

## การคัดขนาดผลลำไยโดยใช้การแปลงฮัฟ Longan Grading Using Hough Transform

คริส เอื้อไพบูลย์ชัย และ วีรพล จิรจรีต

ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

E-mail: kidauea@gmail.com

### บทคัดย่อ

ปัจจุบันการคัดประเภทพืชผลทางการเกษตร เช่น ผักและผลไม้ เป็นกระบวนการสำคัญในการกำหนดมาตรฐานของคุณภาพและสภาพของสินค้าก่อนเข้าสู่ตลาด ลำไยเป็นหนึ่งในผลไม้ที่มีชื่อเสียงมากที่สุดของประเทศไทยซึ่งมีการส่งออกทั้งแบบผลสด บรรจุกระป๋อง หรืออบแห้ง บทความนี้นำเสนอการคัดขนาดผลลำไยโดยใช้การประมวลผลภาพดิจิทัล ขั้นตอนแรกจะเป็นการกรองสัญญาณความถี่ต่ำผ่านและการตรวจหาขอบภาพแบบแคนนี่ เพื่อลดข้อมูลที่ไม่ต้องการ จากนั้นจึงทำการแปลงฮัฟสำหรับการตรวจหาวงกลมโดยไม่กำหนดรัศมีเพื่อตรวจหาภาพผลลำไย ขั้นตอนสุดท้ายจะเป็นการดึงลักษณะสำคัญด้านขนาดของผลลำไยและการคัดแยกประเภท ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าวิธีการที่นำเสนอสามารถคัดขนาดของผลลำไยได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: การแปลงฮัฟ, การประมวลผลภาพดิจิทัล, การคัดขนาดผลลำไย

### Abstract

Nowadays, grading of agricultural products such as fruits and vegetables is an important process to provide a standard of quality and condition of commodities in marketplaces. Longan is one of the most famous fruits in Thailand that is exported fresh, canned or dried. This paper presents a digital image processing-based grading of longans. First, lowpass filtering and Canny edge detection are performed to remove unwanted information. Hough transform for circles without specified radius is then applied to detect longans. Finally, size feature is extracted and classified. The experimental results show that the method can grade longans efficiently.

Keywords: Hough transform, Digital image processing,

Grading of longan

### 1. บทนำ

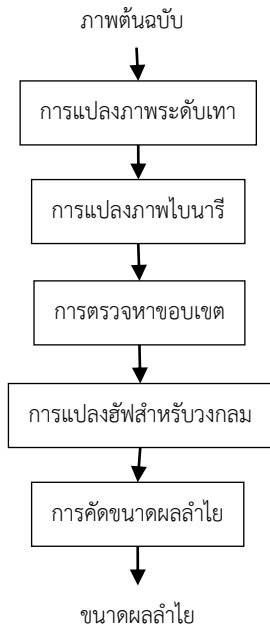
ลำไยเป็นผลไม้ที่มีค่าทางเศรษฐกิจที่สามารถเก็บเกี่ยวได้ตลอดปี ผลลำไยสดที่ซื้อขายเพื่อใช้สำหรับการผลิตลำไยอบแห้งจะต้องผ่านการคัดขนาดเป็น 4 ขนาด คือ AA A B และ C ดังนั้นการคัดแยกขนาดจึงเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญมาก เนื่องจากการผลิตลำไยอบแห้งเป็นธุรกิจที่ทำรายได้ทางเศรษฐกิจสูง ซึ่งในปัจจุบันนี้เกษตรกรนิยมใช้เครื่องจักรกลสำหรับคัด

ขนาดผลลำไยสด โดยให้ผลลำไยเคลื่อนที่ผ่านถังทรงกระบอกที่เจาะรูขนาดต่างๆ ความสามารถในการคัดแยกของเครื่องแบบนี้จะใช้เวลาในการคัดแยกประมาณ 15 กิโลกรัมต่อนาที อย่างไรก็ตามด้วยปริมาณการซื้อขายลำไยที่เพิ่มสูงขึ้นเป็นจำนวนมาก แต่สมรรถนะของเครื่องคัดขนาดผลลำไยนี้ยังคงมีข้อจำกัด ดังนั้นการพัฒนาเครื่องคัดขนาดผลลำไยโดยการใช้เทคโนโลยีขั้นสูงเข้ามาประยุกต์ใช้จึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจเป็นอย่างยิ่ง บทความนี้นำเสนอหลักการของเครื่องคัดขนาดผลลำไยสดที่มีประสิทธิภาพในการคัดแยกสูงมากขึ้น เพื่อลดความผิดพลาดและค่าใช้จ่ายของผู้ใช้งาน ซึ่งสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดเป็นเครื่องคัดแยกประเภทผลลำไยต้นแบบในอนาคตได้

