

การนับเมล็ดถั่วเหลืองและจำแนกเมล็ดถั่วเหลืองที่ไม่สมบูรณ์

โดยใช้ขนาดของเมล็ดถั่วเหลือง

A Soybean Seeds Counting and Sort Out Using Size of Soybean Seeds

สุวนันท์ โคตวิทย์¹, บุริศร์ ศิริลักษณ์² และมัลลิกา วัฒนนะ³

สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

skyline13rd@gmail.com¹, burissiriluk@gmail.com², monlwa@kku.ac.th³

บทคัดย่อ

บทความนี้ได้เสนอเทคนิคการประมวลผลภาพเพื่อนับเมล็ดถั่วเหลืองและคัดแยกเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์ เทคนิคที่ใช้คือการปรับภาพเป็นภาพขาวดำเพื่อให้เมล็ดถั่วเหลืองแตกต่างกับสีพื้นหลัง ส่วนที่สองเป็นการแยกเมล็ดถั่วเหลืองที่ติดกันโดยใช้วิธี Distance Transform และวิธี Region Growing และสุดท้ายใช้ขนาดของเมล็ดถั่วเหลืองในการคัดแยกเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์ สำหรับผลการทดลองจากภาพเมล็ดถั่วเหลือง 30 ภาพ ร้อยละความถูกต้องการนับและคัดแยกเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์ด้วยตาเปล่าคือ 100 และค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้คือ 13.70 วินาที สำหรับร้อยละความถูกต้องการนับด้วยโปรแกรมที่พัฒนาคือ 100 และร้อยละความถูกต้องของการคัดแยกเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์คือ 99.21 ส่วนค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้คือ 4.88 วินาที

คำสำคัญ: ประมวลผลภาพ; การนับเมล็ด; คัดเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์

Abstract

This research proposes an automated soybean seed counting and classify the abnormal seeds using image processing techniques. Firstly, the RGB images of soybean seeds are adjusted to binary images. The binary images can distinguish the seeds from the

background. Secondly, the adjacent soybean seeds images are separated the individual seed by distance transform and region growing techniques. Finally, the abnormal seeds are classified using the sizes of soybean seed. There are 30 images for an experiment. The accuracy of counting and classify the abnormal seeds by manual was 100% and the average time of counting and classify the soybean seed was 13.70 seconds. For the proposed techniques, the accuracy of counting soybean seed was 100% and the accuracy of classify the abnormal seeds was 99.21%. The average time of counting and classify the soybean seed was 4.88 seconds.

Keyword: Image Processing; Counting Seeds; Classify The Abnormal Seeds

1. บทนำ

เนื่องจากการนับจำนวนหรือการคัดแยกเมล็ดพืชสมบูรณ์ออกจากเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์เพื่อนำไปเพาะปลูก โดยทั่วไปจะใช้วิธีนับและคัดแยกด้วยตาเปล่า ซึ่งปัญหาที่พบคือนับเมล็ดได้ช้า ยิ่งหากเมล็ดพืชมีขนาดเล็กทำให้การนับได้ช้าและขาดความแม่นยำใน

การคัดแยกเมล็ดพันธุ์ที่ไม่สมบูรณ์ออก ซึ่งปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีการประมวลผลภาพ เพื่อแก้ปัญหาในด้านต่าง ๆ เช่น การตรวจสอบเมล็ดพันธุ์ข้าวแดงปนในข้าวขาว การคัดแยกเมล็ดพันธุ์ปนในถั่วเขียว

ดังนั้น ผู้จัดทำจึงมีแนวคิดที่จะศึกษาการนับและคัดแยกเมล็ดถั่วเหลืองที่ไม่สมบูรณ์โดยใช้การประมวลผลภาพขึ้นเพื่อแก้ปัญหาในข้างต้น โดยโปรแกรมนี้จะนับจำนวนเมล็ดถั่วเหลืองและคัดแยกเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์ออกด้วยวิธีแยกข้อมูลภาพออกเป็นส่วนๆ (Segmentation) โดยใช้วิธี Distance Transform และวิธี Region Growing และส่วนสุดท้ายจะเป็นการคัดแยกเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์โดยใช้ขนาดของเมล็ดถั่วเหลือง

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ถั่วเหลือง

ถั่วเหลือง (Soybean) เป็นพืชล้มลุก ชื่อวิทยาศาสตร์คือ Glycine max (L.) Merrill เป็นพืชตระกูลถั่ว (Leguminosae) ถั่วเหลืองเป็นพืชเศรษฐกิจที่เหมาะสมสำหรับปลูกสลับกันกับการปลูกข้าว

