการทดสอบห้วมันฝรั่งที่ได้จากเครื่องที่ใช้ในการประเมินคุณภาพห้วมันฝรั่งในรูปที่ 2.11.13
2.13	Visible (RGB) image ของผลมะกอก.....14
2.14	infrared (IR) images ของผลมะกอก.....14
2.15	ผลมะกอกที่นำมาตรวจสอบ.....15
2.16	ผลการตรวจสอบและแบ่งกลุ่มของผลมะกอก.....15
3.1	ลักษณะทางกายภาพของผิวส้มและลักษณะภายในผลส้ม.....16
3.2	ลักษณะกราฟพิกเซล (Pixel) ของภาพในส่วนขององค์ประกอบสีแดงที่ได้จากผลส้ม ทั้งสองแบบ.....17
3.3	Visible image.....17
3.4	Near-infrared image.....18
3.5	Fluorescence image.....18
3.6	Ultraviolet image.....18
3.7	การติดตั้งกล้องสำหรับเก็บข้อมูลภาพส้มของมหาวิทยาลัย Tarbiat Moddared.....19
3.8	ข้อมูลภาพส้มสำหรับการนำไปคำนวณหาขนาดและปริมาตรของผลส้ม19
3.9	ภาพถ่ายสองความยาวคลื่นในการวิเคราะห์รอยบกพร่องบนผิวส้มของ University of Florida.....20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.10	ความเข้มของแสงฟลูออเรสเซนซ์ที่ความยาวคลื่นต่างๆ เมื่อฉายแสงอัลตราไวโอเลต ความยาวคลื่น 365nm ของผลไม้ชนิดต่างๆ.....21
3.12	ภาพถ่ายอัลตราไวโอเลต ฟลูออเรสเซนซ์ (Ultraviolet Fluorescence) ของผลส้ม.....21
3.13	ภาพรอยบกพร่องของผิวส้มหลังจากผ่านการประมวลผลภาพ22
4.1	ระบบตรวจสอบคุณภาพผิวส้มโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ.....23
4.2	ขนาดของหลอดไฟที่ใช้ในโครงการวิจัย.....24
4.3	ความยาวคลื่นของแสงจากหลอดไฟที่ใช้ในโครงการวิจัย.....25
4.4	กล้องเว็บแคมของบริษัท Logitech รุ่น HD Webcam C310.....25
4.5	ลักษณะของการ์ดอินเตอร์เฟสของบริษัท National Instrument (NI) รุ่น USB-6009.....27
4.6	การเชื่อมต่อการ์ดอินเตอร์เฟส.....27
4.7	ขั้นตอนการทำงานของระบบตรวจสอบคุณภาพผิวส้มโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ.....28
4.8	ลักษณะผลส้มเมื่อทำการฉายด้วยแสงจากหลอดฟลูออเรสเซนซ์.....29
4.9	ลักษณะผลส้มเมื่อทำการฉายด้วยแสงอัลตราไวโอเลต.....30
4.10	ลักษณะผลส้มที่มีรอยบกพร่องเมื่อทำการฉายด้วยแสงอัลตราไวโอเลต.....30
4.11	อัลกอริทึมในการแยกพื้นที่สีของผลส้มที่มีรอยบกพร่องออกมา.....31
4.12	ผลการทดสอบอัลกอริทึมในการแยกพื้นที่สีของผลส้มที่มีรอยบกพร่องออกมา.....32
4.13	อัลกอริทึมในการหาค่าพื้นที่ของรอยบกพร่องบนผิวส้ม.....33
4.14	ผลการทดสอบอัลกอริทึมในการหาค่าพื้นที่ของรอยบกพร่องบนผิวส้ม.....34
5.1	การทดสอบหาค่าพื้นที่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ.....35
5.2	ตัวอย่างของวัตถุกลมที่มีขนาดต่างๆ ที่ใช้ในการทดสอบ.....35
5.3	ค่าความผิดพลาดของวัตถุทรงกลมขนาดต่างๆ.....36
5.4	ตัวอย่างของวัตถุทรงสามเหลี่ยมที่มีขนาดต่างๆ ที่ใช้ในการทดสอบ.....36
5.5	ค่าความผิดพลาดของวัตถุทรงสามเหลี่ยมขนาดต่างๆ.....37
5.6	การทดสอบระบบตรวจสอบคุณภาพผิวส้มโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพที่ได้พัฒนาขึ้นมา.....37
5.7	ผลส้มที่มีรอยบกพร่องแบบต่างๆ ที่ใช้ในการทดสอบระบบ.....38
5.8	ผลการทดสอบส้มที่มีรอยบกพร่องแบบที่ 1.....39
5.9	ผลการทดสอบส้มที่มีรอยบกพร่องแบบที่ 2.....40
5.10	ผลการทดสอบส้มที่มีรอยบกพร่องแบบที่ 3.....41
5.11	ผลการทดสอบส้มที่มีรอยบกพร่องแบบที่ 4.....42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สันนิษฐานว่าเป็นผลไม้ชนิดหนึ่งที่คนนิยมรับประทานกันมาก ทำให้มีเกษตรกรผู้ปลูกสวนส้มในไทยมีการขยายพื้นที่การปลูกอย่างต่อเนื่อง ทำให้ปริมาณส้มในประเทศเพิ่มขึ้นจนส่งผลให้ราคาส้มมีแนวโน้มลดลง ดังนั้นผู้ประกอบการธุรกิจสวนส้มจึงเริ่มขยายตลาดส่งออกส้มไปยังต่างประเทศ ทั้งนี้เพื่อรองรับกับปริมาณส้มที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในอนาคต โดยตลาดเป้าหมายของการส่งออกที่สำคัญก็คือ ประเทศในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ สหรัฐและแคนาดา เป็นต้น โดยคู่แข่งที่สำคัญก็คือ ประเทศจีน ดังนั้นเพื่อเป็นการสร้างภาพลักษณ์ที่ดีให้กับวงการส้มไทย การพัฒนาคุณภาพของส้มที่นำส่งออกจึงเป็นสิ่งสำคัญที่สุดที่จะเข้าไปทำการเจาะขยายตลาดการส่งออกส้มไปยังต่างประเทศ ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญของการตรวจสอบคุณภาพของส้มก่อนที่จะนำส่งออกจำหน่ายหรือส่งออกไปยังต่างประเทศ ทางผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดที่จะพัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพผิวส้มโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพเพื่อใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของผลส้มก่อนจะนำส่งออกจำหน่ายหรือส่งออกไปยังต่างประเทศ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

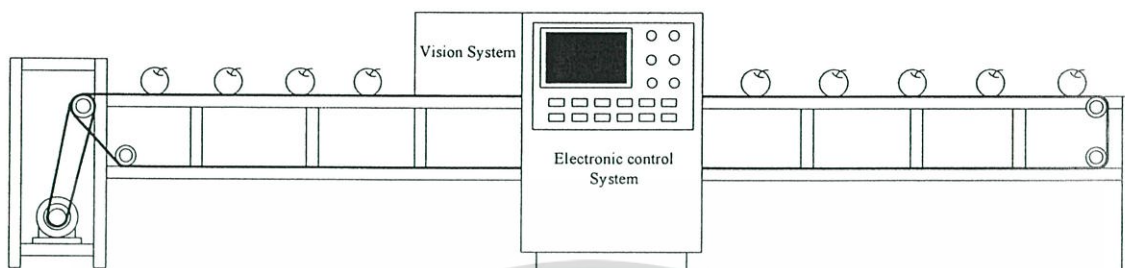
1. พัฒนาเทคนิคในการตรวจสอบคุณภาพของผิวส้มแบบไม่ทำลายเพื่อประยุกต์ใช้งานในการตรวจสอบคุณภาพส้มก่อนที่จะนำออกจำหน่ายหรือส่งออกไปยังต่างประเทศ
2. พัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพผิวส้มโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ
3. พัฒนาระบบการตรวจสอบผลไม้แบบไม่ทำลาย
4. พัฒนาเทคนิคในการตรวจสอบแบบไม่ทำลาย

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

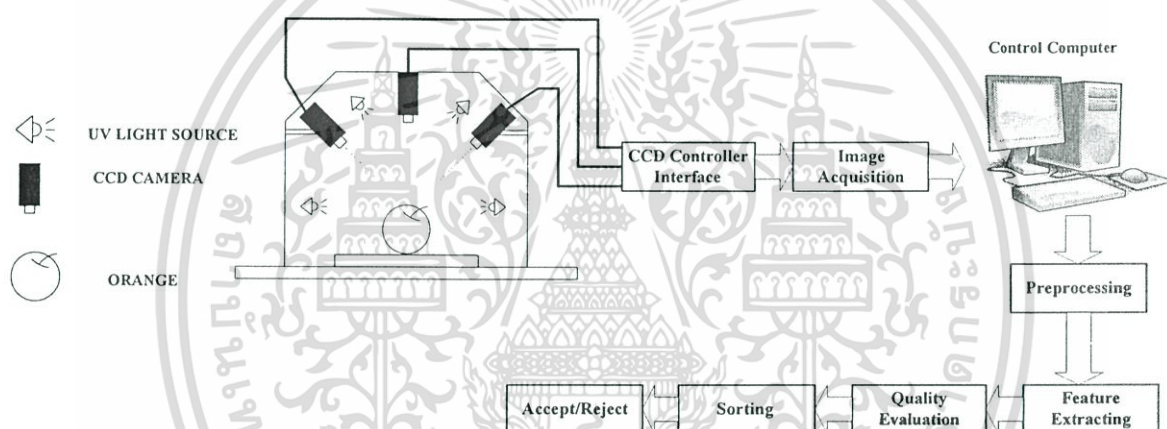
โครงการวิจัยนี้เป็นการพัฒนาต้นแบบระบบตรวจสอบคุณภาพผิวส้มโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพเพื่อประยุกต์ใช้งานในการตรวจสอบคุณภาพส้มก่อนที่นำไปจำหน่าย หรือส่งออกไปยังต่างประเทศ

1.4 ทฤษฎี สมมติฐานหรือกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

ในโครงการวิจัยนี้กล่าวถึงการพัฒนาต้นแบบระบบตรวจสอบคุณภาพผิวส้มโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพเข้ามาช่วยในการตรวจสอบคุณภาพของผิวส้ม ทั้งนี้เพื่อเป็นการประหยัดแรงงานและค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบผิวส้มก่อนที่จะส่งลงบรรจุภัณฑ์ สำหรับส่วนประกอบทั้งหมดของโครงสร้างระบบตรวจสอบคุณภาพผิวส้มโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพที่จะทำการพัฒนาขึ้นมา สามารถแสดงดังรูปที่ 1.1 และรูปที่ 1.2



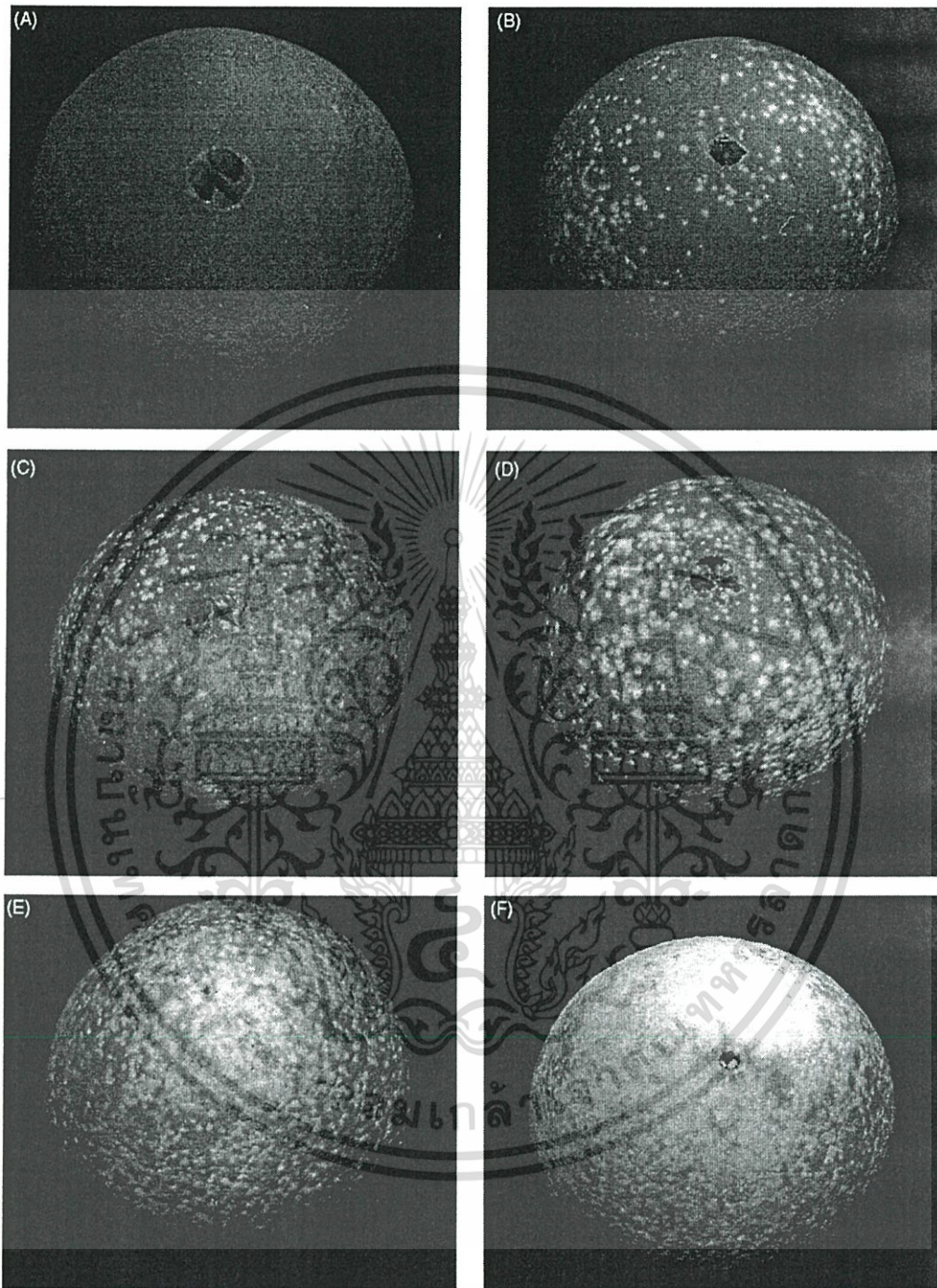
รูปที่ 1.1 โครงสร้างของระบบตรวจสอบคุณภาพผิวส้มโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ



รูปที่ 1.2 ส่วนประกอบของระบบสำหรับระบบตรวจสอบคุณภาพผิวส้มโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ

จากรูปที่ 1.1 และรูปที่ 1.2 โครงสร้างของระบบจะประกอบไปด้วยส่วนประกอบหลักคือ คอมพิวเตอร์สำหรับควบคุมการตรวจสอบและประมวลผลภาพ สายพานสำหรับลำเลียงชิ้นผลส้มเข้าไปสู่ห้อง สำหรับการตรวจสอบและประเมินคุณภาพผิวส้ม หากคุณภาพผิวส้ม ได้คุณภาพตามต้องการก็จะลำเลียงผ่านไป แต่ถ้าคุณภาพผิวส้มต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ก็จะส่งสัญญาณผ่านวงจรควบคุมไปขับมอเตอร์เพื่อเปิดช่องให้ส้มที่ไม่ได้คุณภาพตกลงไปในช่องที่เตรียมไว้

สำหรับเทคนิคที่ทางผู้ทำวิจัยจะนำมาใช้ในการตรวจสอบรอยบกพร่องบนผิวส้มจะอาศัยเทคนิคที่นำเสนอไว้ในงานวิจัย[1] ซึ่งจะใช้แสงยูวีที่มีความยาวคลื่น 365 nm ฉายลงผลส้ม ส่วนของผิวส้มที่มีรอยบกพร่อง (รอยขีด หรือตำหนิ) จะเกิดการเปล่งแสงฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent) ดังตัวอย่างที่แสดงในรูปที่ 1.3



รูปที่ 1.3 ตัวอย่างของภาพผลส้มที่ผิวมีรอยบกร่องในลักษณะต่างๆ เมื่อถูกฉายด้วยแสงยูวีความยาวคลื่น 365 nm จากงานวิจัย[1] (A) 0 = no damage, (B) 1 = slight damage, (C) 2 = noticeable damage, (D) 3 = moderate damage, (E) 4 = severe damage, and (F) 5 = extreme damage.

จากรูปที่ 1.3 จะเห็นเมื่อเราทำการฉายแสงยูวีลงบนผลส้มที่ผิวมีรอยบกร่องในลักษณะต่างๆ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงฟลูออเรสเซนซ์ที่มีระดับความเข้มความแตกต่างกันไปโดยขึ้นโดยขึ้นอยู่กับลักษณะของรอยบกร่องที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกิดขึ้นบริเวณต่างๆของผลส้ม โดยในส่วนของผลส้มที่มีรอยบกร่องจะเกิดการเปล่งแสงฟลูออเรสเซนซ์ขึ้นมาก ดังนั้นถ้าเรานำภาพถ่ายของผลส้มที่ได้ไปทำการประมวลผลด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพ เราก็จะสามารถที่จะทำการคัดแยกคุณภาพของผลส้มที่นำมาตรวจสอบได้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ และหน่วยงานที่จะนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. ต้นแบบระบบตรวจสอบคุณภาพผิวส้มโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพเพื่อประยุกต์ใช้งานในการตรวจสอบคุณภาพส้มก่อนที่นำไปจำหน่าย หรือส่งออกไปยังต่างประเทศ
2. กระตุ้นให้เกิดการทำวิจัยและพัฒนาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์โดยใช้เทคโนโลยีและวัสดุภายในประเทศ
3. เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพสินค้าทางการเกษตรโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ
4. ช่วยประหยัดแรงงานและเวลาในการใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของส้ม
5. สามารถนำเทคนิคที่พัฒนาขึ้นมาไปประยุกต์ใช้ในการตรวจสอบผลไม้อื่น

1.6 แผนการถ่ายทอดเทคโนโลยีหรือผลการวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย

นำเสนอรายงานผลงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ พร้อมทั้งนำเสนอบทความวิจัยในสถานที่ต่างๆ และถ่ายทอดเทคโนโลยีในการสร้างระบบตรวจสอบคุณภาพผิวส้มโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพแก่บุคคลและหน่วยงานต่างๆ ที่สนใจนำระบบตรวจสอบคุณภาพผิวส้มโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพไปใช้งานหรือพัฒนาต่อ เช่น

- นักศึกษา จากมหาวิทยาลัยหรือสถาบันต่างๆ
- นักวิจัยจากหน่วยงานต่างๆ
- หน่วยงานทางภาคเกษตรกรรม
- หน่วยงานทางภาคอุตสาหกรรม
- ผู้สนใจที่จะนำระบบตรวจสอบคุณภาพผิวส้มโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพไปประยุกต์ใช้งาน
- ฯลฯ

1.7 วิธีการดำเนินการวิจัย และสถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

เพื่อให้การวิจัยสร้างระบบตรวจสอบคุณภาพผิวส้มโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพสำเร็จรวดเร็วภายในระยะเวลาที่กำหนดประมาณ 12 เดือน จึงขอแบ่งวิธีการวิจัยดังขั้นตอนต่อไปนี้

1. ศึกษาข้อมูลทั่วไปของเทคนิคและวิธีการทดลองหลักเกณฑ์ในการการตรวจสอบคุณภาพส้มแบบต่างๆ
2. ศึกษาข้อมูลเทคนิคในการตรวจสอบคุณภาพโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ
3. ออกแบบและสร้างระบบตรวจสอบคุณภาพผิวส้มโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ
4. ทดสอบระบบตรวจสอบคุณภาพผิวส้มโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพที่ได้ออกแบบสร้างขึ้นมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ปรับปรุงคุณภาพของระบบตรวจสอบคุณภาพผิวสัมผัสโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพที่ได้ ออกแบบสร้างขึ้นมา
 6. สร้างต้นแบบระบบตรวจสอบคุณภาพผิวสัมผัสโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ
 7. สรุปผลและเขียนรายงานฉบับสมบูรณ์
- สำหรับสถานที่ในการทำการทดลองและเก็บข้อมูลจะใช้สถานที่ของภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1.8 ระยะเวลาที่ทำการวิจัย และแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย

เริ่มต้นตั้งแต่เดือนตุลาคม 2555 จนถึง กันยายน 2556 ซึ่งจะทำการวิจัยให้เสร็จภายในปีงบประมาณ 2556

แผนการดำเนินการตลอดโครงการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงาน	งบประมาณปี 2556											
	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
1. ศึกษาข้อมูลทั่วไปของเทคนิค และวิธีการทดลองจนหลักเกณฑ์ในการการตรวจสอบคุณภาพสัมผัสแบบต่างๆ	←→											
2. ศึกษาข้อมูลเทคนิคในการตรวจสอบคุณภาพโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ		←→										
3. ออกแบบและสร้างระบบตรวจสอบคุณภาพผิวสัมผัสโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ			←→									
4. ทดสอบระบบตรวจสอบคุณภาพผิวสัมผัสโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพที่ได้ ออกแบบสร้างขึ้นมา					←→							
5. ปรับปรุงคุณภาพของระบบตรวจสอบคุณภาพผิวสัมผัสโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพที่ได้ ออกแบบสร้างขึ้นมา								←→				
6. สร้างต้นแบบระบบตรวจสอบคุณภาพผิวสัมผัสโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ										←→		
7. สรุปผลและเขียนรายงานฉบับสมบูรณ์											←→	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.9 ปัจจัยที่เอื้อต่อการวิจัย

1. อุปกรณ์, เครื่องมือวัด และเครื่องมือทดสอบที่ใช้ในการวิจัยส่วนใหญ่จะเป็นเครื่องมือและอุปกรณ์ที่มีอยู่แล้วภายในสาขาวิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สจล.
2. อุปกรณ์ส่วนใหญ่ที่ใช้ในการทำวิจัยส่วนใหญ่สามารถหาซื้อและจัดทำภายในประเทศได้ โดยมีบางส่วนที่จะต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ เช่น ไอซีสำเร็จรูปต่างๆ เป็นต้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

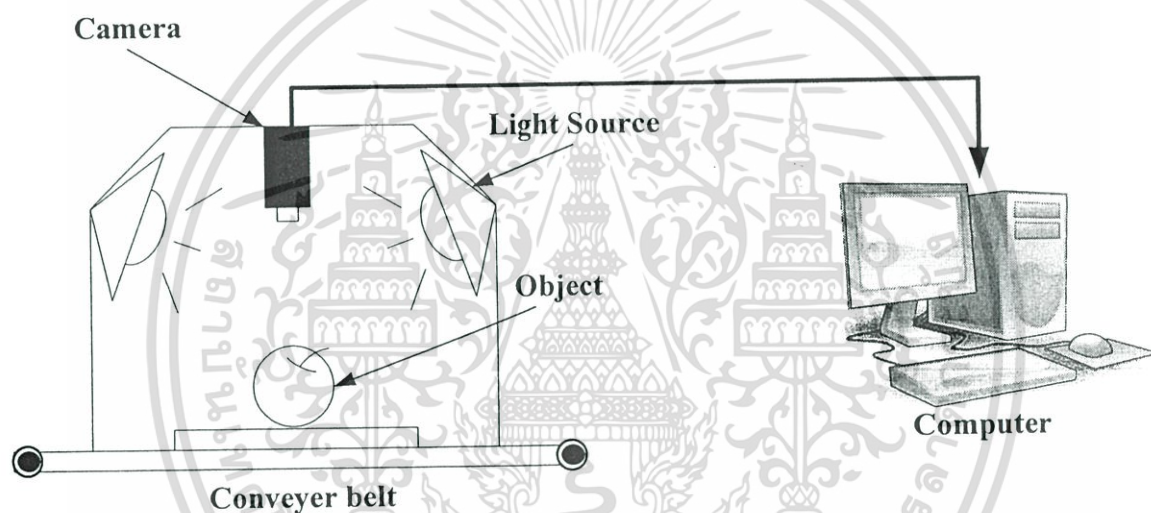
บทที่ 2

การประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพในงานด้านการเกษตร

ในบทนี้จะกล่าวถึงส่วนประกอบทั่วไปของระบบตรวจสอบคุณภาพโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ และตัวอย่างการนำเอาเทคนิคการประมวลผลภาพมาประยุกต์ใช้ในการด้านการเกษตร โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 ระบบตรวจสอบคุณภาพโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ

สำหรับส่วนประกอบของระบบตรวจสอบคุณภาพโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพจะประกอบด้วยส่วนประกอบต่างๆ ดังรูปที่ 2.1



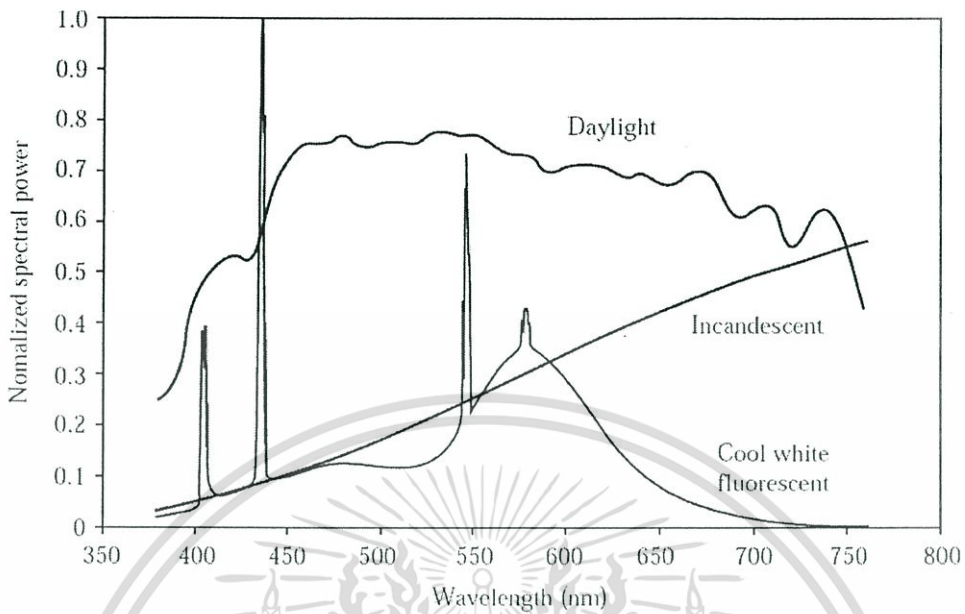
รูปที่ 2.1 ส่วนประกอบของระบบตรวจสอบคุณภาพโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ

จากรูปที่ 2.1 ส่วนประกอบหลักของระบบตรวจสอบคุณภาพโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพจะประกอบไปด้วย วัตถุที่นำมาทำการตรวจสอบ แหล่งกำเนิดแสง (Light source) กล้องสำหรับเก็บข้อมูลภาพ (Camera) และคอมพิวเตอร์สำหรับควบคุมและประมวลผล โดยรายละเอียดของอุปกรณ์ส่วนต่างๆ สามารถแสดงได้ดังนี้

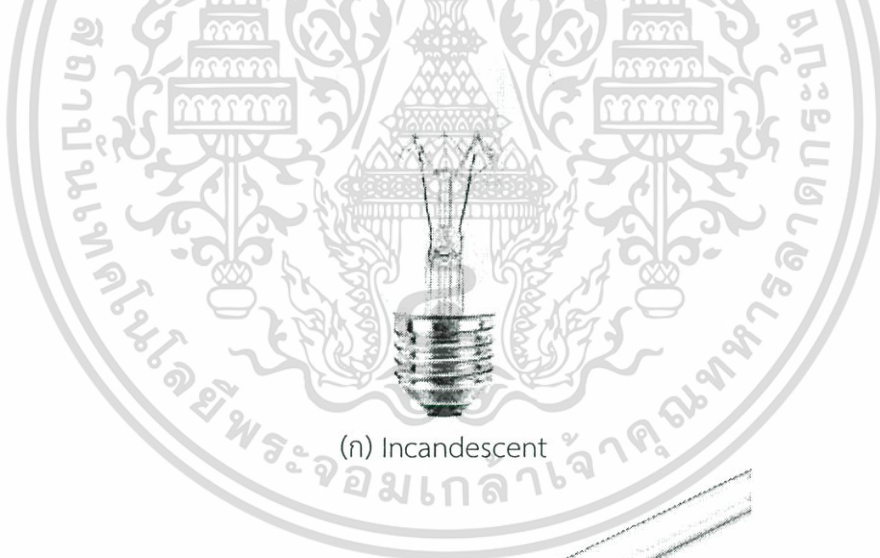
2.1.1 แหล่งกำเนิดแสง

แหล่งกำเนิดแสงเป็นอุปกรณ์หลักอย่างหนึ่งในระบบตรวจสอบคุณภาพโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ โดยในแหล่งกำเนิดแสงแต่ละชนิดจะให้แสงที่มีความยาวคลื่นแตกต่างกันออกไปดังตัวอย่างที่แสดงในรูปที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 ความยาวคลื่นแสงของแหล่งกำเนิดแสงแต่ละชนิด [2]



(ก) Incandescent

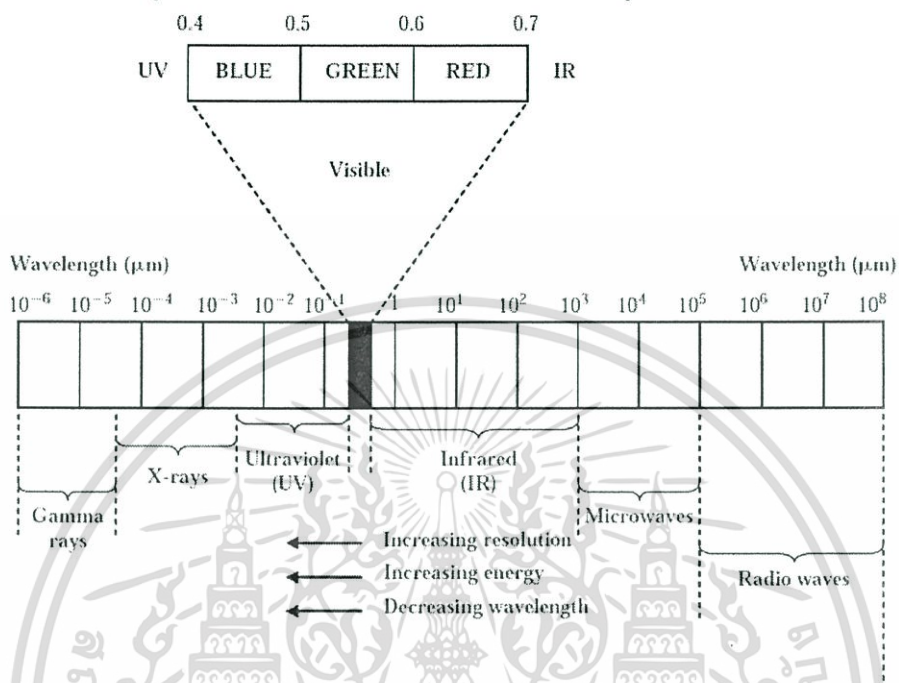


(ข) Fluorescent

รูปที่ 2.3 แหล่งกำเนิดแสงแบบต่างๆ <http://www.p4c.philips.com/>, <http://www.lighting.philips.com/>

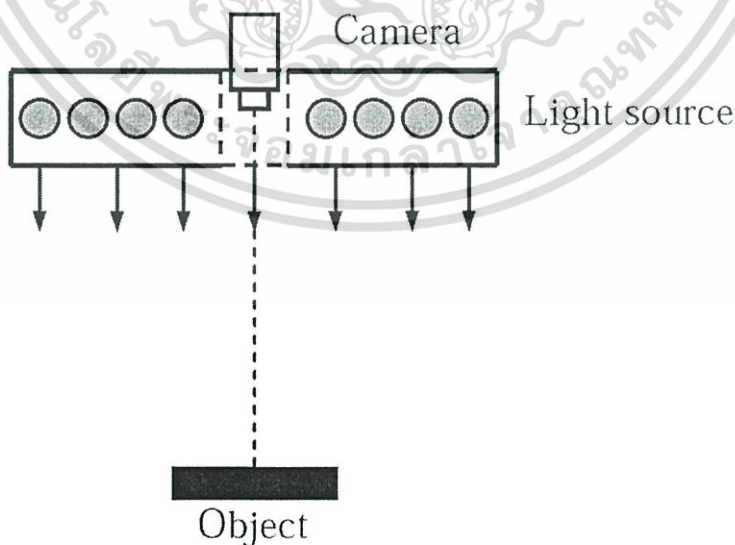
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตัวอย่างของแหล่งกำเนิดแสงแต่ละชนิด ซึ่งจะให้ความยาวคลื่นที่แตกต่างกันไป ซึ่งความยาวคลื่นแสงจะส่งผลต่อค่ารีโซลูชัน (Resolution) ของภาพที่ได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.4



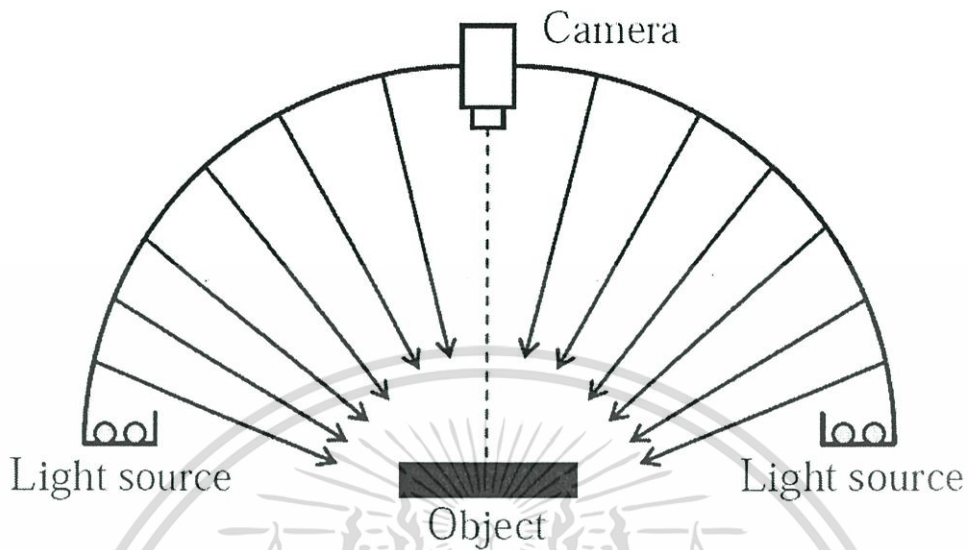
รูปที่ 2.4 ความยาวคลื่นของแสงในย่านต่างๆ [2]

สำหรับลักษณะการติดตั้งแหล่งกำเนิดแสงที่สำคัญจะมีอยู่ 2 วิธี คือ การให้แสงโดยตรงไปที่วัตถุ และการให้แสงโดยอาศัยการสะท้อน ซึ่งสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.5 และรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.5 การให้แสงโดยตรงไปที่วัตถุ [2]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 การให้แสงโดยอาศัยการสะท้อน [2]

2.1.2 กล้องสำหรับเก็บข้อมูลภาพ

กล้องสำหรับเก็บข้อมูลภาพเป็นส่วนประกอบสำคัญของระบบตรวจสอบคุณภาพโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ โดยกล้องสำหรับเก็บข้อมูลภาพถ้าแยกตามลักษณะเซนเซอร์จะมีอยู่ 2 แบบ คือ

1. Charge-Coupled Devices (CCD) Camera

CCD Camera จะให้คุณสมบัติในการถ่ายภาพได้ดีกว่าเนื่องจากมีค่าความไวต่อแสงสูง สัญญาณการรบกวนต่ำเนื่องจาก เซนเซอร์แบบนี้ใช้เทคโนโลยีที่ใหม่กว่า แต่จะมีราคาแพงกว่าเซนเซอร์แบบ CMOS สำหรับตัวอย่างของ CCD Camera สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.7

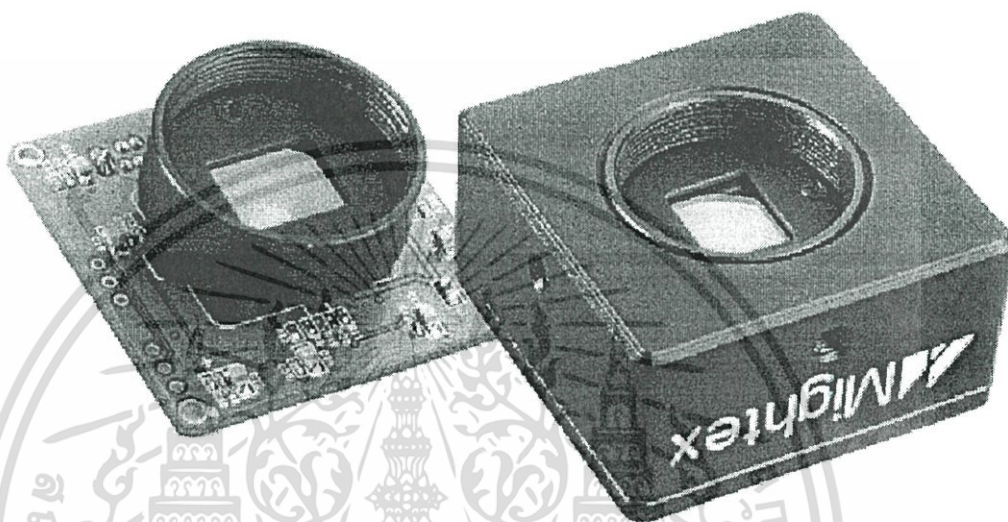


รูปที่ 2.7 CCD Camera ของบริษัท Kocoda : <http://www.diytrade.com/>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Complementary Metal Oxide Semiconductor (CMOS) Camera

CMOS Camera จะให้คุณสมบัติในการถ่ายภาพต่ำกว่าเนื่องจากมีค่าความไวต่อแสงต่ำ สัญญาณการรบกวนสูงเนื่องจาก เซนเซอร์แบบนี้ใช้เทคโนโลยีที่เก่ากว่า แต่จะมีราคาถูกกว่าเซนเซอร์แบบ CCD Camera สำหรับตัวอย่างของ CMOS Camera สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 CMOS Camera ของบริษัท Mightex Systems : www.mightexsystems.com

2.1.3 คอมพิวเตอร์

คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมและประมวลผลภาพจากกล้องสำหรับเก็บ ข้อมูลภาพ และนำผลที่ได้มาใช้ในการควบคุมการทำงานของระบบสายพานหรือระบบคัดแยก

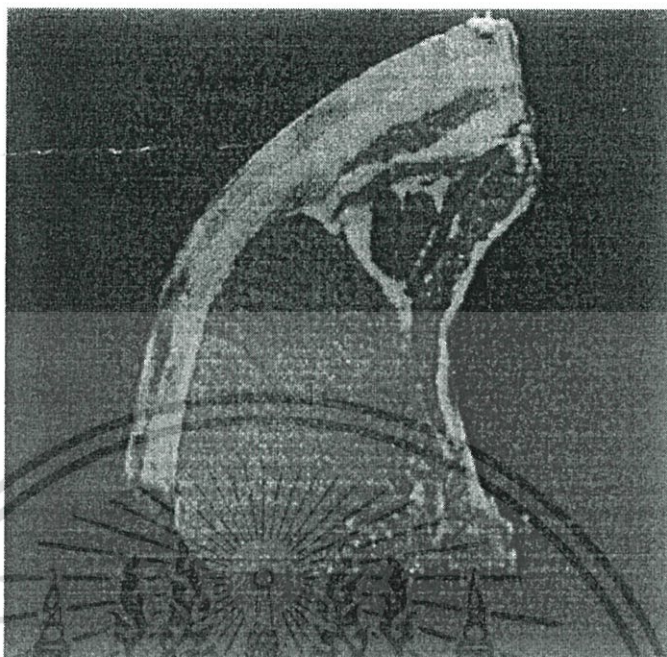
2.2 การประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพในงานด้านการเกษตร

ในปัจจุบันได้มีการนำเอาเทคนิคการประมวลผลภาพมาประยุกต์ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพ ผลิตรภัณฑ์ทางการเกษตรเนื่องจากมีความถูกต้องและรวดเร็วกว่าการใช้มนุษย์ทำการตรวจสอบ ดังแสดง ในตัวอย่างต่อไปนี้

2.2.1 การประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพประเมินคุณภาพเนื้อหุ้ม

สำหรับงานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาของ J. Lu, J. Tan, P. Shatadal and D.E. Gerrard จาก มหาวิทยาลัย Purdue University ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งได้นำเสนอการประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผล ภาพในการประเมินคุณภาพเนื้อหุ้ม [3] โดยการใช้การประมวลผลภาพในการแยกภาพเนื้อออกจากไขมันดัง ตัวอย่างในรูปที่ 2.9 และรูปที่ 2.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 ภาพถ่ายเนื้อหมูก่อนที่จะทำการประมวลผลภาพ [3]

