บทความวิจัย

การพัฒนาอัลกอลิทึมเพื่อคัดแยกชนิดข้าวสารด้วยเทคนิคการหาค่าความเข้มของสีวัตถุ

วิทยา บุญสุข*
สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาการจัดการและเทคโนโลยีสารสนเทศมหาวิทยาลัยนครพนม

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทรศัพท์ 08 3563 2476 อีเมล: witthaya5773@gmail.com
DOI: 10.14416/j.kmutnb.2023.10.004
รับเมื่อ 5 กรกฎาคม 2564 แก้ไขเมื่อ 1 กันยายน 2564 ตอบรับเมื่อ 11 พฤศจิกายน 2564 เผยแพร่ออนไลน์ 25 ตุลาคม 2566
© 2023 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ในการวิจัยนี้ เพื่อออกแบบอัลกอลิทึมและพัฒนาซอฟต์แวร์ในการคัดแยกข้าวสารด้วยสี ระบบคัดแยกข้าวสารด้วยสี หลักการทำงานของระบบใช้การวิเคราะห์หาระดับความเข้มของค่าเฉลี่ยของกลุ่มสี โดยเน้นระดับค่าเฉลี่ยความเข้มของสีแดงและน้ำเงิน เพื่อใช้ในการคัดแยกวัตถุด้วยกลุ่มสี ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบที่ได้จากการประมวลทดสอบด้วยอัลกอริทึมที่พัฒนาใหม่ จากกลุ่มภาพตัวอย่าง 6 กลุ่ม กลุ่มละ 10 ภาพ รวม 60 ภาพ ความแม่นยำของกลุ่มที่ 1 คือ ข้าวหอมมะลิ 105 มีค่าเฉลี่ย 90% ความแม่นยำของกลุ่มที่ 2 คือ ข้าวหอมมะลิทุ่งกุลา มีค่า เฉลี่ย 90% ความแม่นยำของกลุ่มที่ 3 คือ ข้าวเหนียวพันธุ์ กข. 6 มีค่าเฉลี่ย 90% ความแม่นยำของกลุ่มที่ 4 คือ ข้าวเหนียวเขาวงกาฬสินธุ์ มีค่าเฉลี่ย 100% ความแม่นยำของกลุ่มที่ 5 คือข้าวเหนียวเขี้ยวงู มีค่าเฉลี่ย 100% และความแม่นยำของกลุ่มที่ 6 คือ ข้าวเหนียวดำหรือข้าวก่ำมีค่าเฉลี่ย 100% สรุปค่าเฉลี่ยรวม 95% ภาพรวมระบบที่พัฒนาถือว่ามีประสิทธิภาพ อยู่ในระดับดีแสดงว่าคุณภาพในการเปรียบเทียบระดับกลุ่มสี ของระบบอยู่ในระดับที่ค่อนข้างเที่ยงตรง และมีความเหมาะสมต่อการนำไปประยุกต์ใช้งานในการประมวลผลคัดแยกระดับความเข้มสีด้วยภาพต่อไป

คำสำคัญ: การจัดหมวดหมู่ ประมวลผลภาพ วิธีการทางคอมพิวเตอร์ ภาพดิจิทัล ระดับความเข้มสี

การอ้างอิงบทความ: วิทยา บุญสุข, "การพัฒนาอัลกอลิทึมเพื่อคัดแยกชนิดข้าวสารด้วยเทคนิคการหาค่าความเข้มของสีวัตถุ," *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, ปีที่ 33, ฉบับที่ 4, หน้า 1–9, เลขที่บทความ 234-215206, ต.ค.–ธ.ค. 2566.