(1) ลักษณะทางกายภาพของถั่วเหลือง

- ถั่วเหลืองอาจมีสีเหลือง สีเขียว สีน้ำตาล หรือสีดำ โดยเมล็ดมีขนาดและรูปร่างที่ต่างกัน ลักษณะของเมล็ดมีตั้งแต่กลมรีจนถึงยาว หากเป็นเมล็ดขนาดเล็กจำนวน 100 เมล็ด จะมีน้ำหนักประมาณ 2 กรัม ถ้าหากเป็นเมล็ดใหญ่อาจมีน้ำหนักมากกว่า 40 กรัม โดยทั่วไปแล้วจะมีน้ำหนักอยู่ที่ประมาณ 12-20 กรัม
- เมล็ดที่ไม่สมบูรณ์จะมีลักษณะเมล็ดที่เล็ก เทียบกับแตกออกจากกันเป็นซีก หรือแตกหักบางส่วน บางเมล็ดอาจมีสีดำ [1, 2]

2.2 Region Segmentation Methods

เป็นการ Segmentation ที่จะขึ้นอยู่กับพิกเซลของภาพ โดยการพิจารณาเป็นกลุ่มข้อมูลภาพ

Region Growing เป็นวิธีการนำพิกเซลข้างเคียงมาพิจารณาเพื่อจัดกลุ่ม (Region) ของพิกเซลเหล่านี้เข้าไว้ด้วยกัน โดยพิจารณาถึงความเข้มของพิกเซลในการ Segmentation จะต้องกำหนดกลุ่มที่ต้องการแบ่ง โดยแต่ละกลุ่มจะต้องกำหนดค่าความเข้มของพิกเซลเริ่มต้น ซึ่งมีไว้เพื่อใช้ในการขยายตัวของกลุ่ม (Growth) ในการขยายตัวของกลุ่มนี้ต้องมีกฎเพื่อใช้เป็นวิธีการขยายตัวของกลุ่มรวมทั้งกฎของการตรวจสอบความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันของกลุ่ม (Homogeneity) ของทุกระยะการขยายตัว [3]

2.3 Threshold

Threshold หรือ การดึงวัตถุพื้นหน้าออกจากพื้นหลัง เป็นกระบวนการแยกวัตถุ หรือองค์ประกอบของภาพออกจากภาพที่นำเข้ามา ข้อดีของวิธีการนี้คือขั้นตอนการทำงานง่าย และไม่ซับซ้อน แต่ข้อเสียคือใช้กับภาพที่มีสัญญาณรบกวนมาก หรือภาพที่ความสว่างไม่เสมอกันไม่ได้ เทคนิคการทำขีดแบ่ง (Thresholding Techniques) เป็นการพิจารณาว่าจุดใดควรเป็นจุดดำ จุดใดควรเป็นจุดขาว ซึ่งทำได้โดยเปรียบเทียบระหว่างจุดภาพเริ่มต้นกับค่าคงที่ค่าหนึ่ง เรียกว่าค่าขีดแบ่ง ซึ่งเป็นค่าความเข้มแสงที่ใช้แยกแยะประเภทของจุดภาพ เทคนิคนี้มักใช้กับภาพที่มีลักษณะแตกต่างระหว่างวัตถุกับพื้นหลัง ในขั้นตอนการจะตัดพื้นหลังออกจากพื้นหน้าโดยใช้วิธี Threshold ที่มีระดับความเข้มอยู่ระหว่างกลุ่มทั้งสองของ Histogram ซึ่งค่า Threshold ที่ได้จะอยู่ระหว่าง 0-255 เท่านั้น Threshold จะถูกนำไปเปรียบเทียบค่าของแต่ละพิกเซล หากค่า $f(x,y)$ น้อยกว่า Threshold จุดพิกเซลนั้นจะถูกปรับให้เป็นสีดำ และหากค่า $f(x,y)$ มากกว่าหรือเท่ากับ Threshold จุดพิกเซลนั้นจะถูกปรับให้เป็นสีขาว สามารถเขียนแทนสมการได้ดังนี้ โดยกำหนดให้ 1 คือสีดำ ซึ่งเป็นส่วนของวัตถุ 0 คือ สีขาว ซึ่งเป็นส่วนของพื้นหลัง [4]

$$f_{thr}(x,y) = \begin{cases} 1, & f_f(x,y) < Threshold \\ 0, & f_f(x,y) \geq Threshold \end{cases} \quad (1)$$

2.4 Distance Transform

Distance Transform เป็นการหาค่าระยะห่างระหว่างขอบและพิกเซล ใช้สำหรับภาพไบนารี การ distance transform สามารถประมาณค่าได้ โดยกำหนดให้พื้นที่สนใจมีค่าเป็น 1 และพื้นที่หลังกำหนดให้เป็น 0 หลังจากนั้นจึงใช้เมตริกซ์ขนาด 3*3 กระทำบนภาพ ผลลัพธ์ที่ได้จากการแปลงจะได้ภาพที่อยู่ในระดับสีเทาที่มีลักษณะคล้ายกับภาพต้นฉบับ



