

วิธีการค่าขีดเริ่มองค์ประกอบภาพสำหรับการคัดเกรดภาพแผ่นยางดิบ

Components Thresholding Method for Grading Raw Rubber Sheet Image

อนิรุทธิ์ นุ่นแก้ว¹ วรพล พงษ์เพ็ชร²

¹ สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต เขตหลักสี่ กรุงเทพฯ 10210

² ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต เขตหลักสี่ กรุงเทพฯ 10210

E-mail: anirut.nun@dpu.ac.th¹ alex.pon@dpu.ac.th²

Anirut Nunkaew¹ Worapon Pongped²

¹ Major of Computer and Telecommunication Engineering, Faculty of Engineering, Dhurakij Pundit University, Laksi, Bangkok 10210

² Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Dhurakij Pundit University, Laksi, Bangkok 10210

E-mail: anirut.nun@dpu.ac.th¹ alex.pon@dpu.ac.th²

บทคัดย่อ

บทความนี้ได้นำเสนอแนวทางในการพัฒนาการคัดเกรดยางดิบโดยใช้การประมวลผลภาพยางดิบ โดยทั่วไปวิธีการประมวลผลภาพยางดิบจะใช้ค่าขีดเริ่มเป็นตัวกำหนดในการช่วยประมวลผลคุณภาพของแผ่นยาง ซึ่งงานในลักษณะนี้ส่วนใหญ่จะกำหนดค่าขีดเริ่มโดยใช้วิธีการหาค่าเฉลี่ยค่าสีจากภาพทั้งหมด ค่าขีดเริ่มที่ได้จากการใช้วิธีการหาค่าเฉลี่ยค่าสีนี้อาจจะไม่เหมาะสมเสมอไป เพราะแผ่นยางดิบที่ถูกนำเข้ามายังโรงงานนั้นมาจากหลายแหล่งที่มา ลักษณะสีของเนื้อยางและคุณภาพจึงมีแตกต่างกันมาก อีกทั้งยางแผ่นดิบนั้นก็มีปริมาณมากการนำภาพเข้าประมวลผลเพื่อหาค่าเฉลี่ยค่าสี(Threshold) จากภาพทั้งหมดนั้นทำให้เสียเวลามาก บทความนี้จึงขอเสนอแนวทางในการพัฒนาการใช้ค่าขีดเริ่มโดยพิจารณา ค่าขีดเริ่มของแต่ละภาพพร้อมทั้งใช้ 3 RGB เข้ามาช่วยกำหนดค่าขีดเริ่มที่เหมาะสมกับภาพ ผลการทดลองเห็นได้ว่าสามารถแยกส่วนที่เป็นรบกวนบนผิวเนื้อยางแผ่นดิบออกจากเนื้อยางแผ่นดิบได้ชัดเจนและดีกว่าเดิม สามารถนำไปประยุกต์และพัฒนารูปแบบการคัดแยกยางแผ่นอัตโนมัติแทนการใช้แรงงานมนุษย์ต่อไปในอนาคตได้

คำหลัก การคัดเกรดแผ่นยางดิบ, การประมวลผลภาพดิจิทัล, ฮิสโตแกรม, ค่าขีดเริ่ม

Abstract

In this research, a developing of raw rubber sheet grading method by evaluating the raw rubber sheet images is proposed. Generally in conventional evaluation method of raw rubber sheet image, the threshold is applied to obtain the result of evaluation of rubber sheet quality. By the way of such method, the threshold is usually defined by average

value of color of all images. The threshold gained from the average may be not always suitable because raw rubber sheets delivered from different resources are different in the color and quality. Moreover, defining average value from all of raw rubber sheets consumes a lot of processing time. So, this research proposes the developing of using threshold by considering the threshold of each image. Additionally, 3RGB Components is considered in defining the threshold. The experimental result shows that fungus on raw rubber sheet can be clearly recognized over the conventional method. The proposed method can be applied for developing the automatic raw rubber sheet grading to take the place of human workforce in the future.

Keywords: Grading of Raw Rubber Sheet, Digital Image Processing, Histogram, Threshold

1. บทนำ

ปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีขั้นสูงทางด้านการประมวลผลภาพดิจิทัลมาช่วยพัฒนาเครื่องจักรกลอัตโนมัติเพื่อนำมาใช้ทดแทนการใช้แรงงานมนุษย์มากขึ้น เนื่องจากเครื่องจักรกลอัตโนมัติสามารถทำงานได้อย่างรวดเร็วต่อเนื่องและจัดการปริมาณงานได้ครั้งละมากๆ ซึ่งจะพบเห็นมากในกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม แต่ยังมีงานที่จำเป็นต้องใช้มนุษย์ตรวจสอบความถูกต้องโดยใช้สายตา เช่น การตรวจสอบความถูกต้องและการพืดเขียนของระบบการพิมพ์ภาพสี การตรวจสอบลวดลายของผืนผ้า เป็นต้น

สำหรับการคัดเกรดคุณภาพแผ่นยางดิบเป็นงานที่ค่อนข้างจะซับซ้อน เนื่องจากในปัจจุบันยังจำเป็นต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญหรือ

เจ้าหน้าที่ทำหน้าที่คัดเกรดโดยต้องมีประสบการณ์และความชำนาญในการใช้ประสาทสัมผัสและการสังเกตเพื่อที่จะทำการประเมินปริมาณตัวชี้วัดคุณภาพแผ่นยางดิบ เช่น ปริมาณเชื้อรา-ขาวบนผิวเนื้อยาง ปริมาณฟองอากาศในเนื้อยางและสิ่งสกปรกในเนื้อยาง เหล่านี้เป็นต้น งานที่มีความซับซ้อนและประกอบกับแผ่นยางดิบนั้นไม่มีปริมาณมากในแต่ละวัน การใช้แรงงานคนในตรวจสอบนั้นอาจจะไม่เหมาะสมอาจเกิดความเมื่อยล้าจากปริมาณงานจนอาจจะทำให้เกิดการคัดแยกผิดพลาดและไม่มีความเที่ยงตรงแน่นอนตลอด งานที่ต้องตรวจสอบที่มีกระบวนการทำซ้ำต่อเนื่องนั้นเป็นงานหนักหากใช้มนุษย์ทำงานเป็นเวลานานๆ เราอาจใช้เครื่องจักรกลอัตโนมัติที่มีหน่วยประมวลผลจัดการแทนผู้เชี่ยวชาญได้ แต่มีคำถามซึ่งเป็นปัญหาที่น่าสนใจว่าอย่างไร เครื่องจักรกลอัตโนมัติจะสามารถระบุปริมาณตัวชี้วัดเช่นเดียวกับผู้เชี่ยวชาญต้องตรวจสอบจึงเป็นที่มาของการประยุกต์ใช้งานการประมวลผลสัญญาณภาพแทนมนุษย์โดยงานวิจัยทางด้านการประมวลผลภาพที่เกี่ยวกับแผ่นยางพาราดิบที่มีมาก่อน ได้แก่ การตรวจสอบร้าวขาวบนผิวเนื้อยางแผ่นโดยวิธีการประมวลผลภาพ [1] การตรวจสอบลายและสิ่งสกปรกบนผิวและในเนื้อยางแผ่น [2] เป็นต้น ซึ่งงานเหล่านี้ได้มีการนำเทคนิคของการประมวลผลภาพดิจิทัลมาช่วยด้วยเหตุนี้จึงต้องเป็นที่มาของงานวิจัย

งานวิจัยที่ผ่านมานั้นอุปสรรคที่สำคัญในการประมวลผลภาพนั้นเกิดมาจากสีของเนื้อยางแผ่นนั้นไม่สม่ำเสมอทั่วทั้งแผ่น อีกทั้งยังมีความแตกต่างของสีของเนื้อยางแผ่นที่มีโทนสีตั้งแต่สีเหลืองอ่อนจนถึงเขียวคล้ำไม่แน่นอน จึงเทคนิคค่าขีดเริ่มโดยใช้วิธีการหาค่าเฉลี่ยของคีย์ประกอบสีจากภาพทุกภาพที่เข้าประมวลผลแล้วจึงเลือกใช้ค่านั้นสำหรับทุกภาพเพื่อระบุส่วนที่เป็นเนื้อยางซึ่งวิธีนี้เป็นวิธีการที่ดี แต่การที่จะหาค่าขีดเริ่มที่เหมาะสมนั้นยาก วิธีการนี้อาจไม่เหมาะสมกับการที่ต้องใช้การสุ่มตัวอย่างภาพบางจำนวนมากจึงทำให้เสียเวลาในการนำภาพเข้าประมวลผลซึ่งอาจจะเหมาะสมกับยางและเป็นไปได้ยากที่ค่าที่หาได้นั้นหาความเหมาะสมกับภาพทุกภาพเนื่องจากแผ่นยางมีลักษณะรูปแบบลายบางบนแผ่นยาง สีเนื้อยาง คล้ายกันใกล้เคียงกัน ความแตกต่างกันหลาย

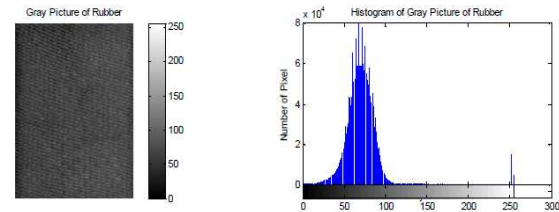
เพื่อให้การทดสอบนั้นถูกต้องจึงจำเป็นต้องควบคุมตัวแปรให้อยู่บนมาตรฐานหรือสิ่งแวดล้อมเดียวกัน[3] เช่น ความเข้มแสง อัตราขยาย ความละเอียด ความแตกต่างของระดับค่าสี รวมทั้งลดเงื่อนไขและการแปรปรวนภาพเนื่องจากแสงสว่างซึ่งเป็นสิ่งสำคัญมาก ดังนั้นจึงนำภาพที่ใช้การกวาดตรวจโดยใช้เครื่องสแกนเนอร์เพื่อไม่ทำให้ผลการทดสอบนั้นผิดเพี้ยนและช่วยลดความยุ่งยากในการทดสอบ