การคัดแยกประเภทวัตถุตามขนาดโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพดิจิทัลมาประยุกต์ใช้กับการคัดขนาดผลไม้ โดยส่วนใหญ่จะสังเกตจากระดับสีผิวของผลไม้โดยการแปลงเป็นระบบสี HIS [1], [2] พิจารณาความสว่างจากการแปลงจากภาพสีเป็นภาพระดับเทา [1], [2], [3], [4] หรือทำการคัดแยกผลไม้จากขนาดโดยใช้การแปลงฮัฟ (Hough transform) เข้ามาช่วยในการหาขนาดและตัดแยกภาพผลไม้ [3] เป็นต้น Dhillion และคณะ [1] ระบุว่า การคัดคุณภาพของผลฝรั่งนั้นทำให้เสียเวลามาก ดังนั้นจึงมีแนวคิดในการคัดคุณภาพของผลฝรั่งโดยใช้ภาพ โดยเสนอเทคนิคการคัดแยกคุณภาพจากการสังเกตสีผิว Khojastehnazhand และคณะ [2] เสนอการคัดแยกผลไม้โดยใช้เทคนิคการแยกสีกับขนาด ซึ่งมีการใช้เทคนิคการคำนวณค่าสีในระบบสี HIS และมีการคำนวณหาค่าปริมาณที่มากที่สุด ค่าน้อยที่สุด และค่าเฉลี่ย Jaisin และคณะ [3] เสนอการคัดแยกลำไยบนก้านมีการบดบังกันและยากต่อการหาขนาด โดยใช้เทคนิคการแปลงภาพสีและการแปลงฮัฟ Jadhav และ Patil [4] เสนอการคัดแยกคุณภาพและขนาดนั้นได้คุณภาพที่ต่ำ ใช้เวลานาน และ ค่าใช้จ่ายในการคัดแยกสูง บทความจึงนำเสนอการพัฒนาการคัดแยกคุณภาพโดยใช้เทคนิคการเปลี่ยนจุดจากภาพแล้วทำการหาขอบของสิ่งที่ต้องการคัดแยกแล้วต่อมาคือการหาขนาดของผลลำไยพัฒนาชุดคัดแยกลำไยก่อนและหลังการอบแห้งให้ได้มาตรฐาน [7] การพัฒนาชุดคัดแยกลำไยก่อนและหลังการอบแห้งให้ได้มาตรฐานมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาและพัฒนาเครื่องคัดแยกขนาดผลลำไยให้มีความสามารถในการคัดแยกลำไยผลสดและอบแห้งทั้งเปลือกให้มีอัตราการคลาดเคลื่อนของแต่ละเกรดภายใต้มาตรฐานกำหนด [8] ในอุตสาหกรรมผลไม้สำหรับการตรวจสอบคุณภาพของผลไม้สดจะต้องไปผ่านบางส่วนของกระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยวิธีการคำนวณและเทคนิคการประมวลผลภาพ โดยใช้เทคนิคการคำนวณเราสามารถเรียงลำดับและผลไม้เกรดตามสีโดยใช้การคัดแยกสีโดยใช้หลักการของระบบสี RGB ที่เป็นภาพสีพร้อมกับแปลงเป็นภาพระดับเทา เพื่องานต่อการตรวจหาขอบและ

ขนาดผลที่ได้ แบ่งออกเป็นกรตัดแยกโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพโดยใช้สี และผลที่ได้จากการประมวลผลภาพโดยตัดจากขนาด