ภาพที่ 1 ภาพแสดงรูปภาพที่แปลงจากภาพไบนารีเป็น Distance Transform

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชาญชัย นามพล (2558) ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การตรวจสอบเมล็ดพันธุ์ข้าวแดงปนในข้าวขาวโดยวิธีการประมวลผลภาพดิจิทัล งานวิจัยนี้จะเสนอวิธีตรวจสอบอัตราส่วนของเมล็ดข้าวแดงที่ปนอยู่ในเมล็ดข้าวขาวด้วยวิธีการประมวลผลภาพ โดยใช้ข้าวขาวจำนวน 98 เปอร์เซ็นต์ และข้าวแดงจำนวน 2 เปอร์เซ็นต์ โดยในขั้นตอนแรกจะติดตั้งกล้องเพื่อถ่ายภาพเมล็ดข้าว จากนั้นทำการแปลงภาพเป็นภาพสีเทา และกรองสัญญาณรบกวนของภาพ ขั้นตอนต่อมาจะจำแนกรูปที่เป็นข้าวแดงและข้าวขาวออกจากกันด้วยการดูค่าระดับภาพเทา และแปลงเป็นภาพตรรกะทั้งสองภาพ เพื่อหาค่าจำนวนพื้นที่พิกเซลของข้าวแดงและข้าวขาว ขั้นตอนสุดท้ายจะนำภาพทั้งสองมาคำนวณอัตราส่วนข้าวแดงปนในข้าวขาว จากผลการทดลองทั้งหมดจำนวน 73 ภาพ สามารถคำนวณได้ถูกต้องร้อยละ 83.3 [5]

ผาติมะ รอหิม (2556) ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการนับเซลล์ที่ตาย เป็นงานวิจัยที่พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการนับจำนวนเซลล์ที่ตาย มาแล้วมาเปรียบเทียบกับเซลล์ที่มีชีวิต เพื่อช่วยให้

นักวิจัยทางชีวเวชศาสตร์สามารถวิเคราะห์เกี่ยวกับประสิทธิภาพในการทำลายเซลล์มะเร็ง โดยขั้นตอนแรกจะนำภาพที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญมาแยกส่วนที่เป็นเซลล์ออกจากพื้นหลังของภาพ เพื่อจะนำผลของการแยกเซลล์ไปทำการนับเซลล์ โดยวิธี K-mean Clustering ขั้นตอนต่อมาจะกำจัดสิ่งที่ไม่จำเป็นออกจากภาพ โดยการกำจัดสิ่งรบกวนจากภาพได้แก่ ปรับความคมชัดให้วัตถุ เติมเต็มส่วนที่เป็นช่องว่าง และกำจัดสัญญาณรบกวนภาพ ขั้นตอนจะนับเซลล์ที่อยู่ในภาพทั้งเซลล์ที่มีชีวิตและที่ตายแล้ว โดยจะนำผลการนับไปใช้วิเคราะห์ฤทธิ์ของการให้ยาแก่เซลล์มะเร็ง การนับเซลล์ที่มีชีวิตจะใช้เทคนิค Hough Transform คือการระบุตัวตนของวัตถุ และการล้อมรอบเป็นวงกลม ส่วนการนับเซลล์ที่ตาย จะทำโดยเปรียบเทียบขนาดพื้นที่ของเซลล์ที่ตายกับเซลล์ที่มีชีวิต ผลการนับเซลล์จำนวน 20 ภาพ ด้วยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนี้เมื่อเปรียบเทียบกับผลของผู้เชี่ยวชาญพบว่าเซลล์ที่มีชีวิตมีความถูกต้อง 86.94% และเซลล์ที่ตายมีความถูกต้องเฉลี่ย 70.34% [6]

อนล ไพศาล และ ชีรสิทธิ์ เกษตรเกษม (2554) ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การคัดแยกเมล็ดพันธุ์ปิ่นในถั่วเขียว โดยการวิเคราะห์ภาพถ่าย เป็นงานวิจัยที่จำแนกการปนกันของเมล็ดถั่วเขียวพันธุ์ชยันนาท 72 100 เมล็ด และพันธุ์กำแพงแสน 2 จำนวน 100 เมล็ดที่ปะปนกัน โดยขั้นตอนแรกจะถ่ายภาพถั่วเขียวแต่ละเมล็ดในลักษณะการวางแบบหันขีดขาวของถั่วเขียวเข้าหากล้อง จากนั้นนำภาพแต่ละเมล็ดมาแยกพื้นหลังออกจากตัวเมล็ด โดยเปลี่ยน ภาพ RGB ให้เป็นภาพ HSI ขั้นตอนต่อมาจะทำการคัดเลือกลักษณะที่โดดเด่นด้วยค่าข้อมูลที่ต่างกันในลำดับโมเมนต์ของ HU และขั้นตอนต่อมาจะเป็นการสอนเครื่องจักรเรียนรู้ (Machine Learning) และการแยกประเภท (Classification) โดยแยกข้อมูลของเมล็ดออกเป็น 2 กลุ่มเท่าๆกันกลุ่มแรกใช้สอนเครื่องจักรจำนวน 100 รูปแบบ นำมาหา Support Vector กลุ่มที่สองไว้ทดสอบจำนวน 100 รูปแบบที่ปนกันทั้ง 2 เมล็ดพันธุ์ มาแยกจากการคัดเลือกลักษณะที่ได้

