การประยุกต์ระบบคัดแยกคุณภาพยางแผ่นด้วยเทคนิคการหาค่าความเข้มของสีวัตถุ

วิทยา บุญสุข*
อาจารย์ ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาการจัดการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนครพนม

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทรศัพท์ 08-3563-2476 อีเมล: witthaya_boon@hotmail.com
รับเมื่อ 2 กันยายน 2557 ตอบรับเมื่อ 31 มีนาคม 2558 เผยแพร่ออนไลน์ 22 พฤษภาคม 2558
DOI: 10.14416/j.kmutnb.2015.03.002 © 2015 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ในการวิจัยนี้ เพื่อออกแบบและพัฒนาซอฟต์แวร์ในการคัดแยกวัตถุด้วยสี และเพื่อพัฒนาต้นแบบในการประยุกต์ใช้งานซอฟต์แวร์คัดแยกวัตถุด้วยสี หลักการทำงานของระบบ ใช้ตัวกรองในการหาระดับความเข้มของค่าเฉลี่ยของกลุ่มสี โดยเน้นระดับค่าเฉลี่ยความเข้มของสีแดง เพื่อใช้ในการคัดแยกวัตถุด้วยกลุ่มสี ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบที่ได้จากการประมวลผลภาพด้วยอัลกอริทึมที่พัฒนาใหม่ จากกลุ่มภาพตัวอย่าง 5 กลุ่ม กลุ่มละ 20 ภาพ รวม 100 ภาพ ในระดับความเท่ากันของภาพ 640×480 พิกเซล ความแม่นยำของกลุ่มที่ 1 คือยางคุณภาพชั้น 1 มีค่าเฉลี่ย 90% ความแม่นยำของกลุ่มที่ 2 คือยางคุณภาพชั้น 2 มีค่าเฉลี่ย 90% ความแม่นยำของกลุ่มที่ 3 คือยางคุณภาพชั้น 3 มีค่าเฉลี่ย 100% ความแม่นยำของกลุ่มที่ 4 คือยางคุณภาพชั้น 4 มีค่าเฉลี่ย 100% และความแม่นยำของกลุ่มที่ 5 คือยางคุณภาพชั้น 5 มีค่าเฉลี่ย 100% ค่าเฉลี่ยรวม 96% ภาพรวมระบบที่พัฒนาถือว่ามีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดี แสดงว่าคุณภาพในการเปรียบเทียบระดับกลุ่มสีของภาพในระดับที่ค่อนข้างเที่ยงตรง และมีความเหมาะสมต่อการนำไปประยุกต์ใช้งานในการประมวลผลคัดแยกระดับความเข้มสีของภาพ

คำสำคัญ: การเปรียบเทียบ ประมวลผลภาพ วิธีการทางคอมพิวเตอร์ ภาพ ระดับความเข้มสี

การอ้างอิงบทความ: วิทยา บุญสุข, "การประยุกต์ระบบคัดแยกคุณภาพยางแผ่นด้วยเทคนิคการหาค่าความเข้มของสีวัตถุ," *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, ปีที่ 25, ฉบับที่ 2, หน้า 265 - 275, พ.ค. - ส.ค. 2558. http://dx.doi.org/10.14416/j.kmutnb.2015.03.002

Applying for Classifying System of Rubber Quality Using Technique of Color Average

Witthaya Boonsuk*
Lecturer, Department of Information Technology, Faculty of Management Sciences and Information Technology, Nakhon Phanom University, Nakhon Phanom, Thailand

* Corresponding Author, Tel. 08-3563-2476, E-mail: witthaya_boon@hotmail.com
Received 2 September 2014; Accepted 31 March 2015; Published online: 22 May 2015
DOI: 10.14416/j.kmutnb.2015.03.002 © 2015 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

Abstract

The objectives of this research are to design, develop, and apply a color sorting software for rubber sheet quality classification. A filter was embedded in this software and was used to find the total average of redness intensity on rubber surface. Five groups of rubber image samples, classified by their quality, were used for software performance testing. Each group comprised 20 different image files. The results showed satisfactory levels of accuracy. The sorting system delivered 90% accuracy with respect to the rubber quality of group 1, 2; and could perform even better in rubber classification in regard to the other grades (group 3-5), demonstrating 100% accuracy. The average accuracy for 5 groups attained 96%. The overall results showed that this newly software is an efficient tool for color sorting tasks and is suitable for further use in the rubber industry.

Keywords: Comparison, Image Processing, Algorithms, Digital Image, Intensity of the Color

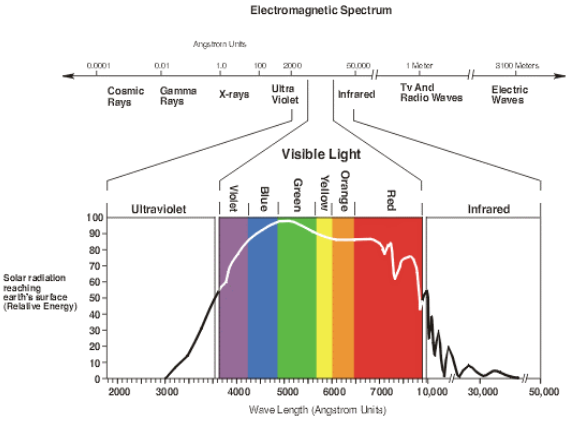
Please cite this article as: W. Boonsuk, "Applying for Classifying System of Rubber Quality Using Technique of Color Average," *J. KMUTNB*, Vol. 25, No. 2, pp. 265 - 275, May. - Aug. 2015 (in Thai). http://dx.doi.org/10.14416/j.kmutnb.2015.03.002