Research Article

An Algorithm Development of Rice Types Classification Using the Luminance Technique

Witthaya Boonsuk*
Departmentof Information Technology,Nakhon Phanom University, Nakhon Phanom, Thailand

* Corresponding Author, Tel. 08 3563 2476, E–mail: witthaya5773@gmail.com
DOI: 10.14416/j.kmutnb.2023.10.004
Received 5 July 2021; Revised 1 September 2021; Accepted 11 November 2021; Published online: 25 October 2023
© 2023 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

Abstract

The objective of this research was to design an algorithm and to develop color sorting software for rice grain classification. A filter was embedded in this software which was used to find the total average of red intensity and blue intensity on rice surface for sorting rice according color difference. Six groups of rice image samples, classified by their quality, were used to test the software performance. Each group comprised 10 different image files and there were 60 images in total. The results showed that the software could perform well in sorting rice group 1–3, with an average accuracy of 90% and could perform better in sorting rice group 4–6, with an average accuracy of 100%. The overall average accuracy of 6 groups reached 95%. The results showed that this newly-developed software is an efficient tool for color sorting activities and is suitable for further digital image processing applications.

Keywords: Classifying, Image Processing, Algorithms, Digital Image, Luminance

Please cite this article as: name, "An algorithm development of rice types classification using the luminance technique," *The Journal of KMUTNB*, vol. 33, no. 4, pp. 1–9, ID. 234-215206, Oct.–Dec. 2023 (in Thai).

1. บทนำ

ในปัจจุบัน งานด้านการเกษตรมีการนำเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาประยุกต์ใช้ในการทำงานมากขึ้น และมีบทบาทค่อนข้างมากขึ้นซึ่งมีส่วนจำเป็นอย่างมากในการดำเนินชีวิตในปัจจุบัน และตลอดจนการประยุกต์ในงานองค์กรต่างๆ เพื่อช่วยเพิ่มศักยภาพ ในการทำงานขององค์กรให้สูงขึ้น การจะใช้เพียงมนุษย์เข้ามาบริหารจัดการคงลดลงเพราะมีข้อจำกัดบางอย่างในการทำงาน ดังนั้นมีความเป็นไปได้มากที่จะมีการนำระบบไอทีมาใช้งาน แม้จะใช้ต้นทุนสูงในระยะแรกแต่ระยะยาวก็ถือว่ามีความคุ้มค่า ซึ่งในปัจจุบันเทคโนโลยีด้านไอทีได้มีการพัฒนาระบบมาคัดแยกวัตถุและผลไม้ด้วยการคัดแยกด้วยความเข้มสีโดยนำระบบภาพในคอมพิวเตอร์มาประมวลผล [1], [2]

ภาพดิจิทัลรูปภาพที่เราเห็นกันอยู่ ไม่ว่าจะเป็นภาพที่ถ่ายโดยใช้กล้องธรรมดา หรือแบบดิจิทัล ถ้าเรามองกันในแบบของคอมพิวเตอร์ คือจุดสีหลายๆ จุดฮิสโตแกรมถูกสร้างมาจากทุกส่วนของภาพมีการประยุกต์ใช้ในการคัดแยกมะนาวด้วยสี [3]

โดยทั่วไปการดูเมล็ดข้าวสารยังต้องใช้ในการเทียบสีและวิเคราะห์ชนิดข้าวสาร [4], [5] ซึ่งต้องอาศัยประสบการณ์และความเชี่ยวชาญเฉพาะของแต่ละบุคคล ทั่วไปในการคัดแยกชนิดข้าวสาร บุคคลทั่วไป ยังไม่สามารถแยกได้ชัดเจนถ้าขาดประสบการณ์ในการทำงานที่เกี่ยวข้องในเรื่องข้าวเท่านั้นที่จะทราบและมีความถูกต้องเที่ยงตรงในการคัดแยกคุณภาพของข้าวและชนิดของเมล็ดข้าวสาร [6], [7] ผู้พัฒนาได้มองเห็นความจำเป็นในงานดังที่กล่าวมา จึงได้ทำการศึกษาและออกแบบทำการพัฒนาอัลกอริทึมในการเปรียบเทียบและคัดแยกชนิดของเมล็ดข้าวสาร ด้วยการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของสี [8], [9] ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับระบบงานคัดแยกเมล็ดข้าวสาร ที่ตรวจสอบในด้านกายภาพ โดยเน้นที่ระดับความเฉลี่ยของความเข้มของสีในเมล็ดข้าวสารจากกล้องที่ถ่าย และนำมาทำการเปรียบเทียบความต่างทางกายภาพจากฐานข้อมูลภาพที่เป็นมาตรฐานของสีเมล็ดข้าวสารซึ่งมีงานที่มีผู้วิจัยแล้วในกรณีเครื่องคัดแยกผลไม้ด้วยสี [10] และการคัดแยกผลแอปเปิลเน่าออกจากผลแอปเปิลดี [11]