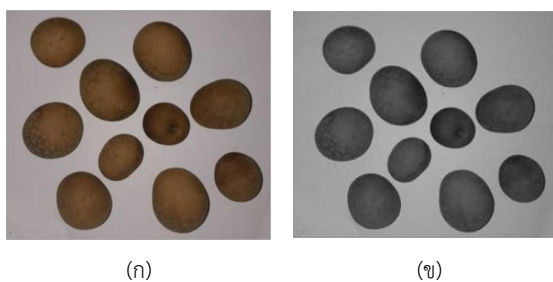
## 2. วิธีการ



รูปที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างขั้นตอนการทดลอง

### 2.1. การแปลงภาพระดับเทา

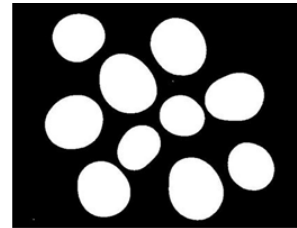
ภาพต้นฉบับที่รับเข้ามาในขั้นตอนแรกนั้น เป็นภาพที่อยู่ในระบบสี RGB โดยแต่ละพิกเซลจะแสดงค่าของระดับสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน จำนวน 3 ช่องสัญญาณ ในการคัดขนาดของผลล้าโยนั้น ไม่จำเป็นต้องใช้ข้อมูลสีผิวของผลล้าโย เพราะได้กำหนดภาพพื้นหลังให้มีสีสว่างแยกชัดจากผลล้าโย ทำให้ง่ายต่อการตัดแยกภาพผลล้าโยและสามารถประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพอย่างง่ายได้ เพื่อลดความซับซ้อนของวิธีการและลดเวลาการประมวลผลภาพ ภาพสีจะถูกแปลงเป็นภาพระดับเทาโดยแต่ละพิกเซลจะแสดงค่าความเข้มแสง 256 ระดับ (0-255) ซึ่งคำนวณจากค่าเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนักของระดับสีแต่ละช่องสัญญาณ ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 การแปลงภาพระดับเทา

### 2.2. การแปลงภาพไบนารี

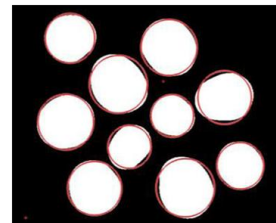
ภาพไบนารีคือภาพที่มีจำนวนบิตเดียว จำนวน 2 ระดับเทา คือดำ (0) หรือขาว (1) ภาพระดับเทาจะถูกแปลงเป็นภาพไบนารีโดยใช้ค่าเทรชโฮลด์ (threshold) เดียวกันทุกพิกเซล โดยอาศัยอัลกอริทึมของ Otsu ซึ่งพิจารณาค่าระดับเทาที่สามารถแยกข้อมูลภาพออกเป็น 2 กลุ่มที่มีค่าความแปรปรวนของระดับเทาระหว่างกลุ่มสูงที่สุด เพื่อตัดแยกภาพผลล้าโยออกจากภาพพื้นหลัง ดังแสดงภาพผลลัพธ์ในรูปที่ 3



รูปที่ 3 การแปลงภาพไบนารี

### 2.3. การตรวจหาขอบภาพ

การตรวจหาขอบภาพด้วยวิธี Canny เป็นเทคนิคการตรวจหาขอบภาพที่มีความต่อเนื่องกันโดยพิจารณาทั้งขนาดและทิศทางของอนุพันธ์ลำดับที่ 1 ของภาพระดับเทา และยังจะสามารถกรองข้อมูลที่ไม่ต้องการออกไปได้ด้วย โดยขึ้นอยู่กับค่าเทรชโฮลด์จำนวน 2 ค่าที่ได้กำหนดขึ้นมา การตรวจจับขอบภาพแบบ Canny สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับภาพผลล้าโยที่วางอยู่บนภาพพื้นหลังที่แยกชัดได้อย่างดี ดังแสดงผลการตรวจหาขอบภาพในรูปที่ 4