บทความนี้ถูกเรียบเรียงดังนี้หัวข้อที่ 2 พื้นฐานการประมวลผลภาพดิจิทัล หัวข้อที่ 3 วิธีการค่าขีดเริ่มองค์ประกอบภาพ หัวข้อที่ 4 ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผล หัวข้อที่ 5 สรุปผลการทดสอบและข้อเสนอแนะ

2. พื้นฐานการประมวลผลภาพ

2.1 ฟังก์ชันฮิสโตแกรม (Histogram Function)

ฮิสโตแกรมเป็นกราฟแท่งที่สามารถบอกคุณลักษณะของภาพได้ว่าภาพนั้นเป็นภาพที่มีมืดหรือสว่าง กราฟแท่งนี้จะบอกถึงจำนวนของจุดภาพในแต่ละระดับค่าสีที่ต่างระดับกัน ดังในรูปที่ 1



รูปที่ 1 ภาพยางแผ่นระดับค่าสีเทาและกราฟแท่งฮิสโตแกรม

จากรูปที่ 1 สังเกตทางด้านซ้ายมือเป็นภาพแผ่นยางดิบซึ่งเป็นภาพระดับค่าสีเทาที่ค่อนข้างสว่างน้อย กราฟแท่งฮิสโตแกรมทางด้านขวามือในรูปที่1 นั้นแสดงว่าภาพลักษณะค่อนข้างสว่างน้อยหรือมืด เนื่องจากจำนวนจุดภาพส่วนใหญ่อยู่ทางซ้ายมือของกราฟฮิสโตแกรมซึ่งระดับค่าสีทางด้านซ้ายของภาพนั้นเป็นระดับค่าสีที่มีความสว่างน้อยหรือมืดต่ำ โดยความน่าจะเป็นที่จะเกิดจุดภาพที่ระดับค่าสีต่าง ๆ นั้นเป็นดังสมการที่ 1 [4]

$$p(r_k) = \frac{n_k}{n} \quad (1)$$

โดยที่ $p(r_k)$ คือความน่าจะเป็นที่จะเกิดของจำนวนจุดภาพที่มีค่าระดับค่าสีเท่ากับ k ระดับในภาพ k คือระดับค่าสีที่มีค่าสีซึ่งสามารถมีค่าสีตั้งแต่ 0 ถึง 255 n_k คือจำนวนจุดภาพที่ระดับค่าสี และ n คือจำนวนจุดภาพทั้งหมดในภาพ ซึ่งสามารถนำมาวาดเป็นกราฟแท่งฮิสโตแกรมตามรูปที่1 และเขียนดังสมการที่ (2)

$$\text{functionHistogram} = f(NP, CL) \quad (2)$$

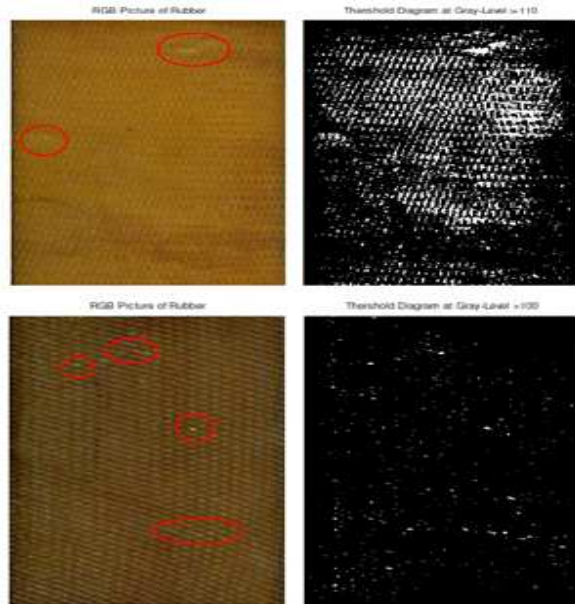
โดยที่ NP คือจำนวนจุดภาพที่ระดับค่าสีเดียวกันซึ่งแสดงค่าในแนวแกน Y และ CL คือระดับค่าสีที่มีค่าสีซึ่งสามารถมีค่าสีตั้งแต่ 0 ถึง 255 ซึ่งแสดงค่าระดับค่าสีในแนวแกน X ดังกราฟในรูปที่ 1

2.2 ค่าขีดเริ่ม(Threshold)

ค่าขีดเริ่ม(Threshold) หมายถึง ค่าที่เหมาะสมที่ใช้เป็นขอบเขตในการเปลี่ยนค่าสี [1] สำหรับการทดสอบภาพเพื่อทำการเลือกระดับค่าสีเทาเหมาะสมโดยต่อไปจะเรียกค่านี้ว่า “ค่าขีดเริ่ม” ซึ่งทำให้เห็นฟองอากาศในเนื้อยางชัดเจนมากขึ้น โดยตั้งสมมุติฐานฟองอากาศในเนื้อยางนั้นสีขาว โดยเริ่มจากการแปลงภาพระดับค่าสีเทา (Gray Image)[5,6] ทำการพล็อตกราฟแท่งและเลือกค่าขีดเริ่มที่เหมาะสมในการประมวลผล โดยได้ผลการทดสอบและค่าขีดเริ่มตามตารางที่1 ถึงแม้ว่าทำให้เห็นฟองอากาศในเนื้อยางได้ชัดเจนขึ้นก็จริงแต่ก็ค่อนข้างลำบากและยังทำได้ไม่ดีพอ สังเกตและเปรียบเทียบภาพทางซ้ายมือและขวามือของรูปที่ 2

