

บทความวิจัย

การศึกษาวิธีการตรวจสอบราขาวบนผิวเนื้อยางแผ่น โดยใช้วิธีการประมวลผลภาพ

A Study of Inspection of White Mould on Surface Rubber Sheets Using Image Processing

สิทธิโชค อุ่นแก้ว

Sittichok Aunkaew

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่
Department of Computer Engineering, Faculty of Engineering, Prince of Songkla University

ธเนศ เคารพพงศ์

Thanate Khaorapong

Ph.D. (Electrical Engineering)

ผู้ช่วยศาสตราจารย์, ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
วิทยาเขตหาดใหญ่

Assistant Professor, Department of Computer Engineering, Faculty of Engineering,
Prince of Songkla University

มนตรี กาญจนะเดชะ

Montri Karnjanadecha

Ph.D. (Electrical Engineering)

ผู้ช่วยศาสตราจารย์, ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
วิทยาเขตหาดใหญ่

Assistant Professor, Department of Computer Engineering, Faculty of Engineering,
Prince of Songkla University

คำสำคัญ : เครื่องมือ, การตรวจสอบ, การจำแนก, ยางแผ่น, การประมวลผลภาพดิจิทัล, ราขาว

Keywords : Instrument, Inspection, Classification, Rubber Sheets, Digital Image Processing, White Mould

Abstract

This study presents the instrument for inspection of white mold on the surface of rubber sheets. The aim of this testing is to classify white-molded rubber sheets from the clean ones by means of the application of Digital Image Processing. This is because of a great number of agricultural products for quality testing as well as a limitation of optimal classification during a long period. Hence, human vision can be replaced by digital camera as a machine vision. Then it is transmitted to the processing unit that works by means of a computer with Algorithm process and digital image processing displaying the results of the classification. There are 4 parts of the testing instrument; a set of light control, an image acquisition, a micro computer and monitor. As a result of development of a prototype of white-molded rubber sheets, it indicates that there is 97.50% of correction of classification with a comparable speed of optimal testing. Thus, this technique is able to help create and develop an automatic instrument for testing and classifying rubber sheets in the future.

บทคัดย่อ

การศึกษานี้ได้นำเสนอเครื่องมือตรวจสอบราขาวบนผิวเนื้อยางแผ่น ซึ่งใช้ในการจำแนกยางแผ่นที่มีราขาวออกจากยางแผ่นดีหรือยางแผ่นไม่มีราขาวบนผิวเนื้อยางแผ่นเป็นการประยุกต์หลักการทางด้านการประมวลผลภาพดิจิทัล (Digital Image Processing) มาใช้ในงานด้านการตรวจสอบคุณภาพสินค้าทางการเกษตรที่มีปริมาณมากๆ และยากต่อการจำแนกแทนการใช้สายตามนุษย์ที่มีความจำกัดในการทำงานนาน ๆ โดยมีกล้องถ่ายภาพดิจิทัล (Digital Camera) ทำหน้าที่เสมือนตามนุษย์ที่เป็นเครื่องมือในการมองเห็น (Machine Vision) แล้วส่งไปยังหน่วยประมวลผลที่มีเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นตัวประมวลผลด้วยเทคนิควิธีหรือขั้นตอนวิธี (Algorithm) ทางด้านการประมวลผลภาพดิจิทัล จากนั้นจะทำการแสดงผลการจำแนกออกมาให้ทราบต่อไป เครื่องตรวจสอบราขาวบนผิวเนื้อยางแผ่นนี้มีชุดการทำงานแบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ ส่วนของชุดควบคุมความเข้มแสงสว่าง ส่วนนำเข้าข้อมูลภาพ (Image Acquisition) ส่วนประมวลผลใช้ไมโคร คอมพิวเตอร์ (Micro Computer) และส่วนแสดงผลใช้การแสดงผลผ่านจอคอมพิวเตอร์ ผลจากการพัฒนาด้านแบบเครื่องมือตรวจสอบราขาวบนผิวเนื้อยางแผ่น สามารถจำแนกยางแผ่นได้ถูกต้องดีมากประมาณ 97.50% และความเร็วในการตรวจสอบได้เร็วมากใกล้เคียงกับการตรวจสอบด้วยสายตามนุษย์ จึงทำให้สามารถนำเทคนิควิธีนี้ไปใช้ในการสร้างและพัฒนาเครื่องตรวจสอบและคัดแยกยางแผ่นอัตโนมัติต่อไปได้

บทนำ

กระบวนการประมวลผลภาพเป็นกรรมวิธีหนึ่งที่มีความสำคัญมาก ในปัจจุบันนิยมนำมาประยุกต์ใช้กับการจำแนกสิ่งของจำนวนมากๆ และยากต่อการตรวจสอบหรือคัดแยกคุณภาพ เช่น ผลิตภัณฑ์ด้านการเกษตร เสื้อผ้าอาหาร และการแพทย์ เป็นต้นกระบวนการประมวลผลภาพมีเทคนิคและขั้นตอนวิธีประมวลผล

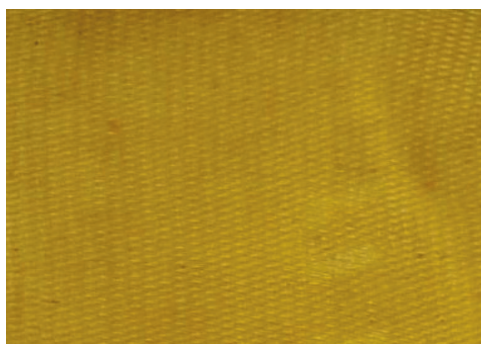
ที่ต่างกันอย่างขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูลภาพ การประมวลผลภาพนี้ต้องอาศัยกล้องถ่ายภาพดิจิทัลหรืออุปกรณ์รับสัญญาณแสงอื่นเป็นตัวรับสัญญาณภาพ ทำหน้าที่แทนตามนุษย์แล้วส่งไปยังหน่วยประมวลผลสัญญาณภาพที่ทำหน้าที่เสมือนสมองมนุษย์ก็คือ เครื่องคอมพิวเตอร์จากความสามารถของเครื่องคอมพิวเตอร์ จึงทำให้เกิดการพัฒนากันอย่างกว้างขวางและรวดเร็ว