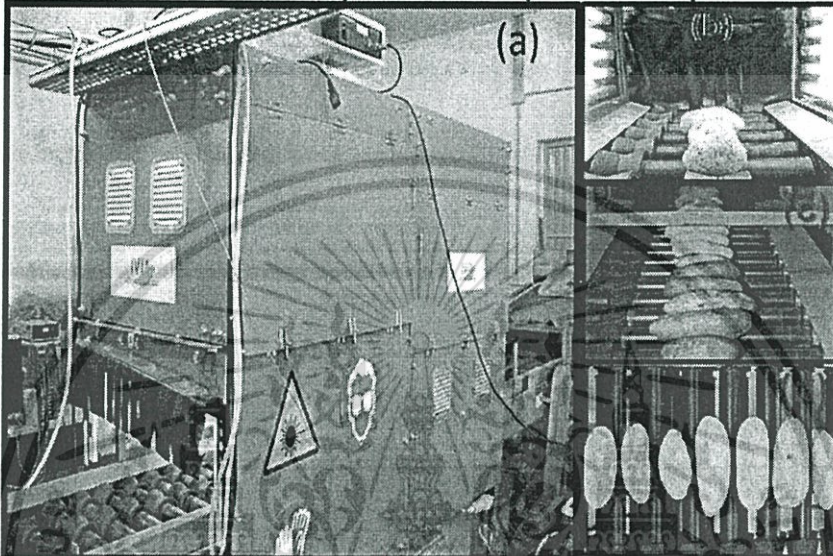


รูปที่ 2.10 ภาพถ่ายเนื้อหมูหลังทำการประมวลผลภาพ [3]

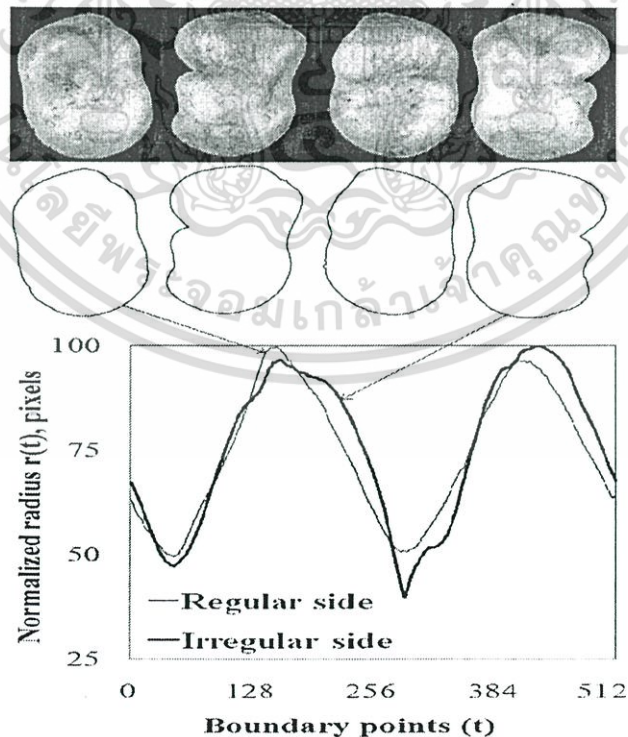
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 การประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพประเมินคุณภาพมันฝรั่ง

สำหรับงานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาของ Gamal ElMasry, Sergio Cubero, Enrique Molt and Jos Blasco จาก Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA) ประเทศสเปน ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพประเมินคุณภาพของหัวมันฝรั่ง[4] ซึ่งหัวมันฝรั่งที่ดีจะต้องมีรูปร่างที่ไม่บิดเบี้ยวเพื่อสะดวกในการนำไปแปรรูป ดังตัวอย่างในรูปที่ 2.11 และรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.11 ลักษณะของเครื่องที่ใช้ในการประเมินคุณภาพหัวมันฝรั่งของ Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA) [4].

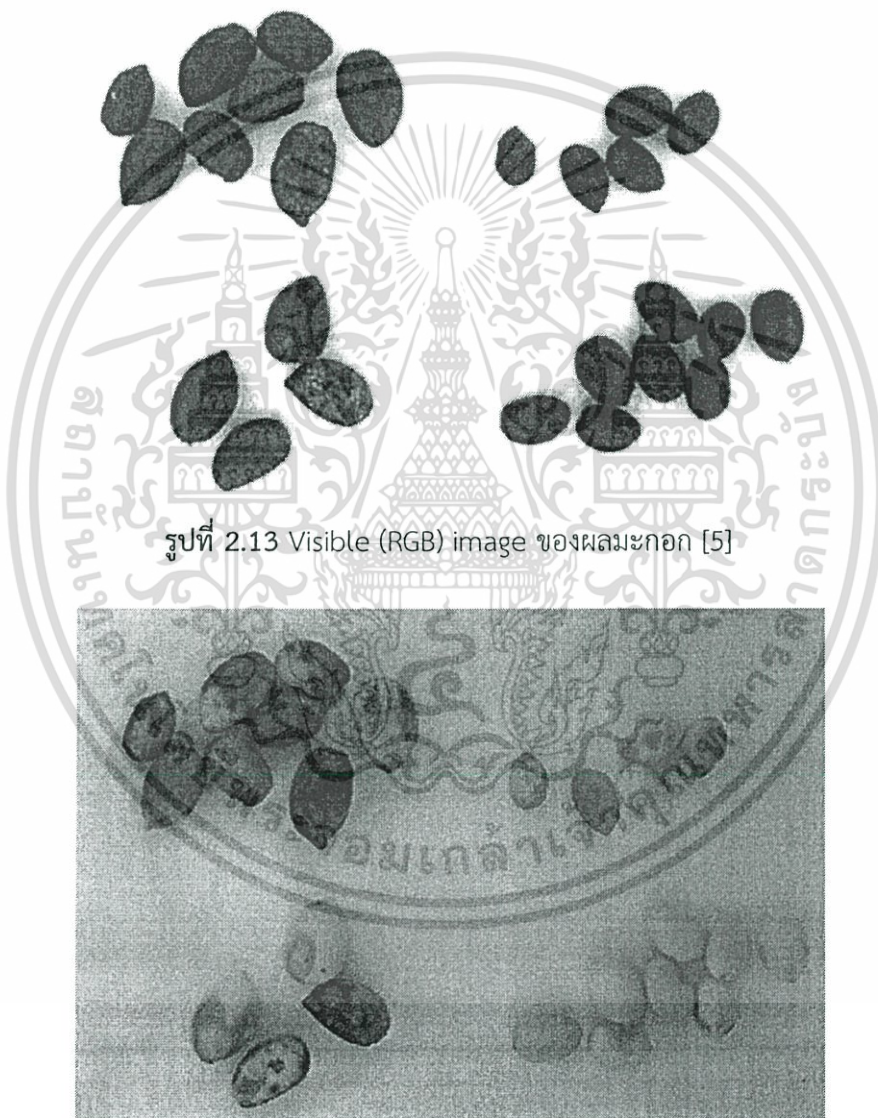


รูปที่ 2.12 ผลการทดสอบหัวมันฝรั่งที่ได้จากเครื่องที่ใช้ในการประเมินคุณภาพหัวมันฝรั่งในรูปที่ 2.11 [4]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 การประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพในการประเมินคุณภาพผลมะกอก

สำหรับงานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาของ Elena Guzmán, Vincent Baeten, Juan Antonio Fernández Pierna and José A. García-Mesa จากศูนย์วิจัย Walloon Agricultural Research Centre ประเทศเบลเยียม ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการประยุกต์ใช้ภาพถ่าย Visible (RGB) image และ Near infrared (NIR) image ร่วมกับเทคนิคการประมวลผลภาพในการประเมินคุณภาพผลมะกอก [5] ซึ่งแสงอินฟราเรดจะทำให้เห็นผลมะกอกที่ไม่มีคุณภาพชัดเจนขึ้น ดังตัวอย่างในรูปที่ 2.13 ถึงรูปที่ 2.15

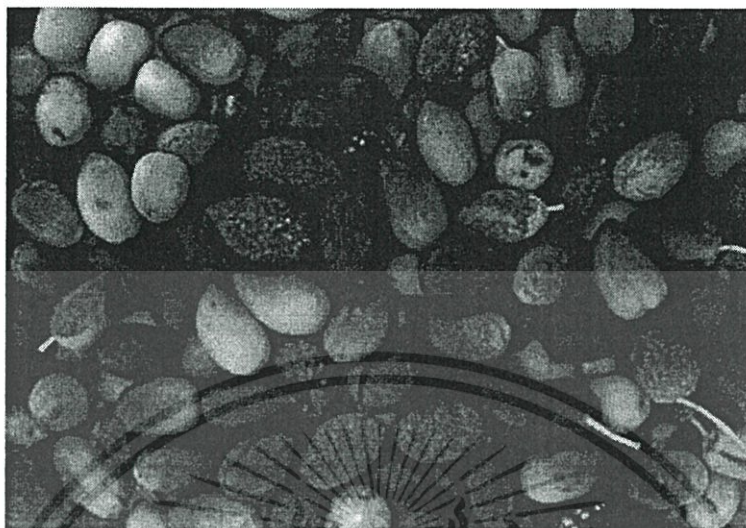


รูปที่ 2.13 Visible (RGB) image ของผลมะกอก [5]



รูปที่ 2.14 infrared (IR) images ของผลมะกอก [5]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.15 ผลมะกอกที่นำมาตรวจสอบ [5]



รูปที่ 2.16 ผลการตรวจสอบและแบ่งกลุ่มของผลมะกอก [5]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

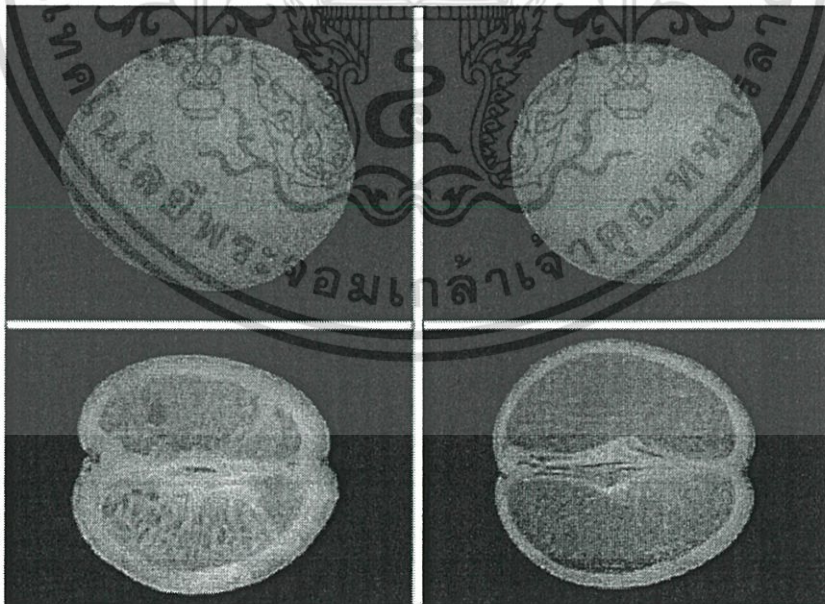
การตรวจสอบคุณภาพส้มโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ

ในปัจจุบันได้มีการพัฒนานำเอาเทคโนโลยีในการประมวลผลภาพมาใช้ในการตรวจสอบคุณภาพส้ม ขึ้นมามากมายหลายวิธี เนื่องจากมีข้อดีคือช่วยประหยัดแรงงาน และเวลาในการตรวจสอบ นอกจากนี้การใช้ คนทำหน้าที่ในการตรวจสอบทำให้เกิดปัญหาขึ้นมากมาย เช่น

- ความล่าช้าในการตรวจสอบ
- ความอ่อนล้าของผู้ทำการตรวจสอบ
- ผลของความสว่างของพื้นที่ที่ใช้ในการตรวจสอบ

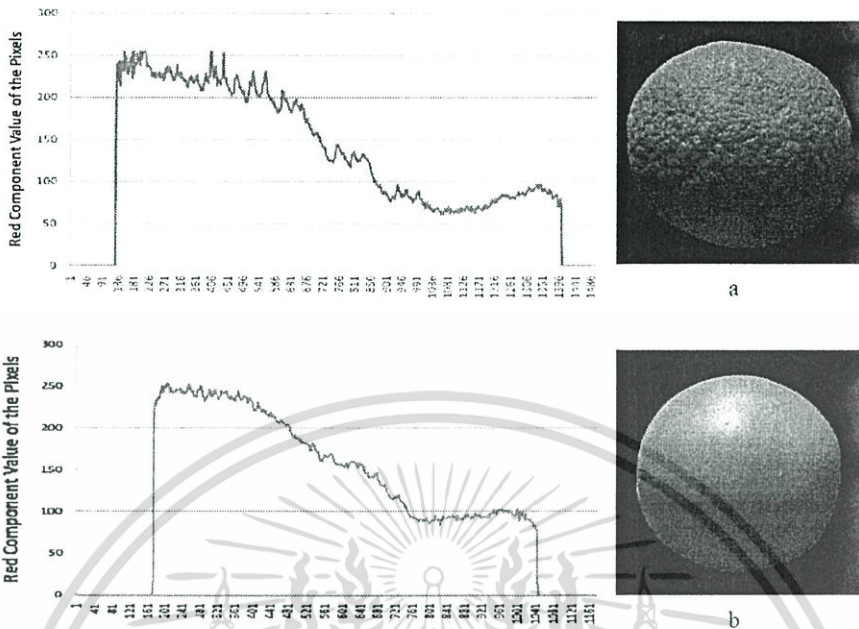
จากเหตุผลดังกล่าว ทำให้ในปัจจุบันมีการวิจัยและพัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพส้มคุณภาพโดยใช้ เทคนิคการประมวลผลภาพขึ้นมากมาย เพื่อนำมาประยุกต์ใช้งานในการตรวจสอบคุณภาพของส้มต่างๆ ดัง ตัวอย่างต่อไปนี้

3.1 การประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพในการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของผิวส้ม สำหรับงานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาของ Abdolabbas Jafari, Mohammad Reza Zarezadeh และ Atefeh Fazayeli จากมหาวิทยาลัย Shiraz ประเทศอิหร่าน ซึ่งได้นำเสนอเทคนิคในการประเมินคุณภาพผล ส้มโดยเทคนิคการประมวลผลภาพมาทำการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของผิวส้ม ซึ่งทางผู้วิจัยกล่าวว่า ลักษณะทางกายภาพของผิวส้มจะเป็นตัวบ่งบอกคุณภาพภายในผลส้มดังตัวอย่างในรูปที่ 3.1 และ รูปที่ 3.2



รูปที่ 3.1 ลักษณะทางกายภาพของผิวส้มและลักษณะภายในผลส้ม: <http://www2.atb-potsdam.de/>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

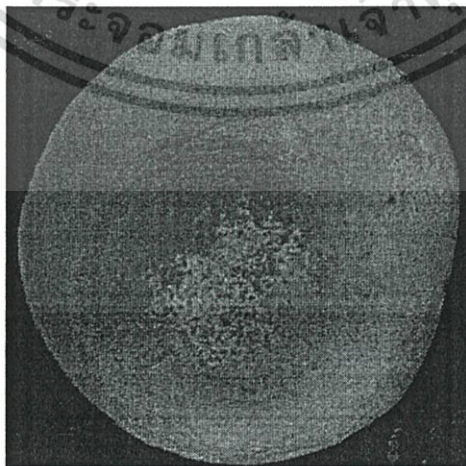


รูปที่ 3.2 ลักษณะกราฟพิกเซล (Pixel) ของภาพในส่วนขององค์ประกอบสีแดงที่ได้จากผลส้มทั้งสองแบบ:
<http://www2.atb-potsdam.de/>

ซึ่งจากกราฟพิกเซล (Pixel) ของภาพในส่วนขององค์ประกอบสีแดงที่ได้จากผลส้มแต่ละแบบจะมีความแตกต่างกัน ซึ่งเราสามารถนำไปวิเคราะห์เพื่อทำการคัดแยกประเภทของผลส้มต่อไปได้

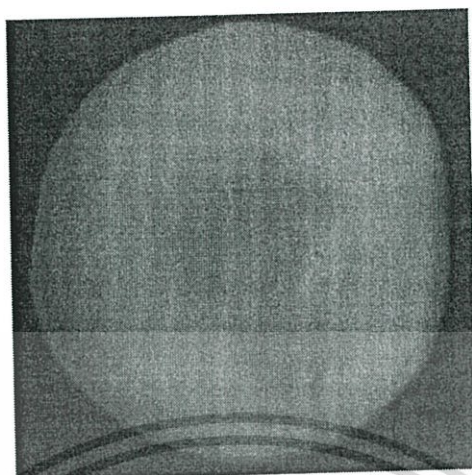
3.2 การประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพจากภาพถ่ายหลายความยาวคลื่นในการวิเคราะห์หอยบกพร่องบนผิวส้ม

สำหรับงานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาของ J. Blasco a, N. Aleixos, J. Gomez และ E. Molto จากมหาวิทยาลัย Universitat Jaume I de Castello ประเทศสเปน ซึ่งได้นำเสนอการนำภาพถ่ายผลส้มที่ความยาวคลื่นต่างๆ มาใช้ในการวิเคราะห์หอยบกพร่องบนผิวส้ม [6] ดังตัวอย่างในรูปที่ 3.3 ถึงรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.3 Visible image [6]

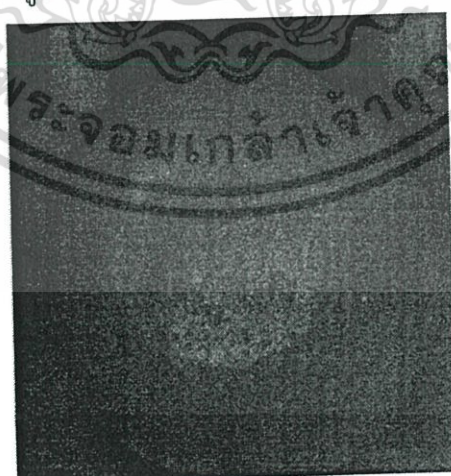
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 Near-infrared image [6]



รูปที่ 3.5 Fluorescence image [6]



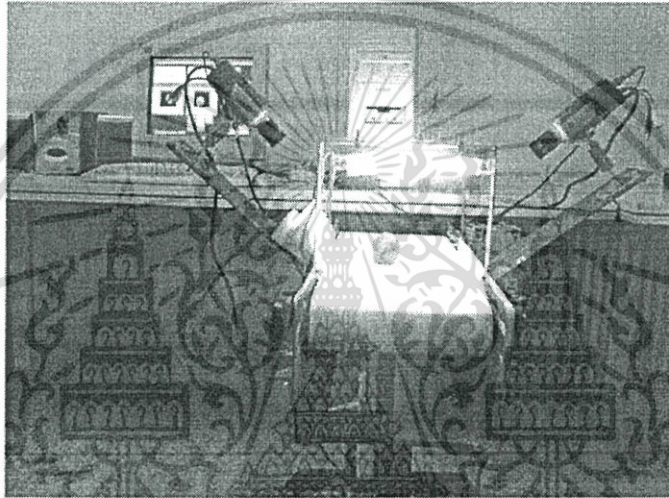
รูปที่ 3.6 Ultraviolet image [6]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

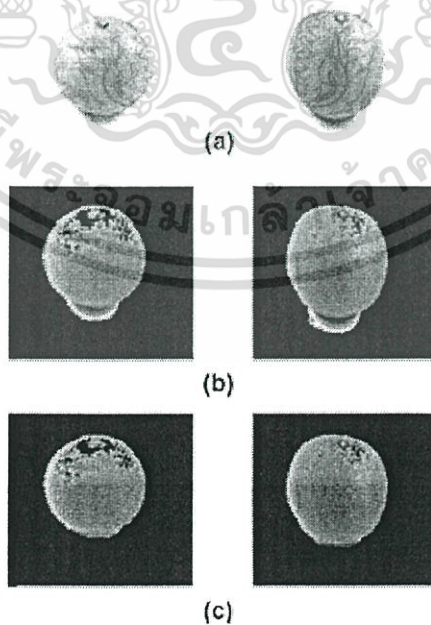
จากรูปที่ 3.3 ถึงรูปที่ 3.6 จะเห็นว่าภาพถ่ายผลส้มในแต่ละความยาวคลื่นจะให้ภาพของรอยบกพร่องที่แตกต่างกันไป ดังนั้นเมื่อนำภาพในแต่ละความยาวคลื่นมาทำการวิเคราะห์พร้อมกันจึงส่งผลให้ความถูกต้องในการคัดแยกเพิ่มขึ้น

3.3 การประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพในการหาขนาดและปริมาตรของผลส้ม

สำหรับงานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาของ M. Omid, M. Khojastehnazhand and A. Tabatabaeifar จากมหาวิทยาลัย Tarbiat Moddares ประเทศอิหร่าน ซึ่งได้นำเสนอการหาขนาดและปริมาตรของผลส้มโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ โดยนำภาพถ่ายผลส้มจากกล้องสองตัวมาทำการวิเคราะห์หาค่าขนาดและปริมาตรของผลส้มที่นำมาทดสอบ [7] ดังตัวอย่างในรูปที่ 3.7 ถึงรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.7 การติดตั้งกล้องสำหรับเก็บข้อมูลภาพส้มของมหาวิทยาลัย Tarbiat Moddares [7]



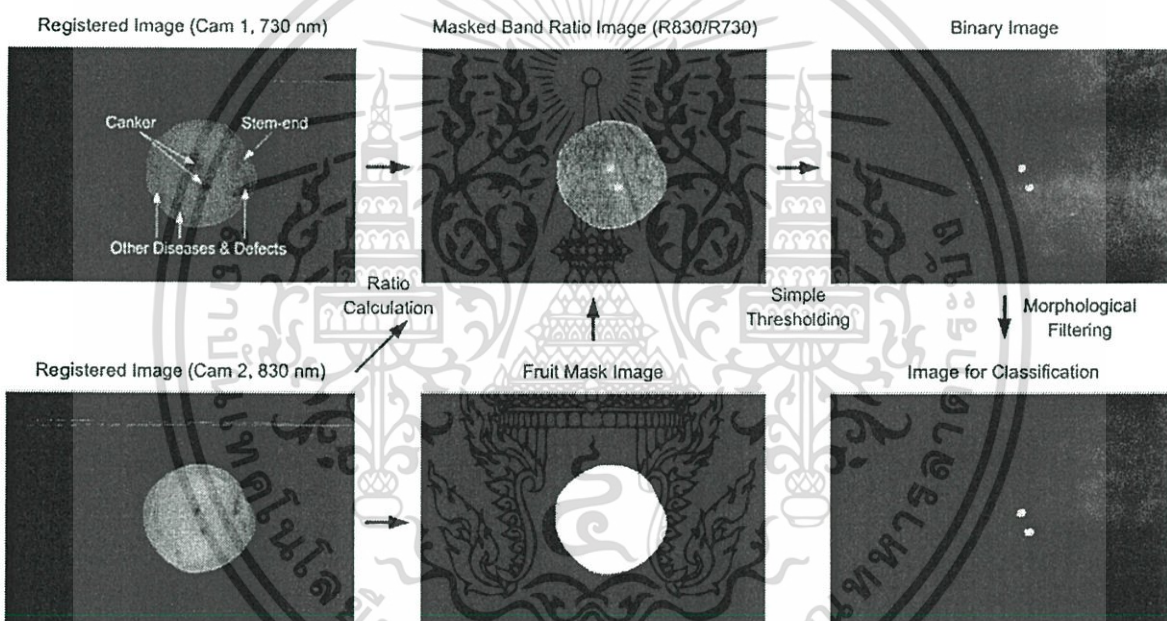
รูปที่ 3.8 ข้อมูลภาพส้มสำหรับการนำไปคำนวณหาขนาดและปริมาตรของผลส้ม [7]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.8 ข้อมูลภาพที่ได้จะถูกนำไปคำนวณหาขนาดและปริมาตรของผลส้มโดยเทคนิคการประมวลผลภาพต่อไป

3.4 การประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพจากภาพถ่ายสองความยาวคลื่นในการวิเคราะห์รอยบกพร่องบนผิวส้ม

สำหรับงานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาของ Jianwei Qin, Thomas F. Burks, Xuhui Zhao, Nikhil Niphadkar and Mark A. Ritenour จากมหาวิทยาลัย University of Florida ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งได้นำเสนอการประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพจากภาพถ่ายสองความยาวคลื่นในการวิเคราะห์รอยบกพร่องบนผิวส้ม โดยทางผู้วิจัยได้นำภาพถ่ายผลส้มที่ความยาวคลื่น 730nm และความยาวคลื่น 830nm มาทำการประมวลผลภาพร่วมกันเพื่อหารอยบกพร่องบนผิวส้ม [8] ดังตัวอย่างที่แสดงในรูปที่ 3.9

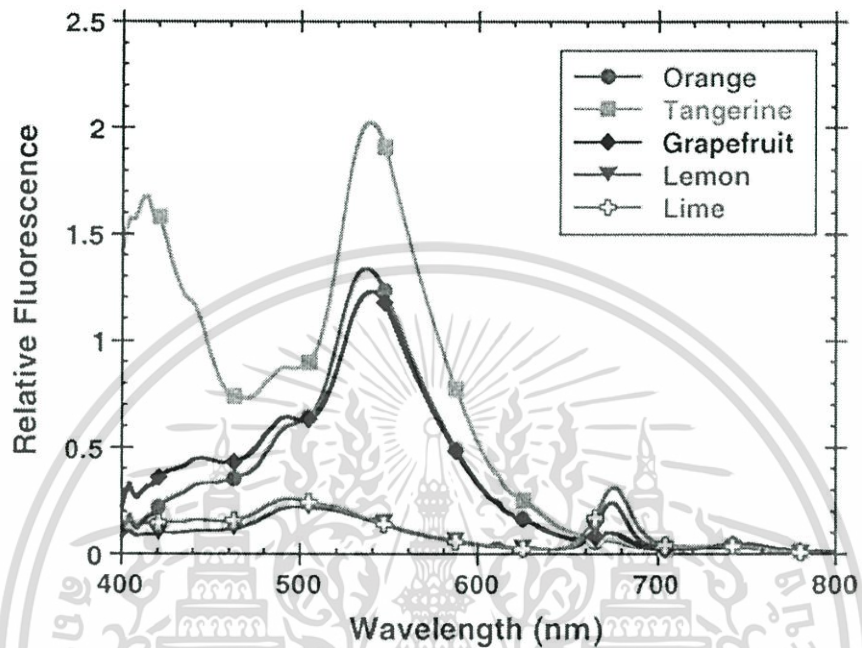


รูปที่ 3.9 ภาพถ่ายสองความยาวคลื่นในการวิเคราะห์รอยบกพร่องบนผิวส้มของ University of Florida [8]

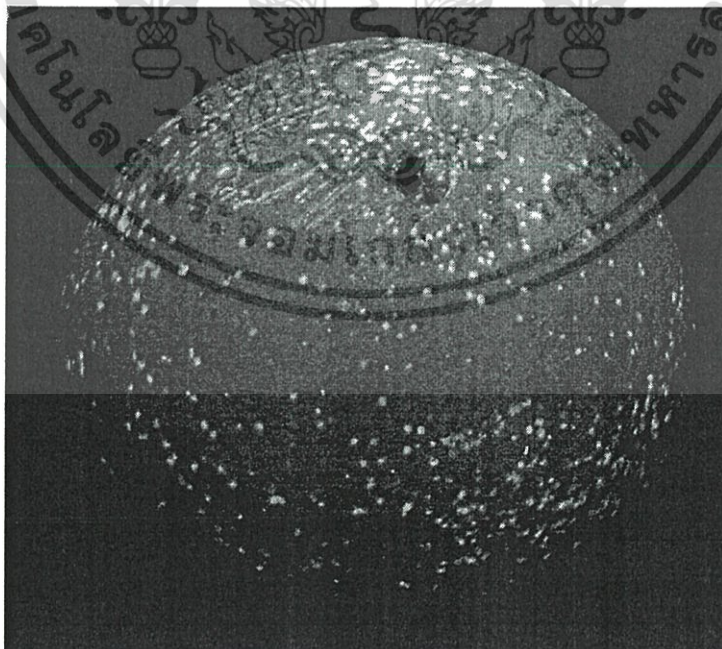
3.4 การประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพโดยใช้ภาพถ่ายอัลตราไวโอเลต ฟลูออเรสเซนซ์ (Ultraviolet Fluorescence) มาตรวจสอบรอยบกพร่องของผิวส้มแช่แข็ง

สำหรับงานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาของ D.C. Slaughter, D.M. Obenland, J.F. Thompsona, M.L. Arpaia and D.A. Margosan จากมหาวิทยาลัย University of California, Riverside ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งได้นำเสนอการประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพโดยใช้ภาพถ่ายอัลตราไวโอเลต ฟลูออเรสเซนซ์ (Ultraviolet Fluorescence) มาตรวจสอบรอยบกพร่องของส้มแช่แข็ง [1] ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 3.10 ถึงรูปที่ 3.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 ความเข้มของแสงฟลูออเรสเซนซ์ที่ความยาวคลื่นต่างๆ เมื่อฉายแสงอัลตราไวโอเลทความยาวคลื่น 365nm ของผลไม้ชนิดต่างๆ [1]



รูปที่ 3.12 ภาพถ่ายอัลตราไวโอเลท ฟลูออเรสเซนซ์ (Ultraviolet Fluorescence) ของผลส้ม [1]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



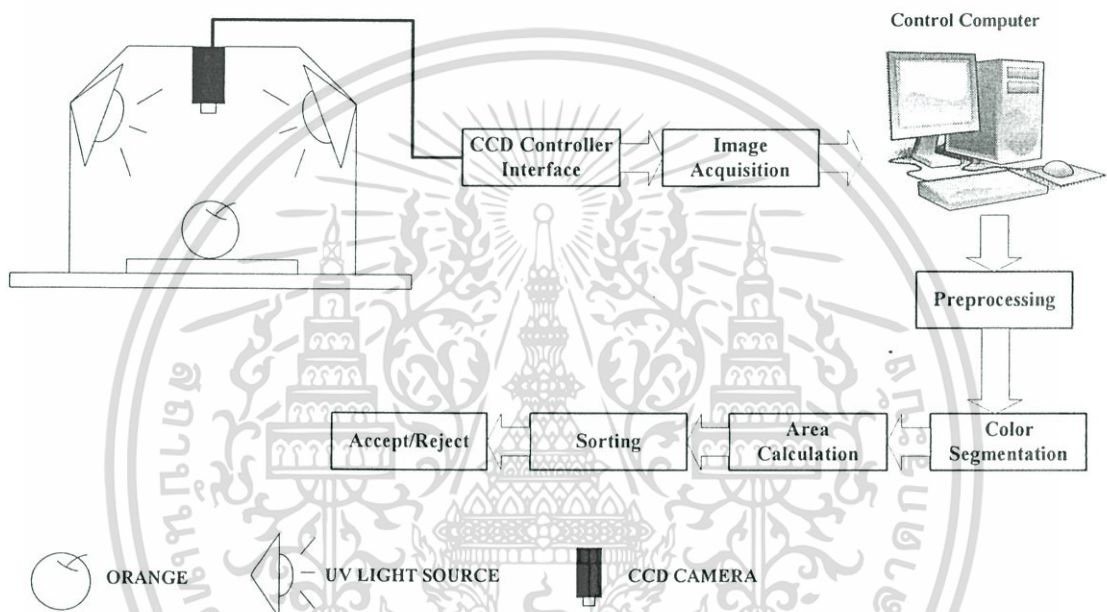
รูปที่ 3.13 ภาพรอยบกพร่องของผิวสัมผัสหลังจากผ่านการประมวลผลภาพ [1]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ระบบตรวจสอบคุณภาพผิวส้มโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ

สำหรับในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดของระบบตรวจสอบคุณภาพผิวส้มโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ โดยระบบที่พัฒนาขึ้นมาจะประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 4.1 วงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับควบคุมการทำงานของระบบ ตู้ตรวจสอบคุณภาพผิวส้ม ระบบสายพานผลส้ม ระบบคัดแยกผลส้ม และโปรแกรมสำหรับควบคุมการทำงานของระบบและประมวลผลภาพ โดยมีรายละเอียดดังนี้

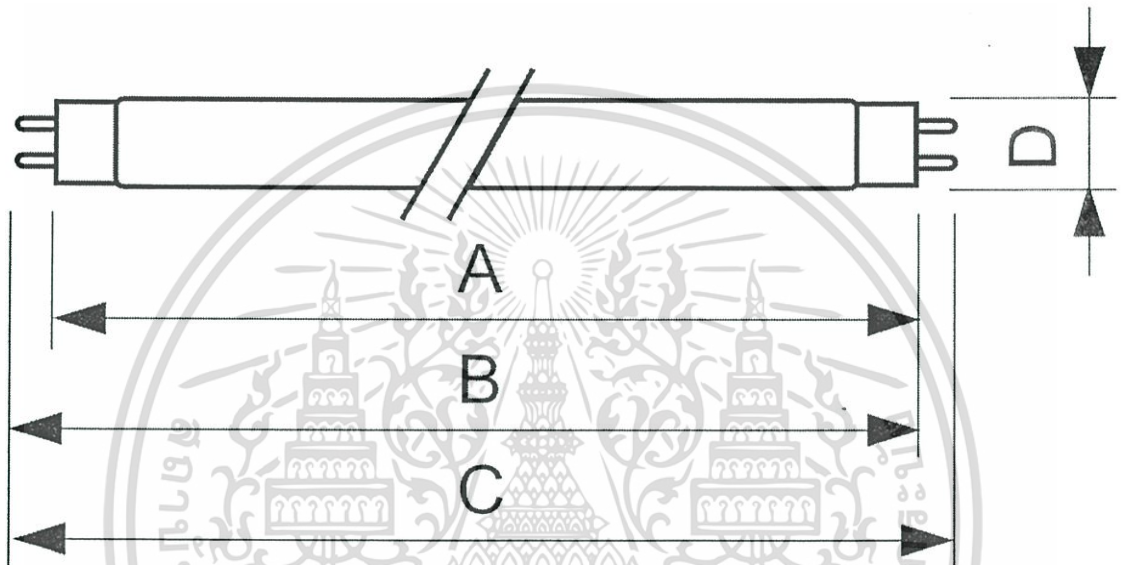
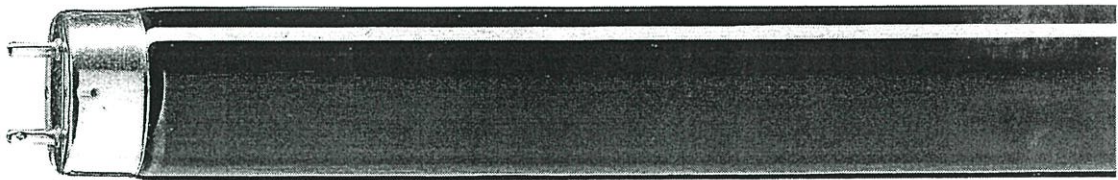


รูปที่ 4.1 ระบบตรวจสอบคุณภาพผิวส้มโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ

จากรูปที่ 4.1 ระบบตรวจสอบคุณภาพผิวส้มโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพจะประกอบด้วยส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้

4.1 หลอดกำเนิดแสงอัลตราไวโอเลต (Ultraviolet Lamp : UV Lamp)

สำหรับหลอดกำเนิดแสงอัลตราไวโอเลตสำหรับใช้ในระบบตรวจสอบคุณภาพผิวส้ม โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพนี้ ทางผู้วิจัยได้เลือกใช้หลอดไฟของบริษัท Philips รุ่น TL 10W BLB ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังรูปที่ 4.2 และรูปที่ 4.3



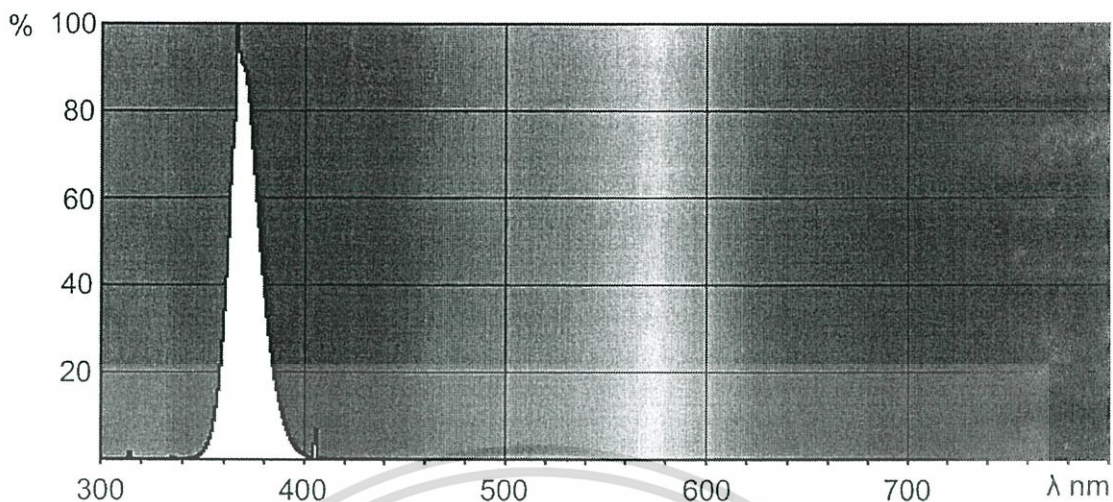
Type	A max.	B min.	B max.	C max.	D max.
Cap/base G5					
'TL'4W	135.9	140.6	143.0	150.1	16.0
'TL'6W	212.1	216.8	219.2	226.3	16.0
'TL'8W	288.3	293.0	295.4	302.5	16.0
Cap/base G13					
'TL'D 10W	331.5	336.2	338.6	345.7	28.0
'TL'D 15W	437.4	442.1	444.5	451.6	28.0
'TL'D 18W	589.8	594.5	596.9	604.0	28.0
'TL'D 30W	894.6	899.3	901.7	908.8	28.0
'TL'D 36W	1199.4	1204.1	1206.5	1213.6	28.0
'TL' 20W RS	589.8	594.5	596.9	604.0	40.5
'TL' 40W RS	1199.4	1204.1	1206.5	1213.6	40.5

รูปที่ 4.2 ขนาดของหลอดไฟที่ใช้ในโครงการวิจัย

<http://www.lighting.philips.com/>

<http://www.100y.com/tw>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 ความยาวคลื่นของแสงจากหลอดไฟที่ใช้ในโครงการวิจัย

<http://www.lighting.philips.com/>

4.2 เว็บแคม (WEBCAM Camera)

สำหรับในโครงการวิจัยนี้ได้เลือกใช้กล้องเว็บแคมเป็นอุปกรณ์ในการถ่ายภาพผลสัมที่นำมาตรวจสอบ ซึ่งข้อดีของการใช้กล้องเว็บแคมก็คือ ราคาถูก สะดวกในการเชื่อมต่อข้อมูลเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ต USB โดยกล้องเว็บแคมที่เลือกใช้ในโครงการวิจัยนี้เป็นของบริษัท Logitech รุ่น HD Webcam C310 โดยลักษณะและรายละเอียดของกล้องเว็บแคมที่ใช้สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.4 และตารางที่ 4.1



รูปที่ 4.4 กล้องเว็บแคมของบริษัท Logitech รุ่น HD Webcam C310 :

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในงานวิจัยเท่านั้น อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

<http://www.logitech.com/>

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 คุณสมบัติของกล้องเว็บแคมของบริษัท Logitech รุ่น HD Webcam C310

กล้องเว็บแคมของบริษัท Logitech รุ่น HD Webcam C310	
ความละเอียด	16 Mega pixels
Resolution	5M pixels
cable	5-foot
Digital Zoom	4X
Port	Hi-Speed USB 2.0
System requirements	<ul style="list-style-type: none"> • 2.4 GHz Intel® Core™2 Duo • 2 GB RAM • 200 MB hard drive space • USB 2.0 port • 1 Mbps upload speed or higher • 1280 x 720 screen resolution