1. บทนำ

ในปัจจุบันมีการนำระบบสารสนเทศเข้ามาประยุกต์ใช้ในการทำงานมากขึ้น และมีบทบาทค่อนข้างจะมากขึ้น ซึ่งมีส่วนจำเป็นอย่างมากในการดำเนินชีวิตในปัจจุบัน และตลอดจนการประยุกต์ในงานองค์กรต่าง ๆ เพื่อช่วยเพิ่มศักยภาพ ในการทำงานขององค์กรให้สูงขึ้น การจะใช้เพียงมนุษย์เข้ามาบริหารจัดการคงลดลงเพราะมีข้อจำกัดบางอย่างในการทำงาน ดังนั้นมีความเป็นไปได้มากที่จะมีการนำระบบไอทีมาใช้งาน แม้จะใช้ต้นทุนสูงในระยะแรก แต่ระยะยาวก็ถือว่ามีความคุ้มค่า แต่ในปัจจุบันเทคโนโลยีด้านไอที ได้มีการพัฒนาเพิ่มมากขึ้นทำให้ราคาต้นทุนการผลิตต่ำลงทำให้คนที่มีรายได้ระดับล่างสามารถจัดหาอุปกรณ์ที่เป็นระบบสารสนเทศที่มีราคาที่ต่ำแต่ความแม่นยำสูง

โดยทั่วไปการคัดแยกยางยังใช้คนในการเทียบสีและวิเคราะห์แยกชั้นยาง ซึ่งต้องอาศัยประสบการณ์และความเชี่ยวชาญเฉพาะในการเป็นผู้คัดแยกยางแผ่น ซึ่งความสามารถเหล่านั้นยังไม่สามารถวัดการทำงานได้ว่ามีความถูกต้องเที่ยงตรงหรือไม่ของการคัดแยกคุณภาพชั้นยาง ผู้พัฒนาได้มองเห็นความจำเป็นในงานดังที่กล่าวมา จึงได้ทำการศึกษาและออกแบบทำการพัฒนาอัลกอริทึมในการเปรียบเทียบและคัดแยกยางด้วยการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของสีและความเหมือนกันของภาพ ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับระบบงานคัดแยกคุณภาพชั้นยางที่เป็นระบบ Real Time ตรวจสอบเฉพาะในด้านกายภาพ โดยเน้นที่ระดับความเฉลี่ยของความเข้มของสีในแผ่นยางพาราจากกล้องที่ถ่าย และนำมาทำการเปรียบเทียบความต่างทางกายภาพจากฐานข้อมูลภาพที่เป็นมาตรฐานยาง

ผู้พัฒนาได้มองเห็นความจำเป็นในงานด้านที่กล่าวมา จึงได้ทำการศึกษาและออกแบบทำการพัฒนาอัลกอริทึมในการวิเคราะห์เปรียบเทียบความเหมือนและความต่างของภาพ โดยเน้นการหาระดับค่าเฉลี่ยของความเข้มสีในแผ่นยางพาราจากกล้องที่ถ่าย และใช้เป็นแนวทางสำหรับการค้นคว้าวิจัยและพัฒนาเพื่อการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีใหม่ ๆ ในอนาคตเข้ามาปรับใช้ในการทำงานและเพิ่มประสิทธิภาพมากขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์คือ 1) เพื่อทำการพัฒนาซอฟต์แวร์ในการคัดแยกภาพวัตถุด้วยสี และ 2) เพื่อทำการออกแบบและพัฒนาซอฟต์แวร์ต้นแบบ



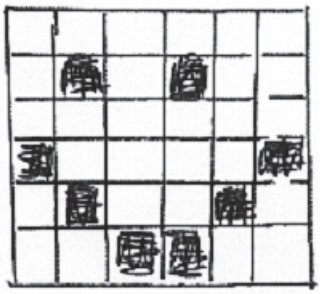
รูปที่ 1 ระดับสเปกตรัมของสี (Spectral Colors)

2. ทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

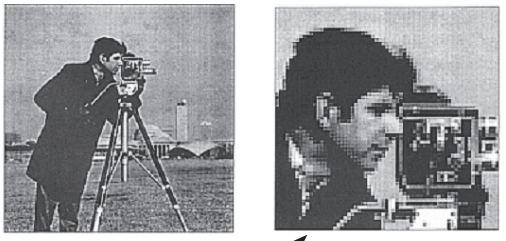
2.1. หลักการเบื้องต้นเกี่ยวกับแสงและภาพในระบบคอมพิวเตอร์

2.1.1 ระดับสเปกตรัมของสี (Spectral Color) [1] นัยน์ตาของมนุษย์สามารถปรับระดับ ความสามารถของแสงได้ 10^{10} ระดับ และจำแนกความแตกต่างของวัตถุออกมาตามระดับความเข้มของแสงในช่องคลื่น Visible Light ดังรูปที่ 1

2.1.2 ภาพในระบบคอมพิวเตอร์ การมองภาพของมนุษย์และคอมพิวเตอร์ ไม่ว่าจะเป็นภาพที่ถ่ายโดยใช้กล้องธรรมดาหรือแบบดิจิตอล ถ้ามองในแบบของคอมพิวเตอร์ ก็คือจุดสีหลายๆ จุดที่นำมาเรียงต่อๆ กันจนสามารถบอกได้ว่าเรียงกันเป็นรูป ในมุมมองของมนุษย์กับมุมมองของคอมพิวเตอร์เป็นคนละมุมกัน และแตกต่างกันอย่างสิ้นเชิง มนุษย์สามารถเข้าใจถึงเนื้อหาของภาพได้ และภาพนี้บอกอะไร สามารถสื่อถึงความรู้สึก

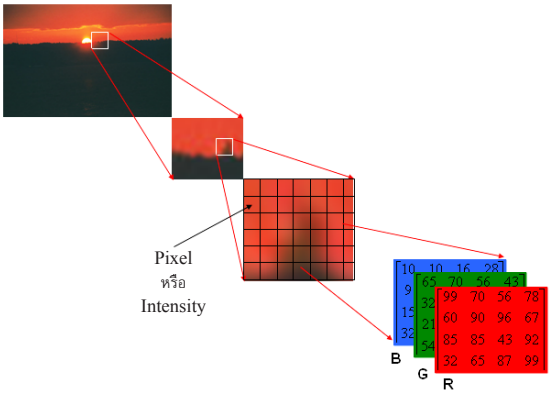


รูปที่ 2 การลงค่าสีในตารางของ Array 2 มิติ [1]



รูปที่ 3 การลงค่าสีในระดับต่างกันทำให้เกิดภาพ [1]