ดังนั้นบทความนี้ได้นำเสนอวิธีการตรวจสอบราขาวบนผิวเนื้อยางแผ่นโดยใช้วิธีการประมวลผลภาพ ลักษณะทั่วไปของราขาวบนผิวเนื้อยางแผ่นดังรูปที่ 1

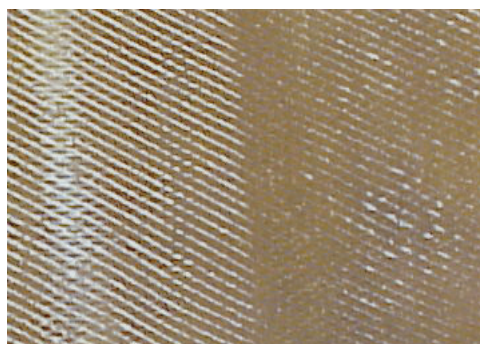
ผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะนำเสนอในหัวข้อนี้ เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศที่มีปริมาณและมูลค่าการส่งออกยางพาราเป็นจำนวนมากดังตารางที่ 1 (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรและกรมศุลกากร, 2549) ยางพาราส่งออกที่มีความสำคัญมากก็คือ ยางแผ่นดิบและยางแผ่นรมควัน ยางแผ่นรมควันเป็นผลิตภัณฑ์ที่มาจากหร่ายยางแผ่นดิบไปผ่านกระบวนการรักษาคุณภาพ เพื่อป้องกันความชื้นเหี่ยวราและสามารถเก็บไว้ได้นานขึ้นด้วยกรรมวิธีการรมควัน ในโรงรมควันก่อนนำยางแผ่นดิบเข้าสู่กรรมวิธี

การรมควันหรือกระบวนการผลิตอื่นๆ จะต้องผ่านการตรวจสอบราขาวบนผิวเนื้อยางแผ่นด้วยตามนุษย์

เหตุผลที่ต้องมีการตรวจสอบราขาวก่อนเข้าสู่กรรมวิธีการรมควันหรือกระบวนการผลิต เนื่องจากราขาวบนผิวเนื้อยางแผ่นยางดิบจะทำให้เกิดคราบสกปรกแบบฝังตัว ถ้าผ่านกระบวนการรักษาคุณภาพด้วยกรรมวิธีการรมควัน และอุณหภูมิที่ใช้ในการรมควันไม่เกิน 70 องศาเซลเซียส (Celsius) ไม่สามารถทำลายราขาวบนผิวเนื้อยางแผ่นได้ (สันติ เลียดปฐม, 2547) จึงเป็นผลทำให้ผลิตภัณฑ์ถูกทำลายผิวเนื้อยางในขณะใช้งานหรือเก็บอยู่ในคลังสินค้าและถูกคัดแยกคุณภาพเป็นยางแผ่นชั้นต่ำลง ดังนั้นถ้ากระบวนการตรวจสอบ



(ก) ยางแผ่นไม่มีราขาวบนผิวเนื้อยางแผ่น



(ข) ยางแผ่นมีราขาวบนผิวเนื้อยางแผ่น

รูปที่ 1 ลักษณะทั่วไปของผิวเนื้อยางแผ่นดิบ

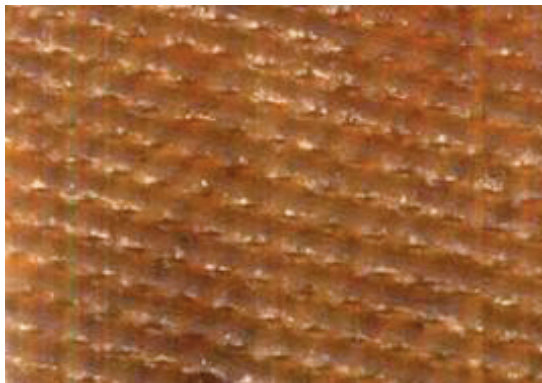
ตารางที่ 1 ปริมาณและมูลค่าการส่งออกของยางพาราในช่วง พ.ศ. 2544 - 2548

ปริมาณ: ตัน, มูลค่า: ล้านบาท

ปี	2544 ^{1/}	2545 ^{2/}	2546 ^{3/}	2547 ^{4/}	2548 ^{5/}
ปริมาณ	2,548,992	2,785,665	3,107,766	3,021,618	2,952,191
มูลค่า	58,700.36	74,606.18	115,826.76	137,604.21	148,868.45

ที่มา: ^{1/ - 5/} สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรและกรมศุลกากร

พบว่ายางแผ่นดิบมีราขาวเกิดขึ้นบนผิวเนื้อยางแผ่น จะต้องนำไปล้างและจุ่มในสารละลายทางเคมีเรียกว่า พาราไนโตรฟีนอล (Para-Nitro-Phenol) เพื่อป้องกันและทำลายราขาวที่เกิดบนผิวเนื้อยางแผ่น (Rubber Research Institute of Malaysia, 1979) ลักษณะของยางแผ่นรมควันที่มียางแผ่นดิบมีราขาวเป็นวัตถุติดรูปที่ 2 จะเกิดเป็นคราบสกปรกแบบฝังในเนื้อยางแผ่นรมควัน