ผู้พัฒนาได้มองเห็นความจำเป็นในงานด้านที่กล่าวมาจึงได้ทำการศึกษา และออกแบบทำการพัฒนาอัลกอริทึมในการวิเคราะห์เปรียบเทียบความเหมือนของสี และความต่างของภาพ สีโดยเน้นการหาระดับค่าเฉลี่ยของความเข้มสี ในเมล็ดข้าวสารจากกล้องที่ถ่าย และใช้เป็นแนวทางสำหรับการค้นคว้าวิจัยและพัฒนาเพื่อการประยุกต์ใช้ในอนาคตเข้ามาปรับใช้ในการทำงานและเพิ่มประสิทธิภาพมากขึ้น วัตถุประสงค์เพื่อทำการออกแบบอัลกอริทึมและพัฒนาซอฟต์แวร์ต้นแบบในการคัดแยกข้าวด้วยสี

2. วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

2.1 การศึกษาปัญหา

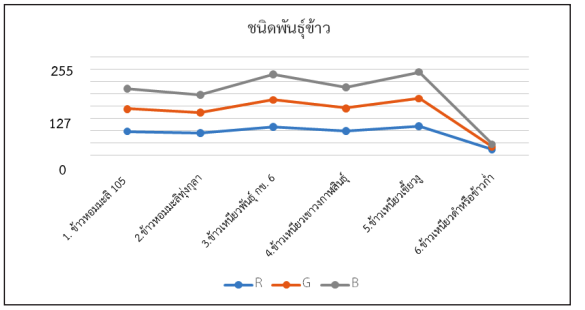
เนื่องจากปัญหาของเกษตรกร หรือชาวนาบางคนยังขาดทักษะและประสบการณ์ในการคัดแยกคุณภาพข้าวและชนิดของข้าวสารซึ่งคุณสมบัติดังกล่าว จำเป็นต้องใช้ผู้มีประสบการณ์ในเรื่องสายพันธุ์ข้าวมากพอสมควร เพื่อมาวิเคราะห์พันธุ์ข้าวจากการดูสีและเนื้อข้าวสาร ซึ่งบุคลากรเหล่านี้มีอยู่อย่างจำกัดและต้องอาศัยความเชี่ยวชาญในการแยกพันธุ์ข้าวอย่างมากซึ่งจำเป็น จะต้องมีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ เข้ามาพัฒนาระบบดังกล่าว ด้วยอาศัยอุปกรณ์ และซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นนำมาประยุกต์ใช้ ทำให้ลดต้นทุนในการจัดหาแรงงานมาทำงาน และควรมีใช้ในหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในด้านเกษตร และจะเห็นได้ว่ามีการนำระบบสารสนเทศ มาใช้งานในด้านต่างๆ มากขึ้น ตลอดจนการพัฒนาเครื่องมือ ทางด้านการเกษตรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดเวลาการทำงานให้สั้นลง

2.1.1 การวิเคราะห์หาค่าความเข้มของระดับสีทั้ง 3 สี RGB

ในตารางที่ 1 พันธุ์ข้าวไทย 12 สายพันธุ์ ได้คัดข้าวมา 6 สายพันธุ์ เพื่อใช้เป็นต้นแบบในการทดลองและได้ทำการวิเคราะห์ระดับความเข้มของสี RGB ดังรายละเอียดในรูปที่ 1 [7]

2.1.2 กราฟแสดงระดับความเข้มของสี RGB ทั้ง 3 สี

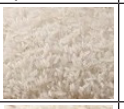
ในรูปที่ 1 ค่าระดับความเข้มของสี RGB ทั้ง 3 แต่จะมีค่าสัดส่วนของสีที่สูงและไม่ทับซ้อนหรือใกล้เคียงกับสีอื่น คือ