รูปที่ 4 การแสดงผลภาพ [2]



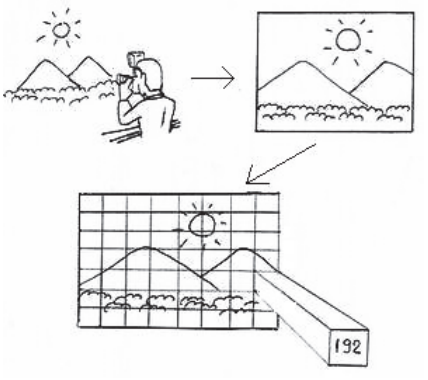
รูปที่ 5 การลงค่าสี [3]

อะไรบางอย่างได้ แต่เมื่อรูปภาพถูกนำมาทำเป็นภาพในคอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์เข้าใจภาพเป็นเพียงแค่เป็นจุดสีหลายๆ จุด ที่เรียงต่อกันในความสัมพันธ์ระหว่างจุดภาพที่เหมาะสม ดังตัวอย่างรูปที่ 2 และ 3 เป็นรูปแบบการสร้างภาพดิจิตอล ซึ่งเป็นการนำเสนอในตารางที่ 2 มิติ รูปแบบของ Array ในค่าของ Pixel หรือเขียนค่าแทนฟังก์ชันของมิติคือ f[m,n] [1]

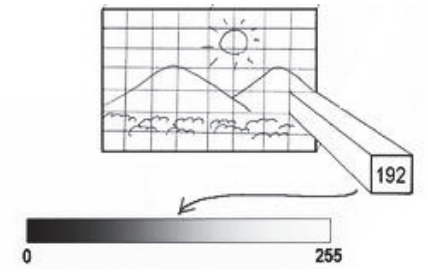
กล่าวโดยง่ายคือ Array จำนวนจริงหรือจำนวนเชิงซ้อนโดยแสดงเป็นจำนวนจำกัดของบิต (Finite Number of Bit) จากวัตถุจะถูกบันทึกโดย Image Sensor แล้วบันทึกหรือส่งผ่านไปที่เก็บแล้วผ่านไปประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์และนำไปเก็บชั่วคราวใน Buffer เพื่อแสดงผลหรือบันทึกต่อไป โดยมีการแสดงดังรูป 4 [2]

2.1.3 การประมวลผลรูปภาพ (Image Processing) [3] ภาพดิจิตอลรูปภาพที่เราเห็นกันอยู่ ไม่ว่าจะเป็นภาพที่ถ่ายโดยใช้กล้องธรรมดาหรือแบบดิจิตอล ถ้าเรามองกันในแบบของคอมพิวเตอร์ มันก็คือจุดสีหลายๆ จุดที่นำมาเรียงต่อๆ กัน จนสามารถบอกได้ว่าเรียงกันเป็นรูปต่างๆ แสดงในรูปที่ 5

เนื้อหาของรูปภาพเป็นอย่างไร การมองเพื่อทำความเข้าใจรูปภาพหนึ่งๆ ไม่ว่าจะเป็นภาพถ่ายหรือภาพที่เป็นแบบดิจิตอลในคอมพิวเตอร์ก็ตาม ในมุมมองของมนุษย์กับรูปภาพ หรือมุมมองของคอมพิวเตอร์กับรูปภาพ เป็นคนละมุมกัน และแตกต่างกันอย่างสิ้นเชิง ภาพดิจิตอลเป็นการแปลงภาพ 2 มิติที่ได้ให้เป็นภาพเชิงดิจิตอลโดยการสุ่มเลือกทางจุดตำแหน่ง (Spatially Sampling) โดยสุ่มเลือกเฉพาะบางตำแหน่งในภาพ ซึ่งถ้าเราสุ่มเลือกมาละเอียดภาพที่ได้ก็จะมีความละเอียดสูง หน่วยของการสุ่มเลือกก็คือจุด (Pixel) การสุ่มเลือกจุดตำแหน่ง (Image Sampling) เป็นการแปลงภาพ 2 มิติที่ได้ให้เป็นภาพเชิงดิจิตอลโดยการสุ่มเลือกทางจุดตำแหน่ง (Spatially



รูปที่ 6 การสุ่มเลือกจุดตำแหน่ง [3]



รูปที่ 7 การประมาณค่าความเข้มของแสง [3]

Sampling) โดยสุ่มเลือกเฉพาะบางตำแหน่งในภาพ ซึ่งถ้าเราสุ่มเลือกมาละเอียดภาพที่ได้ก็จะมีความละเอียดสูง ดังรูปที่ 6

2.1.4 การประมาณค่าความเข้มแสง (Image Quantization) [3] เมื่อเราได้ภาพจากการ Sampling มาแล้ว แต่ละจุดในภาพจะถูกแทนด้วยสี ภาพในโทนสีเทา (Gray Scale) จะประกอบไปด้วยสีดำ และไล่เฉดสีจางลงไปจนถึงสีขาวดังรูปที่ 7

2.2 การเปรียบเทียบฮิสโตแกรม (Histogram Comparison)

ฮิสโตแกรมถูกสร้างมาจากทุกส่วนของภาพ สามารถใช้อธิบายสีที่ปรากฏอยู่ในภาพแทนคุณลักษณะโดยรวมของภาพได้ Swain และ Ballard [4] ได้เสนอวิธีการวัดความเหมือนกันของฮิสโตแกรมที่ เรียกว่า Histogram Intersection มีการจับคู่ของฮิตโตแกรม $H(I)$ และ $H(Q)$ ของภาพ I และภาพที่ต้องการค้นหา Q ตามลำดับ แต่ละภาพจะมีขนาด n Bins ดังนั้นจะถูกกำหนดด้วย Histogram Intersection [4] ดังต่อไปนี้

$$S\{H(I),H(Q)\} = \frac{\sum_{j=1}^{n} \min\{h_j(I),h_j(Q)\}}{N_Q \times M_Q} \qquad (1)$$