รูปที่ 2 ลักษณะของยางแผ่นรมควันที่มียางแผ่นดิบ
มีราขาวเป็นวัตถุติด

ปัจจุบันขั้นตอนการตรวจสอบราขาวบนผิวเนื้อยางแผ่นในโรงงานอุตสาหกรรม ยังคงใช้พนักงานตรวจสอบที่มีความสามารถเป็นจำนวนมาก และถ้าตรวจด้วยวิธีการสัมผัสทำให้เกิดความผิดพลาดได้ง่าย ที่มาของการเกิดความผิดพลาดนี้ ก็คือตัวพนักงานตรวจสอบเอง เนื่องจากแต่ละวันมียางแผ่นดิบจำนวนมากที่ต้องตรวจสอบ ระยะเวลาการทำงานนาน ๆ สิ่งเหล่านี้ทำให้เกิดความเมื่อยล้า ขาดความเป็นมาตรฐานเดียวกันเนื่องจากความชำนาญที่แตกต่างกันของพนักงานตรวจสอบ และการตรวจสอบแบบสุ่มเป็นวิธีที่ระบุไม่ได้ว่ายางแผ่นดิบทุกแผ่นที่เข้ามาแต่ละชุดจะมีหรือไม่มีราขาวบนผิวทั้งหมดดังรูปที่ 3 คณะผู้วิจัยเห็นว่าการตรวจสอบราขาวบนผิวเนื้อยางแผ่นสามารถนำเทคนิคการประมวลผลภาพโดยคอมพิวเตอร์มาทำการวิเคราะห์แทนพนักงาน

ตรวจสอบ เพราะการทำงานโดยเครื่องจักรมีผลต่อประสิทธิภาพด้านระยะเวลาการทำงานและความเป็นมาตรฐานเดียวกันในการตรวจสอบ ความคล่องตัวในการทำงาน และสามารถปรับเปลี่ยนได้ง่าย เพราะการสั่งงานด้วยโปรแกรมควบคุมคอมพิวเตอร์สามารถควบคุมประสิทธิภาพและมาตรฐานได้โดยตรง และเป็นไปตามความต้องการในระบบงานทั้งหมดได้



รูปที่ 3 ลักษณะยางแผ่นข้อแต่ละชุดจำนวนมาก

สำหรับเครื่องตรวจสอบราขาวบนผิวเนื้อยางแผ่นที่จะพัฒนาขึ้นเป็นเครื่องตรวจสอบราขาวแบบควบคุมสภาพแวดล้อมให้สามารถรองรับกับยางแผ่นที่มีความแตกต่างกันทางด้านสีของเนื้อยางแผ่นและลักษณะของราขาวที่เกิดบนผิวเนื้อยางแผ่น (ประชาอรุณโรจน์, 2549) โดยมีชุดควบคุมความเข้มแสงที่ใช้ระบบไฟฟ้า 1 เฟส (ระบบไฟฟ้าบ้าน) ให้แสงสว่างที่เหมาะสมกับการถ่ายภาพยางแผ่น มีความสามารถในการตรวจสอบราขาวบนผิวเนื้อยางแผ่นใช้เวลาเพียง 1.98 วินาทีต่อแผ่น และชุดทดลองนี้สามารถทำงานได้ตลอดเวลา

การออกแบบและเทคนิควิธีการประมวลผล

การออกแบบชุดตรวจสอบราขาวบนผิวเนื้อยางแผ่นประกอบด้วย 2 ส่วนดังนี้

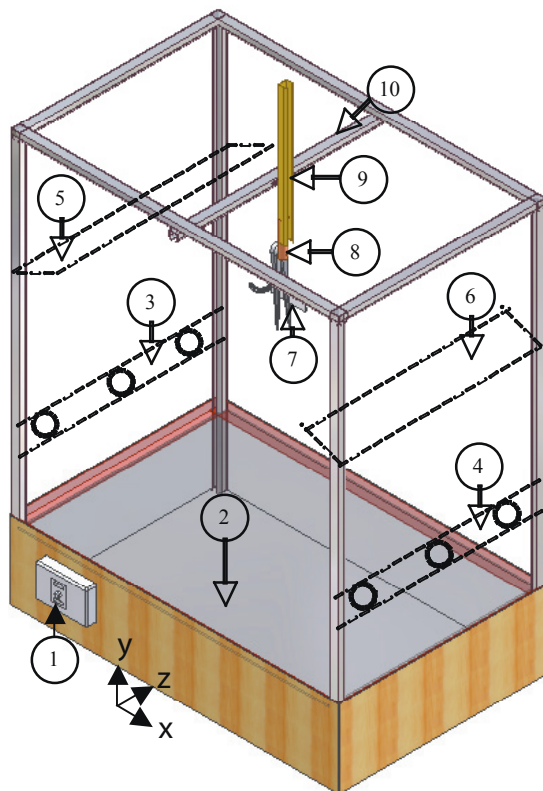
1) การออกแบบอุปกรณ์ชุดตรวจสอบราขาว

การออกแบบชุดตรวจสอบราขาวบนผิวเนื้อยางแผ่นมีวัตถุประสงค์ของการออกแบบคือ ในกระบวนการตรวจสอบมียางแผ่นจำนวนมากที่มีความแตกต่างกันทางด้านสีของเนื้อยางแผ่นและลักษณะของราขาวที่เกิดบนผิวเนื้อยางแผ่น เพื่อให้สามารถควบคุมความเปลี่ยนแปลงทางไม่สม่ำเสมอของสี (Variation in Color) เนื้อยางแผ่นและความรวดเร็วในการประมวลผลโดยไม่ต้องมีขั้นตอนการเตรียมข้อมูลภาพก่อนนำไปประมวลผล (Image Preprocessing) สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องสัมพันธ์กันของทุกส่วนรวมถึงความทนทาน