รูปที่ 4 การตรวจหาขอบภาพผลล้าโย

### 2.4. การแปลงฮัฟสำหรับวงกลม

การแปลงฮัฟสำหรับวงกลม (Hough transform for circle) เป็นการแปลงจากข้อมูลตำแหน่งของขอบภาพ ไปเป็นข้อมูลในระบบพิกัดฮัฟ หรือระบบพิกัดของตัวแปรที่ต้องการทราบค่า ซึ่งในกรณีนี้คือตำแหน่งของจุดศูนย์กลางของวงกลม โดยไม่ได้กำหนดขนาดของรัศมีของวงกลมที่ต้องการจะตรวจหา โดยพิจารณาจากพิกัดที่มีจำนวนการซ้อนทับกันมากที่สุดของข้อมูลในระบบพิกัดฮัฟ ขั้นตอนการแปลงฮัฟเริ่มจากการพิจารณาสมการวงกลมซึ่งเป็นรูปร่างของวัตถุที่เราต้องการจะตรวจหา ดังสมการ (1)

$$(x-a)^2 + (y-b)^2 = r^2 \quad (1)$$

ที่ A และ B มีพิกัดของศูนย์กลางใน X และ Y ทิศทางตามลำดับและ R ที่มีรัศมีของวงกลม การแสดงพาราของวงกลมจะได้รับเป็น สมการที่ 2 และ 3

$$x = a + r \cos \theta \quad (2)$$

$$y = b + r \sin \theta \quad (3)$$

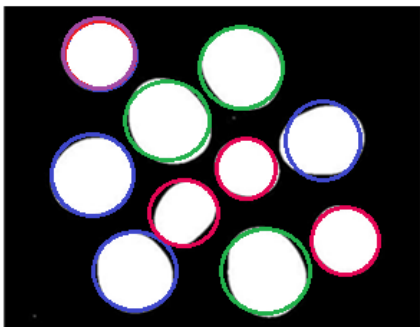
เมื่อมุม  $\theta$  ผ่าน Full Range 360 องศา

### 2.5. การคัดขนาด

การคัดขนาดมี 2 วิธีคือ หลักการเขียนโดยใช้การเขียนโปรแกรมการแปลงฮัฟสำหรับวงกลมหาขอบเขตผลของลำโพงแต่ละผล หลักการสังเกตภาพต้นฉบับที่มีระยะห่างระหว่างตัวล้องกับผลลำโพงเท่ากับ 50 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางของผลลำโพงวัดจากขอบด้านหนึ่งถึงขอบอีกด้านหนึ่งของผลลำโพง หน่วยเป็นเซนติเมตรนำมาแปลงเป็นพิกเซลโดยใช้อัตราส่วน 1 เซนติเมตรมีขนาดเท่ากับ 44 พิกเซล แบ่งการคัดขนาดของผลลำโพงเป็น 4 ขนาด ขนาด AA, A, B, C พร้อมกับหาร้อยละของการคัดแยกทั้งสองประเภท

### 3. ผลการทดลอง

จากการทดลองผลที่ได้จากการทดลองจากขั้นตอนแรกนำภาพต้นฉบับที่เป็นภาพสี หรือ เรียกอีกอย่างว่า แบบจำลองสี RGB มาแปลงเป็นภาพระดับเทาเพื่อลดข้อมูลเมื่อได้ภาพระดับเทาแล้วนำภาพระดับเทามาตัดให้กลายเป็นภาพขาว - ดำ เพื่อการตรวจหาขอบได้ง่ายขึ้น ซึ่งการตรวจหาขอบเราสามารถใช้เทคนิคการหาขอบของ Canny พร้อมกับการนำการแปลงฮัฟสำหรับวงกลมมาใช้ในการหาขนาดดังนั้นการ แบ่งขนาดของผลลำโพงออกเป็น 4 ขนาด ขนาด AA มีเส้นขอบสีเขียว ขนาด A มีเส้นขอบสีน้ำเงิน ขนาด B มีเส้นขอบสีม่วง ขนาด C มีเส้นขอบสีแดง ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 ผลที่ได้จากการคัดขนาดของผลลำโพงจากการทดลอง

เมื่อได้ขนาดดังรูปที่ 5 ดังนั้นจึงได้มีการเปรียบเทียบระหว่างการคัดขนาดของผลลำโพงที่ได้จากการทดลองด้วยโปรแกรมและการสังเกตด้วยตาเปล่าและทำการวัดขนาดจากผลลำโพงที่แท้จริง โดยผลที่ได้จากการวัดจะนำมาคำนวณเป็นพิกเซลได้ 1 เซนติเมตรมีขนาดเท่ากับ 44 พิกเซล ดังนั้นจากการสังเกตและผลที่ได้จากการทดลองสามารถแสดงผลได้ดังตารางที่ 1