เมื่อ $hj(I)$ เป็นตัวเลขจำนวน Pixel ของสี j ในรูปภาพ I $hj(Q)$ เป็นตัวเลขจำนวน Pixel ของสี j ในรูปภาพ Q และ $N_Q \times M_Q$ เป็นขนาดของรูปภาพคำถาม วิธีการวัดนี้สามารถแสดงด้วยรูปแบบความแตกต่างของค่าฮิสโตแกรม (Dis-similarity) ได้เช่น L1-norm

$$D\{H(I),H(Q)\} = \sum_{j=1}^{n} \left| \frac{h_j(I)}{N_I \times M_I} - \frac{h_j(Q)}{N_Q \times M_Q} \right| \qquad (2)$$

เมื่อ $N_I \times M_I$ เป็นขนาดของรูปภาพ และให้ T เป็นค่าอ้างอิงที่เป็นค่าตัวตัดสินความเหมือนหรือความแตกต่างระหว่างสองฮิสโตแกรม จะกล่าวได้ว่าเหมือนกันก็ต่อเมื่อ $S \geq T$ หรือ $D \leq T$ และรูปภาพในฐานข้อมูลที่ถูกค้นคืนจะสัมพันธ์กับรูปภาพต้นฉบับของการ Query แต่ปัญหาใหญ่ของการค้นคืนด้วยการเปรียบเทียบฮิสโตแกรมนี้คือแม้ว่าภาพนั้นจะเป็นภาพคนละประเภท อาจมีฮิสโตแกรมที่คล้ายคลึงหรือเหมือนกันได้ ดังนั้นคุณลักษณะโดยรวม (Global Feature) S หรือ D ไม่สามารถอ้างอิงข้อมูลเชิงตำแหน่ง (Spatial Information) ของสีในวัตถุได้จึงทำให้ไม่สามารถใช้แยกแยะภาพที่มีการเกาะกลุ่มกันของสีที่มีความแตกต่างหรือคล้ายคลึงกันได้ จึงส่งผลให้ภาพที่ถูกค้นคืนมานั้นมีโอกาสเป็นภาพที่แตกต่างกันกับภาพที่ต้องการได้

2.3 การหาค่าความสัมพันธ์ของสีในพื้นที่ติดกัน (CCR)

Kim และ Han [5] ได้เสนอแนวคิดที่ใช้ค่าความสัมพันธ์ของสีในพื้นที่ติดกัน (CCR) เพื่อใช้แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในการเปรียบเทียบฮิสโตแกรม กล่าวคือ CCR สามารถแยกแยะการกระจายตัวของสีที่มีค่าฮิสโตแกรมที่เหมือนกันได้โดยมีอัลกอริทึมในการคำนวณหาค่า CCR ดังต่อไปนี้

2.3.1 พิจารณาบริเวณที่ติดกันของสี ภาพขนาด N×M จะถูกแบ่งออกเป็นบล็อกของ n×m Pixel เพื่อพิจารณาหาพื้นที่สีติดกันหรือกลุ่มสี

2.3.2 คำนวณค่าความหนาแน่นของสี ของแต่ละกลุ่มสีที่อยู่ในพื้นที่ที่ติดกันเพื่อหาค่าเฉลี่ยของการเกาะกลุ่มของสี

2.3.3 พิจารณาสีที่ปรากฏร่วมสูงสุด โดยพิจารณาหาสีที่ปรากฏร่วมกันกับสีที่เจาะจงมากที่สุด และโอกาสที่สีจะปรากฏร่วมกัน

2.3.4 ทำการวัดความเหมือนกันของภาพ ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบปริมาณการเกาะกลุ่มกันของแต่ละกลุ่มสี และเปรียบเทียบความเหมือนของข้อมูลเชิงตำแหน่งของแต่ละกลุ่มสี (Spatial)

$$S_1(I,Q) = \frac{\sum_{kc} \min\{H_{kc}(R_I), H_{kc}(R_Q)\}}{\sum_{kc} H_{kc}(R_Q)} \quad (3)$$

$$\Delta O_{kc} = \frac{\min\{Q_{kc}(R_I), O_{kc}(R_Q)\}}{\sum_{kc} 1} \quad (4)$$

$$S_2(I,Q) = \sum_{kc} \begin{Bmatrix} \Delta O_{kc} \; if \; T_{kc}(R_I) = T_{kc}(R_Q) \\ 0 \quad if \; T_{kc}(R_I) \neq T_{kc}(R_Q) \end{Bmatrix} \quad (5)$$

$$S(I,Q) = (S_1 + S_2)/2 \quad (6)$$

แต่ทั้งนี้ การใช้ค่า CCR ก็มีข้อจำกัดคือการกำหนดพารามิเตอร์ของขนาดบล็อกที่นำมาใช้ เพราะขนาดของบล็อกส่งผลต่อการค้นคืนรูปภาพ จึงจำเป็นต้องเลือกขนาดบล็อกที่เหมาะสมกับการตรวจสอบการเกาะกลุ่มกันของสีโดยถ้าบล็อกมีขนาดใหญ่จะส่งผลให้ภาพที่ถูกค้นคืนมานั้นมีความถูกต้องแม่นยำต่ำ เพราะว่าขนาดของบล็อกที่ใหญ่ไม่สามารถแบ่งการเกาะกลุ่มกันของสีได้ชัดเจน แต่ถ้าขนาดของบล็อกมีขนาดเล็กจะเกิดความถูกต้องแม่นยำในการค้นคืนสูง แต่ใช้เวลาในการคำนวณ CCR มาก [6]