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบการเลือกค่าขีดเริ่มของภาพกวาดสแกน

ลักษณะสีเนื้องาย	จุดภาพอยู่ในช่วงระดับค่าสี	ค่าขีดเริ่มเท่ากับ
สีเหลืองอ่อน	100 – 120	110
สีเขียวคล้ำ	80 – 120	100



รูปที่ 2 ภาพกวาดสแกนเนื้องายและภาพสองระดับ

3. วิธีการค่าขีดเริ่มองค์ประกอบภาพ

(Components Threshold Method)

กำหนดให้ค่าตัวแปร $i(x,y)$ คือฟังก์ชันภาพก่อนประมวลผล ค่าข้อมูลเข้าภาพแทนด้วย $in [i,j]$ และค่าตัวแปร $out[i,j]$ เป็นฟังก์ชันของภาพหลังประมวลผล โดยใช้ M และ N แทนด้วยขนาดของภาพซึ่งได้นำเสนอใน Pseudo Code [6] อยู่ในรูปที่ 3

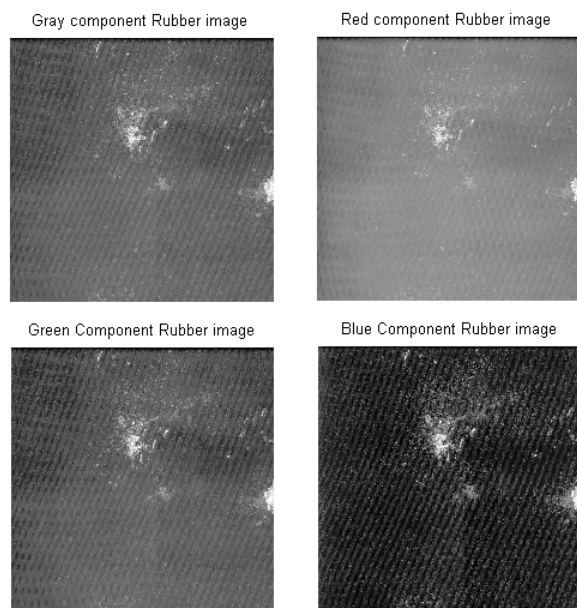
Pseudo Code for Component Threshold (in,out,M,N)

```

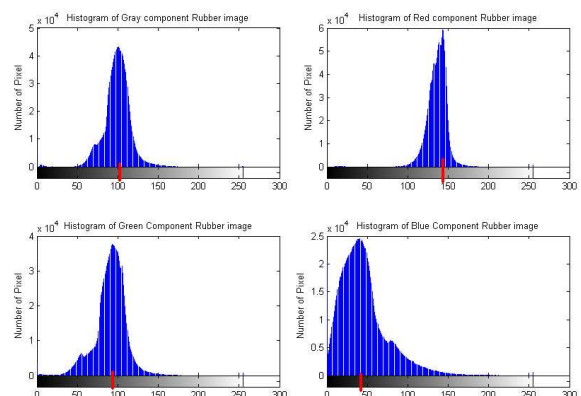
for i = 0 to M do
  sum <--- 0
  for j = 0 to N do
    sum <--- sum+in[i, j]
    if i = 0 then
      intImg[i, j] <--- sum
    else
      intImg[i, j] <--- intImg[i-1, j]+sum
    end if
  end for
end for
for i = 0 to M do
  for j = 0 to N do
    x1 <--- i-s/2 {border checking is not shown}
    x2 <--- i+s/2
    y1 <--- j-s/2
    y2 <--- j+s/2
    count <--- (x2-x1)*(y2-y1)
    sum <--- intImg[x2,y2] - intImg[x2,y1-1] - intImg[x1-1,y2]+intImg[x1-1,y1-1]
    if (in[i, j]*count) ≤ (sum*(100-t)/100) then
      out[i, j] <--- 0
    else
      out[i, j] <--- 255
    end if
  end for
end for
end for
    
```

รูปที่ 3 Pseudo code

จาก Pseudo code ในรูปที่ 3 โดยตัวแปร SUM ทำหน้าที่เก็บค่าสีของจุดภาพทุกตำแหน่งที่เกิดในภาพ จากนั้นทำการนับจำนวนจุดภาพที่มีค่าสีระดับเดียวกันซึ่งมีระดับค่าสีตั้งแต่ 0 ถึงระดับ 255 รวมทั้งสิ้น 256 เพื่อที่จะนำไปใช้วาดกราฟฮิสโตแกรมและหาค่าจำนวนระดับค่าสีที่มีจำนวนจุดภาพมากที่สุดที่เรียกว่า “ค่าขีดเริ่ม” หรือค่า Threshold, T ของกราฟแท่งฮิสโตแกรมแล้วเลือกจุดภาพที่มากกว่าค่า Threshold ซึ่งค่าระดับค่าสีที่อยู่ทางด้านขวามือของกราฟไว้เนื่องจากสมมุติฐานของราชวานนั้นมีสีขาวซึ่งจุดภาพที่มีสีขาวนั้นจะอยู่ทางขวามือของกราฟแท่งฮิสโตแกรมที่เราต้องการจะใช้หาปริมาณราชวาน ส่วนที่ 2 ของ Pseudo code นั้นเป็นการเปรียบเทียบค่าสีรอบๆของจุดภาพ ค่าตัวแปร S คือขนาดของหน้าต่าง Window นำมาใช้ในการหาค่า Threshold ที่คิดเป็นร้อยละโดยใช้ค่าตัวแปร t