4.3 โปรแกรมสำหรับการควบคุมและประมวลผล

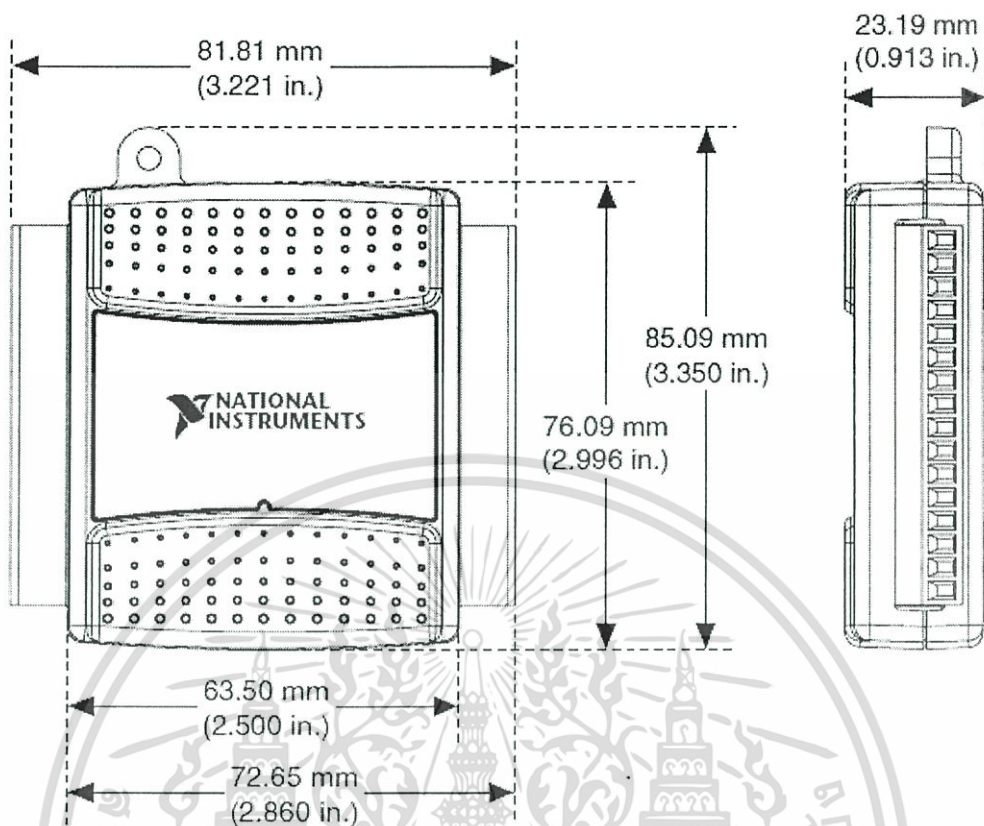
สำหรับในโครงการวิจัยนี้จะใช้โปรแกรม MATLAB ในการทำหน้าที่ควบคุมและประมวลผล โดยโปรแกรมจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ โปรแกรมในการควบคุมระบบและโปรแกรมในการตรวจสอบรอยบกพร่องบนผิวส้ม โดยรายละเอียดของโปรแกรมในแต่ละส่วนสามารถแสดงได้ดังนี้

4.3.1 โปรแกรมในการควบคุมระบบ

สำหรับโปรแกรมในการควบคุมระบบจะใช้สำหรับควบคุมตรวจสอบคุณภาพผิวส้มโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพผ่านการ์ดอินเตอร์เฟซทางพอร์ต USB โดยในโครงการวิจัยนี้เลือกใช้การ์ดอินเตอร์เฟซของบริษัท National Instrument (NI) รุ่น USB-6009 ซึ่งมีลักษณะและคุณสมบัติดังแสดงในตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.5

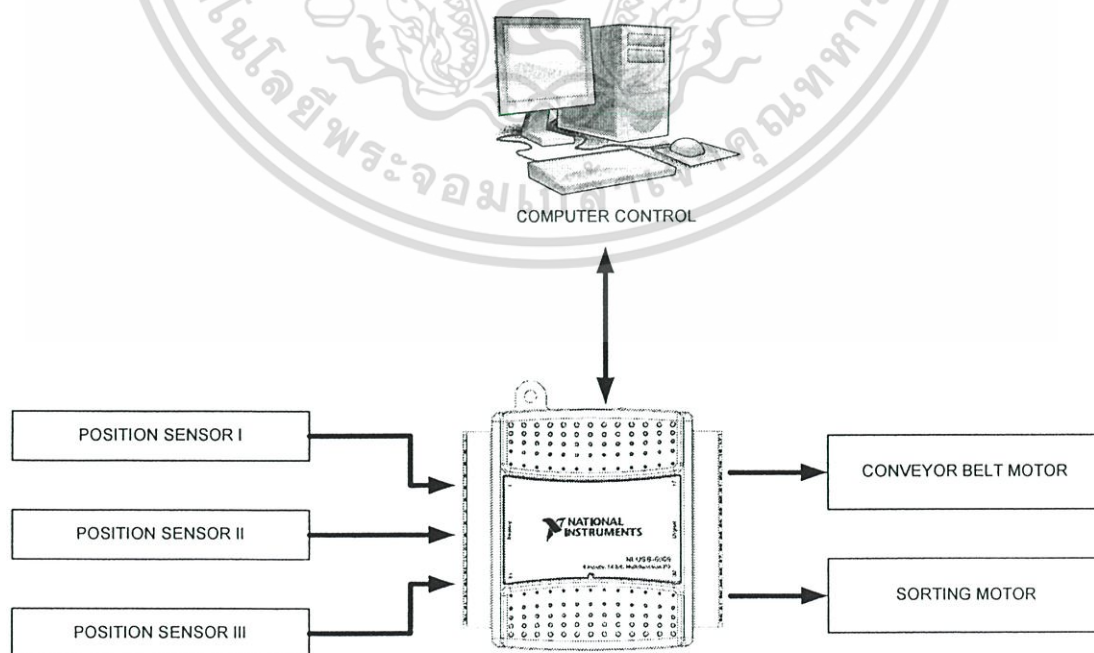
ตารางที่ 4.2 คุณสมบัติของการ์ดอินเตอร์เฟซของบริษัท National Instrument (NI) รุ่น USB-6009 [9]

Feature	NI USB-6008	NI USB-6009
AI Resolution	12 bits differential, 11 bits single-ended	14 bits differential, 13 bits single-ended
Maximum AI Sample Rate, Single Channel*	10 kS/s	48 kS/s
Maximum AI Sample Rate, Multiple Channels (Aggregate)*	10 kS/s	48 kS/s
DIO Configuration	Open collector	Open collector or active drive
* System dependent.		



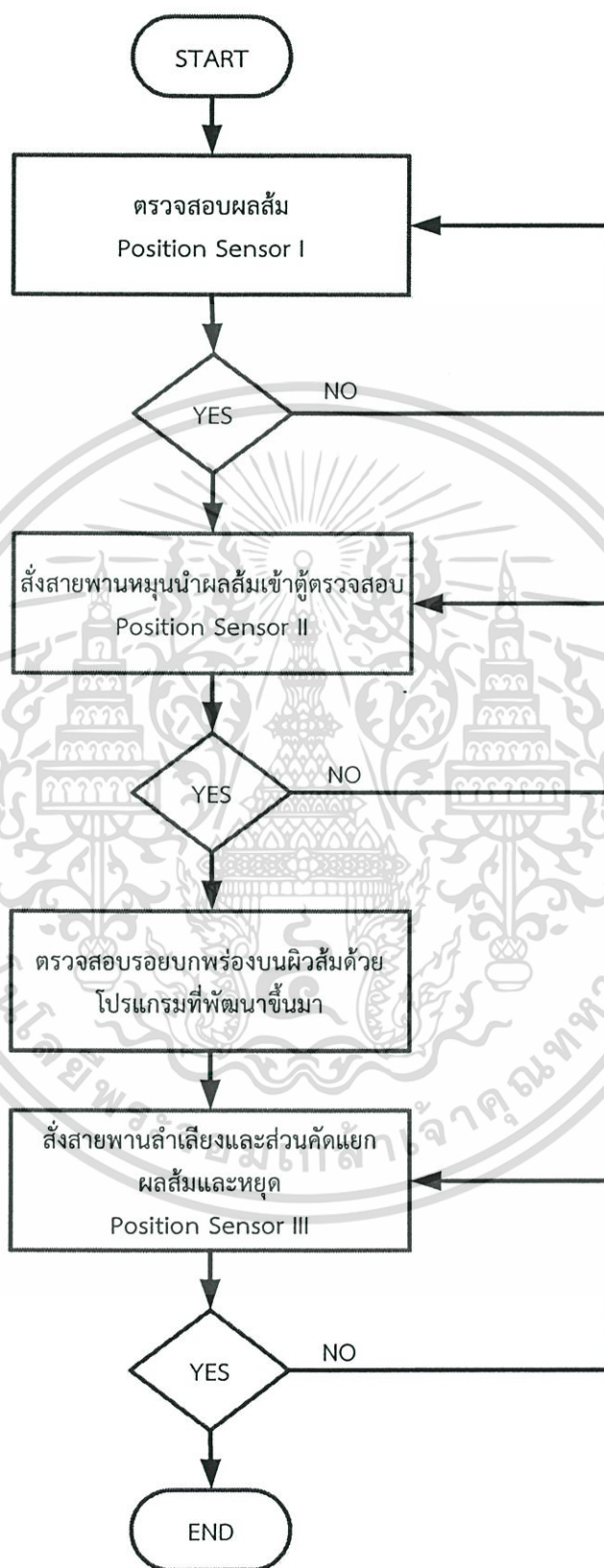
รูปที่ 4.5 ลักษณะของการ์ดอินเตอร์เฟซของบริษัท National Instrument (NI) รุ่น USB-6009 [9]

สำหรับการอินเตอร์เฟซจะถูกนำไปควบคุมส่วนต่างๆ ของระบบตรวจสอบคุณภาพผิวสัมผัส โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพดังแสดงในรูปที่ 4.6



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับรูปที่ 4.6 การเชื่อมต่อการ์ดอินเตอร์เฟซให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับโปรแกรมการทำงานในการควบคุมระบบทั้งหมดสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 ขั้นตอนการทำงานของระบบตรวจสอบคุณภาพผิวส้มโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่บนสื่อออนไลน์ ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

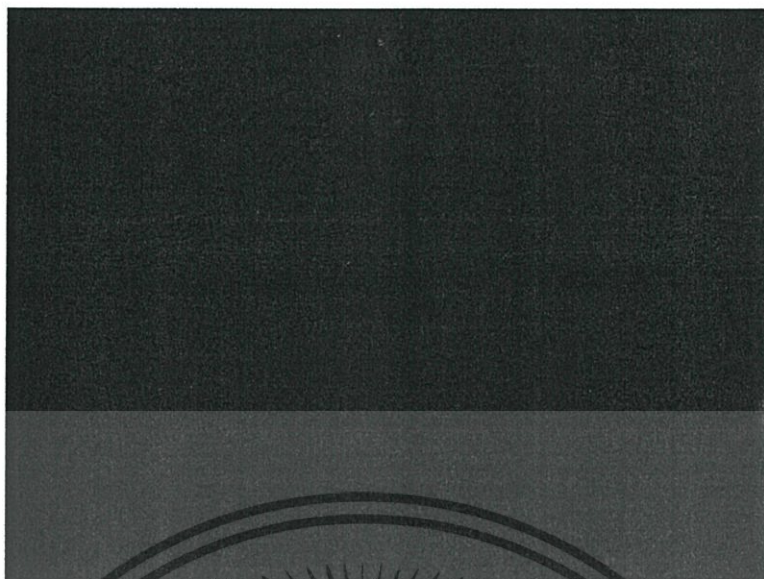
จากรูปที่ 4.7 สำหรับขั้นตอนการทำงานของระบบตรวจสอบคุณภาพผิวส้มโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพจะมีขั้นตอนในการทำงานดังนี้ เริ่มจาก POSITION SENSOR I ซึ่งติดตั้งอยู่ด้านหน้าของสายพาน เพื่อทำหน้าที่ในการตรวจจับผลส้ม เพื่อสั่งการให้มอเตอร์ควบคุมสายพานเคลื่อนนำผลส้มเข้าสู่ตัวตรวจสอบ ซึ่งจะมี POSITION SENSOR II เพื่อทำหน้าที่ตรวจสอบผลส้มให้หยุดพอดีกับระยะเก็บภาพของกล้องเว็บแคมและเก็บภาพเพื่อนำไปประมวลผลด้วยโปรแกรมตรวจสอบรอยบกพร่องบนผิวส้มที่พัฒนาขึ้นมา และเมื่อคอมพิวเตอร์ประมวลผลภาพเสร็จจึงสั่งงานมอเตอร์ควบคุมสายพานทำงานเพื่อนำผลส้มออกไปยังระบบคัดแยกทำการคัดแยกผลส้มที่มีรอยบกพร่องออกไปและหยุดการทำงานของสายพานเมื่อผลส้มเคลื่อนผ่าน POSITION SENSOR III และรองนกว่าจะมีผลส้มใหม่เข้ามาให้ทำการตรวจสอบ

4.3.2 โปรแกรมในการตรวจสอบรอยบกพร่องบนผิวส้ม

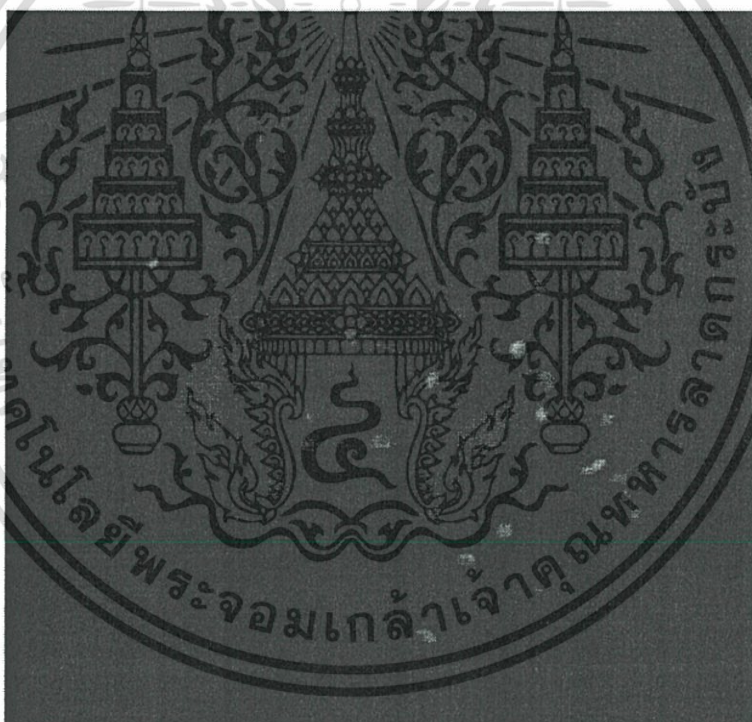
สำหรับการตรวจสอบรอยบกพร่องบนผิวส้มโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพจะเริ่มจากฉายแสงอัลตราไวโอเลตลงบนผิวส้มที่นำมาตรวจสอบซึ่งเมื่อรอยบกพร่องถูกแสงอัลตราไวโอเลต จะเกิดการเปล่งแสงฟลูออเรสเซนซ์ที่มีระดับความเข้มความแตกต่างกันไปโดยขึ้นโดยขึ้นอยู่กับลักษณะของรอยบกพร่องที่เกิดขึ้นบริเวณต่างๆของผลส้ม โดยในส่วนของผลส้มที่มีรอยบกพร่องจะเกิดการเปล่งแสงฟลูออเรสเซนซ์ขึ้นมากดังนั้นถ้าเรานำภาพถ่ายของผลส้มที่ได้ไปทำการประมวลผลด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพ ดังรูปที่ 4.8 ถึง รูปที่ 4.10 เราก็จะสามารถที่จะทำการคัดแยกคุณภาพของผลส้มที่นำมาตรวจสอบได้ โดยใช้ขนาดพื้นที่ของรอยบกพร่องที่คำนวณได้มาใช้ในการประเมิน



รูปที่ 4.8 ลักษณะผลส้มเมื่อทำการฉายด้วยแสงจากหลอดฟลูออเรสเซนซ์



รูปที่ 4.9 ลักษณะผลส้มเมื่อทำการฉายด้วยแสงอัลตราไวโอเลต



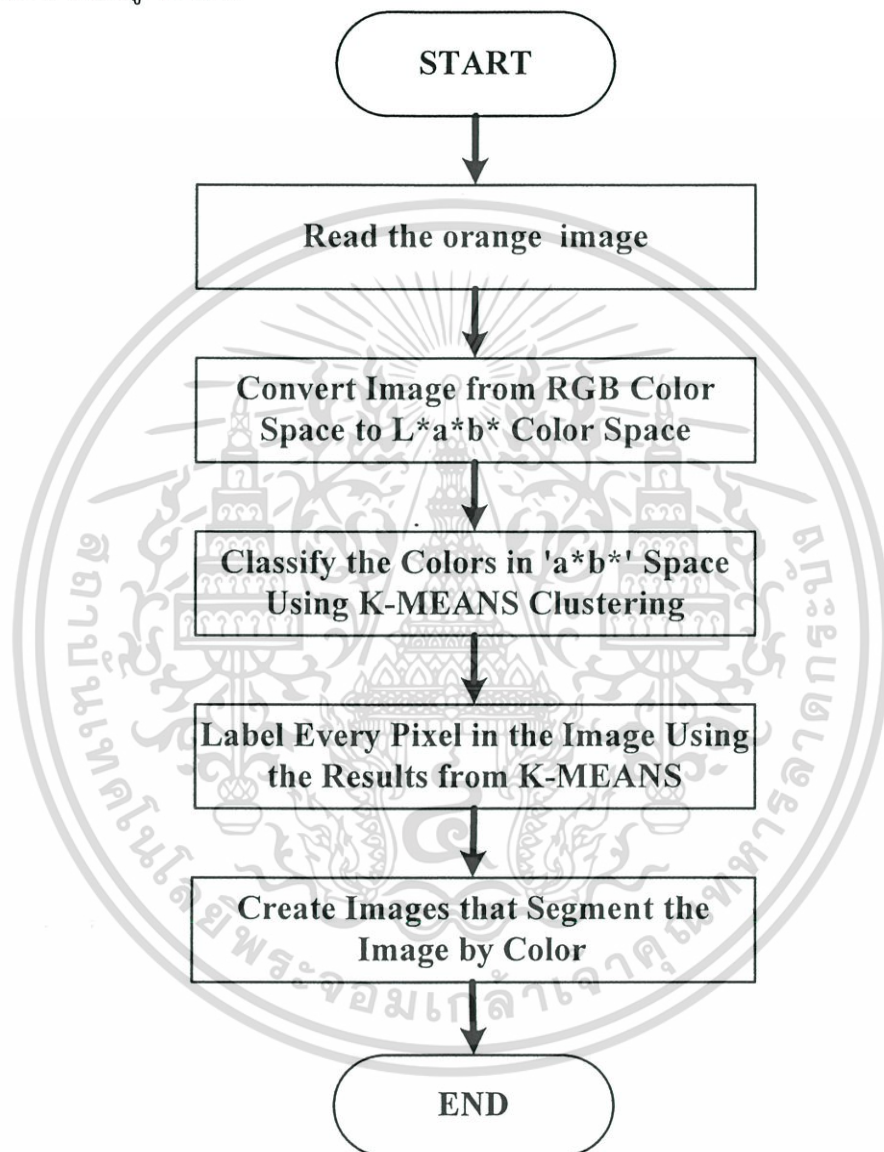
รูปที่ 4.10 ลักษณะผลส้มที่มีรอยบกพร่องเมื่อทำการฉายด้วยแสงอัลตราไวโอเลต

สำหรับโปรแกรมในการตรวจสอบรอยบกพร่องบนผิวส้มโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพจะประกอบด้วยอัลกอริทึม 2 ส่วนคือ อัลกอริทึมในการแยกภาพรอยบกพร่องของผิวส้มออกจากผลส้ม และอัลกอริทึมในการหาค่าพื้นที่ของรอยบกพร่องบนผิวส้ม ดังรายละเอียดต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2.1 อัลกอริทึมในการแยกภาพรอยบกพร่องของผิวส้มออกจากผลส้ม

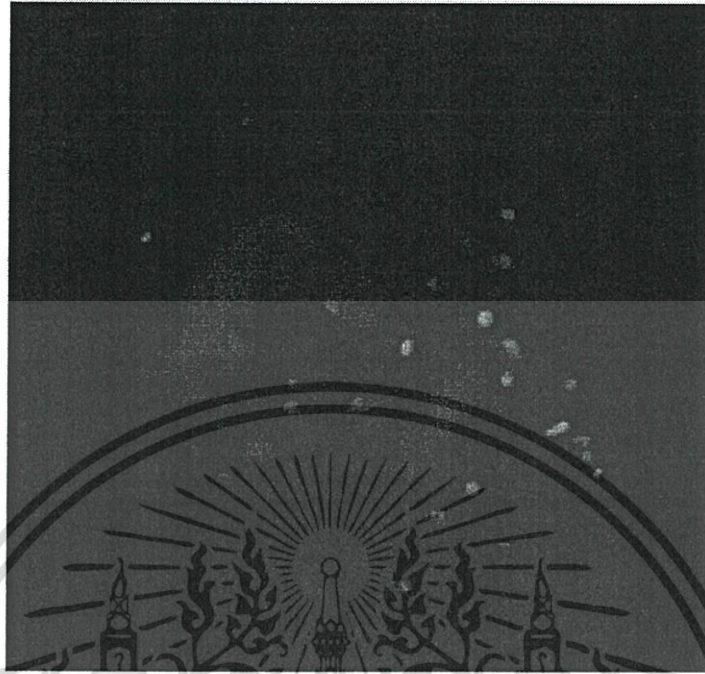
สำหรับอัลกอริทึมนี้จะทำหน้าที่เป็นการแยกพื้นที่สีของผลส้มที่มีรอยบกพร่องออกมา โดยอัลกอริทึมในการประมวลผลภาพจะใช้อัลกอริทึมแบบเคมีน (K-Means clustering) ซึ่งเป็นอัลกอริทึมที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการวิเคราะห์แบ่งกลุ่มข้อมูล (Clustering Analysis) โดยลักษณะขั้นตอนการทำงานของอัลกอริทึมที่ใช้ในการแยกพื้นที่สีของผลส้มที่มีรอยบกพร่องออกมาสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.11