รูปที่ 8 การแบ่งภาพออกเป็น block

2.4 เทคนิคการแบ่งภาพออกเป็น Block และหาค่าเฉลี่ย

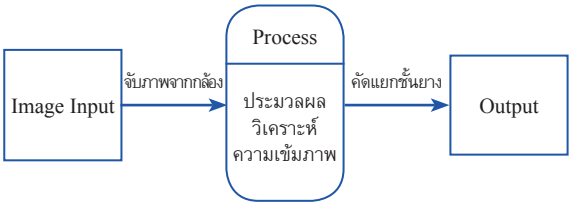
ภาพหนึ่งภาพเราสามารถตัดแบ่งออกมาเป็นส่วนๆ ได้ เพื่อที่จะนำไปวิเคราะห์เปรียบเทียบได้ง่ายขึ้น เพราะแต่ละส่วนๆ ของภาพที่เราจะวิเคราะห์นั้นมันจะบอกถึงอะไร หรือบอกความหมาย บอกการเปลี่ยนแปลงได้ เช่น วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของวัตถุ การเคลื่อนที่ของวัตถุ เราสามารถดึงเอาภาพจากวีดีโอมาวิเคราะห์โดยแบ่งเป็น Block คือภาพหนึ่งภาพ ตัดแบ่งออกเป็นส่วนๆ เช่น 4×4 (จะได้ 16 ภาพ) หรือตัดเป็น 8×8 (จะได้ 64 ภาพ) [7] ดังรูปที่ 8

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

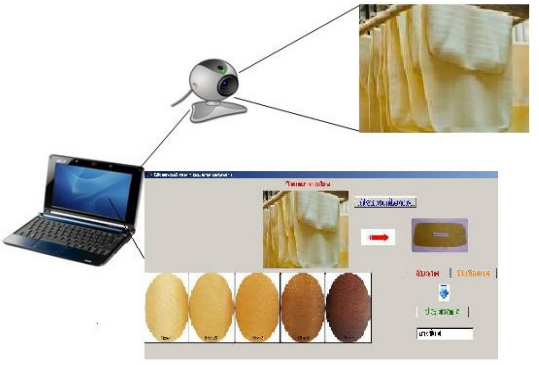
2.5.1 ยุทธนา [8] “การค้นคืนรูปเหมือนโดยใช้คุณสมบัติของกลุ่มสี” โทนสีเป็นคุณลักษณะซึ่งใช้กันอย่างแพร่หลายในการทำดัชนีรูปภาพ และการค้นคืนภาพเหมือน โดยทั่วไปแล้วฮิสโตแกรมสีเป็นวิธีพื้นฐานสำหรับแสดงและเปรียบเทียบรูปภาพ แต่อย่างไรก็ตามฮิสโตแกรมสีเป็นลักษณะเฉพาะอย่างหยาบๆ ของภาพภาพที่แตกต่างกันอาจจะมีฮิสโตแกรมสีที่เหมือนกันได้ ในงานวิจัยนี้ได้นำเสนออัลกอริทึมใหม่ซึ่งเรียกว่า Feature Vectors of Color Cluster (FVCC) บนระนาบสีระบบ (HSV) โดยการทำซ้ำวิธีการให้ชื่อกลุ่มสีในแต่ละภาพย่อย ซึ่งได้จากการแบ่งแยกสีบนรูปต้นแบบ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ ส่วนประมวลผลเบื้องต้น ส่วนกรองภาพเหมือน

และส่วนจัดอันดับภาพผลลัพธ์ ในส่วนประมวลผลจะทำการปรับระดับสีและขนาดของภาพให้เล็กลง เพื่อลดเวลาในการประมวลผล ส่วนกรองภาพจะทำการเปรียบเทียบสีของรูปต้นแบบและรูปที่อยู่ในฐานข้อมูล รูปที่มีจำนวนสีครบตามรูปต้นแบบจะถูกส่งผ่านไปจัดอันดับ ในส่วนของการจัดอันดับภาพ ผลลัพธ์ โดยใช้การหาค่าความผิดพลาดจากระยะห่างของ FVCC จากการทดลองวัดประสิทธิภาพของการค้นคืนภาพ ได้ค่า Recall ร้อยละ 89 และ Precision ร้อยละ 90

2.5.2 ณัฐพงศ์ [9] “การคัดแยกความสุกดิบของเนื้อทุเรียนโดยใช้ฮีสโตแกรมสีและความหนาแน่น” การคัดแยกความสุกดิบของเนื้อทุเรียน โดยไม่ทำลายมีความสำคัญอย่างยิ่งในสายการผลิตทุเรียน เนื่องจากเนื้อทุเรียนมีลักษณะเฉพาะ เช่นสีเนื้อที่ไม่สม่ำเสมอ รูปทรงที่ไม่แน่นอน เป็นต้น วิธีการคัดแยกแบบทำลายนอกจากจะทำให้สูญเสียเนื้อทุเรียนบางส่วนไป เวลาที่ใช้ในการคัดแยกยังมากและทำให้คุณภาพของเนื้อทุเรียนเสียไป วิทยานิพนธ์นี้นำเสนอวิธีการคัดแยกความสุกดิบของเนื้อทุเรียนแบบไม่ทำลาย โดยใช้ฮีสโตแกรมสี และการหาความหนาแน่น วิธีการตรวจวัดความสุกดิบของเนื้อทุเรียนแบบอัตโนมัติที่นำเสนอในวิทยานิพนธ์นี้ ใช้สีและความหนาแน่นของเนื้อทุเรียนในการคัดแยกหาความสุกของเนื้อทุเรียน ในกรณีของเนื้อทุเรียนสุกสีที่อ่านได้จากกล้องบันทึกภาพจะมีความเป็นสีเหลืองมากและมีความหนาแน่นสูง สีของเนื้อทุเรียนได้จากกล้องบันทึกภาพ 2 ตัว ส่วนความหนาแน่นได้จากอัตราส่วนของน้ำหนัก ซึ่งได้จากเครื่องชั่งน้ำหนักและปริมาตร ซึ่งประมาณจากภาพ 2 มุมมองของกล้องทั้งสอง สำหรับการพิจารณาระดับของเนื้อทุเรียนที่สุก จะทำได้โดยการกำหนดค่าเริ่มเปลี่ยนของสีและความหนาแน่นที่เหมาะสม โดยนำฟัซซี่ลอจิกมาใช้ในการตัดสินใจ งานวิจัยนี้ทำการทดลองโดยใช้ทุเรียนหมอนทอง จำนวน 88 พู ผลลัพธ์ที่ได้นำมาเปรียบเทียบกับผลลัพธ์ของวิธีหาร้อยละของน้ำหนักแห้ง ซึ่งเป็นวิธีหาความสุกดิบที่ถือเป็นมาตรฐาน ผลลัพธ์ที่ได้มีความถูกต้องร้อยละ 90.91