และน้ำหนักเบาเพื่อเป็นต้นแบบในการประยุกต์ใช้งานต่อไป

ด้วยเหตุนี้คณะผู้วิจัยได้เลือกใช้โครงสร้างที่เป็นอะลูมิเนียม (Aluminum) เพื่อให้เคลื่อนย้ายได้ง่าย ซึ่งส่วนประกอบของชุดตรวจสอบราขาวบนผิวเนื้อยางแผ่นดังรูปที่ 4

เครื่องตรวจสอบราขาวบนผิวเนื้อยางแผ่นนี้เป็นเครื่องต้นแบบที่ออกแบบเพื่อนำไปสู่การพัฒนาเป็นเครื่องจักรกลในการตรวจสอบราขาวแบบอัตโนมัติต่อไปซึ่งประกอบด้วย ระบบถ่ายภาพที่ใช้กล้องถ่ายภาพดิจิทัลที่ติดตั้งอยู่บนชุดติดตั้งกล้องถ่ายภาพ (หมายเลข 7)



คำอธิบายรูป

- หมายเลข 1: ชุดควบคุมความเข้มแสง
- หมายเลข 2: กระจกฝ้า
- หมายเลข 3, 4: ชุดหลอดฮาโลเจน
- หมายเลข 5, 6: ชุดสะท้อนแพร่กระจายแสงสว่าง
- หมายเลข 7: ชุดติดตั้งกล้องถ่ายภาพ
- หมายเลข 8: จุดต่อชุดปรับหมุนกล้องถ่ายภาพ
- หมายเลข 9: ชุดปรับตำแหน่งชุดติดตั้งกล้องถ่ายภาพแนวแกน y และแนวแกน z
- หมายเลข 10: ชุดปรับตำแหน่งชุดติดตั้งกล้องถ่ายภาพแนวแกน x
- หมายเหตุ: ทั้ง 4 ด้านปิดด้วยวัสดุทึบแสง ปิด/เปิดด้านเดียว

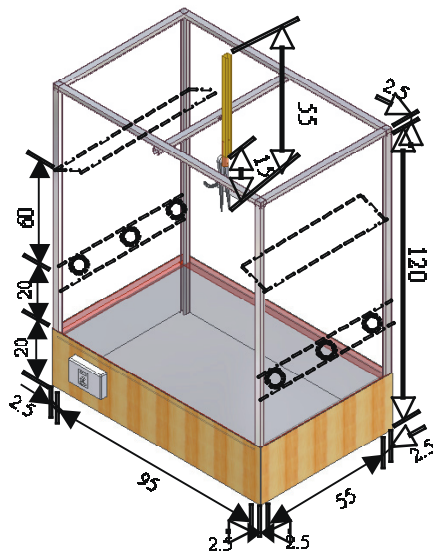
รูปที่ 4 แบบแปลนของชุดตรวจสอบราขาวบนผิวเนื้อยางแผ่น

โดยสามารถปรับหมุน (หมายเลข 8) ทำให้เลือกถ่ายภาพได้ในแนวแกนหมุนและตำแหน่งในแนวแกน x, y และ z (หมายเลข 9 และ 10) ชุดหลอดไฟฟ้าฮาโลเจน (Halogen) มีค่าดัชนีเทียบสีเท่ากับ 95 (หมายเลข 3 และ 4) ชุดละ 3 ดวงที่ถูกควบคุมด้วยชุดควบคุมความเข้มแสง (หมายเลข 1) มีความเข้มแสงระหว่าง 0 – 4,000 ลักซ์ แต่ในการตรวจสอบราชวจะใช้ความเข้มแสงระหว่าง 650 – 850 ลักซ์ เพื่อให้เหมาะสมกับการทดลองและกระจุกผ้า (หมายเลข 2) เป็นโต๊ะวางยางแผ่นขนาดมาตรฐาน 38 – 46 ซม. X 80 – 90 ซม. (ประพาส ร่มเย็น, 2540) ดังรูปที่ 5 (ข) ส่วนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อกับกล้องถ่ายภาพดิจิทัลจะประมวลผลภาพดิจิทัลอยู่ภายนอกชุดควบคุมความเข้มแสงและตัวกล้องดิจิทัลอยู่ภายในชุดควบคุมโดยกระบวนการถ่ายภาพจะควบคุมการถ่ายระยะไกล (Remote) จากเครื่องคอมพิวเตอร์แล้วส่งข้อมูลภาพเข้าสู่ขั้นตอนการประมวลผลของโปรแกรมต่อไป

2) การออกแบบโปรแกรมชุดตรวจสอบราชวด้วยเทคนิควิธีการประมวลผลภาพ

ส่วนของการออกแบบโปรแกรมจะนำหลักการมองเห็นของตามนุษย์ (Miles Hecker, 2001) มาวิเคราะห์ด้วยหลักการทางสถิติ เพื่อนำมาสร้างขั้นตอนวิธีให้กับกระบวนการประมวลผลภาพมีขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมดังรูปที่ 6 ภาพถ่ายที่นำมาวิเคราะห์เป็นภาพสีระบบมาตรฐานสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงิน (RGB: Red Green and Blue) ดังรูปที่ 7 โดยตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์จำนวน 30 ตัวอย่างที่มีความแตกต่างกันทางด้านสีและลักษณะของราชวที่เกิดขึ้นบนผืนเนื้อยางแผ่นที่มีการควบคุมแสงด้วยอุปกรณ์ชุดตรวจสอบราชวเพื่อให้เป็นมาตรฐานเดียวกันทั้งระบบโดยกำหนดค่าการถ่ายภาพดังตารางที่ 2