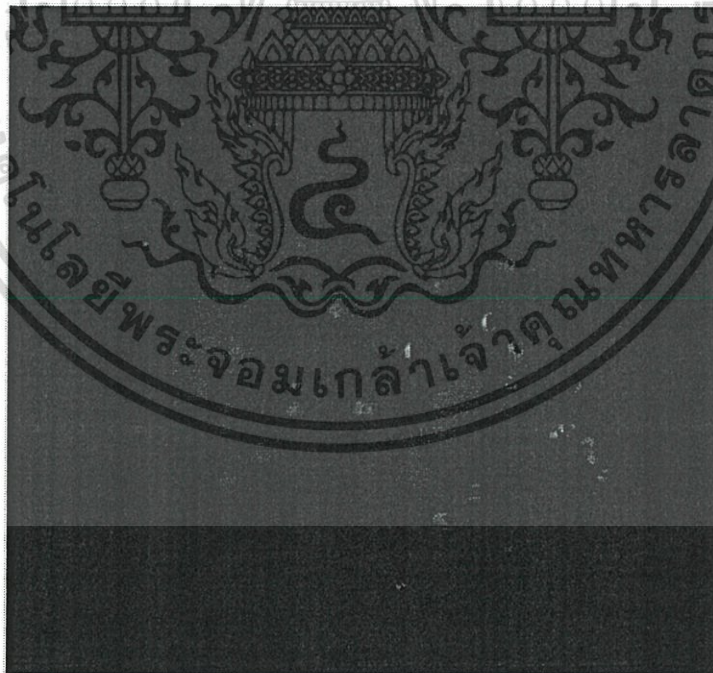
รูปที่ 4.11 อัลกอริทึมในการแยกพื้นที่สีของผลส้มที่มีรอยบกพร่องออกมา

จากรูปที่ 4.11 การการแยกพื้นที่สีของผลส้มที่มีรอยบกพร่องออกมา จะเริ่มจากขั้นตอนที่ 1 การโหลดภาพถ่ายภาพผลส้มที่ถ่ายด้วยกล้องเว็บแคม จากนั้นภาพที่ได้จะถูกนำไปประมวลผลภายในอัลกอริทึม เริ่มจากการแปลงภาพที่ได้นั้นจากระบบสี RGB เป็นระบบสีแบบ $L^*a^*b^*$ Color เพื่อความง่ายในการแยกสีของภาพ จากนั้นใช้ K-Means Clustering เพื่อแยกภาพสีของผลส้มที่มีรอยบกพร่องออกมาซึ่งตัวอย่างการทำงานของอัลกอริทึมสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) ภาพถ่ายผลสัมที่มีรอยบกพร่องเมื่อทำการฉายด้วยแสงอัลตราไวโอเลต



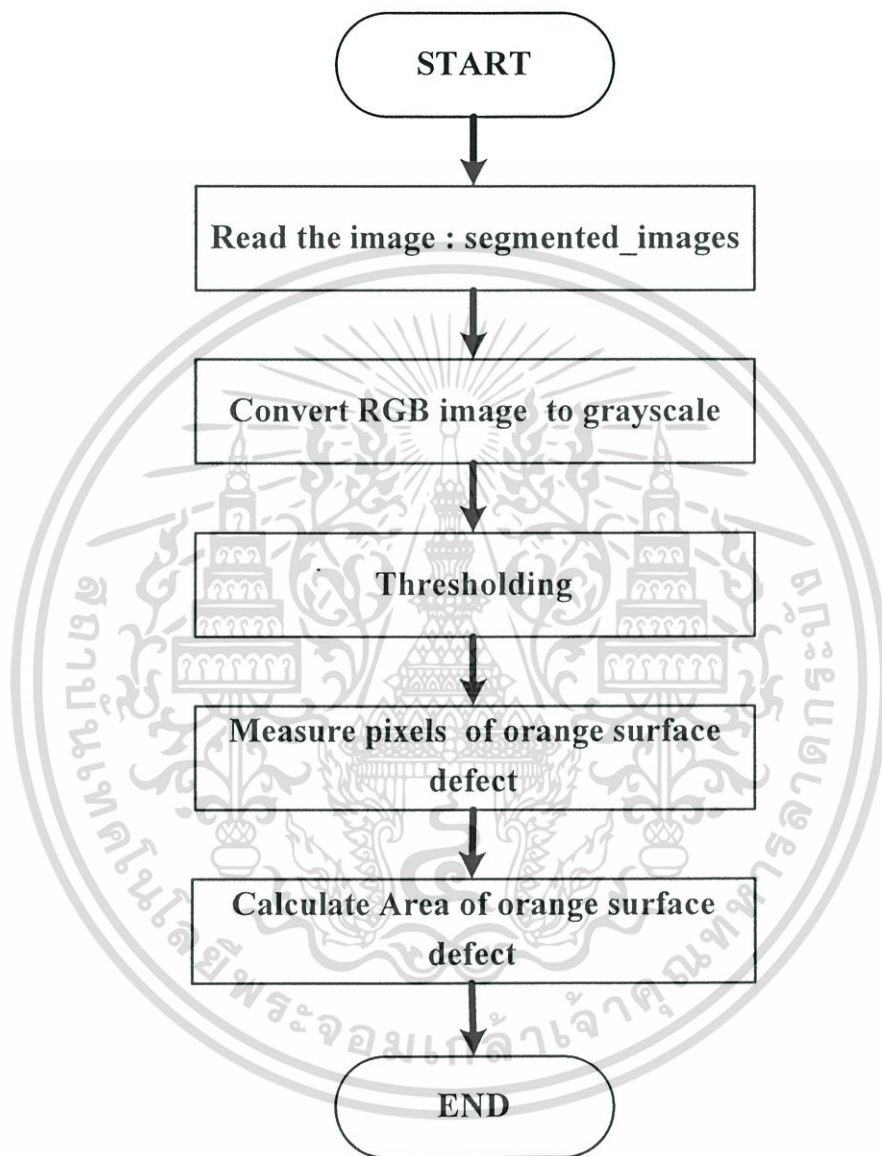
(ข) ภาพผลสัมเมื่อผ่านอัลกอริทึมในการแยกพื้นที่สีของผลสัมที่มีรอยบกพร่องออกมา

รูปที่ 4.12 ผลการทดสอบอัลกอริทึมในการแยกพื้นที่สีของผลสัมที่มีรอยบกพร่องออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2.2 อัลกอริทึมในการหาค่าพื้นที่ของรอยบกพร่องบนผิวส้ม

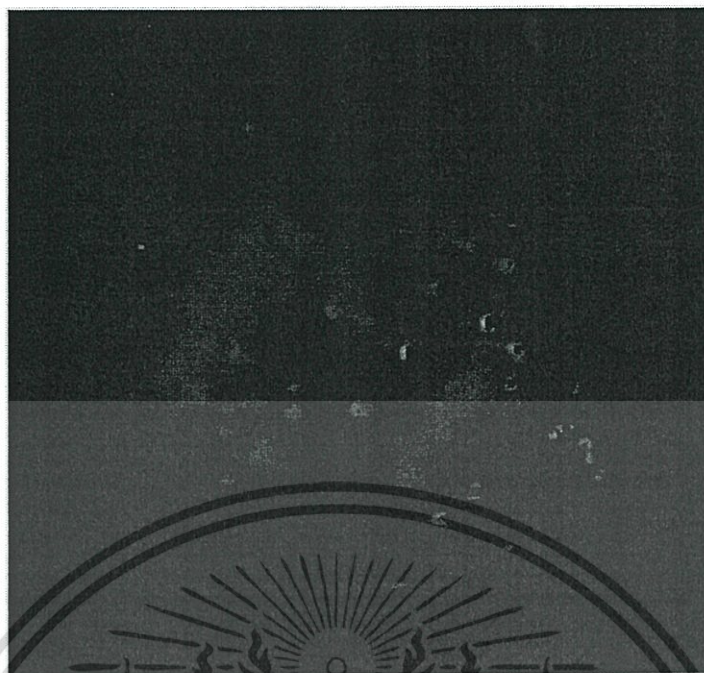
สำหรับอัลกอริทึมส่วนนี้จะทำหน้าที่ในการคำนวณหาค่าของรอยบกพร่องบนผิวส้ม โดยใช้ภาพที่ได้จากอัลกอริทึมในการแยกพื้นที่สีของผลส้มที่มีรอยบกพร่องออกมาใช้เพื่อคำนวณหาค่าพื้นที่ซึ่งขั้นตอนการทำงานพื้นที่ของรอยบกพร่องบนผิวส้มสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 อัลกอริทึมในการหาค่าพื้นที่ของรอยบกพร่องบนผิวส้ม

จากรูปที่ 4.13 ขั้นตอนการทำงานของอัลกอริทึมในการหาค่าพื้นที่ของรอยบกพร่องบนผิวส้ม เริ่มจากนำภาพที่ได้จากอัลกอริทึมในการหาค่าพื้นที่ของรอยบกพร่องบนผิวส้มมาแปลงค่าระบบสีให้กลายเป็น Grayscale จากนั้นใช้คำสั่ง Thresholding เพื่อแปลงค่าภาพให้กลายเป็นรูปของข้อมูลพิกเซล (Pixel) มีสองระดับขั้นตอนต่อไปคือการนับจำนวนพิกเซลของสีในแต่ละภาพเพื่อทำการคำนวณเป็นค่าพื้นที่ของรอยบกพร่องบนผิวส้ม โดยตัวอย่างการทำงานของอัลกอริทึมสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) ภาพผลส้มเมื่อผ่านอัลกอริทึมในการแยกพื้นที่สีของผลส้มที่มีรอยบกพร่องออกมา



(ข) ภาพผลส้มเมื่อผ่านอัลกอริทึมในการหาค่าพื้นที่ของรอยบกพร่องบนผิวส้ม

รูปที่ 4.14 ผลการทดสอบอัลกอริทึมในการหาค่าพื้นที่ของรอยบกพร่องบนผิวส้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

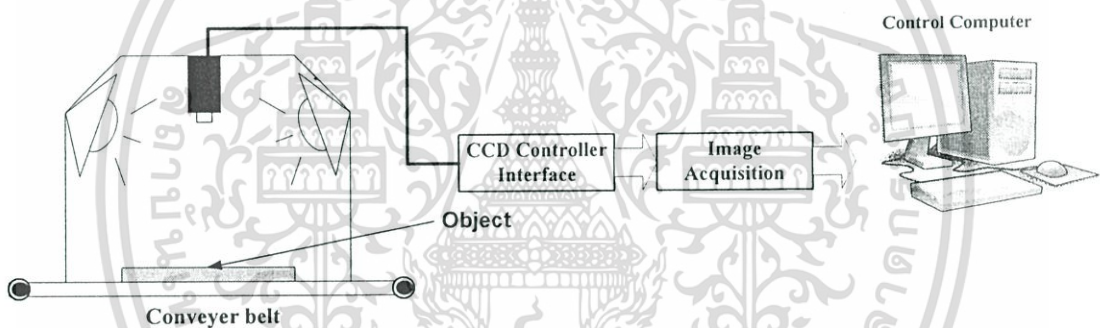
บทที่ 5

การทดสอบระบบตรวจสอบคุณภาพผิวสัมผัส

สำหรับในบทนี้จะกล่าวถึงการทดสอบระบบตรวจสอบคุณภาพผิวสัมผัสโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพที่ได้พัฒนาขึ้นมา โดยการทดสอบระบบจะแยกเป็นส่วนต่างๆ ดังนี้

5.1 การทดสอบหาค่าพื้นที่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ

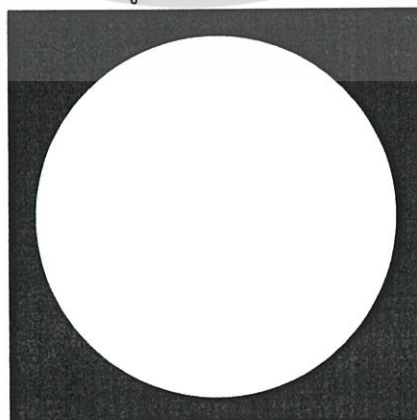
จากการพัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพผิวสัมผัสโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ ซึ่งส่วนที่สำคัญได้แก่การคำนวณหาขนาดหาพื้นที่ของรอยบกพร่องบนผิวสัมผัสและพื้นที่ผิวของสัมผัสทั้งหมด โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพเข้ามาช่วย ดังนั้นค่าความถูกต้องของขนาดพื้นที่ที่วัดได้โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพจะส่งผลต่อความน่าเชื่อถือของระบบที่พัฒนาขึ้นมา โดยในการทดสอบจะนำวัตถุที่ทราบขนาดพื้นที่แน่นอนมาทำการทดสอบดังรูปที่ 5.1 โดยในการทดสอบจะใช้ผลการคำนวณค่าพื้นที่โดยโปรแกรมประมวลผลภาพที่พัฒนาขึ้นมาเทียบกับค่าพื้นที่จริงของวัตถุที่นำมาทดสอบภายใต้รูปแบบของชิ้นงานต่างๆ ดังนี้



รูปที่ 5.1 การทดสอบหาค่าพื้นที่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ

5.1.1 การหาค่าพื้นที่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพในวัตถุทรงกลม

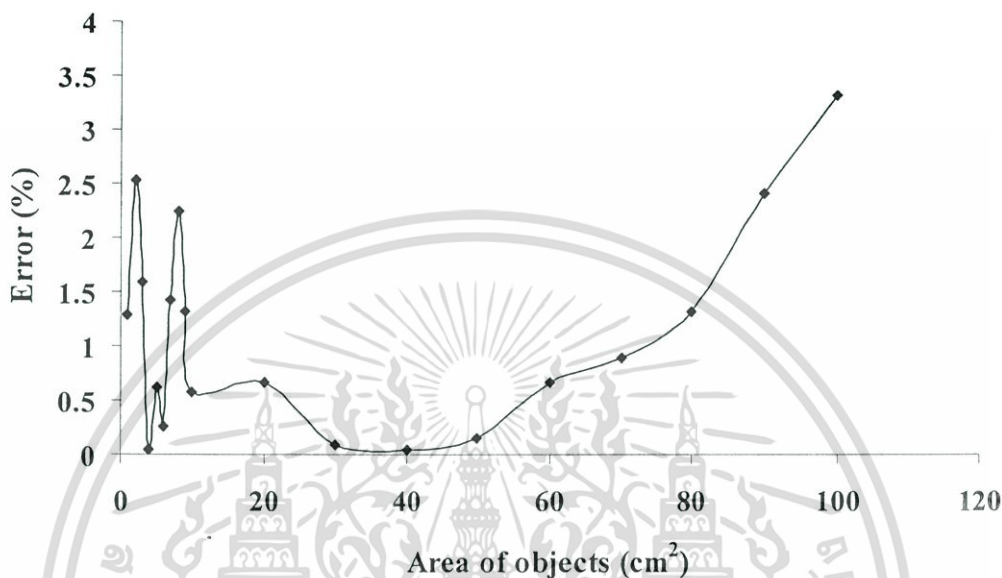
สำหรับการทดสอบนี้จะเป็นการทดสอบหาค่าความผิดพลาดของการหาค่าพื้นที่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพในวัตถุทรงกลมที่มีขนาดต่างๆ โดยในการทดสอบจะนำวัตถุรูปทรงกลมที่มีขนาดตั้งแต่ 1 -100 ตารางเซนติเมตรซึ่งแสดงในรูปที่ 5.1 มาใช้ในการทดสอบ



รูปที่ 5.2 ตัวอย่างของวัตถุกลมที่มีขนาดต่างๆ ที่ใช้ในการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญดาเดินทางไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 5.2 วัตถุรูปทรงกลมที่มีขนาดตั้งแต่ 1 -100 ตารางเซนติเมตรจะถูกนำมาหาค่าพื้นที่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพที่พัฒนาขึ้นมา จากนั้นจึงนำค่าพื้นที่ที่ได้มาคำนวณหาความผิดพลาดเมื่อเทียบกับค่าพื้นที่จริงของวัตถุนั้น โดยค่าความผิดพลาดของวัตถุทรงกลมขนาดต่างๆ สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5.3



รูปที่ 5.3 ค่าความผิดพลาดของวัตถุทรงกลมขนาดต่างๆ

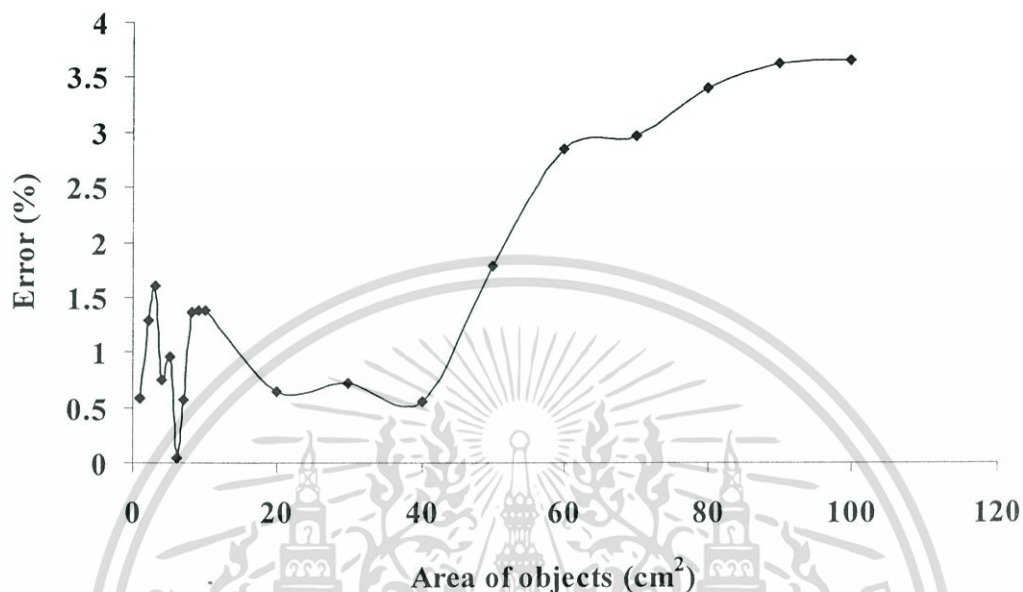
5.1.2 การหาค่าพื้นที่ที่ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพในวัตถุทรงสามเหลี่ยม สำหรับการทดสอบนี้จะเป็นการทดสอบหาค่าความผิดพลาดของการหาค่าพื้นที่ที่ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพในวัตถุทรงสามเหลี่ยมที่มีขนาดต่างๆ โดยในการทดสอบจะนำวัตถุทรงสามเหลี่ยมที่มีขนาดตั้งแต่ 1 -100 ตารางเซนติเมตรซึ่งแสดงในรูปที่ 5.4 มาใช้ในการทดสอบ



รูปที่ 5.4 ตัวอย่างของวัตถุทรงสามเหลี่ยมที่มีขนาดต่างๆ ที่ใช้ในการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

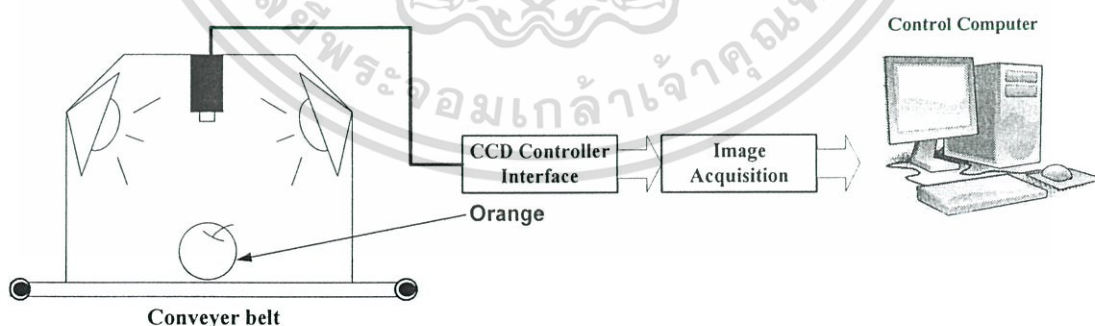
จากรูปที่ 5.4 วัตถุทรงสามเหลี่ยมที่มีขนาดตั้งแต่ 1 -100 ตารางเซนติเมตรจะถูกนำมาหาค่าพื้นที่โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพที่พัฒนาขึ้นมา จากนั้นจึงนำค่าพื้นที่ที่ได้มาคำนวณหาความผิดพลาดเมื่อเทียบกับค่าพื้นที่จริงของวัตถุนั้น โดยค่าความผิดพลาดของวัตถุทรงสามเหลี่ยมขนาดต่างๆ สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5.5