จากโมเมนต์ของ Hu โดยใช้เครื่องมือ SVM ช่วยในการจำแนกเมล็ดพันธุ์ โดยสามารถคำนวณได้ถูกต้อง 90% [7]

สุธาสินี กลางหนองแสง และ อัจฉรียา อารีเอื้อ (2547) ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง โปรแกรมตรวจนับเม็ดเลือดแดง โดยโปรแกรมตรวจนับเม็ดเลือดแดงสามารถนับจำนวนเม็ดเลือดแดง โดยเป็นจำนวนเม็ดเลือดแดงที่ได้มาจากการถ่ายภาพด้วยกล้อง CCD ที่ต่อกับกล้องจุลทรรศน์หรือจากการเปิดไฟล์ โดยอาศัยหลักการของ Image segmentation ซึ่งขั้นแรกจะนำเข้าไฟล์ภาพ RGB มาแปลงเป็นภาพ Gray scale จากนั้นปรับปรุงภาพโดยใช้ High boots filter เพื่อให้ขอบของเม็ดเลือดชัดเจนขึ้น นำภาพที่ผ่านการปรับปรุงมาทำ Gradient image เพื่อใช้ตรวจจับขอบของเม็ดเลือด จากนั้นทำ Gradient adaptive threshold เพื่อหาค่า Threshold ที่เหมาะสมกับภาพ Gradient image จากนั้นทำ Erosion เพื่อกัดให้ขอบเม็ดเลือดมีขนาดบางลง นำภาพที่ได้จากขั้นตอนนี้ไปใส่ Label ให้ขอบเม็ดเลือดของแต่ละเซลล์ และจะทำ Region growing ใส่ Label ไปจนครบขอบของเม็ดเลือดนั้น จากนั้นเริ่มต้นทำเช่นเดิมกับขอบของเม็ดเลือดใหม่ โดยเพิ่มค่า Label ไปเรื่อยๆ จนครบทุกเม็ดเลือด นำผลลัพธ์จากการทำ Label ภาพ มาทำ Boundary extraction เพื่อให้ได้ขอบของภาพที่สมบูรณ์ นำภาพที่ได้จากการทำ Boundary extraction มาทำ Region filling ให้กับเซลล์เม็ดเลือดแดง แต่ละ Label ให้เป็น Label เดียวกันทั้งเม็ด แล้วดึงภาพเม็ดเลือดแต่ละ Label ไปเก็บใน Array เพื่อนำไปเป็นเม็ดเลือดต้นแบบ ซึ่งจากขั้นตอนดังกล่าวให้ผลการนับที่แน่นอน นอกจากนี้โปรแกรมยังสามารถจดจำและแยกแยะประเภทของความผิดปกติของเม็ดเลือดแดง สามารถระบุรูปร่างที่ผิดปกติได้ในระดับหนึ่ง ซึ่งโปรแกรมสามารถนับได้ถูกต้อง 100% แต่การจดจำและแยกแยะเม็ดเลือดแดงโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมยังมีข้อผิดพลาด [8]

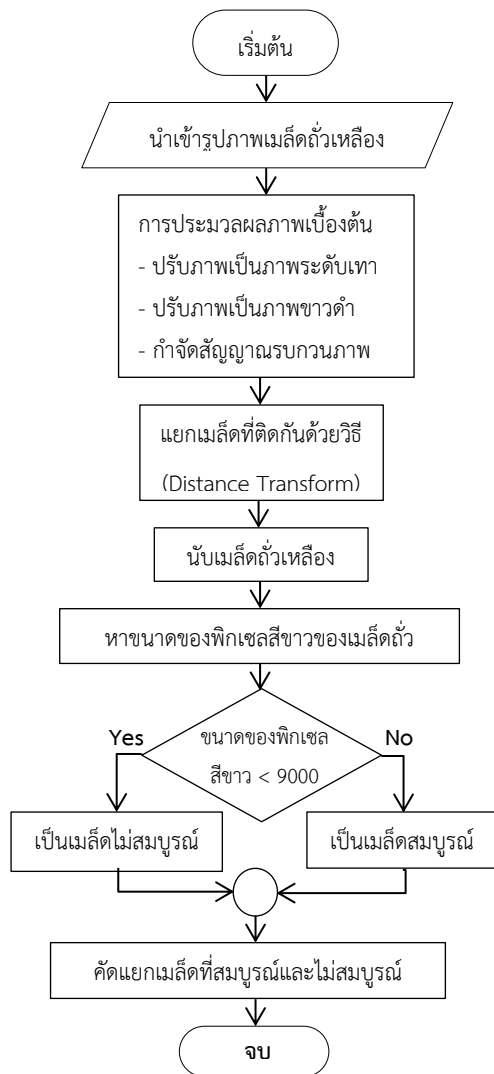
3. วิธีดำเนินงาน

ภาพที่ใช้ในการทดลองเป็นภาพสี RGB ของภาพถ่ายเมล็ดถั่วเหลืองขนาด 2560 x 1920 พิกเซลเท่านั้น จำนวน 30 ภาพ โดยภาพจะถ่ายจากด้านบนระยะห่างจากเมล็ดถั่วเหลือง 15 เซนติเมตร พื้นหลังของภาพถ่ายจะต้องเป็นสีดำเท่านั้น และเมล็ดถั่วเหลืองต้องไม่วางซ้อนกัน

สำหรับการทดลองจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกการนับและคัดแยกเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์โดยคนด้วยตาเปล่าจำนวน 3 คน ซึ่งแต่ละคนนับเมล็ดถั่วเหลือง 3 ครั้งต่อ 1 ภาพ แล้วนำมาหาเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการนับและคัดแยกเมล็ดถั่วเหลืองที่ไม่สมบูรณ์ สำหรับการทดลองอีกส่วน คือการนับและคัดแยกเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์โดยโปรแกรมที่พัฒนา โดยได้จับเวลาในการนับและคัดแยกเมล็ดถั่วเหลืองที่ไม่สมบูรณ์ 3 ครั้งต่อ 1 ภาพ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ และความถูกต้องของการคัดแยกเมล็ดถั่วเหลืองที่ไม่สมบูรณ์ หลังจากนั้นนำความถูกต้องและเวลาของการนับเมล็ดถั่วเหลืองและคัดแยกเมล็ดถั่วเหลืองที่ไม่สมบูรณ์ที่ได้ทดลองของทั้ง 2 ส่วน มาเปรียบเทียบกัน

3.1 ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรม

ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมได้แสดงในภาพที่ 2 และรายละเอียดของแต่ละขั้นตอน มีดังนี้



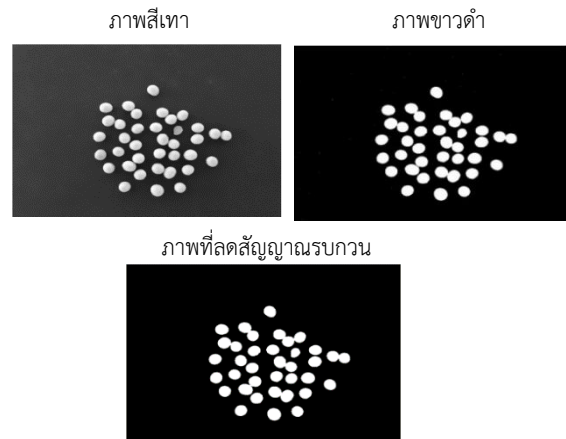
ภาพที่ 2 ภาพขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรม

1) การนำภาพเมล็ดถั่วเหลือง เป็นภาพสี RGB มีขนาด 2560 x 1920 พิกเซล ดังตัวอย่างในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ภาพเมล็ดถั่วเหลือง

2) การปรับปรุงภาพเบื้องต้น จากภาพสี RGB ของเมล็ดถั่วเหลือง นำมาปรับภาพให้เป็นภาพสีเทา จากนั้นจึงปรับให้เป็นภาพขาวดำเพื่อให้สีของเมล็ดถั่วเหลืองแตกต่างกับสีของพื้นหลังจากนั้นลดสัญญาณรบกวนในภาพโดยใช้ erosion และ dilation เพื่อปรับปรุงภาพให้เหมาะสมกับการประมวลผลภาพ ดังภาพตัวอย่างในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ภาพแสดงการปรับปรุงภาพเบื้องต้น

3) การแยกเมล็ดถั่วเหลืองที่ติดกัน โดยใช้วิธี Distance Transform เพื่อนับเมล็ดถั่วเหลือง โดยใช้ภาพขาวดำที่ผ่านการปรับปรุงภาพมาแล้ว มาหาระยะห่างระหว่างขอบของพิกเซล โดยกำหนดพื้นที่สีขาวของเมล็ดถั่วเหลืองมีค่าเป็น 1 และพื้นหลังสีดำมีค่าเป็น 0 ดังภาพตัวอย่างที่ 5

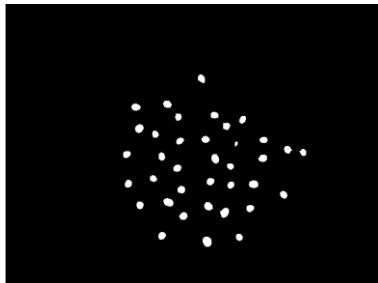


ภาพที่ 5 ภาพที่ผ่านขั้นตอนการ Distance Transform

หลังจากนั้นทำการ threshold เอาเฉพาะส่วนที่สว่างสีขาวซึ่งได้จากการคำนวณในสมการที่ 2