หลังจากนำตัวอย่างยางแผ่นที่มีความหลากหลายมาถ่ายภาพในสภาพแวดล้อมของชุดควบคุมความเข้มแสงสว่างแล้ว จึงนำข้อมูลภาพที่มีราชวบนผืนเนื้อ



(ก) แปลนบอกขนาด : หน่วยเป็นเซนติเมตร

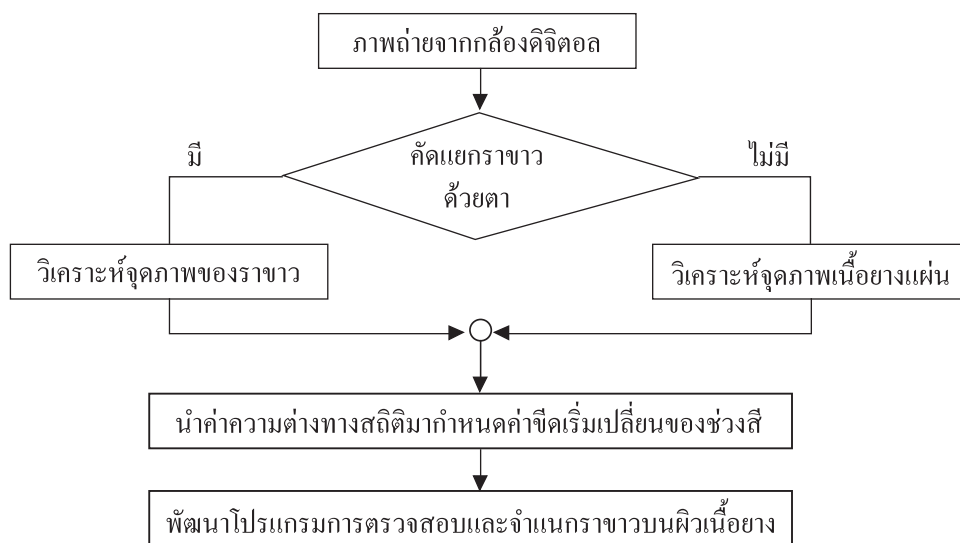


(ข) ชุดประกอบจริง

รูปที่ 5 เครื่องมือตรวจสอบราชวบนผืนเนื้อยางแผ่นโดยใช้วิธีการประมวลผลภาพ

ยางแผ่นมาวิเคราะห์ค่าข้อมูลของจุดภาพ (Pixel) สี
แดง สีเขียวและสีน้ำเงินร่วมกันด้วยวิธีการทางสถิติ

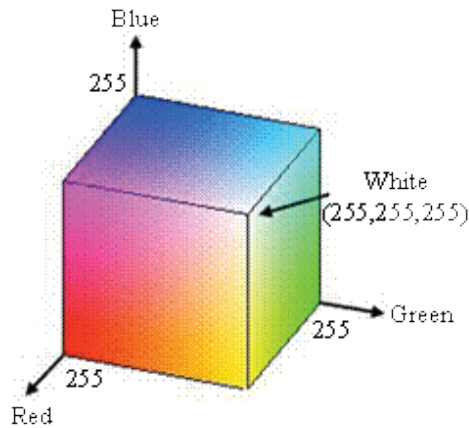
โดยกำหนดค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 95% สามารถ
วิเคราะห์ค่าได้ดังรูปที่ 8, รูปที่ 9 และตารางที่ 3



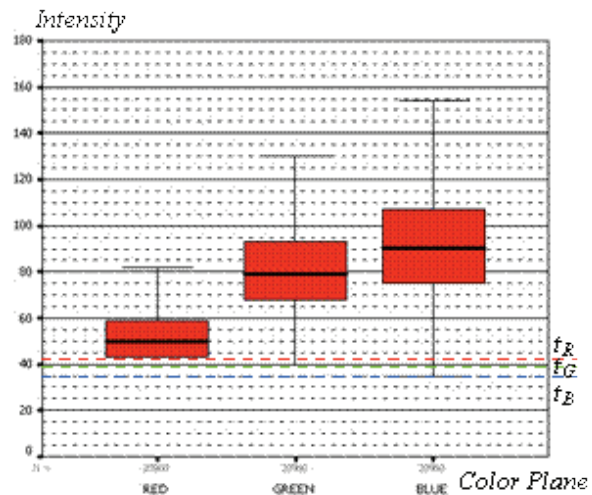
รูปที่ 6 ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรม

ตารางที่ 2 การเตรียมความเหมาะสมการถ่ายภาพสำหรับการทดลอง

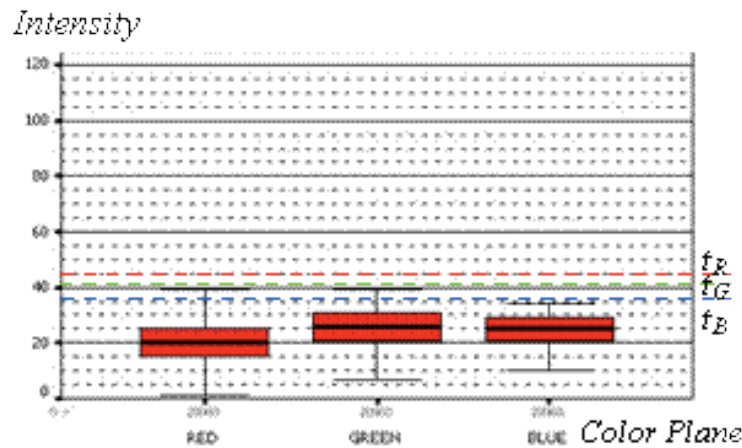
รายละเอียด	สถานะ
ระยะโฟกัส (Focus)	24 mm.
ระยะห่างจากยางแผ่นถึงกล้องถ่ายภาพดิจิทัล	81 cm.
ขนาดภาพ	3456x2304 จุดภาพ
แฟลช (Flash)	Off
ความเข้มแสงภายในชุดความคุม	762 ลักซ์
วิธีการถ่าย	ควบคุมจากคอมพิวเตอร์
โหมดการถ่ายภาพความสมดุลแสงสีขาว (White Balance Mode)	ไม่ใช่
ขนาดการเปิดรูรับแสง (Aperture)	3.5