รูปที่ 9 ภาพรวมของ Context Diagram ของระบบ



รูปที่ 10 โครงสร้างของระบบ

3. วิธีการดำเนินงาน

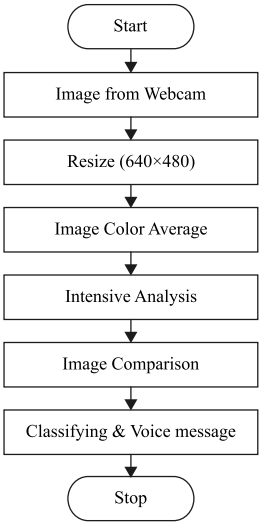
3.1 การศึกษาปัญหา

เนื่องจากปัญหาของเกษตรกรสวนยางยังขาดทักษะในการคัดแยกคุณภาพชั้นยางซึ่งคุณสมบัติดังกล่าว คือต้องใช้ผู้มีประสบการณ์ในการวิเคราะห์มาพอสมควรเพื่อมาวิเคราะห์แผ่นยาง ซึ่งบุคคลเหล่านี้มีอยู่อย่างจำกัดและต้องอาศัยความเชี่ยวชาญในการวิเคราะห์อย่างมาก จำเป็นต้องมีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาพัฒนาระบบดังกล่าว ด้วยอาศัยอุปกรณ์และซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นประยุกต์ใช้ ทำให้ลดต้นทุนในการจัดหามาใช้งาน และมีใช้ในหน่วยงานจะเห็นได้ว่ามีการนำระบบสารสนเทศ มาใช้งานในด้านต่างๆ มากขึ้น ตลอดจนการพัฒนาเครื่องมือ ทางด้านเทคโนโลยีทางการเกษตรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ และลดเวลาการทำงานให้สั้นลง

3.2 การออกแบบระบบ

3.2.1 Context Diagram ของระบบแสดงในรูปที่ 9

3.2.2 โครงสร้างของระบบแสดงในรูปที่ 10



รูปที่ 11 การทำงานของระบบ

3.2.3 ขั้นตอนการทำงานของระบบแสดงในรูปที่ 11

จากรูปที่ 11 ขั้นตอนของระบบมีรายละเอียดการทำงานดังนี้

3.2.3.1 Image Input การนำเข้าข้อมูลภาพทำการออกแบบไว้ 2 แบบคือ

1) เปิดจากแฟ้มภาพ

2) ทำการจับภาพจากกล้องโดยตรง

3.2.3.2 Image Resize การปรับภาพนำเข้าให้มีขนาดมาตรฐานเดียวกันก่อนนำไปประมวลผล

```
// objImage is the original Image
Bitmap objBitmap =
new Bitmap(objImage, new   Size(640,480));
```

3.2.3.3 Image Average การหาค่าเฉลี่ยของสีในระดับพิกเซล โดยหาจากจำนวนระบบค่าสีทั้งหมดของภาพหารด้วยจำนวนพิกเซลทั้งหมด

ค่าเฉลี่ยของสี = ผลรวมของระดับค่าของสีทั้งหมด/จำนวนพิกแซล

3.2.3.4 Intensive Analysis การวิเคราะห์หาระดับค่าความสว่างของสีกับค่าของภาพยางต้นแบบที่ใช้เปรียบเทียบตามอัลกอลิทึมในหัวข้อ (3.2.4 อัลกอลิทึมระบบ)

3.2.3.5 Image Comparison ทำการเปรียบเทียบในระดับพิกเซลกับภาพต้นแบบทั้ง 5 รูปแบบของมาตรฐานเกรดยาง

3.2.3.6 Classifying and Voice Message เมื่อทำการเปรียบเทียบและประมวลผลเสร็จระบบจะทำการส่งผลแจ้งเป็นเสียง เพื่อให้ทราบว่ายางที่ตรวจสอบอยู่ในระดับเกรดใด

```
SpeechSynthesizer synthesizer = new
SpeechSynthesizer();
      synthesizer.Volume = 100;
      synthesizer.Rate = 0;
      synthesizer.Speak(text1);
```

3.2.4 อัลกอลิทึมระบบ

```
for (int i = 0; i < bmap.Width; i++)
      {
            for (int j = 0; j < bmap.Height; j++)
              {    color  c = bmap.GetPixel(i, j);
            sum=sum+c.R;
              }
}
intensive = sum/(bmap.Width*bmap.Height);
if (intensive >= 220)
{
      text1 = “ยางคุณภาพชั้นหนึ่ง”;
}
else if (intensive > =210)
{
      text1 = “ยางคุณภาพชั้นสอง”;
}
else if (intensive > =180)
{
      text1 = “ยางคุณภาพชั้นสาม”;
}
else if (intensive > =140)
{
      text1 = “ยางคุณภาพชั้นสี่”;
}
```

```
else if (intensive > =110)
{
        text1 = “ยางคุณภาพชั้นห้า”;
}
SpeechSynthesizer synthesizer = new
SpeechSynthesizer();
        synthesizer.Volume = 100;
        synthesizer.Rate = 0;
        synthesizer.Speak(text1);
```

3.3 การออกแบบและพัฒนาระบบ

งานวิจัยครั้งนี้ได้พัฒนาระบบต้นแบบ ในการตรวจสอบคุณภาพและคัดแยกชั้นยางทั้ง 5 ชั้นจากกลุ่มยางแผ่น โดยใช้โดยใช้โปรแกรม Visual C# มาเป็นเครื่องมือในการออกแบบต้นแบบและส่วนติดต่อใช้งาน (User Interface) และกล้อง Webcam เป็นอุปกรณ์รับภาพเข้ามาเป็นข้อมูลที่ใช้ในการประมวลผล