รูปที่ 1 แสดงระดับความเข้มของสี RGB

สี R, B และค่าขึ้นลงค่อนข้างคงที่และไม่ใกล้เคียงกันซึ่งจะมีสีของ R กับ B เหมาะสมสุดเพราะมีสัดส่วนของสีสูงสุด ส่วนค่าความเข้มของสี G มีสัดส่วนของสีน้อยสุดจึงทำการตัดออกจึงนำแค่สี R และ B มาใช้งานซึ่งเหมาะสมแก่การนำไปเป็นตัวต้นแบบต่อไป

ตารางที่ 1 ตารางวิเคราะห์หาค่าของระดับสี RGB

ชนิดสายพันธุ์ข้าว		R (แดง)	G (เขียว)	B (น้ำเงิน)
1. ข้าวหอมมะลิ 105		195	182	163
2. ข้าวหอมมะลิทุ่งกุลา		181	167	141
3. ข้าวเหนียวพันธุ์ กข. 6		230	221	206
4. ข้าวเหนียวเขาวงกาฬสินธุ์		197	185	169
5. ข้าวเหนียวเขี้ยวงู		237	225	213
6. ข้าวเหนียวดำหรือข้าวก่ำ		47	21	20

2.1.3 การวิเคราะห์ค่าสีทั้ง 3 เพื่อนำไปประยุกต์ในอัลกอลิทึมในการพัฒนาซอฟต์แวร์

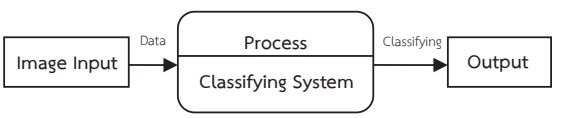
ในตารางที่ 2 ค่าระดับความเข้มของสี RGB ทั้ง 3 จะมีการนำเฉพาะค่าสี R และ B และเพื่อให้ผลการทดสอบมีค่าความแม่นยำสูงเราจึงกำหนดให้มีค่าสีเป็นช่วงบวกลบขึ้นลงค่าละ 5 เพื่อความเที่ยงในการทดสอบระบบซึ่งเหมาะสมแก่การนำไปเป็นตัวต้นแบบในการเขียนอัลกอลิทึมต่อไป

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์หาช่วงค่าระหว่างสีทั้ง 3

ชนิดสายพันธุ์ข้าว	R (แดง)	G (เขียว)	B (น้ำเงิน)
1. ข้าวหอมมะลิ 105	195 190–200	182 177–187	163 158–168
2. ข้าวหอมมะลิทุ่งกุลา	181 176–186	167 162–172	141 136–146
3. ข้าวเหนียวพันธุ์ กข. 6	230 225–235	221 216–226	206 201–216
4. ข้าวเหนียวเขาวงกาฬสินธุ์	197 192–202	185 180–190	169 164–174
5. ข้าวเหนียวเขี้ยวงู	237 232–242	225 220–230	213 208–218
6. ข้าวเหนียวดำหรือข้าวก่ำ	47 42–52	21 16–26	20 15–25

2.2 การออกแบบระบบ

2.2.1 Context Diagram ของระบบแสดงในรูปที่ 2

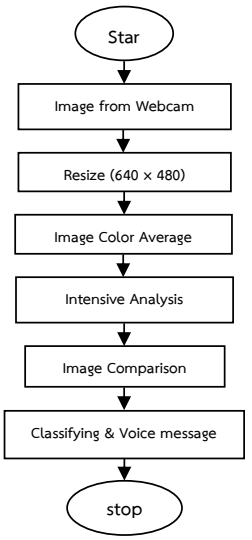


รูปที่ 2 ภาพรวมของ Context Diagram ของระบบ

2.2.2 โครงสร้างของระบบแสดงในรูปที่ 3

รูปที่ 3 โครงสร้างของระบบ

2.2.3 ขั้นตอนการทำงานของระบบแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 การทำงานของระบบ