รูปที่ 7 ระบบสีแดง เขียวและน้ำเงิน



รูปที่ 8 กล่องการกระจายข้อมูลของจุดสีของตัวอย่างที่มีราขาว



รูปที่ 9 กล่องการกระจายข้อมูลของจุดสีของตัวอย่างที่ไม่มีราขาว

ตารางที่ 3 ค่าการวิเคราะห์ระดับสีที่มีนัยสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลง

ระนาบ	ตัวอย่างไม่มีราขาว			ตัวอย่างที่มีราขาว		
	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean
สีแดง (RED)	0	42	20.27	43	106	53.07
สีเขียว (GREEN)	7	39	26.41	40	149	81.05
สีน้ำเงิน (BLUE)	6	34	24.90	35	169	92.78

ตารางที่ 4 ผลการทดลองหาค่าระดับสีที่มียสำคัญ
กำหนดค่าให้กับตัวแปร

ตัวแปร	มีค่าเท่ากับ
ค่าขีดเริ่มเปลี่ยนสีแดง (t_R)	43
ค่าขีดเริ่มเปลี่ยนสีเขียว (t_G)	40
ค่าขีดเริ่มเปลี่ยนสีน้ำเงิน (t_B)	35

จากค่าการวิเคราะห์ตัวอย่างสามารถแปลหรือตีความหมายค่าข้อมูลทางสถิติดังตารางที่ 4 ซึ่งทำให้สามารถกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนคุณลักษณะของสี (Color Threshold) ทั้ง 3 สี คือ สีแดง สีเขียวและสีน้ำเงิน (Diedrick Marius, Sumita Pennathur and Klint Rose, 2003), (Wan Ishak Wan Ismail, Mohd Zohadie Bardaie and Abdul Malik Abdul Hamid, 2000) เพื่อทำการแบ่งแยกข้อมูลภาพ (Segmentation) ของราขาวหรือวัตถุที่สนใจ (Object) ให้ออกจากข้อมูลภาพของเนื้อเยื่อผิวหนังหรือพื้นหลัง (Background) (Gonzalez R.C. and Woods R.E., 1993) ซึ่งสามารถเขียนสมการความสัมพันธ์ได้ดังสมการที่ (1)

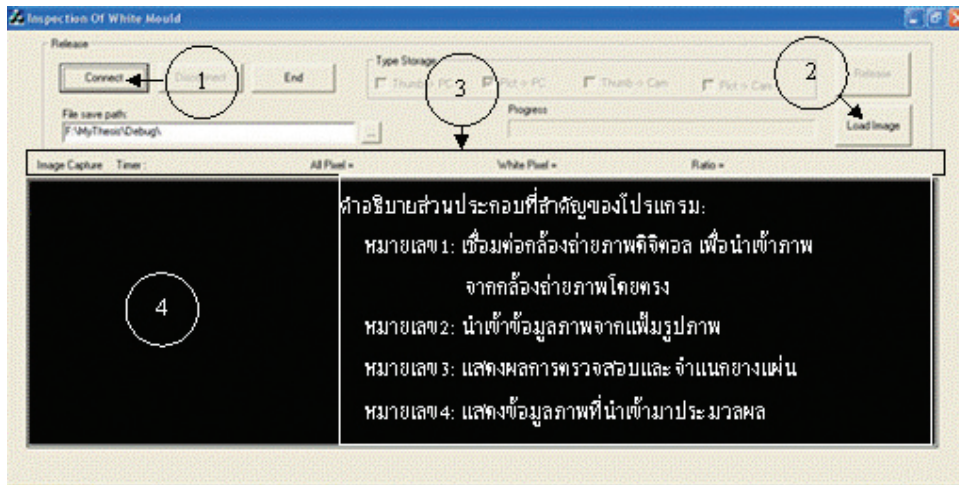
$$p(x,y) = \begin{cases} 255 & \text{if } p_r(x,y) \geq t_R \wedge p_g(x,y) \geq t_G \wedge p_b(x,y) \geq t_B \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

โดยที่ $p(x,y)$ คือ มิติของภาพผลลัพธ์ทั้ง 3 ระนาบ
 $p_r(x,y), p_g(x,y), p_b(x,y)$ คือ มิติของสีแดง, สีเขียว และสีน้ำเงินของ $p(x,y)$
 t_R, t_G, t_B คือ ค่าขีดเริ่มเปลี่ยนสีแดง, สีเขียว และสีน้ำเงิน มีค่า 43, 40 และ 35 ตามลำดับ