รูปที่ 4 ภาพยางแผ่นดิบซึ่งถูกแยกตามองค์ประกอบภาพ



รูปที่ 5 กราฟแท่ง Histogram ขององค์ประกอบภาพ

ทำการทดสอบ 2 วิธีในการหาค่า Threshold ที่เหมาะสม ดังนี้ วิธีแรกเป็นวิธีการหาค่าเฉลี่ยขององค์ประกอบภาพสีโดยหาค่าเฉลี่ย Threshold จากทุกภาพที่นำเข้าทดสอบซึ่งเป็นระดับค่าสี

เทาที่มีจำนวนจุดภาพมากที่สุดของกราฟแท่งฮิสโตแกรม ซึ่งแต่ละภาพจากนั้นนำค่า Threshold ที่ได้นี้มาหาค่าเฉลี่ยแล้วจึงนำไปใช้กับทุกภาพ วิธีที่สองเป็นวิธีการหาค่าองค์ประกอบภาพเฉพาะภาพนั้น โดยการหาค่า Threshold เฉพาะภาพจากทุกภาพที่นำเข้ามาทดสอบซึ่งเป็นระดับค่าสีเทาที่มีจำนวนจุดภาพสูงสุดของกราฟแท่งฮิสโตแกรมซึ่งเป็นค่าเฉพาะภาพนั้นๆ นำค่า Threshold นั้นมาใช้กับภาพ จะเพิ่มการวิเคราะห์ฮิสโตแกรมแยกตามระบบสีแบบ RGB ซึ่งมีองค์ประกอบของสีแดง (Red) สีเขียว(Green) และสีน้ำเงิน (Blue) จากนั้นทำการหาค่าจุดสูงสุดของกราฟแท่งฮิสโตแกรมของแต่ละองค์ประกอบสีเช่นกันเดียวกันซึ่งบางภาพนั้นอาจเหมาะสมกับการใช้องค์ประกอบภาพค่าสีแดง(Red) กับสีน้ำเงิน(Blue) หรืออาจใช้องค์ประกอบค่าสีแดงกับสีเขียวอาจไม่แน่นอน โดยกำหนด NP_{min} คือจำนวนจุดภาพที่น้อยที่สุดซึ่งอยู่ทั้งทางด้านซ้ายและทางด้านขวาของกราฟฮิสโตแกรม NP_{max} คือจำนวนจุดภาพที่มากที่สุดโดยที่ระดับค่าสีตรงจุดนี้จะถูกนำไปใช้กำหนดเป็นค่าขีดเริ่ม CL_{min} คือระดับค่าสีที่มีจำนวนจุดภาพน้อยสุดอยู่ทั้งทางซ้ายและทางขวาของกราฟแท่งฮิสโตแกรม และ CL_{max} คือระดับที่มีจำนวนจุดภาพมากที่สุดซึ่งอยู่ระหว่าง CL_{min} ทั้งสองข้างของกราฟแท่งฮิสโตแกรม และมีเงื่อนไขดังสมการต่อไปนี้

$$NP_{min} ; NP > 1 \quad (3)$$

$$NP_{max} ; NP < MxN \quad (4)$$

$$CL_{max} ; 0 < NP < 0.01 NP_{max} \quad (5)$$

$$CL_{min} ; NP < 0.001 NP_{max} \quad (6)$$

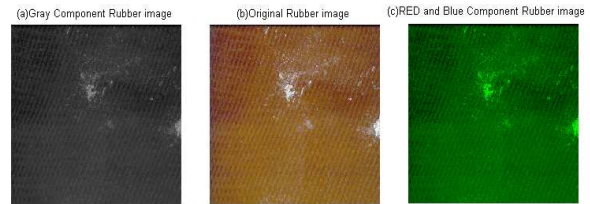
$$CL_{absolute} ; CL_{max} \text{ at } NP_{max} \quad (7)$$

ในการเลือก CL นั้นมีเงื่อนไขที่สำคัญคือ

1. ระดับค่าสี CL ที่เลือกนั้นต้องเลือกที่ระดับค่าสี CL ที่มากกว่า $CL_{absolute}$ ที่มีจำนวนจุดภาพมากที่สุด NP_{max}
2. ระดับค่าสี CL ที่เลือกต้องมีจำนวนจุดภาพอยู่ในช่วงระหว่าง $0.1\% < NP < 0.001\%$