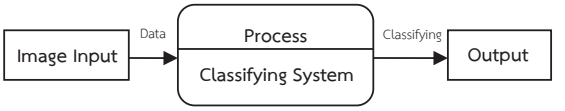
2.2.4 อัลกอลิทึมระบบ

```
for (inti = 0; i<bmap.Width; i++)
{
for (int j = 0; j <bmap.Height; j++)
{  color  c = bmap.GetPixel(i, j);
Sum_R=  Sum_R +c.R;
Sum_B=  Sum_B +c.B;
}
}
intensiveR = Sum_R /(bmap.Width*bmap.Height);
intensiveR = Sum_B /(bmap.Width*bmap.Height);
if ((intensiveR>= 190) && (intensiveR<= 200) ||
 (intensiveB>= 158) && (intensiveB<= 168))
{
 text1 = "ข้าวหอมมะลิ 105";
}
else   if ((intensiveR>= 176) && (intensiveR<=  186)
||  (intensiveB>= 136) && (intensiveB<= 146))
{
text1 = "ข้าวหอมมะลิทุ่งกุลา";
}
else   if ((intensiveR>= 225) && (intensiveR<=  235)
||  (intensiveB>= 201) && (intensiveB<= 216))
{
text1 = "ข้าวเหนียวพันธุ์ กข.6";
}
else   if ((intensiveR>= 192) && (intensiveR<=  202)
||  (intensiveB>= 164) && (intensiveB<= 174))
{
text1 = "ข้าวเหนียวกาฬสินธุ์";
}
else   if ((intensiveR>= 232) && (intensiveR<=  242)
||  (intensiveB>= 208) && (intensiveB<= 218))
{
 text1 = "ข้าวเขี้ยวงู";
}
else   if ((intensiveR>= 42) && (intensiveR<=  52) ||
(intensiveB>= 15) && (intensiveB<= 25))
{
text1 = "ข้าวเหนียวดำหรือข้าวก่ำ";
}
SpeechSynthesizer synthesizer = new
SpeechSynthesizer();
synthesizer.Volume = 100;
synthesizer.Rate = 0;
synthesizer.Speak(text1);
```

2.3 การออกแบบและพัฒนาระบบ

งานวิจัยครั้งนี้ได้พัฒนาระบบคัดแยกข้าวต้นแบบในการตรวจสอบ และคัดแยกชนิดข้าวสารจากกลุ่มข้าวทั้ง 6 สายพันธุ์โดยใช้โดยใช้โปรแกรม Visual C# มาเป็นเครื่องมือใน การออกแบบต้นแบบและส่วนติดต่อใช้งาน (User Interface) และกล้อง Webcam เป็นอุปกรณ์รับภาพเข้ามาเป็นข้อมูลที่ใช้ในการประมวลผล

2.3.1 Context Diagram ของระบบดังแสดงในรูปที่ 5

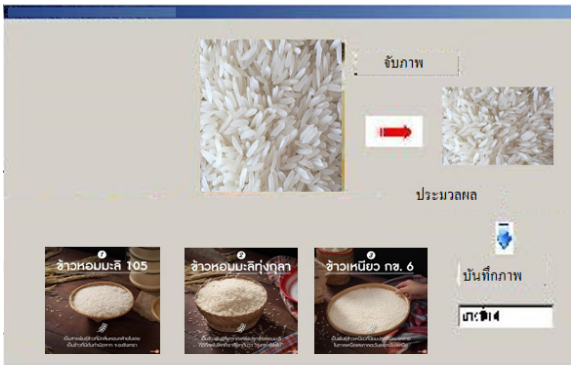


รูปที่ 5 ภาพรวมของ Context Diagram ของระบบ

2.3.2 โครงสร้างของระบบดังแสดงในรูปที่ 6

รูปที่ 6 โครงสร้างของระบบ

โดยใช้โปรแกรม Visual C# มาเป็นเครื่องมือใน การออกแบบต้นแบบระบบซึ่งมีหน้าจอดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 หน้าจอการทำงานของระบบ

2.4 การทดสอบระบบ

การวัดประสิทธิภาพของการเปรียบเทียบภาพสี [12] สามารถทำได้โดยการใช้วิธีวัดค่าความแม่นยำ (Precision) ซึ่งเป็นการวัดความแม่นยำ ในการเปรียบเทียบภาพในระบบ โดยพิจารณาจากจำนวนภาพที่เปรียบเทียบ จากค่าสีของภาพมาตรฐานที่ ใช้เป็นฐานข้อมูลเปรียบเทียบได้ทั้งหมด ว่ามีภาพที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน กับภาพเปรียบเทียบ จำนวนเท่าไร และภาพที่ไม่ได้อยู่ในกลุ่มเดียวกับภาพเปรียบเทียบ จำนวนเท่าไร แล้วนำมาคำนวณแสดงดังสมการที่ (1) [13]–[15]