ขนาดของผลลำโพง	ร้อยละของคัดขนาดของผลลำโพงที่แท้จริง (%)	ร้อยละการคัดขนาดของผลลำโพงที่ระบบคัดแยกได้ (%)	รวม (%)
AA	30	30	60
A	40	30	70
B	0	10	10
C	30	30	60

ตารางที่ 1 ผลการทดลองที่ได้จากการสังเกตด้วยตาเปล่าเป็นการสังเกตจากภาพที่เกิดจากระยะห่างระหว่างกล้องกับผลลำโพง โดยมีระยะห่าง 50 เซนติเมตร การสังเกตด้วยตาเปล่านี้สามารถวัดขนาดจากผลจริง 1 เซนติเมตรมีค่าเท่ากับ 44 พิกเซล ดังนั้นการมองด้วยตาเปล่าจะได้สังเกตว่า จากผลลำโพง 10 ลูก เมื่อทำการเปรียบเทียบแล้วได้ผลว่าการใช้เทคนิคการประมวลผลภาพด้วยการแปลงฮัฟทำให้สามารถคัดขนาดของผลลำโพงได้ดีไม่ต่างจากการสังเกตด้วยตาเปล่าคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ค่าความผิดพลาด 1 ใน 10 หรือร้อยละ 10 ของจำนวนผลลำโพงทั้งหมดจำนวน 10 ผล

### 4. สรุป

บทความนี้เสนอการใช้เทคนิคการประมวลผลภาพเพื่อคัดแยกขนาดผลลำโพงโดยใช้เทคนิคการแปลงฮัฟโดยมีขั้นตอนการแปลงภาพสีเป็นภาพระดับเทาแล้วแปลงเป็นรูปขาวดำและนำเทคนิคของการแปลงฮัฟเข้ามาช่วยในหาขอบเพื่อให้ง่ายต่อการหาเส้นผ่านศูนย์กลางแล้วใช้การจำแนกขนาดของผลลำโพงแบ่งออกเป็นสองวิธี วิธีที่หนึ่งคือการสังเกตด้วยตาเปล่าแล้วมาคำนวณหาพิกเซลจากภาพจริงโดยระยะห่างจากวัตถุ 50 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางคำนวณจากเซนติเมตรเป็นพิกเซล วิธีที่สองคือการใช้เทคนิคการประมวลผลภาพเข้าไปช่วยในการคัดขนาดของผลลำโพงจากการทดลองทั้งสองเทคนิคนี้สามารถคัดขนาดผลไม่ได้ทั้งสองวิธีมีประสิทธิภาพ 90%

### เอกสารอ้างอิง

- [1] Kanwaldeep Singh Dhillon, Er. Ashok Kumar Bathla, "Detecting Guava Quality Using Gradient Function Histogram Plotting", International Journal of Engineering and Technical Research (IJETR) ISSN: 2321-0869, Volume-2, Issue-9, September 2014
- [2] M. Khojastehnazhand, M. Omid\* and A. Tabatabaeefer, "Development of a lemon sorting system based on color and size", African Journal of Plant Science Vol. 4(4), pp. 122-127, April 2010 Available online at ISSN 1996-0824 © 2010 Academic Journals
- [3] Chawaroj Jaisin 1 , Siwalak Pathaveerat 1, 2, \* and Anupun Terdwongworakul 1, 2, "Determining the size and location of longans in bunches by image processing technique", Maejo Int. J. Sci. Technol. 2013, 7(03), 444-455
- [4] Ms.Rupali S.Jadhav1 , PROF. S.S.Patil 2 "A Fruit Quality Management System Based On Image Processing", IOSR Journal of Electronics and Communication Engineering (IOSR-JECE) e-ISSN: 2278-2834,p-ISSN: 2278-8735.Volume 8, Issue 6 (Nov. - Dec. 2013), PP 01-05

- [5] Detect and Measure Circular Objects in an Image, 30,09,2016  
<https://www.mathworks.com/help/images/examples/detect-and-measure-circular-objects-in-an-image.html>
- [6] Estimate Center and Radii of Circular Objects and Plot Circles,28,09,2016,  
<https://www.mathworks.com/help/images/ref/regionprops.html>