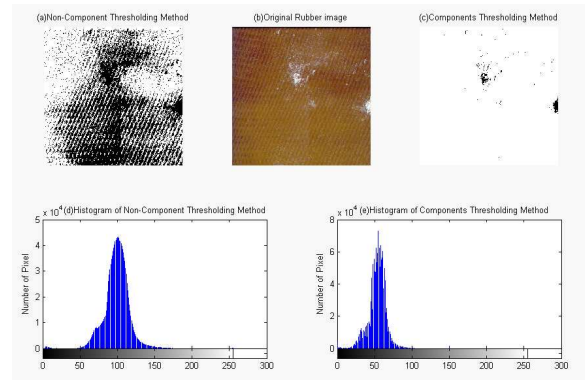
4. ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผล

สำหรับผลการทดสอบวิธีการค่าขีดเริ่มองค์ประกอบนั้นจะทำการโดยใช้หน่วยประมวลผลคอมพิวเตอร์Pentium 4(m) processor ที่ 1.8 GHz กับภาพกวาดแผ่นยางพาราจริงขนาด 8"x8" หรือประมาณ 20.32 ตารางเซนติเมตร และตั้งความละเอียดการกวาดภาพเท่ากับ 150 พิกเซลต่อตารางนิ้ว (150 dots per square inch) ภาพกวาดแผ่นยางพาราตัวอย่างถูกนำภาพเข้าประมวลผลโดยการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยทดสอบ [7] จากนั้นจึงนำผลการทดสอบดังกล่าวมาวิเคราะห์ผล



รูปที่ 6 ผลการทดสอบการปรับปรุงภาพโดยใช้องค์ประกอบภาพ

เมื่อทำการเปรียบเทียบผลการทดสอบรูปที่ 6(a) เป็นผลการทดสอบกระบวนการแยกองค์ประกอบภาพสีเทาและรูปที่ 6(c) เป็นผลการทดสอบโดยใช้กระบวนการองค์ประกอบภาพของสีแดงและสีน้ำเงินกับรูปที่ 6(b) เป็นภาพยางต้นฉบับ จะเห็นได้ว่าผลการทดสอบทั้ง 3 ภาพเมื่อสังเกตด้วยตาภาพคล้ายกันมองเห็นส่วนที่เป็นสีขาวเหมือนกัน แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างรูปที่ 6(a) กับรูปที่ 6(c) และเมื่อสังเกตด้วยตาผลของผลการทดสอบการใช้กระบวนการองค์ประกอบสีแดงและสีน้ำเงินในรูปที่ 6 (c) นั้นทำให้มองเห็นสีขาวได้ชัดเจนกว่ารูปที่ 6 (a)



รูปที่ 7 ผลการทดสอบการใช้วิธีการ Non-Components Thresholding และวิธีการComponents Thresholding Method

จากการเปรียบเทียบผลการทดสอบในรูปที่ 7 เมื่อทำการเปรียบเทียบผลการทดสอบในรูปที่ 7(a) ซึ่งเป็นผลจากการใช้วิธีการ Non-Components Thresholding Method กับรูปที่ 7(b) ซึ่งเป็นภาพยางต้นแบบ จากการสังเกตผลการทดสอบด้วยสายตาพบว่าไม่สามารถระบุบริเวณที่เป็นสีขาวในภาพได้อย่างชัดเจนซึ่งในที่นี้สีขาวถูกแทนด้วยสีดำ

สำหรับผลการทดสอบโดยการใช้วิธีการ Components Thresholding Method ในรูปที่ 7(c) เมื่อทำการเปรียบเทียบกับรูปที่ 7(b) ภาพยางต้นแบบเช่นกัน จากการสังเกตผลการทดสอบด้วยสายตาพบว่าสามารถระบุบริเวณสีขาวซึ่งคือบริเวณที่ถูกแทนด้วยสีดำในภาพได้อย่างชัดเจน

สำหรับการเปรียบเทียบผลการทดสอบโดยใช้กราฟแท่งฮิสโตแกรมของผลการทดสอบซึ่งอยู่ในรูปที่ 7(d) และรูปที่ 7(e) จะสังเกตลักษณะของกราฟแท่งฮิสโตแกรมในรูปที่ 7(d) นั้นจะเห็นได้ว่าจุดภาพส่วนใหญ่อยู่ทางด้านซ้ายของกราฟและจุดภาพนั้นมีระดับค่าสีอยู่ในช่วงระหว่างค่าระดับค่าสีเท่ากับ 45 - 175 โดยที่จุดภาพจำนวนมากอยู่ที่ระดับค่าสีเท่ากับ 102 และเมื่อเปรียบเทียบ

กับกราฟแท่งฮิสโตแกรมในรูปที่ 7(e) จะเห็นได้ว่าจุดภาพส่วนใหญ่อยู่ทางด้านซ้ายของกราฟเช่นกัน แต่มีจุดภาพกระจายอยู่ในช่วงระหว่างค่าสีเท่ากับ 45 - 100 ซึ่งการกระจายของระดับค่านี้นี้มีลักษณะที่แคบลงหรือมีการกระจายน้อยลงนั้นทำให้เราเลือกค่าขีดเริ่มได้ดีขึ้นโดยเมื่อจุดภาพจำนวนมากอยู่ที่ระดับค่าสีเท่ากับ 102 ดังสรุปได้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบผลการทดสอบวิธีการ

วิธีการ	จุดภาพอยู่ในช่วงระดับค่าสี	ค่าขีดเริ่มเท่ากับ
Non-Components Thresholding Method	45 - 175	102
Components Thresholding Method	45 - 100	102

เมื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบทั้งสองวิธีการดังตารางที่ 2 เมื่อเปรียบเทียบโดยการเลือกค่าขีดเริ่มเท่ากันที่ค่าระดับค่าสีเท่ากับ 102 พบว่าผลการทดสอบของการใช้วิธีการ Components Thresholding Method นั้นทำให้จุดภาพมีการกระจายน้อยลงซึ่งจะทำให้การเลือกค่านั้นทำได้ดีขึ้น

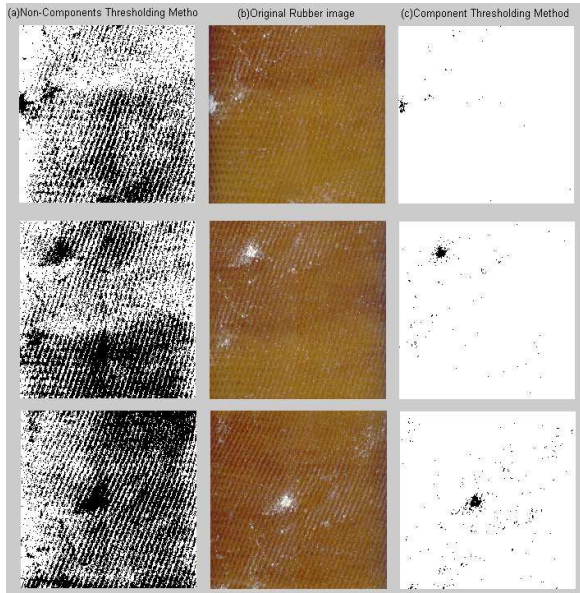
ตารางที่ 3 ข้อมูลภาพที่เข้าทดสอบจำนวน 40 ภาพ

ลำดับที่	ระดับค่าสีที่มีจำนวนจุดภาพสูงสุด			
	สีเทา	สีแดง	สีเขียว	สีน้ำเงิน
1	92	130	82	30
2	105	143	105	40
3	110	145	105	40
4	98	38	90	40
5	93	135	85	40
6	105	145	105	40
7	105	44	100	38
8	90	130	84	40
9	94	134	85	34
10	110	145	105	35
11	110	145	105	35
12	110	145	105	35
13	88	130	80	10
14	88	130	80	30
15	95	130	88	30
16	95	130	88	30
17	94	135	85	30
18	95	135	90	40
19	94	128	85	35
20	93	128	85	40

ลำดับที่	ระดับค่าสีที่มีจำนวนจุดภาพสูงสุด			
	สีเทา	สีแดง	สีเขียว	สีน้ำเงิน
21	94	134	85	30
22	100	133	93	50
23	100	135	90	44
24	94	128	85	48
25	105	139	98	45
26	110	88	105	80
27	100	130	92	85
28	100	130	94	83
29	110	145	105	40
30	110	149	106	40
31	110	144	104	40
32	103	140	95	84
33	97	130	90	45
34	110	145	105	42
35	110	145	105	40
36	100	140	93	45
37	100	135	95	50
38	110	148	105	48
39	100	135	95	45
40	100	130	93	85
Average	100.675	130	94.25	44.025
maximum	110	149	106	85
minimum	88	38	80	10
mean	99	93.5	93	47.5

ตารางที่ 3 นั้นบอกถึงระดับค่าสีที่มีจำนวนจุดภาพสูงสุดซึ่งได้จากภาพที่ทำการทดสอบจำนวน 40 ภาพ เมื่อนำค่าระดับค่าสีที่มีจำนวนจุดภาพสูงสุดนั้นมาหาค่าเฉลี่ยพบว่าค่าเฉลี่ยของระดับค่าสีที่มีจำนวนจุดภาพสูงสุดนั้นสำหรับระดับสีเทาอยู่ที่ระดับค่าสีเท่ากับ 100.675 สีแดง(Red) อยู่ที่ระดับค่าสีเท่ากับ 130 สีเขียว(Green) อยู่ที่ระดับค่าสีเท่ากับ 94.25 และระดับค่าสีน้ำเงิน(Blue)อยู่ที่ระดับค่าสีเท่ากับ 44.025 ในตารางที่ 3 นั้นบอกถึงช่วงของระดับค่าสีของทุกภาพ ซึ่งระดับสีเทานั้นค่าสีอยู่ระหว่างระดับสีเท่ากับ 88 - 110 ระดับสีแดงนั้นค่าสีอยู่ระหว่างระดับสีเท่ากับ 38 - 85 สีเขียวนั้นค่าสีอยู่ระหว่างระดับสีเท่ากับ 80 - 106 และระดับสีน้ำเงินนั้นค่าสีอยู่ระหว่างระดับสีเท่ากับ 10 - 85 ซึ่งผลการทดสอบจากการนำภาพที่เข้าทดสอบจำนวน 40 ภาพนั้นแสดงให้เห็นถึงระดับของค่าสีของทุกภาพนั้นมีความแตกต่างกันไม่แน่นอนเป็นไปตามคุณลักษณะภาพและองค์ประกอบภาพของภาพนั้นๆ ซึ่งทำให้เห็นถึงความแตกต่างของทุกภาพ ระดับค่าสีที่มีจำนวนจุดภาพสูงสุดในแต่ละภาพของค่าสีทั้ง 4 สีนั้นพบว่ามีค่าสูงสุดหลายระดับแตกต่างกัน และช่วงสูงสุดต่ำสุดของระดับสีของทุกค่าสีนั้น มีระดับค่าสีไม่เท่ากัน