3.3.1 Context Diagram ของระบบ

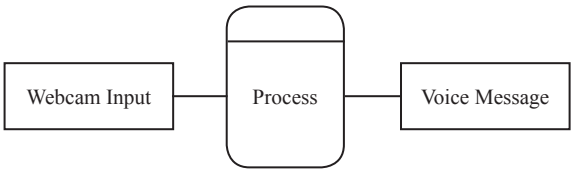
จากรูปที่ 12 Context Diagram ของระบบจะเป็นภาพรวมของระบบโดยจะรับข้อมูลภาพเข้ามาจากกล้องหรือแฟ้มภาพแล้วทำการประมวลผล และส่งรายงายผลออกทางเสียงเพื่อแจ้งให้ผู้ใช้ทราบผลการตรวจคุณภาพยาง

3.3.2 โครงสร้างของระบบ

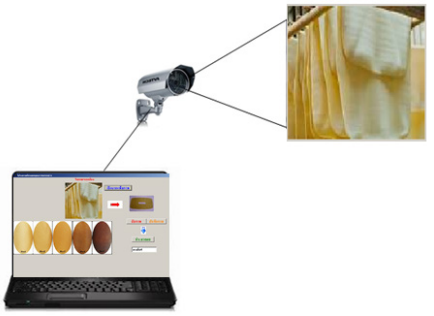
จากรูปที่ 13 การพัฒนาระบบใช้โปรแกรม Visual C ส่วนอุปกรณ์อื่นมี เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล กล้อง และลำโพงมาเป็นเครื่องมือใน การออกแบบต้นแบบระบบ ซึ่งมีหน้าจอดังรูปที่ 14

3.4 การทดสอบระบบ

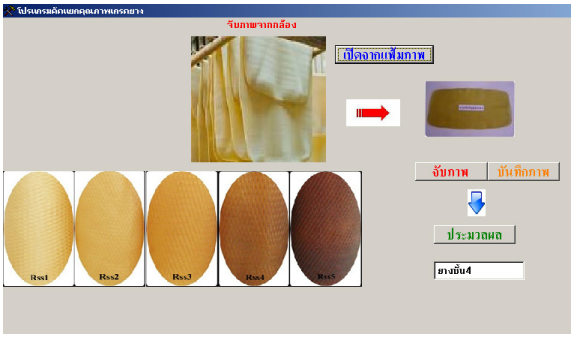
การวัดประสิทธิภาพของการค้นคืน [10] สามารถทำได้โดยการใช้วิธีวัดค่าความแม่นยำ (Precision) ซึ่งเป็นการวัดความแม่นยำในการค้นคืนภาพในระบบ โดยพิจารณาจากจำนวนภาพที่เปรียบเทียบจากภาพมาตรฐาน ที่ใช้เป็นฐานข้อมูลเปรียบเทียบในการค้นคืนได้ทั้งหมด ว่ามีภาพที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันกับภาพสอบถามจำนวนเท่าไร และ



รูปที่ 12 ภาพรวมของ Context Diagram ของระบบ



รูปที่ 13 โครงสร้างของระบบ



รูปที่ 14 หน้าจอการทำงานของระบบ

ภาพที่ไม่ได้อยู่ในกลุ่มเดียวกับภาพสอบถามจำนวนเท่าไร แล้วนำมาคำนวณ แสดงดังสมการ

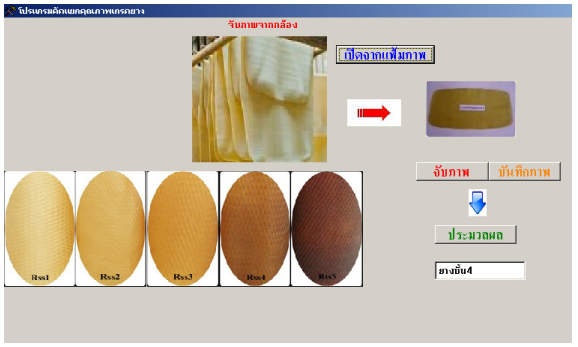
$$\text{Precision} = \left| \frac{x_i - x_m}{x_m} \right|$$

$$x_m = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i$$

โดยที่

x_m คือค่าเฉลี่ยของการวัด

x_i คือค่าการวัดแต่ละครั้ง



รูปที่ 15 หน้าจอต้นแบบ

4. ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการทดสอบเปรียบเทียบ

หน้าจอการทำงาน (User Interface) แสดงในรูปที่ 15

4.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบ

การประเมินหาประสิทธิภาพของการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับสีของภาพ กรณีทดสอบจากกลุ่มตัวอย่างรูปภาพ แสดงค่าเฉลี่ยในเชิงปริมาณและค่าเฉลี่ย ในเชิงคุณภาพจากฐานข้อมูลรูปภาพ 5 กลุ่มที่นำมาทดสอบจำนวน 100 ภาพ หลังจากที่ได้นำซอฟต์แวร์ไปทดสอบตามวิธีการแบบ Black Box เรียบร้อยแล้ว ต่อไปจะเป็นการนำซอฟต์แวร์นี้ไปประเมินเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบ และเป็นการทดสอบเพื่อยอมรับระบบโดยผู้ใช้ (Acceptance Test by User) ซึ่งกระบวนการประเมินระบบนี้เป็นการประเมินเพื่อหาประสิทธิภาพของงานทางระบบสารสนเทศ และซอฟต์แวร์ซึ่งจะการแบ่งการประเมินระบบออกเป็น 4 ส่วนด้วยกันคือ

1. Function Requirement Test
2. Function Test
3. Usability Test
4. Security Test

แต่ในกรณีนี้ต้องการทดสอบหาประสิทธิภาพของระบบหรือซอฟต์แวร์อย่างเดียว จึงเลือกใช้การวัดประสิทธิภาพของโปรแกรม โดยใช้เกณฑ์ทดสอบทางประสิทธิภาพของการทำงานของซอฟต์แวร์คือ แบบทดสอบทาง (Function Test) สำหรับการเตรียมข้อมูลที่ใช้โดยเป็นภาพดิจิตอลสีทั่วไป ซึ่งในการทดลองนี้ได้ทดสอบข้อมูลภาพจากกล้อง Webcam ซึ่งเป็นภาพที่มีนามสกุล *.jpg ทั้งหมดจำนวน 100 รูป ขนาด 640 × 480 Pixel แบ่งเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มละ 20 รูป กลุ่มที่ 1 คือยางคุณภาพชั้น 1 กลุ่มที่ 2 คือยางคุณภาพชั้น 2 กลุ่มที่ 3 คือยางคุณภาพชั้น 3 กลุ่มที่ 4 คือยางคุณภาพชั้น 4 กลุ่มที่ 5 คือยางคุณภาพชั้น 5