เพื่อความเที่ยงตรงของระบบควรตั้งระยะกล้องกับวัตถุที่ถ่ายไม่ควรเกิน 1 เมตร และควรอยู่ในห้องที่มีแสงสว่างเหมาะสม

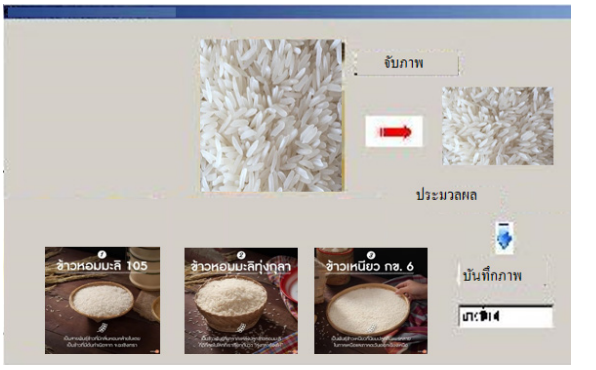
$$Precision = \left| \frac{x_i - x_m}{x_m} \right|$$
$$x_m = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i \quad (1)$$

โดยที่ X_m คือ ค่าเฉลี่ยของการวัด
X_i คือ ค่าการวัดแต่ละครั้ง

3. ผลการทดลอง

3.1 ผลการพัฒนาระบบ

หน้าจอการทำงาน (User Interface) แสดงในรูปที่ 8



รูปที่ 8 หน้าจอต้นแบบ

3.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบ

การประเมินหาประสิทธิภาพ ของการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับสีของภาพ กรณีทดสอบ จากกลุ่มตัวอย่างรูปภาพ แสดงค่าเฉลี่ยในเชิงปริมาณ และค่าเฉลี่ยในเชิงคุณภาพจากฐาน ข้อมูลรูปภาพ 6 กลุ่ม ที่นำมาทดสอบจำนวน 60 ภาพ

หลังจากที่ได้นำซอฟต์แวร์ ไปทดสอบตามวิธีการแบบ (Black Box) เรียบร้อยแล้วต่อไปจะเป็นการนำซอฟต์แวร์นี้ไปประเมินเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบ และเป็นการทดสอบ เพื่อยอมรับระบบโดยผู้ใช้ (Acceptance Test by User) ซึ่งกระบวนการประเมินระบบนี้ เป็นการประเมินเพื่อหาประสิทธิภาพของงานทางระบบสารสนเทศ และซอฟต์แวร์ ซึ่งจะการแบ่งการประเมินระบบออกเป็น 4 ส่วน ด้วยกันคือ

1) Function Requirement Test

2) Function Test

3) Usability Test

4) Security Test

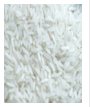
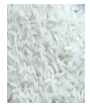
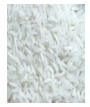
แต่ในกรณีนี้ ต้องการทดสอบหาประสิทธิภาพของระบบหรือซอฟต์แวร์อย่างเดียว จึงเลือกใช้การวัดประสิทธิภาพของโปรแกรมโดยใช้ เกณฑ์ทดสอบทางประสิทธิภาพของการทำงานของซอฟต์แวร์คือ แบบทดสอบทาง (Function Test) สำหรับการเตรียมข้อมูลที่ใช้โดยเป็นภาพดิจิตอลสีทั่วไป ซึ่งในการทดลองนี้ได้ทดสอบข้อมูลภาพ ซึ่งเป็นภาพที่มีนามสกุล *.jpg ทั้งหมดจำนวน 60 รูป ขนาด 640 × 480 Pixel แบ่งเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละ 10 รูป

3.2.1 กลุ่มข้อมูลทดสอบระบบ

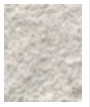
ซึ่งเป็นภาพที่มีนามสกุล *.jpg ทั้งหมดจำนวน 60 รูป ขนาด 640 × 480 Pixel แบ่งเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละ 10 รูป