สำหรับรูปที่ 8 นั้นเป็นตัวอย่างผลของการทดสอบเพิ่มเติมเพียงบางส่วนที่ได้จากการทดสอบ ซึ่งผลการทดสอบที่ได้จากการทำการทดสอบซ้ำวิธีการเดิมนั้นเป็นไปในทิศทางเดียวกันคือทำให้สามารถเห็นบริเวณที่สนใจชัดเจนมากขึ้น เพื่อที่จะทำให้วิธีการนั้นมีความน่าเชื่อถือ อาจจะต้องนำภาพต้นฉบับมาทดสอบจำนวนหลายๆครั้งขึ้น ต้องนำภาพต้นฉบับที่มีลักษณะองค์ประกอบภาพที่มีความหลากหลายลักษณะมากขึ้น



รูปที่ 8 ผลการทดสอบเพิ่มเติมบางส่วนการใช้วิธีการ Non-Components Thresholding (ด้านซ้าย) และวิธีการ Components Thresholding Method(ด้านขวา) และภาพต้นฉบับ(ตรงกลาง)

5. สรุปและข้อเสนอแนะ

ผลการทดสอบนำวิธีการ Components Thresholding Method การใช้วิธีการแยกองค์ประกอบภาพมาช่วยในการเลือกค่า Threshold จากกราฟแท่ง Histogram นั้นทำให้สามารถระบุบริเวณที่เป็นสีขาวในรูปภาพแผ่นยางต้นฉบับได้ดีขึ้น การปรับปรุงภาพโดยใช้วิธีการค่าขีดเริ่มองค์ประกอบภาพทำให้ภาพชัดเจนขึ้นโดยที่ยังสามารถทำให้ค่าความแตกต่างการเปลี่ยนแปลงนั้นเปลี่ยนแปลงไปไม่มากนัก

ถึงแม้วิธีการนี้จะทำให้เห็นส่วนที่เป็นสีขาวชัดเจนขึ้น แต่ไม่สามารถการันตีได้ว่าผลการทดสอบส่วนทั้งหมดสีขาวนั้นเป็นสีขาวทั้งหมด อาจเกิดข้อผิดพลาดจากการสะท้อนแสง อย่างไรก็ตามจากรูปต้นฉบับสีขาวและฟองยางนั้นมีสีขาวเช่นเดียวกันนั้นทำให้ฟองอากาศในเนื้อยางได้ชัดเจนขึ้น

สำหรับแนวคิดการที่จะสร้างเครื่องอัตโนมัติในอนาคตนั้นอาจใช้สัดส่วนร้อยละของจุดภาพบริเวณพื้นที่สนใจต่อสัดส่วนจุดภาพที่เชื่อว่าส่วนใหญ่เป็นเนื้อยางในภาพนั้นเป็นแนวคิดที่ค่อนข้างง่ายไม่มีความซับซ้อนมากนักซึ่งอาจจะใช้ได้ดี หากแต่สามารถที่จะระบุบริเวณสีขาวและฟองยางได้ใกล้เคียงมากขึ้นและถูกต้องมากขึ้นซึ่งอาจจะต้องอาศัยความรู้และใช้วิธีการที่มี

กระบวนการที่ซับซ้อนมากขึ้นด้วยเช่นกัน

เอกสารอ้างอิง

- [1] สิทธิโชค อุ่นแก้วและธเนศ เคารพพวงค์ “การตรวจสอบรอยขาวบนผิวเนื้อยางแผ่นโดยวิธีการประมวลผลภาพด้วยเทคนิคค่าขีดเริ่มเปลี่ยนคุณลักษณะของสี”, การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 29(EECON-29), 2549.
- [2] สันติ สติธรรมธนะ “การตรวจสอบลายและสิ่งสกปรกบนผิวและในเนื้อยางแผ่น” มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2547
- [3] มิติ รุจนาธิกุล และ วุฒิพงศ์ อารีกุล, “การวัดประชากรเพลิงแบ่งด้วยการประมวลผลภาพ”, งานวิจัยโครงการ National Software Contest ครั้งที่ 3 (EECON-23), 2544.
- [4] Rafael C. Gonzalez and Richard E.Woods 1993. Digital Image Processing, Addison-Wesley, USA
- [5] Rafael C. Gonzalez, Richard E.Woods and Steven L. Eddins 2004. Digital Image Processing using MATLAB, Prentice Hall, USA
- [6] Bradley, D. and Roth, Gerhard, 2007. Adaptive Thresholding Using the Integral Image, ACM Journal of Graphics Tools. Volume 12. Issue 2.
- [7] ชูชาติ ปิณฑวิรุจน์. 2550. การประมวลผลภาพดิจิทัลด้วย-Matlab. แผนกตำรา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