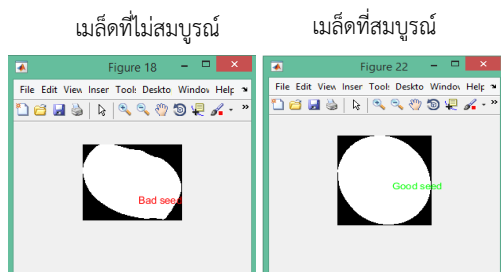
$$f_{thr}(x, y) = \begin{cases} 1, & f_f(x, y) < Threshold \\ 0, & f_f(x, y) \geq Threshold \end{cases} \quad (2)$$

ผลลัพธ์ที่ได้จากการ threshold แสดงในตัวอย่างภาพที่ 6 จากนั้นนับจำนวนบริเวณของกลุ่มพิกเซลที่มีสีขาว ซึ่งคือจำนวนของเมล็ดถั่วเหลือง



ภาพที่ 6 ภาพผลลัพธ์ที่ได้จากการ threshold

4) การคัดแยกเมล็ดที่สมบูรณ์ออกจากเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์ หลังจากขั้นตอนการนับเมล็ดถั่วเหลือง จึงทำการคัดแยกเมล็ดถั่วเหลืองที่ไม่สมบูรณ์ โดยจะดูจากขนาดพิกเซลของเมล็ดถั่วเหลืองแต่ละเมล็ด ซึ่งภาพที่ใช้ในขั้นตอนนี้จะเป็นภาพที่ผ่านขั้นตอนการ Region Growing มาแล้ว โดยจะพิจารณาจากภาพที่เป็นขาวดำ เพื่อนับจำนวนพิกเซลที่เป็นสีขาว หากบริเวณของกลุ่มพิกเซลที่มีขนาดของพิกเซลที่เป็นสีขาว น้อยกว่าที่กำหนดไว้ จะถือว่าเป็นเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์ สำหรับการทดลองนี้ ได้กำหนดจำนวนพิกเซลที่เป็นสีขาว ถ้ามีจำนวนพิกเซลน้อยกว่า 9,000 พิกเซล จะระบุว่าเป็นเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์ ซึ่งค่าพิกเซลที่นำมาใช้เป็นตัวกำหนดได้มาจากการทดลองกับรูปภาพเมล็ดถั่วเหลืองทั้งหมด โดยตัวอย่างในภาพที่ 7 ได้แสดงการคัดแยกเมล็ดถั่วเหลืองที่ไม่สมบูรณ์



ภาพที่ 7 ภาพแสดงการคัดแยกเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์

4. ผลการดำเนินงาน

จากการพัฒนาโปรแกรมการนับและคัดแยกเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์ของเมล็ดถั่วเหลืองโดยใช้การประมวลผลภาพ การทดลองได้ใช้

ภาพถ่ายเมล็ดถั่วเหลืองจำนวน 30 ภาพ สำหรับการทดลองได้หาความถูกต้องของการนับและคัดแยกเมล็ดถั่วเหลืองที่ไม่สมบูรณ์ และจับเวลาการนับด้วยตาเปล่าและโปรแกรมที่พัฒนา

การหาความถูกต้องของการนับจำนวนเมล็ดถั่วเหลืองด้วยตาเปล่า ผลการทดลองนับเมล็ดถั่วเหลืองและคัดแยกเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์ของเมล็ดถั่วเหลืองได้ถูกต้อง 100% สำหรับโปรแกรมที่พัฒนาสามารถนับเมล็ดถั่วเหลืองได้ถูกต้อง 100% แต่การคัดแยกเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์ของเมล็ดถั่วเหลือง จากทั้งหมด 1019 เมล็ด โปรแกรมคัดแยกผิดพลาด 8 เมล็ด ซึ่งเป็นเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์แต่ถูกนับผิดเป็นเมล็ดที่สมบูรณ์ 3 เมล็ด และเมล็ดที่สมบูรณ์แต่ถูกนับผิดเป็นเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์ 5 เมล็ด ดังนั้นโปรแกรมสามารถคัดแยกเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์ได้ถูกต้อง 99.21% สำหรับผลการทดลองของการคัดแยกเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์ด้วยตาเปล่าและโปรแกรมแสดงในตารางที่ 1 โดยได้แสดงผลแบบ Confusion Matrix

ตารางที่ 1 ตาราง Confusion Matrix ของผลความถูกต้องในการคัดแยกเมล็ดถั่วเหลืองที่ไม่สมบูรณ์ด้วยตาเปล่าและโปรแกรม

	โปรแกรมคัดแยก เป็นเมล็ดถั่วเหลือง ที่สมบูรณ์	โปรแกรมคัดแยกเป็น เมล็ดถั่วเหลืองที่ไม่ สมบูรณ์
ตาเปล่าคัดแยก เป็นเมล็ดถั่วเหลือง ที่สมบูรณ์	(TP) 992	(FN) 5
ตาเปล่าคัดแยก เป็นเมล็ดถั่วเหลือง ที่ไม่สมบูรณ์	(FP) 3	(TN) 19