กลุ่มที่ 1 คือ ข้าวหอมมะลิ 105 กลุ่มที่ 2 คือ ข้าวหอมมะลิทุ่งกุลา กลุ่มที่ 3 คือ ข้าวเหนียวพันธุ์ กข.6 กลุ่มที่ 4 คือ ข้าวเหนียวเขาวงกาฬสินธุ์ กลุ่มที่ 5 คือ ข้าวเหนียวเขี้ยวงู และกลุ่มที่ 6 คือ ข้าวเหนียวดำหรือข้าวก่ำ ดังข้อมูลตารางที่ 3 และ 4

ตารางที่ 3 กลุ่มข้อมูลทดลอง 1–3

ข้อมูลทดลอง	ข้อมูล ชุดที่ 1	ข้อมูล ชุดที่ 2	ข้อมูล ชุดที่ 3	ข้อมูล ชุดที่ 4	ข้อมูล ชุดที่ 5	ข้อมูล ชุดที่ 6	ข้อมูล ชุดที่ 7	ข้อมูล ชุดที่ 8	ข้อมูล ชุดที่ 9	ข้อมูล ชุดที่ 10
1. ข้าวหอมมะลิ 105										
2. ข้าวหอมมะลิทุ่งกุลา										
3. ข้าวเหนียวพันธุ์ กข. 6										

ตารางที่ 4 กลุ่มข้อมูลทดลอง 4–6

ข้อมูลทดลอง	ข้อมูล ชุดที่ 1	ข้อมูล ชุดที่ 2	ข้อมูล ชุดที่ 3	ข้อมูล ชุดที่ 4	ข้อมูล ชุดที่ 5	ข้อมูล ชุดที่ 6	ข้อมูล ชุดที่ 7	ข้อมูล ชุดที่ 8	ข้อมูล ชุดที่ 9	ข้อมูล ชุดที่ 10
4. ข้าวเหนียวเขาวงกาฬสินธุ์										
5. ข้าวเหนียวเขี้ยวงู										
6. ข้าวเหนียวดำหรือข้าวก่ำ										

3.2.2 ผลการทดลอง

ตารางที่ 5 ตารางเปรียบเทียบประสิทธิภาพการหาความแม่นยำจากกลุ่มภาพทดสอบ จำนวน 60 รูป

การเปรียบเทียบระดับความเข้มของค่าสีกับของชุดข้อมูลภาพ	จำนวนภาพ	ความแม่นยำในการเปรียบเทียบค่าสี	ค่าเฉลี่ย % ความแม่นยำ
1. ข้าวหอมมะลิ 105	10	9	90%
2. ข้าวหอมมะลิทุ่งกุลา	10	9	90%
3. ข้าวเหนียวพันธุ์ กข. 6	10	9	90%
4. ข้าวเหนียวเขาวงกาฬสินธุ์	10	10	100%
5. ข้าวเหนียวเขี้ยวงู	10	10	100%
6. ข้าวเหนียวดำหรือข้าวก่ำ	10	10	100%
รวม	60	57	95%

จากตารางที่ 5 การทดสอบประสิทธิภาพโดยการวัดค่าความแม่นยำ (Precision) ซึ่งเป็นความวัดความแม่นยำในการตรวจจับความเข้มสีของของภาพ โดยพิจารณาจากฐานข้อมูลค่าสีของภาพมาตรฐานที่ใช้เป็นต้นแบบและนำมาทดสอบกับจำนวนภาพที่ตรวจได้ทั้งหมดโดยทดลองใช้ภาพตัวอย่างทดสอบ 6 กลุ่ม กลุ่มละ 10 ภาพ เพื่อหาประสิทธิภาพการตรวจจับค่าความเข้มสีโดยผลการวัดความแม่นยำในการตรวจพบมีดังนี้ความแม่นยำของกลุ่มที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 90% ความแม่นยำของกลุ่มที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 90% ความแม่นยำของกลุ่มที่ 3 มีค่าเฉลี่ย 90% ความแม่นยำของกลุ่มที่ 4 มีค่าเฉลี่ย 100% ความแม่นยำของกลุ่มที่5มีค่าเฉลี่ย 100% และความแม่นยำของกลุ่มที่ 6 มีค่าเฉลี่ย 100% ค่าเฉลี่ยรวม 95% ซึ่งถือว่ามีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดี

4. การอภิปรายผลและสรุปผล

จากผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบที่ได้จากการประมวลผลภาพด้วย อัลกอริทึมที่พัฒนาใหม่ จากกลุ่มภาพตัวอย่าง 60 ภาพ ในระดับความละเอียดของภาพ 640 × 480 Pixel ความแม่นยำของกลุ่มที่ 1–6 มีค่าเฉลี่ยรวม 95% ซึ่งถือว่ามีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดี แสดงว่าประสิทธิภาพในการเปรียบเทียบระดับค่าสีของภาพ อยู่ในระดับที่ค่อนข้างเที่ยงตรงและมีความเหมาะสมต่อการนำไปประยุกต์ใช้งานในการประมวลผลคัดแยกชนิดพันธุ์ข้าวสาร แต่ควรนำระบบที่พัฒนาไปทดสอบเปรียบเทียบกับระบบอื่นๆ หรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อหาความเที่ยงตรงของระบบที่พัฒนาขึ้น และจะสามารถนำอัลกอริทึมที่พัฒนาขึ้นใหม่ไปประยุกต์ใช้งานด้านการเกษตรต่อไป

เอกสารอ้างอิง

[1] M. J. Swain and D. H. Ballard,“Indexing via color histograms,” in *Proceedings of the 3rd International Conference on Computer Vision*, 1990, pp. 390–393.

[2] M. J. Swain and D. H. Ballard, “Color indexing,” *International Journal of Computer Vision*, vol. 26, no. 4, pp. 461–470, 1993.

[3] M. Khojastehnazhand, M. Omid, and A. Tabatabaeefar, “Development of a lemon sorting system based on color and size,” *African Journal of Plant Science*, vol. 4, no. 4, pp. 122–127, 2010.

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

[5] N.Awabhark, “Color image retrieval based on compressed domain using binary pattern correlogram,” M.S. thesis,Faculty of Computer Technology, King Mongkut’s University of Technology North Bangkok, 2007 (in Thai).

[6] ThaiSMEsCenter. (2017,May30). *Nutritious rice varieties*. [Online]. (in Thai). Avaiable: http://www.Thaismescenter.com.

[7] Khon Kaen Rice Seed Center. (2017,May 30). *Rice seeds*. [Online]. (in Thai). Avaiable: https://kkn-rsc.ricethailand.go.th/

[8] Y. Munklang, “Image retrieval using feature vectors of color cluster,” C.E. thesis, Graduate

School, King MongkutsUniversity of Technology Thonburi, Bangkok, 2012 (in Thai).

[9] W. Phumarin, *Design and build a prototype of a black rice sorting machine by image processing*. Bangkok : Office Research Fund, 2004 (in Thai).

[10] A. Bern and I. Kuzivanov, "Classification of Fruits. Machine Vision 2002," Course Report Project Laboratory of Data Processing, Department of InformationTechnology, Lappeenranta University of Technology, 2002.

[11] B. S. Bennedsen, D. L. Peterson and A. Tabb, "Identifying defects in images of rotating apples," *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 48, no. 2, pp. 92–102, 2005.

[12] N. Thaweepol. (2012, July). Accuracy and Precision. Food Network Solution Co., Ltd. Bangkok, Thailand [Online]. (in Thai). Avaiable http://www.foodnetworksolution.com

[13] P. Pornchaloempong and N. Nunak, (2012, July). Precision. Food Network Solution Co., Ltd. Bangkok, Thailand [Online]. (in Thai). Avaiable: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/4290/precision

[14] J. R. Taylor, *An introduction to error analysis: The An Introduction to Error Analysis The Study of Uncertainties in Physical Measurements*, 2nd ed., University Science Books, 1997, pp.128–129.

[15] CE. Metz. (1978). *Basic principles of ROC analysis*. SeminNuclMed. pp. 283–298.