รูปที่ 5.5 ค่าความผิดพลาดของวัตถุทรงสามเหลี่ยมขนาดต่างๆ

5.2 การทดสอบระบบตรวจสอบคุณภาพผิวส้มโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ

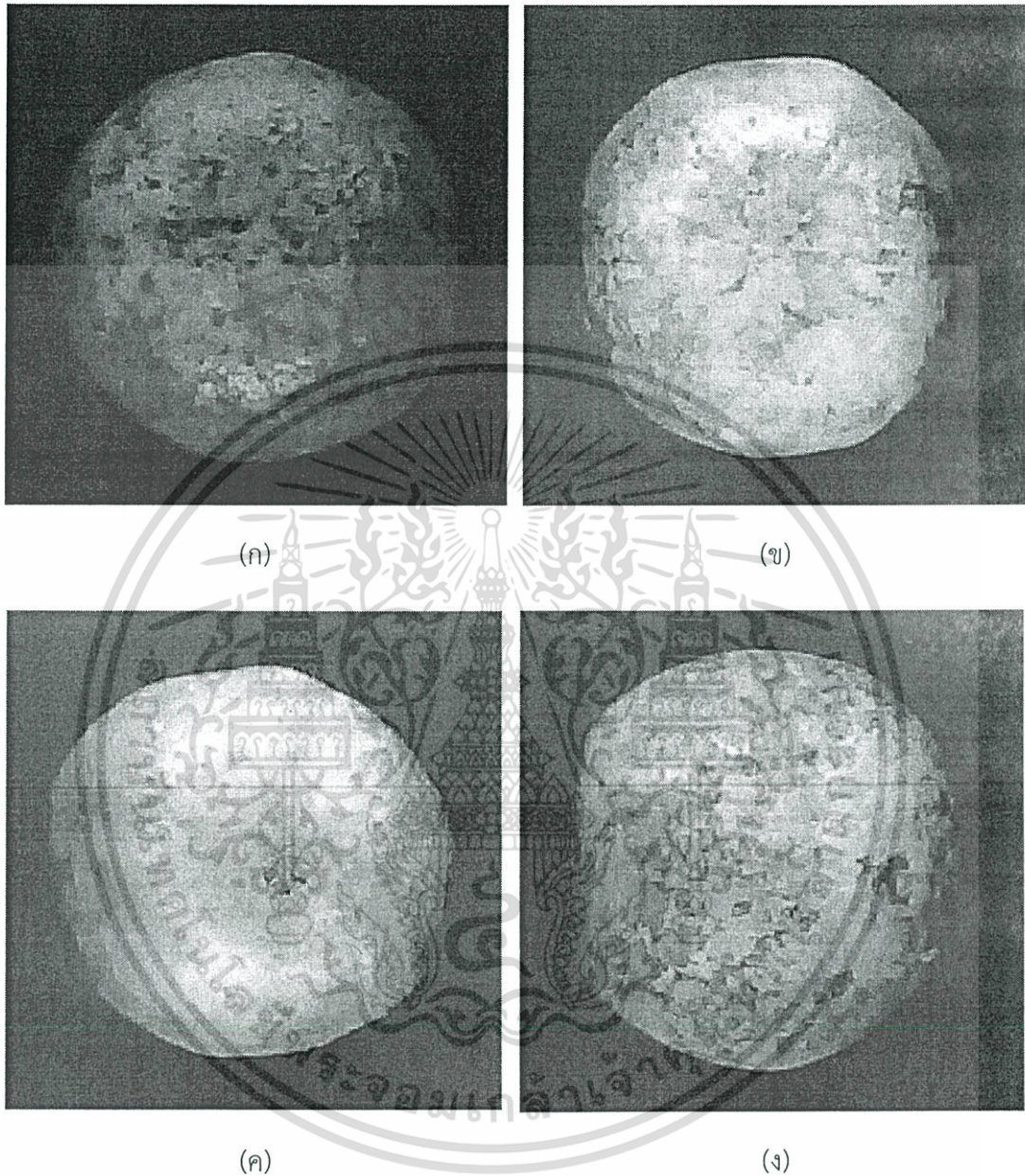
สำหรับการทดสอบนี้จะเป็นการทดสอบระบบตรวจสอบคุณภาพผิวส้มโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพที่ได้พัฒนาขึ้นมากับผลส้มที่มีรอยบกพร่องแบบต่างๆ โดยรูปที่ 5.6 การทดสอบระบบที่ได้พัฒนาขึ้นมา



รูปที่ 5.6 การทดสอบระบบตรวจสอบคุณภาพผิวส้มโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพที่ได้พัฒนาขึ้นมา

จากรูปที่ 5.6 แสดงการทดสอบระบบที่พัฒนาขึ้นมา เราจะทำการนำผลส้มที่มีรอยบกพร่องแบบต่างๆ แล้วทำการทดสอบระบบที่พัฒนาขึ้นมา โดยลักษณะของผลส้มที่มีรอยบกพร่องแบบต่างๆ สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5.7

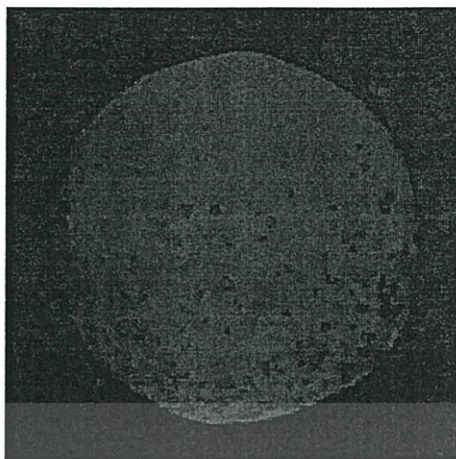
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



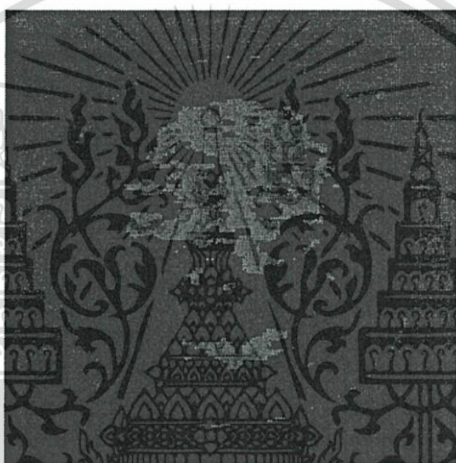
รูปที่ 5.7 ผลสัมที่มีรอยบกพร่องแบบต่างๆ ที่ใช้ในการทดสอบระบบ

- (ก) แบบที่ 1
- (ข) แบบที่ 2
- (ค) แบบที่ 3
- (ง) แบบที่ 4

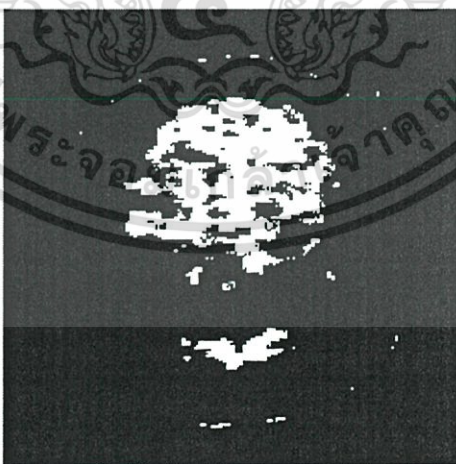
จากรูปที่ 5.7 แสดงผลสัมที่มีรอยบกพร่องแบบต่างๆ ที่นำมาทดสอบระบบตรวจสอบคุณภาพผิวสัมโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพที่ได้พัฒนาขึ้นมา โดยผลการทดสอบสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5.8 ถึงรูปที่ 5.11 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)



(ข)



(ค)

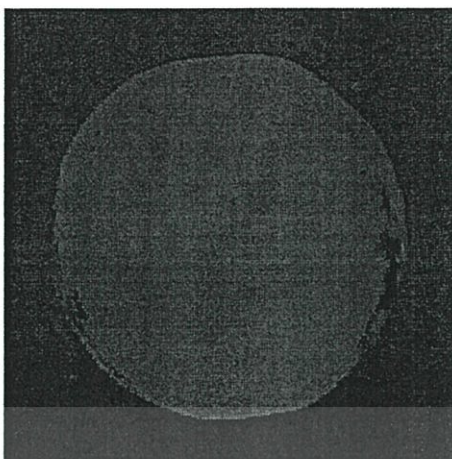
รูปที่ 5.8 ผลการทดสอบสั้มที่มีรอยบกพร่องแบบที่ 1

(ก) ภาพสั้มหลังการฉายแสงอัลตราไวโอเลต

(ข) ภาพสั้มหลังการอัลกอริธึมแบบเคมิน

(ค) ภาพสั้มหลังการทำเทรสโฮลด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเชิงวิชาการเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)



(ข)



(ค)

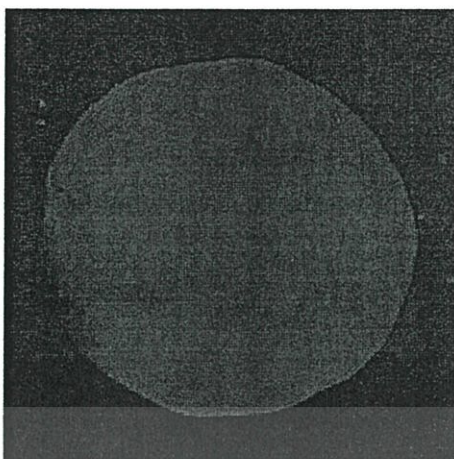
รูปที่ 5.9 ผลการทดสอบส้อมที่มีรอยบกพร่องแบบที่ 2

(ก) ภาพส้อมหลังการฉายแสงอัลตราไวโอเล็ต

(ข) ภาพส้อมหลังการอัลกอริธึมแบบเคมिन

(ค) ภาพส้อมหลังการทำเทรสโฮลด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในของสำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา โดยให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)



(ข)



(ค)

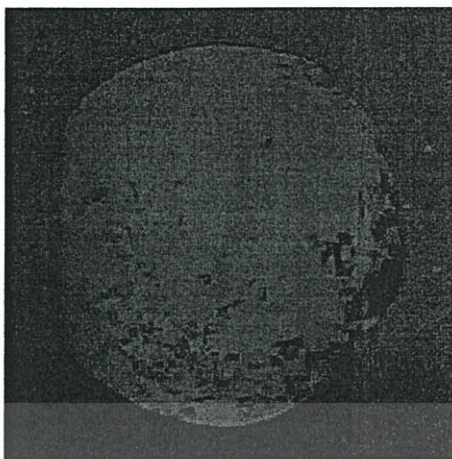
รูปที่ 5.10 ผลการทดสอบสั้ที่มีรอยบกพร่องแบบที่ 3

(ก) ภาพสั้หลังการฉายแสงอัลตราไวโอเลต

(ข) ภาพสั้หลังการอัลกอริธึมแบบเคมึน

(ค) ภาพสั้หลังการทำเทรสโฮลด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานพิเศษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 5.11 ผลการทดสอบสั้มที่มีรอยบกร่องแบบที่ 4

(ก) ภาพสั้มหลังการฉายแสงอัลตราไวโอเล็ต

(ข) ภาพสั้มหลังการอัลกอรึ้มแบบเคมีน

(ค) ภาพสั้มหลังการทำเทรสโฮลด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานที่ภาควิชาวิทยาศาสตร์นิติเวช มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลองในรูปที่ 5.8 ถึงรูปที่ 5.11 เราสามารถคำนวณหาพื้นที่ผิวสัมผัส พื้นที่รอยบกพร่อง และค่าเปอร์เซ็นต์รอยบกพร่องบนผิวสัมผัสได้ดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ค่าเปอร์เซ็นต์รอยบกพร่องบนผิวสัมผัส

แบบสัมผัส	พื้นที่ผิวสัมผัส (ตร.ซม.)	พื้นที่รอยบกพร่อง (ตร.ซม.)	เปอร์เซ็นต์รอยบกพร่อง
1	33.98	5.19	15.28
2	39.70	12.39	31.20
3	37.47	9.42	25.14
4	38.98	12.03	30.86



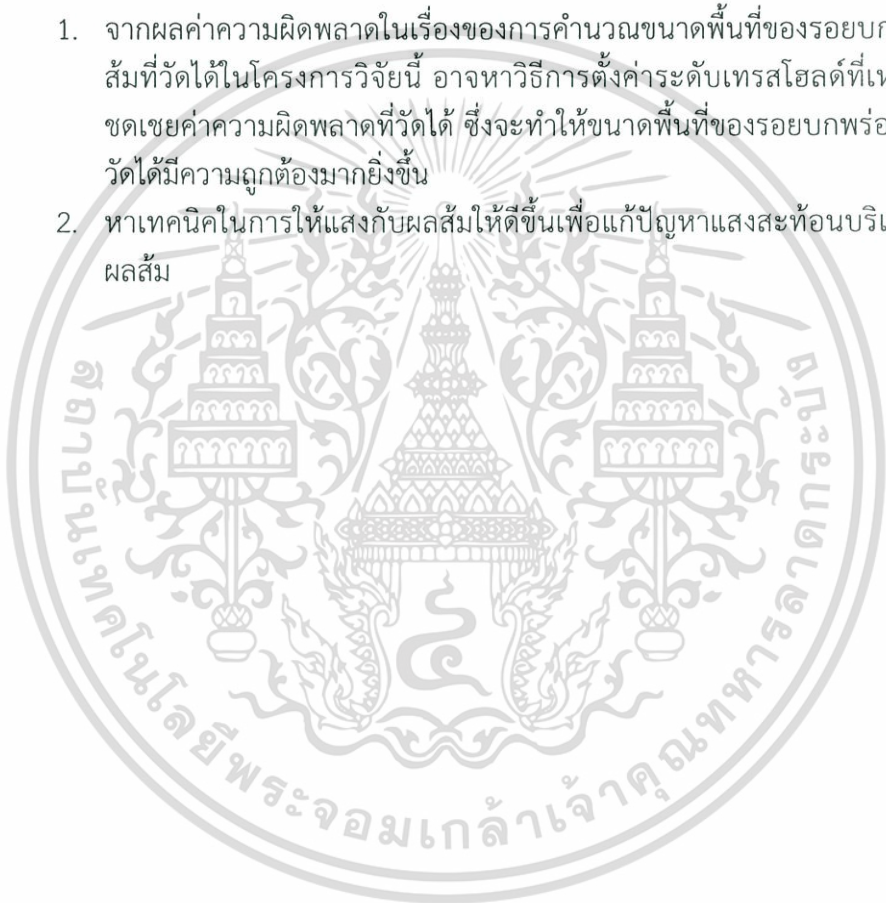
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

บทสรุป

จากการทดสอบระบบตรวจสอบคุณภาพผิวส้มโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพที่ได้ทำการพัฒนาขึ้นมา ผลปรากฏว่าระบบสามารถที่จะตรวจสอบรอยบกพร่องบนผิวส้มได้ แต่อย่างไรก็ตาม การคำนวณขนาดพื้นที่ของรอยบกพร่องบนผิวส้มยังคงมีความผิดพลาดในเรื่องขนาดที่วัดได้ อยู่บ้างเนื่องจากผลของการตั้งค่าระดับเทรสโฮลด์และแสงสะท้อนบริเวณขอบของผลส้ม ซึ่งทางผู้วิจัยสามารถสรุปข้อแนะนำแก่ผู้สนใจที่จะนำระบบตรวจสอบคุณภาพผิวส้มโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพที่ทำการสร้างขึ้น ไปพัฒนาต่อดังนี้

1. จากผลค่าความผิดพลาดในเรื่องของการคำนวณขนาดพื้นที่ของรอยบกพร่องบนผิวส้มที่วัดได้ในโครงการวิจัยนี้ อาจหาวิธีการตั้งค่าระดับเทรสโฮลด์ที่เหมาะสมเพื่อลดเขยค่าความผิดพลาดที่วัดได้ ซึ่งจะทำให้ขนาดพื้นที่ของรอยบกพร่องบนผิวส้มที่วัดได้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น
2. หาเทคนิคในการให้แสงกับผลส้มให้ดีขึ้นเพื่อแก้ปัญหาแสงสะท้อนบริเวณขอบของผลส้ม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7 สรุปผลผลิตที่ได้จากงานวิจัย

จากผลการพัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพผิวส้มโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ เข้ามาช่วยในการตรวจสอบรอยบกพร่องบนผิวส้ม ทั้งนี้เพื่อเป็นการประหยัดแรงงานและค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบผิวส้มก่อนที่จะนำส้มบรรจุลงบรรจุภัณฑ์ ทางผู้วิจัยได้ทำการนำเทคนิคและผลการทดลองของระบบที่พัฒนาขึ้นมาทำการเขียนบทความและได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ในบทความวิชาการระดับนานาชาติ ICIC Express Letters, Part B: Applications An International Journal of Research and Surveys (ISSN : 2185-2766) ในหัวข้อเรื่อง “SYSTEM DEVELOPMENT FOR ORANGE SURFACE DEFECT DETECTION USING IMAGE PROCESSING” ดังรายละเอียดในภาคผนวก ก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- [1] D.C. Slaughter, D.M. Obenland, J.F. Thompsona, M.L. Arpaia, D.A. Margosan, “Non-destructive freeze damage detection in oranges using machine vision and ultraviolet fluorescence” *Postharvest Biology and Technology* 48 (2008) 341–346.
- [2] Da-Wensan, “Computer Vision Technology for Food Quality Evaluation” 1st Edition, Academic Press.
- [3] J. Lu, J. Tan, P. Shatadal and D.E. Gerrard, “Evaluation of pork color by using computer vision” *Meat Science* 56 (2000) 57-60.
- [4] Gamal ElMasry, Sergio Cubero, Enrique Molt and Jos Blasco, “In-line sorting of irregular potatoes by using automated computer-based machine vision system” *Journal of Food Engineering* 112 (2012) 60–68.
- [5] Elena Guzmán, Vincent Baeten, Juan Antonio Fernández Pierna and José A. García-Mesa, “Infrared machine vision system for the automatic detection of olive fruit quality” *Talanta* 116 (2013) 894–898.
- [6] J. Blasco, N. Aleixos, J. Gomez, E. Molto, “Citrus sorting by identification of the most common defects using multispectral computer vision” *Journal of Food Engineering* 83 (2007) 384–393.
- [7] M. Omid, M. Khojastehnazhand and A. Tabatabaeefar, “Estimating volume and mass of citrus fruits by image processing technique” *Journal of Food Engineering* 100 (2010) 315–321.
- [8] Jianwei Qin, Thomas F. Burks, Xuhui Zhao, Nikhil Niphadkar and Mark A. Ritenour, “Development of a two-band spectral imaging system for real-time citrus canker detection” *Journal of Food Engineering* 108 (2012) 87–93.
- [9] www.ni.com

ภาคผนวก ก
บทความวิจัย

- [1] Apinai Rerkratn and Anucha Kaewpoonsuk. "System Development for Chicken Bone Inspection Using Image Processing" SICE Annual Conference 2014, Hokkaido University, Sapporo, JAPAN. September 9-12, 2014. pp. 1344-1347.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Volume 6, Number 4, April 2015

ISSN 2185-2766

ICIC
International

ICIC Express Letters, Part B: Applications

An International Journal of Research and Surveys

Editors-in-Chief

Yan Shi, Tokai University, Japan

Ramesh Agarwal, Washington University, USA

Indexed by *Ei Compendex (Elsevier)*
Scopus (Elsevier)
INSPEC (IET)

Published by ICIC International

<http://www.ijicic.org/icicelb.htm>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ICIC EXPRESS LETTERS, Part B: Applications

Volume 6, Number 4, April 2015

CONTENTS (Continued)

The Method of Anomaly Detection in Image Server Based on the Dendritic Cell Algorithm <i>Sai Liu and Jie Ke</i>	1139
Collision Test and Refined Calculation of Deformation for Accident Vehicle <i>Wangfang Yuan, Lijia Leng, Lang Wei and Weifeng Zhang</i>	1145
Study on Calculation and Reconstruction Technology of Vehicle Falling Accidents <i>Lang Wei, Peng Wang, Wangfang Yuan, Chen Zhao and Weixin Zhou</i>	1151
Robust H_∞ Switching Control of Uncertain Discrete-Time Switched Systems with Interval Time Varying Delay: LMI Optimization Approach <i>Chang-Hua Lien, Jeng-Der Chen, Ker-Wei Yu, Chin-Ian Lee, Ruey-Shin Chen and Hsuan-Ming Feng</i>	1159
The Application of Fuzzy Set to Break-Even Point – A Case of Vanity Box Maker <i>Heng-Sheng Chen</i>	1165
A Combined Method of Target Tracking and Identification <i>Yuan-Li Liu and Chin-Shiuh Shieh</i>	1173
Stock Investment Decision Making Based on Quantitative Association Rules <i>Chong-Ien Lee and Dennis Ginawan</i>	1181
The Effect of O2O on Behavioral Intention and Preference <i>Shuo Zhang and Jong-Ho Lee</i>	1189
An Empirical Analysis of the User Acceptance of Computer Simulations Utilized for Higher Education in Science and Engineering <i>Nangyu Kim, Noo Ri Oh, Jongrak Ruth Lee, Dukyun Nam, Kumwon Cho, Keuntae Cho and Jinsung Yu</i>	1197
Study of Applying Image Detection and Automatic Alarm System to Monitor Elders <i>Yu-Xian Huang, Tun-Chang Lu, Ping-Huei Shie, Yi-Nung Chung, Chih-Chung Yu, Chao-Hsing Hsu, Ghung-Yi Ko, Deng-Yuan Huang and Chang-Te Lin</i>	1205
A Simple Measurement System for Characterizing Piezoelectric Materials <i>Chen-Huei Hsieh, Feng Li, Chi-Sheng Tsai, Nikola Radakovic and Jin-Yan Tsai</i>	1211
Design and Practice of Service-Oriented Platform for Enterprise Technology Innovation <i>Xiaodong Qiao, Yao Liu and Wei Jin</i>	1219
System Development for Orange Surface Defect Detection Using Image Processing <i>Apinai Rerkkrati, Theppit Cheypocsa, Anucha Kaewpoonsuk and Thawatchai Kansri</i>	1225
The Behavior of Sliding Rigid Rod with Friction Force – Preliminary Report – <i>Toru Yukimasa</i>	1231
Fractal Dimension of Cerebrovascular Branch Structure and Its Validation <i>Norikazu Ishimatsu and Masaaki Tamagawa</i>	1237

SYSTEM DEVELOPMENT FOR ORANGE SURFACE DEFECT DETECTION USING IMAGE PROCESSING

APINAI RERKRATN¹, THEPJIT CHEYPOCA¹, ANUCHA KAEWPOONSUK²
AND THAWATCHAI KAMSRI³

¹Faculty of Engineering
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Chulalongkorn Rd., Ladkrabang, Bangkok 10520, Thailand
apinai@yahoo.com

²Physics-Electronics Research Group
Department of Physics
Faculty of Science
Naresuan University
Phitsanulok 65000, Thailand
anuchakunniat@i

³The Microelectronics Center
National Electronics and Computer Technology Center
51/1 Moo 1 Siwatayond Rd., Wangthakien, Muang, Chachoengsao 24000, Thailand
thawatchai.k@hotmail.com

Received March 2014; accepted May 2014

ABSTRACT: This paper presents system development for orange surface defect detection using image processing. The proposed system consists of conveyor belt, Ultraviolet (UV) lamp, CCD Camera, electronic circuits, interface card and computer. K-means clustering and thresholding techniques are used for inspection of surface defect. The orange segments are employed to calculate area of surface defect. The experimental results show that the proposed system can be detection of surface defect.