จากตารางที่ 1 สามารถสรุปได้ดังนี้

ค่า Accuracy : $(TP+TN)/(TP+TN+FP+FN) = 99.21\%$

ค่า Recall : $TP/(TP+FN) = 99.50\%$

ค่า Specificity : $TN/(TN+FP) = 86.36\%$

ค่า Precision : $TP/(TP+FP) = 99.70\%$

นอกจากนี้การทดลองได้เปรียบเทียบเวลาในการนับและคัดแยกเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์โดยตาเปล่าและโปรแกรมที่พัฒนา ซึ่งการทดลองได้ให้ผู้ทดสอบ 3 คน นับเมล็ดถั่วเหลืองจำนวน 30 ภาพ โดยแต่ละภาพจะนับจำนวน 3 ครั้ง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย จากนั้นนำค่าเฉลี่ยของทั้ง 3 คน มาหาค่าเฉลี่ยอีกครั้ง แล้วนำมาสรุปค่าเฉลี่ยการนับเมล็ดถั่วเหลือง ผลการทดลองระยะเวลาเฉลี่ยในการนับต่อภาพเท่ากับ 13.70 วินาที และร้อยละความถูกต้องคือ 100 โดยผลการทดลองแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตารางแสดงเวลาการนับเมล็ดถั่วเหลืองด้วยตาเปล่า

ภาพที่	จำนวนเมล็ดถั่วเหลือง	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	เวลาเฉลี่ย (วินาที)
		เวลา (วินาที)	เวลา (วินาที)	เวลา (วินาที)	
1	27	11.3	11.74	10.12	11.05
2	37	14.49	18.6	16.83	16.64
3	32	13.77	17.44	14.17	15.13
4	26	9.99	12.01	11.61	11.2
5	27	9.29	12.09	11.76	11.05
6	38	13.17	19.44	15.87	16.16
7	34	11.42	16.85	15.03	14.43
8	38	12.15	17.43	16.53	15.37
9	33	11.29	13.9	13.93	13.04
10	31	10.38	14.36	12.08	12.27
11	33	10.51	14.68	13.84	13.01
12	34	10.91	13.97	13.63	12.84
13	32	9.47	14.75	15.28	13.17
14	37	12.09	17.04	15.14	14.76
15	37	13.38	17.63	14.04	15.02
16	21	7.41	10.11	7.58	8.37
17	42	12.86	18.54	17.82	16.41
18	33	11.1	18.08	14.16	14.45
19	42	15.41	16.44	16.58	16.14
20	27	9.27	10.65	9.86	9.93
21	37	13.72	17.74	14.1	15.19
22	36	12.64	15.6	15.98	14.74
23	37	12.36	14.95	14.56	13.96
24	38	14.75	16.65	14.68	15.36
25	38	13.2	15.87	15.34	14.8
26	45	16.47	19.19	18.22	17.96
27	26	8.16	10.05	10.1	9.44

ภาพที่	จำนวนเมล็ดถั่วเหลือง	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	เวลาเฉลี่ย (วินาที)
		เวลา (วินาที)	เวลา (วินาที)	เวลา (วินาที)	
28	37	12.47	14.68	14.63	13.93
29	37	12.34	14.22	14.5	13.69
30	30	10.38	12.07	12.01	11.49
เวลาเฉลี่ยของภาพทั้งหมด					13.7

สำหรับการทดลองจับเวลาการนับเมล็ดถั่วเหลืองโดยใช้โปรแกรมที่พัฒนา ได้ทำการจับเวลาการนับ 3 ครั้ง ต่อ 1 ภาพ แล้วนำเวลาที่ได้นำมาหาค่าเฉลี่ย ซึ่งผลการทดลองที่ได้ค่าเฉลี่ยในการนับต่อภาพเท่ากับ 4.88 วินาที และร้อยละความถูกต้องคือ 100 โดยรายละเอียดผลการทดลองแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ตารางแสดงเวลาการนับเมล็ดถั่วเหลืองโดยโปรแกรม

ภาพที่	จำนวนเมล็ดถั่วเหลือง	โปรแกรม			เวลาเฉลี่ย (วินาที)
		ครั้งที่ 1 (วินาที)	ครั้งที่ 2 (วินาที)	ครั้งที่ 3 (วินาที)	
1	27	3.61	3.78	3.80	3.73
2	37	5.14	5.17	5.17	5.16
3	32	4.94	4.97	4.94	4.95
4	26	3.93	3.97	3.96	3.95
5	27	3.80	3.90	3.82	3.84
6	38	5.31	5.20	5.30	5.27
7	34	4.10	4.05	4.09	4.08
8	38	4.26	4.27	4.16	4.23
9	33	4.33	4.33	4.32	4.33
10	31	5.20	5.20	5.18	5.19
11	33	3.59	3.76	3.44	3.60
12	34	5.83	5.64	5.71	5.73
13	32	4.55	4.38	4.34	4.42
14	37	5.48	5.26	5.28	5.34
15	37	5.53	5.40	5.34	5.42
16	21	4.12	1.15	4.10	3.12
17	42	6.72	6.51	6.51	6.58
18	33	4.06	3.85	3.89	3.93
19	42	6.70	6.50	6.48	6.56
20	27	4.44	4.30	4.29	4.34
21	37	2.56	2.40	2.40	2.45

