Agricultural Sci. J. 45 : 3/1 (Suppl.) : 289-292 (2014) ว. วิทย. กษ. 45 : 3/1 (พิเศษ) : 289-292 (2557)

การคัดแยกขนาดกุ้งซูชิโดยวิธีถดถอยแบบทำซ้ำ

Sushi Shrimp Sorting Using the Iterative Regression Method

อมรฤทธิ์ พุทธิพิพัฒน์ขจร[1] **และ วสันต์ รัตนวรรณ**[1]
Amornrit Puttipipatkajorn[1] and Wasan Rattanawan[1]

Abstract

This research is a part of Sushi shrimp sorting machine and the objective is to measure the length of sushi shrimp by using image processing techniques and an iterative regression method. It consists of 3 phases: acquiring an image from the video input device (camera), finding the edge of the image and calculating the length of sushi shrimp. In the first step, we have to adjust the environment of the camera such as the brightness and the height of the camera to get the relationship between size of real object and size of object appearing in the image. Then we find the edge of the image using the Canny edge detection technique which is widely used in image processing applications. To increase the performance of the method, we propose an iterative algorithm based on robust regression to estimate the rotation angle. Finally we will present the efficiency of our algorithm on the real life data set. The results show that this method has the accuracy up to 98.56%.

Keywords: Sushi shrimp, Edge detection, Iterative regression

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของเครื่องคัดแยกกุ้งซูชิซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อวัดความยาวของกุ้งซูชิโดยกระบวนการถ่ายภาพด้วยวิธีถดถอยแบบทำซ้ำซึ่งประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอนคือ การสร้างอุปกรณ์รับภาพ การหาขอบภาพ และการหาความยาวของกุ้งซูชิ โดยอุปกรณ์รับภาพจะถูกกำหนดสภาพแวดล้อมเช่น ความสว่าง ความสูงของกล้องซึ่งสัมพันธ์กับการสอบเทียบขนาดของวัตถุจริงกับวัตถุที่ปรากฏบนภาพ เมื่อได้ภาพมาแล้วจะทำการหาขอบภาพด้วยวิธีของ Canny ซึ่งเป็นวิธีที่ถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางวิธีหนึ่ง ขั้นตอนถัดมาจะกำหนดองศาการหมุนของภาพโดยใช้วิธีถดถอยแบบทำซ้ำซึ่งจะนำเสนอในงานวิจัยนี้ และจากการทดสอบพบว่าวิธีถดถอยแบบทำซ้ำสามารถวัดความยาวของกุ้งซูชิได้อย่างแม่นยำเฉลี่ยถึง 98.56%

คำสำคัญ: กุ้งซูชิ, การหาขอบภาพ, ถดถอยแบบทำซ้ำ

คำนำ

ปัจจุบันการส่งออกอาหารแช่แข็งโดยเฉพาะกุ้งซูชิมีอัตราการขยายตัวสูงมากทั้งภาคการส่งออกและการบริโภคภายในประเทศโดยเฉพาะตลาดจากต่างประเทศที่มีความต้องการกุ้งซูชิเช่น ตลาดญี่ปุ่น ตลาดยุโรป ตลาดสหรัฐฯ ซึ่งตลาดเหล่านี้ในอดีตต้องการกุ้งที่มีขนาดใหญ่ แต่ในปัจจุบันหันมานำเข้ากุ้งขนาดกลาง และมีการนำเข้ามากขึ้นทุกปี โรงงานอุตสาหกรรมจึงมีความจำเป็นต้องเพิ่มกำลังการผลิต กอปรกับผู้บริโภคชาวไทยเองก็นิยมรับประทานกุ้งซูชิเพิ่มมากขึ้น ทำให้อุตสาหกรรมการผลิตกุ้งซูชิของไทยขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ขณะที่กำลังการผลิตกุ้งซูชิเพื่อการส่งออกคิดเป็นร้อยละ 90 ของการผลิตทั้งประเทศและคิดเป็นร้อยละ 26 ของทั้งโลก

ในอุตสาหกรรมการผลิตกุ้งซูชิของไทยใช้กุ้งขนาดกลางและเป็นกุ้งสุกไม่มีหัวมีแต่หางกับลำตัว ซึ่งแบ่งตามขนาดความยาวได้ 5 ขนาดคือขนาด M ยาวไม่เกิน 7 cm ขนาด L ยาวไม่เกิน 7.5 cm ขนาด 2L ยาวไม่เกิน 8 cm ขนาด 3L ยาวไม่เกิน 8.5 cm ขนาด 4L ยาวไม่เกิน 9 cm และขนาด 5L ยาวไม่เกิน 9.3cm ตามลำดับ และในขั้นตอนการผลิตและคัดเลือกกุ้งจำเป็นต้องใช้แรงงานคนจำนวนมากและเกิดความคลาดเคลื่อนในการคัดขนาดอยู่บ้าง เนื่องจากความล้าที่เกิดขึ้นระหว่างการทำงาน ด้วยสาเหตุนี้จึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาวิธีวัดขนาดกุ้งซูชิแบบใหม่เพื่อแทนการคัดแยกขนาดกุ้งซูชิที่ใช้แรงงานคนจำนวนมาก และมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง แต่มีประสิทธิภาพสูงขึ้นและลดค่าใช้จ่ายด้านการจ้างแรงงานลง

ปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมจะใช้วิธีการวัดความยาวกุ้งซูชิโดยการนำกุ้งซูชิแต่ละตัวมาทาบด้วยสเกลที่กำหนดขนาดไว้แล้วเช่นขนาด M ก็มีความยาว 7 cm ขนาด L มีความยาว 7.5 cm เป็นต้น ซึ่งมีโอกาสผิดพลาดได้ง่าย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ

[1] ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นครปฐม 73140
[1] Department of Computer Engineering, Faculty of Engineering at Kamphaengsaen, Kasetsart University, Nakorn Pathom 73140

ของการวัดขนาดกุ้งซูชิ งานวิจัยนี้นำเสนอการวัดความยาวของกุ้งซูชิด้วยการประมวลผลภาพซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนคือ การหาขอบภาพด้วยวิธีของ Canny ซึ่ง Beilie *et al.* (2009) ได้ทำการเปรียบเทียบการหาขอบภาพด้วยวิธีต่างๆเช่น Canny, Sobel, Roberts และ Prewitt มาเปรียบเทียบกับการหาขอบภาพด้วยวิธีการอื่นๆและสรุปว่าวิธีของ Canny ให้ผลลัพธ์ที่ดี เนื่องจากให้เส้นขอบที่บางและมีการใช้ Gaussian filter เพื่อช่วยลดสัญญาณรบกวน และขั้นตอนถัดมาเป็นการประมาณมุมการหมุนของภาพด้วยวิธีถดถอยแบบทำซ้ำหรือ Iterative regression ซึ่งอมรฤทธิ์ (2556) ได้นำไปใช้กับการวัดความยาวข้าวโพดฝักอ่อนและให้ผลลัพธ์ที่ดีและมีความถูกต้องสูง โดยเฉพาะตัวอย่างที่มีรูปร่างค่อนข้างสมมาตรเช่นกุ้งซูชิเป็นต้น

อุปกรณ์และวิธีการ

การวัดความยาวของกุ้งซูชิอาศัยกระบวนการถ่ายภาพ และนำภาพที่ได้ไปประมวลผลเพื่อหาความยาวที่ต้องการ ดังนั้นในขั้นตอนแรกจำเป็นจะต้องสร้างอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับรับภาพเสียก่อน โดยที่อุปกรณ์รับภาพสร้างจากกล่องทึบแสงขนาดความกว้าง ความยาว และความสูงขนาด (20×30×50) cm ซึ่งภายในติดตั้งกล้องเว็บแคมความละเอียด 640×480 พิกเซล และหลอดไฟขนาด 15 วัตต์ จำนวนสองหลอดที่มุมด้านบนซ้ายและขวาตามลำดับ โดยที่หลอดไฟทั้งสองจะทำมุมตกกระทบที่ 45 องศา เข้าหาฉากรับภาพ

Table 1 The calibration ratio between real object and the image scene for 37.5 cm camera height

Height of camera (cm)	Image scene		Calibration ratio	
	Horizontal axis (mm)	Vertical axis (mm)	Horizontal axis (mm/pixel)	Vertical axis (mm/pixel)
37.5	123.0	67.5	0.1762	0.1246

การรับภาพจากกล้องจำเป็นต้องปรับแสงสว่างที่อยู่ภายในกล่องรับภาพให้สม่ำเสมอ โดยการตรวจสอบภาพที่ได้รับจากกล้องผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ซึ่ง สันติ และ คณะ (2553) สรุปว่าแสงที่พอเหมาะจะต้องไม่ทำให้ภาพของวัตถุที่ต้องการ (Foreground) สว่างมากไปเมื่อเทียบกับภาพพื้นหลัง (Background) และไม่ควรให้ความสว่างน้อยเกินไปจนทำให้ภาพของวัตถุที่ต้องการกลืนไปกลับภาพพื้นหลัง หลังจากได้ภาพมาแล้วจะเปลี่ยนจากภาพสีเป็นภาพ Grey scale และภาพ Binary ตามลำดับเพื่อทำการหาขอบภาพด้วยวิธีของ Canny (Figure 1)