Keywords: Defect detection, Orange surface, Image processing

1. **Introduction.** Image processing techniques are widely used in many industrial applications [1-3] such as food manufacturing, industrial automation, product inspection, and remote sensing. For food industry, computer vision is used to quality evaluation of many food product such as grading of potatoes, quality evaluation of strawberries, citrus fruits, apples and seafood, quality inspection of poultry carcasses, quality measurement of cooked meats, and quality evaluation of meat cuts.

The orange is the fruit of the citrus species. The quality of orange is based on firmness, maturity, texture, color and shape. Problem of surface defect in many oranges is one of the most influential factors in the price of orange product. Many researchers have proposed method for detection of defect in orange [4-7]. D. M. Bulanon et al. used multispectral imaging algorithm to detect citrus black spots based on hyperspectral image data [4]. J. Gomez-Sanchez et al. proposed hyperspectral system for early detection of rotteness caused by *Penicillium digitatum* in mandarins [5]. A. Jafari et al. presented orange grading based on visual texture features. They proposed non destructive method for grading of orange by skin ratio [6]. J. J. Lopez et al. presented image analysis algorithms for classifying different surface defects in citrus [7]. However, the above mentioned system is very expensive. This paper presents low-cost system development for orange surface defect detection using image processing.

2. **System Description.** The schematic diagram of proposed system for orange surface defect detection using image processing is shown in Figure 1.

From Figure 1, the proposed system consists of conveyer belt, UV lamp, CCD Camera, electronic circuits, interface card and computer. Conveyer belt is used for transporting orange sample into detection box. UV lamp is used to expose ultraviolet light wave length about 340nm to orange sample. CCD camera is employed for image capture. Computer is employed for control system and image analysis. Image acquisition system is used for image capture. A digital image of orange is captured and stored in the computer before analysis by proposed algorithm. The image acquisition system consists of:

1. A CCD camera with 5 megapixels of resolution, transmission rate 30 fps with USB interface for image capture.
2. Notebook computer system for store and analysis of the orange surface image.
3. Two ultraviolet lamps (UV lamps) emit ultraviolet light with part of the spectrum 315-400nm.
4. A wood box with interior of box painted black to minimize background light, which fixes two UV lamps and CCD camera.

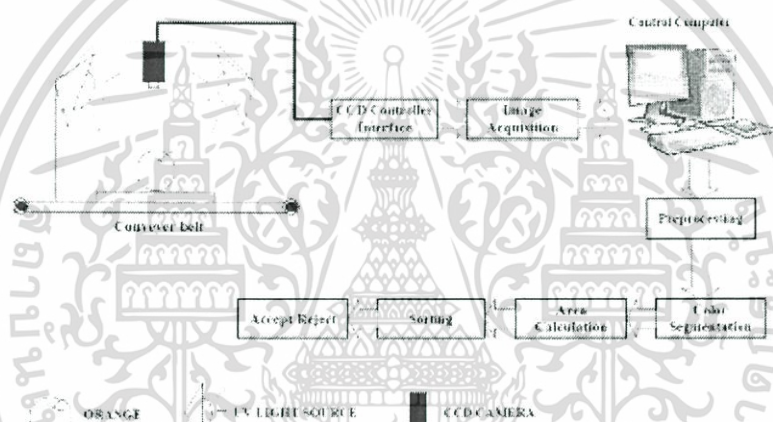


FIGURE 1. Schematic diagram of proposed system for orange surface defect detection using image processing

3. **Image Analysis.** Orange image from the image acquisition system is used for orange surface defect detection by image analysis. Image analysis is separated into two parts as shown in Figure 2.

Figure 2(a) shows image processing algorithm for color segmentation of orange. The algorithm is based on K -means clustering and thresholding technique [1,8,9]. Two classified images are generated by this algorithm, normal and defect surface. The segmentation images are used to calculate area of normal and defect surfaces by algorithm as shown in Figure 2(b). The normal and defect surfaces are used to evaluate quality of orange.

4. **Experimental Results.** To evaluate the performance of the proposed algorithm for calculating area, circular and triangular objects with size of 1 to 100cm² were used in experiments. Figures 3(a) and 3(b) show circular and triangular objects for use in experiments.

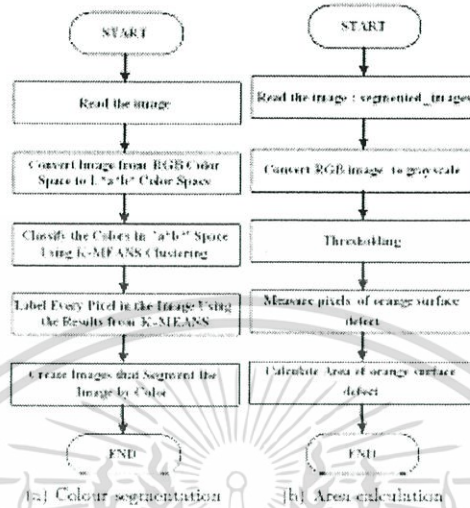


FIGURE 2. Colour segmentation of orange sample and area calculation of orange surface defect

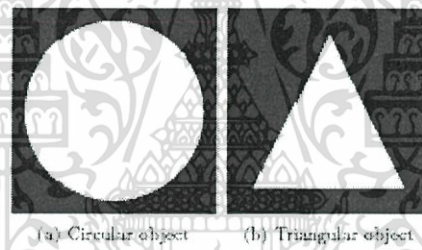


FIGURE 3. Circular and triangular objects for use in experiments

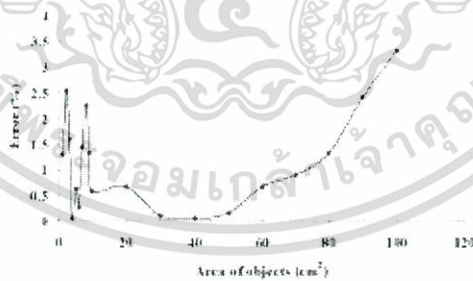


FIGURE 4. Percent errors of circular objects

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

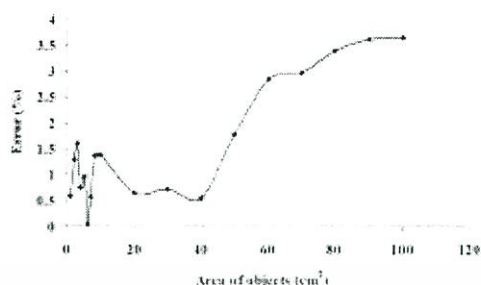


FIGURE 5. Percent errors of triangular objects

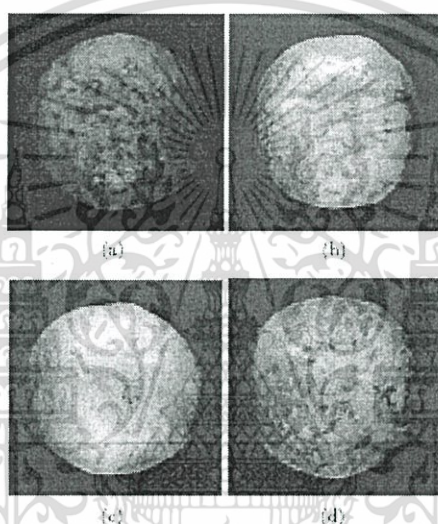


FIGURE 6. Four orange samples for testing the proposed system. (a) Sample I, (b) sample II, (c) sample III and (d) sample IV.

We measured the area of objects and compared with calculable area of the proposed algorithm. Figures 4 and 5 show percent errors of calculable area.

To verify the performance of the proposed system, four orange samples are used for experiment. Figures 6(a)-6(d) show oranges with different types of surface defect orange for testing the proposed system.

Figures 7-10 show segmentation images of orange sample. Figures 7(a), 8(a), 9(a) and 10(a) show orange images after exposing ultraviolet light. Figures 7(b), 8(b), 9(b) and 10(b) show color segmentation images in a part of surface defect for orange samples I, II, III, and IV, respectively. Figures 7(c), 8(c), 9(c) and 10(c) show the images of Figures 7(b), 8(b), 9(b) and 10(b) after using thresholding technique, which can distinguish the image of surface defect. Table 1 shows percentage of surface defect of orange samples that calculate from area of surface orange and defect.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

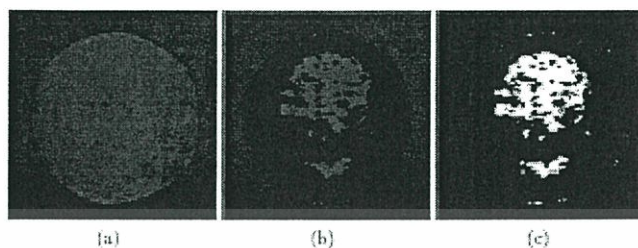


FIGURE 7. Segmentation images of orange sample I. (a) Orange images after exposing ultraviolet light, (b) color segmentation images in a part of surface defect and (c) after using thresholding technique.

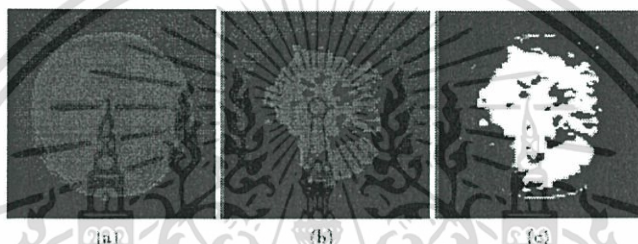


FIGURE 8. Segmentation images of orange sample II. (a) Orange images after exposing ultraviolet light, (b) color segmentation images in a part of surface defect and (c) after using thresholding technique.



FIGURE 9. Segmentation images of orange sample III. (a) Orange images after exposing ultraviolet light, (b) color segmentation images in a part of surface defect and (c) after using thresholding technique.

TABLE 1. Percentage of surface defect of orange samples

Sample	Area of surface orange (cm ²)	Area of surface defect (cm ²)	Percentage of surface defect
I	33.98	5.19	15.28
II	39.70	12.39	31.20
III	37.47	9.42	25.14
IV	38.98	12.03	30.86

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

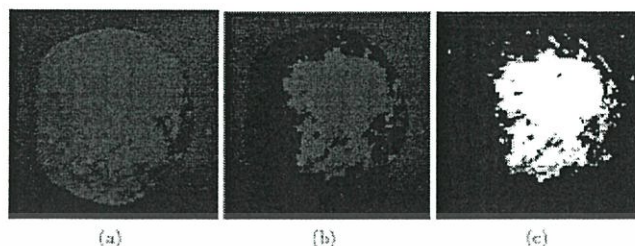


FIGURE 10. Segmentation images of orange sample IV. (a) Orange images after exposing ultraviolet light, (b) color segmentation images in a part of surface defect and (c) after using thresholding technique.

5. **Conclusion.** System development for orange surface defect detection using image processing has been detailed in this paper. Experimental results with orange samples have been shown satisfying evaluation of the proposed system. The experimental results showed the proposed system can detect surface defect of orange sample.

REFERENCES

1. D.-E. Sun, *Computer Vision Technology for Food Quality Evaluation*, Elsevier Inc., 2008.
2. S. Gunasekaran, Computer vision technology for food quality assurance, *Trend in Food Science & Technology*, vol.7, pp.245-256, 1996.
3. T. Brosnan and D.W. Sun, Inspection and grading of agricultural and food products by computer vision systems – A review, *Computers and Electronics in Agriculture*, vol.36, pp.193-213, 2002.
4. D. M. Balamon, T. P. Burks, D. C. Kim and M. A. Rtenour, Citrus black spot detection using hyperspectral image analysis, *Agric. Eng. Int.: CIGR Journal*, vol.15, no.3, pp.171-180, 2013.
5. J. Gomez-Sanchez, L. Gomez-Chova, N. Aleixos, G. Camps-Valls and C. Montesinos-Herrero, Hyperspectral system for early detection of rotteness caused by *Penicillium digitatum* in mandarins, *Journal of Food Engineering*, vol.89, no.1, pp.80-86, 2005.
6. A. Jafari, M. R. Zareizadeh and A. Fazyeli, Orange grading based on visual texture features, *International Conference of Agricultural Engineering (CIGR-AgEng2012)*, Valencia Conference Centre, Valencia, Spain, 2012.
7. J. J. Lopez, E. Aguilera and M. Cobos, Defect detection and classification in citrus using computer vision, *Neural Information Processing Lecture Notes in Computer Science*, vol.5364, pp.11-18, 2009.
8. A. S. B. Summa and R. A. Salam, Adaptation of K-means algorithm for image segmentation, *Proc. of World Academy of Science, Engineering and Technology*, vol.50, pp.58-62, 2009.
9. A. Z. Chitade and D. S. K. Kasiyar, Color based image segmentation using K-means clustering, *International Journal of Engineering Science and Technology*, vol.2, no.10, pp.5319-5325, 2010.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
ข้อมูลประวัติผู้วิจัย

1. ชื่อ-สกุล (ภาษาไทย) นาย เทพจิตร์ เชยโภคา
(ภาษาอังกฤษ) Mr. THEPJIT CHEYPOCA
2. เลขหมายประจำตัวประชาชน 3102000251289
3. ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์

4. หน่วยงานที่สังกัดและที่อยู่ติดต่อได้สะดวก
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520
โทรศัพท์ 0-2739-2407 โทรสาร 0-2739-2406
E-mail : kcthepji@kmitl.ac.th

5. ประวัติการศึกษา

วุฒิ	ปี พ.ศ. ที่จบ	ชื่อสถานศึกษา
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต วศ.ม. (วิศวกรรมระบบควบคุม)	2552	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต วศ.บ. (วิศวกรรมไฟฟ้า)	2539	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
วงจรรีเลย์ทรอนิกส์ และระบบควบคุม

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยและงานวิจัยทั้งภายในและภายนอก
ประเทศ : ระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัยหรือชุด
โครงการวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละเรื่อง เป็นต้น

7.1 โครงการวิจัย

- 7.1.1 โครงการ “การปรับปรุงประสิทธิภาพของซีเอ็นซี 3 แกน”
สถานภาพในการทำวิจัย “หัวหน้าโครงการวิจัย”
งบประมาณ พ.ศ. 2555 คณะวิศวกรรมศาสตร์ สจ.ล.

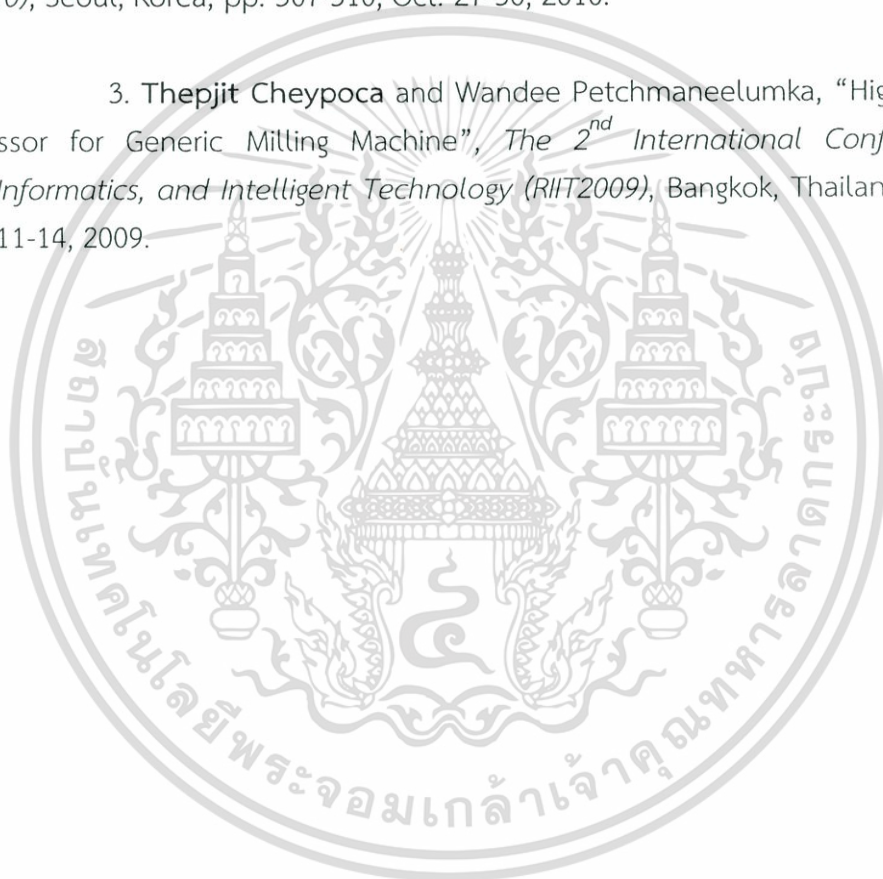
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.2 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : ชื่อเรื่อง ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และสถานภาพในการทำวิจัย

1. Thepjit Cheypoca, Chanon Lekthamrong, Chitpol Koomgaew, Virot wuti and Vanchai Riewruja, “High Efficiency Postprocessor for Generic NC Machine” *International Conference on Control, Automation and Systems 2010 (ICCAS 2010)*, Seoul, Korea, pp. 511-514, Oct. 27-30, 2010.

2. Thepjit Cheypoca, Wandee Petchmaneelumka, Sirichai Tammaruckwattana, and Vanchai Riewruja, “Bitmap Picture to Toolpaths Converter for NC Machine”, *International Conference on Control, Automation and Systems 2010 (ICCAS 2010)*, Seoul, Korea, pp. 507-510, Oct. 27-30, 2010.

3. Thepjit Cheypoca and Wandee Petchmaneelumka, “High Precision Postprocessor for Generic Milling Machine”, *The 2nd International Conference on Robotics, Informatics, and Intelligent Technology (RIIT2009)*, Bangkok, Thailand, pp. 118-122, Dec. 11-14, 2009.





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้