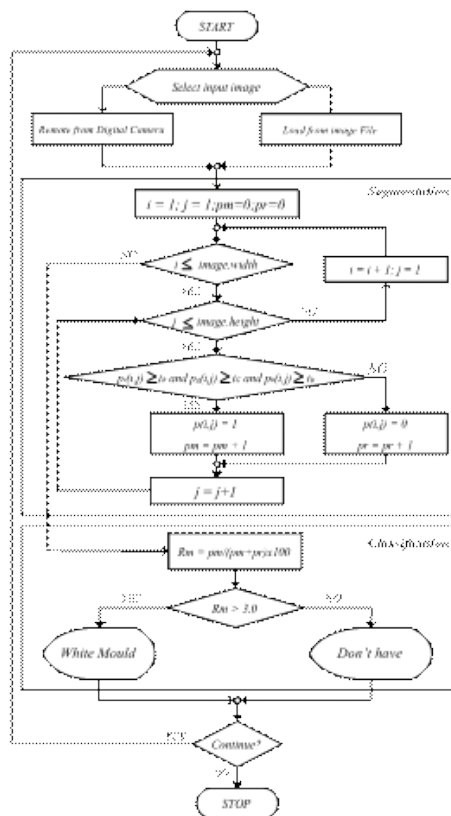
หลังจากได้ค่าสมการในการแบ่งแยกข้อมูลภาพของราขาวแล้วนำวิธีการที่นักวิชาการหรือผู้เชี่ยวชาญแนะนำมาใช้ในการตัดสินใจของกระบวนการประมวลผลภาพคือ วิธีการตรวจสอบด้วยสายตามนุษย์ที่มีการตัดสินใจโดยประมาณค่าอัตราส่วนพื้นที่ผื่นสีขาวหรือราขาวต่อพื้นที่ทั้งหมดของยางแผ่นที่ค่าตัดสินใจมากกว่า 3% แสดงว่ายางแผ่นมีราขาวปะปนอยู่บนผิวหนังอย่างแม่นยำ (ประชา อรุณโรจน์, 2549) ดังนั้นขั้นตอนวิธีในการจำแนก จะทำการนับจำนวนจุดภาพราขาวและจุดภาพทั้งหมดของข้อมูลภาพยางแผ่นแล้วเข้าสู่กระบวนการคำนวณและการเปรียบเทียบอัตราส่วนระหว่างจุดภาพสีขาวหรือจุดภาพที่มีค่าเท่ากับ 255 กับจุดภาพทั้งหมดของยางแผ่น ถ้ามีค่าอัตราส่วนมากกว่า 3% หมายถึงมีจุดภาพสีขาวจำนวนมากหรือเป็นกลุ่มของราขาว ผลการจำแนกแสดงว่ายางแผ่นมีราขาวปะปนอยู่บนผิวหนังอย่างแม่นยำ นอกจากนั้นก็ถือว่ายางแผ่นไม่มีราขาวอยู่บนผิวหนังอย่างแม่นยำดังสมการที่ (2) นำขั้นตอนวิธีทั้งหมดมาพัฒนาโปรแกรมชุดตรวจสอบราขาวดังรูปที่ 10 ด้วยเทคนิควิธีการประมวลผลภาพมีผังงาน (Flowchart) ดังรูปที่ 11

$$r_m = \frac{p_m}{(p_m + p_r)} \times 100\% \quad (2)$$

โดยที่ r_m คือ อัตราส่วนของราขาวต่อจุดภาพทั้งหมดของยางแผ่น
 p_m คือ จำนวนจุดภาพของราขาว และ
 p_r คือ จำนวนจุดภาพของที่ไม่ใช่ราขาว



รูปที่ 10 หน้าต่างโปรแกรมชุดตรวจสอบราขาวบนผิวเนื้อยางแผ่น



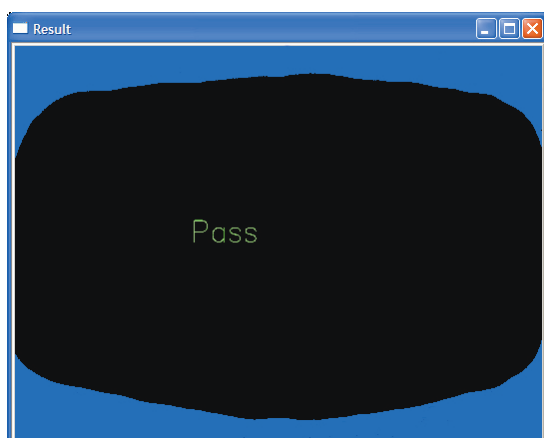
รูปที่ 11 ฟังก์ชันของโปรแกรมชุดตรวจสอบราขาวด้วย
วิธีการประมวลผลภาพ

การทดลอง

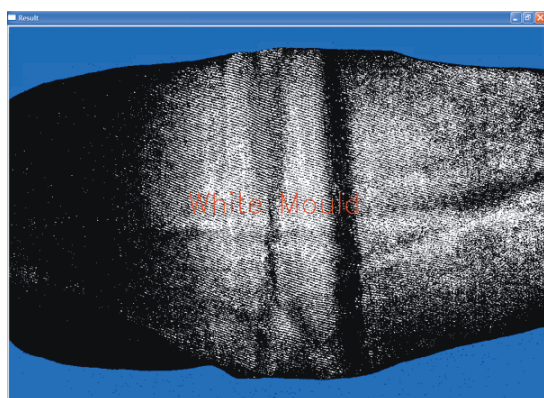
ในการทดลองเครื่องมือตรวจสอบราขาวบนผิวเนื้อยางแผ่นและการตรวจสอบด้วยตามนุษย์ โดยนำยางแผ่นที่มีความแตกต่างกันทางด้านสีและลักษณะราขาวบนผิวเนื้อยางแผ่นจำนวน 75 ตัวอย่างที่อยู่ในเกณฑ์การซื้อของตลาดกลางยาง การนำภาพเข้าของเครื่องมือตรวจสอบผ่านกล้องดิจิทัลใช้ความละเอียด 6 ล้านจุดภาพ ชุดโปรแกรมตรวจสอบราขาวบนผิวเนื้อยางแผ่นพัฒนาด้วยโปรแกรม Visual C++ 6.0 ร่วมกับ OpenCV 5.0a และ Canon SDK (Canon Team, 2003) การควบคุมการถ่ายจากเครื่องคอมพิวเตอร์ Pentium M 1.73 GHz (RAM 512 MB) แล้วนำสู่การประมวลผลภาพทันทีที่ผลการทดลองแสดงดังรูปที่ 12, รูปที่ 13 และตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการทดลองการตรวจสอบราขาวบนผิวเนื้อยางแผ่น