ภาพ ที่	จำนวน เมล็ด ถั่ว เหลือง	โปรแกรม			เวลาเฉลี่ย (วินาที)
		ครั้งที่ 1 (วินาที)	ครั้งที่ 2 (วินาที)	ครั้งที่ 3 (วินาที)	
22	36	5.50	5.44	5.33	5.42
23	37	6.04	5.77	5.83	5.88
24	38	5.66	5.40	5.45	5.50
25	38	6.65	6.47	6.53	6.55
26	45	6.53	6.43	6.45	6.47
27	26	5.02	4.85	4.88	4.92
28	37	5.70	5.49	5.79	5.66
29	37	5.82	5.85	5.66	5.78
30	30	5.59	3.38	3.41	4.13
เวลาเฉลี่ยของภาพทั้งหมด					4.88

จากผลการทดลองการหาความถูกต้องและระยะเวลาของการนับจำนวนเมล็ดถั่วเหลืองและคัดแยกเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์ด้วยตาเปล่าและโปรแกรมที่พัฒนาได้สรุปไว้ในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ตารางเปรียบเทียบความถูกต้องของและระยะเวลาของการนับจำนวนเมล็ดถั่วเหลืองและการคัดแยกเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์

นับเมล็ดถั่วเหลือง โดย	ร้อยละความ ถูกต้องของ การนับ	ร้อยละความ ถูกต้องของ การคัดแยก	เวลาที่ใช้ นับเฉลี่ย (วินาที)
ตาเปล่า	100	100	13.70
โปรแกรมที่พัฒนา	100	99.21	4.88

5. สรุป

จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่าการนับเมล็ดถั่วเหลืองด้วยตาเปล่าสามารถนับเมล็ดถั่วเหลืองและคัดแยกเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์ได้ถูกต้อง 100% โดยเวลาที่ใช้ในการประมวลผลเฉลี่ยรูปภาพละ 13.70 วินาที การนับเมล็ดถั่วเหลืองโปรแกรมสามารถนับเมล็ดถั่วเหลืองได้จริงถูกต้อง 100% ในส่วนของการคัดแยกเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์ สามารถคัดแยกได้ถูกต้อง 99.21% โดยเวลาที่ใช้ในการประมวลผลเฉลี่ยรูปภาพละ 4.88 วินาที ซึ่งโปรแกรมใช้เวลาน้อยกว่าการนับด้วยตาเปล่าถึง 8.82 วินาที จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าโปรแกรมที่พัฒนาใช้เวลาในการนับและคัดแยกเมล็ดถั่วเหลืองที่ไม่สมบูรณ์ได้รวดเร็วกว่าการนับด้วยตาเปล่า และยังมี

ความถูกต้องในการนับและคัดแยกเมล็ดถั่วเหลืองที่ไม่สมบูรณ์ที่ใกล้เคียงกันด้วย

เอกสารอ้างอิง

- [1] ถั่วเหลือง. [ออนไลน์]. ค้นเมื่อ 30 กันยายน 2558, จาก <https://th.wikipedia.org/wiki/ถั่วเหลือง>
- [2] ถั่วเหลือง. [ออนไลน์]. ค้นเมื่อ 1 ตุลาคม 2558, จาก <http://frynn.com/ถั่วเหลือง/>
- [3] เอกสารภาษาไทย Image Processing 1. [ออนไลน์]. ค้นเมื่อ 1 ตุลาคม 2558, จาก <http://www.scribd.com/doc/44698463/เอกสารภาษาไทย-Image-Processing-1#scribd>
- [4] การดึงวัตถุพื้นหน้าออกจากพื้นหลังโดยใช้ Threshold. [ออนไลน์]. ค้นเมื่อ 28 พฤศจิกายน 2885, จาก <https://nextsoftwares.wordpress.com/2014/05/22/การดึงวัตถุพื้นหน้าออก/>
- [5] ชายุชัย นามพล. (2558).การตรวจสอบเมล็ดพันธุ์ข้าวแดงปนในข้าวขาวโดยวิธีการประมวลผลภาพดิจิทัล. วารสารเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี 5, 1(มกราคม – มิถุนายน 2558). หน้า 60-70.
- [6] ผาติมะ รือหิม. (2556). การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการนับเซลล์ที่ตาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมชีวการแพทย์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- [7] อนล ไพศาล, อธิสิทธิ์ เกษตรเกษม.(2554). การคัดแยกเมล็ดพันธุ์ปนในถั่วเขียว โดยการวิเคราะห์ภาพถ่าย. แก่นเกษตร 39, 3 (2554). หน้า 240-247.
- [8] สุธานี กลางหนองแสง, อัจฉริยา อารีเอื้อ. (2547). โปรแกรมตรวจนับเม็ดเลือดแดง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น