จากตารางที่ 1 จากการทดสอบประสิทธิภาพโดยการวัดค่าความแม่นยำ (Precision) ซึ่งเป็นความวัดความแม่นยำในการตรวจจับความเหมือนของภาพ โดยพิจารณาจากฐานข้อมูลภาพมาตรฐานที่ใช้เป็นต้นแบบ และนำมาทดสอบกับจำนวนภาพที่ตรวจได้ทั้งหมดโดยทดลองใช้ภาพตัวอย่างทดสอบ 5 กลุ่มกลุ่มละ 20 ภาพ เพื่อหาประสิทธิภาพการตรวจจับความเหมือน โดยผลการวัดความแม่นยำในการตรวจพบมีดังนี้ ความแม่นยำของกลุ่มที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 90% ความแม่นยำของกลุ่มที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 90% ความแม่นยำของกลุ่มที่ 3 มีค่าเฉลี่ย 100% ความแม่นยำของกลุ่มที่ 4 มีค่าเฉลี่ย 100% และความแม่นยำของกลุ่มที่ 5 มีค่าเฉลี่ย 100% ค่าเฉลี่ยรวม 96% ซึ่งถือว่ามีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดี

ตารางที่ 1 ตารางเปรียบเทียบประสิทธิภาพการหาความแม่นยำจากกลุ่มภาพทดสอบ จำนวน 100 รูป

การเปรียบเทียบความเหมือนของภาพที่ตรวจพบจากขนานของภาพ 640 × 480 Pixels	จำนวนภาพ	ความแม่นยำในการตรวจเสร็จ	ค่าเฉลี่ย%ความแม่นยำ
1. กลุ่มที่ 1 คือยางคุณภาพชั้น 1	20	18	90%
2. กลุ่มที่ 2 คือยางคุณภาพชั้น 2	20	18	90%
3. กลุ่มที่ 3 คือยางคุณภาพชั้น 3	20	20	100%
4. กลุ่มที่ 4 คือยางคุณภาพชั้น 4	20	20	100%
5. กลุ่มที่ 5 คือยางคุณภาพชั้น 5	20	20	100%
รวม	100	94	96%

ข้อเสนอแนะของระบบเพื่อความเที่ยงตรงของการทำงานของโปรแกรม ควรตรวจสอบในที่มีความสว่างปกติของห้องที่เหมาะสม และข้อจำกัดอีกอย่างคือใช้ได้เฉพาะในเครื่องส่วนบุคคลทั่วไปเท่านั้น และต้องมีอุปกรณ์กล้องที่มีความละเอียดที่ได้มาตรฐานเพื่อความเที่ยงตรงในการใช้งาน

5. อภิปรายผลและสรุป

จากผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบที่ได้จากการประมวลผลภาพด้วยอัลกอริทึมที่พัฒนาใหม่ จากกลุ่มภาพตัวอย่าง 100 ภาพในระดับความละเอียดของภาพ 640 × 480 Pixel ความแม่นยำมีค่าเฉลี่ยรวม 96% ซึ่งถือว่ามีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดี แสดงว่าประสิทธิภาพในการเปรียบเทียบระดับค่าสีของภาพในระดับที่ค่อนข้างเที่ยงตรง และมีความเหมาะสมต่อการนำไปประยุกต์ใช้งานในการประมวลผลคัดแยกคุณภาพชั้นยาง ซึ่งการใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ ด้วยระดับความเข้มของสีถือว่าเป็นการตรวจสอบคุณภาพยาง ขั้นพื้นฐานแต่มีความสะดวกในการใช้งานเพราะใช้คอมพิวเตอร์แบบพกพาและกล้องเท่านั้น แต่ควรนำระบบที่พัฒนาไปทดสอบเปรียบเทียบกับระบบอื่นๆ หรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อหาความเที่ยงตรงของระบบที่พัฒนาขึ้นและจะสามารถนำอัลกอริทึมที่พัฒนาใหม่ไปประยุกต์ใช้งานด้านการเกษตรต่อไป

เอกสารอ้างอิง

[1] Robert Nowak. (2012, February 17). *Digital Image Processing Basics.* [Online]. Available: http://www. cnx.org/content/m10973/2.2.

[2] Image Processing, (2012, February 17). [Online]. Available: http://www.italpha.msu.ac.th/Car_Park_Space_System_Analysis_By_Image_ProcessingP.ppt

[3] Image Processing (2012, February 17). [Online]. Available: http://www.staff.cs.psu.ac.th/wiphada/sem%2022547/com_vision.ppt.

[4] M. Swain and D. Ballard, “Color indexing,” *International Journal of Computer*, Vision, 7, pp. 11-32, 1991.

[5] K.R. Castleman, *Digital Image Processing*, New Jersey: Prentice-Hall, 1996, pp. 140-145.

[6] N. Arevapak, “Studies on color image Retrieval Domain of compressed using Corregidor holograph-ic patterns of binary,” King Mongkut’s University of Technology North Bangkok, 2550.

[7] N. Aumnoiysin, *Image and video Processing*, vol. 1, Bangkok: Dansutta Ltd.

[8] Y. Munklang, (2012, July 12). *Image Retrieval using Feature Vectors of Color Cluster*.King Mongkuts UniverSity of Technology Thonburi, Bangkok (Thailand). Graduate School Retrieved [Online]. Available: http://www.thaithesis.O7rg/detail.php?id=1714.

[9] N. Sornart, (2012, July 12). *Automatic Ripeness Grading of Duri an Flesh by Using Color Histograms and Density*. King Mongkuts University of Technology Thonburi. Bangkok (Thailand). Graduate School. [Online]. Available: http://www.w.thaithesis.org/detail.php?id=1714.

[10] N. Thaweepol, (2012, July 12). *Accuracy and Precision*. [Online]. Available: http://www.foodnetworksolution.com /wiki/word/4290/precision/