วิธีการจำแนก	ประสิทธิภาพ (%)	เวลาเฉลี่ย/ภาพ (วินาที)
สายตามนุษย์วิธีแบบสุ่ม (นักวิชาการ)	100.00	1.94
สายตามนุษย์ (นักวิชาการ)	96.25	2.58
คอมพิวเตอร์	97.50	1.98



รูปที่ 12 ผลการทดลองเครื่องมือการตรวจสอบยางแผ่น
ที่ไม่มีราขาวบนผิวเนื้อยาง



รูปที่ 13 ผลการทดลองเครื่องมือการตรวจสอบยางแผ่น
ที่ราขาวบนผิวเนื้อยาง

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

เครื่องตรวจสอบราขาวบนผิวเนื้อยางแผ่นที่พัฒนาขึ้น สามารถตรวจสอบและจำแนกยางแผ่นที่มีราขาวออกจากยางแผ่นดีได้ผิดพลาดน้อยมากและมีความรวดเร็วเมื่อเทียบกับการตรวจสอบและจำแนกด้วยตามนุษย์ จึงสามารถประยุกต์ใช้งานแทนการตรวจสอบด้วยวิธีแบบสุ่มที่มีการตรวจสอบและจำแนกแบบไม่เป็นธรรมชาติ เนื่องจากทำให้ยางแผ่นดีที่อยู่ในผลผลิตนั้นถูกจัดให้อยู่ในยางแผ่นคุณภาพต่ำไปด้วย แต่ถ้านำเครื่องตรวจสอบราขาวไปใช้ตรวจสอบแทนจะสามารถจำแนกยางแผ่นแต่ละแผ่นได้อย่างเป็นธรรมชาติต่อเกษตรกรชาวสวนยางได้ นอกจากนี้คณะผู้วิจัยได้ทดลองนำเครื่องนี้ไปใช้กับการตรวจสอบฟองอากาศในผิวเนื้อยางแผ่น ซึ่งสามารถตรวจสอบได้เพียงแต่ต้องมีการทดลองและปรับปรุงให้มีความเหมาะสมกับการตรวจสอบฟองอากาศมากขึ้น และให้เป็นการทำงานแบบอัตโนมัติต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ นายประชา อรุณโรจน์ นักวิทยาศาสตร์/นักวิชาการ สถาบันวิจัยยาง และสำนักงานตลาดกลางยาง อ.หาดใหญ่ จังหวัดสงขลา, นายชม เดชกมล เกษตรกรชาวสวนยางผู้มีประสบการณ์ 15 ปี ที่ให้คำแนะนำและความร่วมมือในการทดสอบเป็นอย่างดี และ ดร.นวกัก เอื้ออนันต์ อาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นที่ให้คำแนะนำเกี่ยวกับ

เทคนิควิธีการประมวลสัญญาณภาพดิจิทัลเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

- ประชา อรุณโรจน์. (2549). “แนะนำการตรวจสอบราชาวบนผิวเนื้อยางแผ่นด้วยสายตามนุษย์”. สถาบันวิจัยยางและสำนักงานตลาดกลางยางสงขลา.
- ประพาส ร่มเย็น. (2540). “การผลิตยางแผ่นคุณภาพดีและมาตรฐานคุณภาพยางแผ่นดิบ”. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร. 13-17.
- สันติ เลียคปฐม. (2547). “การกระจายรายได้สู่ชุมชนด้วยการผลิตยางแผ่นรมควัน”. ข่าว สปว. ยางพารา. 2 (6); 3-7.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรและกรมศุลกากร. (2549). สถิติปริมาณและมูลค่าการส่งออกยางพารา. สืบค้นเมื่อวันที่ 26 มิถุนายน 2549. จาก <http://www.thainr.com>.
- Canon Team. (2003). Software Developer’s Guide. Canon Inc. Japan.
- Diedrick Marius, Sumita Pennathur and Klint Rose. (2003). “Face Detecting Using Color Thresholding and Eigenimage Template Matching”. Stanford University. USA.

- Gonzalez, R.C. and Woods, R.E. 1993. Digital Image Processing. USA : Addison Wesley.
- Junqing. 2546. Preceptually-Based Texture and Color Features for Image Segmentation and Retrieval. USA : Northwestern Univisity.
- Miles Hecker. 2001. Light-Color & Human Vision. สืบค้นเมื่อวันที่ 28 มิถุนายน 2549. จาก http://www.luminous-landscape.com/tutorials/color_and_vision.shtml.
- R. Boyle and R. Thomas. 2541. Computer Vision: A First Course. UK: Blackwell Scientific Publications. 32-34.
- Rubber Research Institute of Malaysia. (1979). “Rubber Processing Lecture Notes for Diploma of Natural Rubber Processing”. RRIM. KL.
- Wan Ishak Wan Ismail, Mohd Zohadie Bardaie and Abdul Malik Abdul Hamid. 2000. “Optical Properties For Mechanical Harvesting Of Oil Palm FFB”. Journal of Oil Palm Research. 12: 38-45.