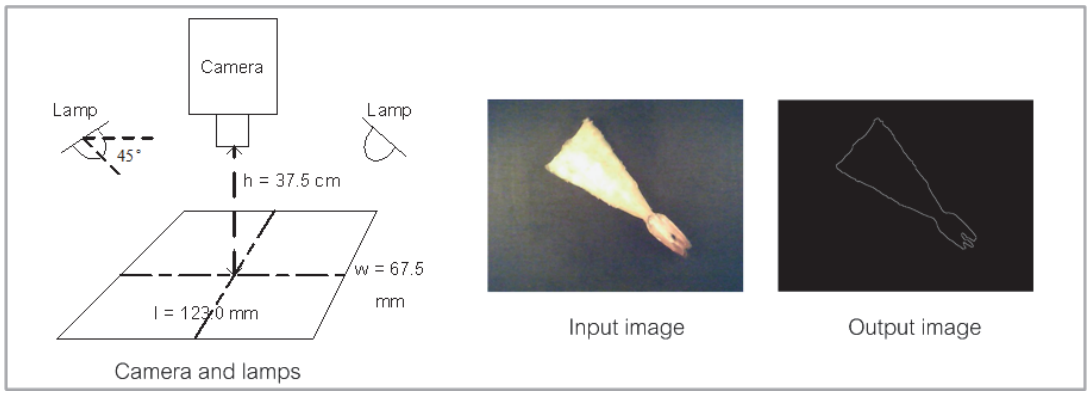

Figure 1 Example of the input image and the output image obtained from Canny edge detection method

ขั้นตอนถัดมาเป็นการประมาณแนวเส้นผ่านศูนย์กลางของภาพด้วยวิธีถดถอยแบบทำซ้ำซึ่งเป็นการนำเอาวิธี Least Median Square หรือ LMS (Steele and Steiger, 1986) เพื่อคำนวณมุมเอียงของภาพมาใช้ร่วมกับการหมุนภาพให้อยู่ในแนวนอน โดยกระบวนการทั้งสองจะเกิดซ้ำๆไปจนกว่าภาพที่ได้จะถูกปรับจนกระทั่งอยู่ในแนวนอนหรือมุมที่คำนวณได้มีค่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงอีก การประมาณสมการเส้นตรงที่ลากผ่านศูนย์กลางของภาพจะใช้คู่ลำดับ (X_i, Y_i) ของขอบภาพด้วยวิธี LMS ซึ่งทำให้ทราบตำแหน่งหรือมุม β ของการวางของกุ้งซูชิเมื่อเทียบกับแนวแกนนอน

ผล

การทดลองวัดความยาวของกุ้งซูชิจะทำการทดลองทั้งหมด 12 ครั้ง (Table 2) โดยการสุ่มทั้งขนาดและตำแหน่งการวางที่องศาต่างๆกัน และก่อนการทดลองทุกครั้งจะนำกุ้งซูชิมาวัดความยาวโดยโปรแกรม Photoshop และบันทึกค่าเก็บไว้เพื่อเปรียบเทียบกับค่าความยาวกุ้งซูชิที่วัดได้จากการทดลอง ตัวอย่างเช่น Figure 2 (a) แสดงผลการหาค่ามุมครั้งแรกได้ β = 47.67° หลังจากนั้นทำการหมุนภาพเพื่อให้ภาพอยู่ในแนวนอนตามค่ามุมที่คำนวณได้ Figure 2 (b) แสดงการคำนวณมุมครั้งที่ 2 ได้ β = 7.46° และหมุนภาพตามค่ามุมที่คำนวณได้ ถัดมาให้พิจารณาว่าค่ามุมที่คำนวณได้ในครั้งที่ 2 มีค่าเป็นศูนย์หรือซ้ำกับค่าก่อนหน้าหรือไม่ ถ้าใช่ให้จบการทำงาน แต่ในกรณีนี้พบว่ายังไม่เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนดจึงต้องดำเนินการต่อ ซึ่งจากการทดลองพบว่าค่ามุมที่คำนวณได้ β = 0.10° ในครั้งที่ 4 และ 5 มีค่าเท่ากัน หมายความว่าไม่ว่าจะทำ LMS อีกกี่รอบค่ามุมที่ได้ก็ไม่เปลี่ยนแปลงไปจากนี้ จึงหยุดการทำงาน

หลังจากผ่านวิธีถดถอยแบบทำซ้ำจะพบว่าภาพที่ได้จะวางอยู่ในแนวนอนซึ่งสามารถทำการคำนวณหาความยาวของกุ้งซูชิโดยประมาณได้โดยการนับจำนวนพิกเซลในแนวแกนนอนและนำค่าไปคำนวณเพื่อหาความยาวจริงโดยอาศัย Table 1 ซึ่งค่าความยาวที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ 421 pixels × 0.1762 mm/pixel = 74.18 mm เป็นต้น

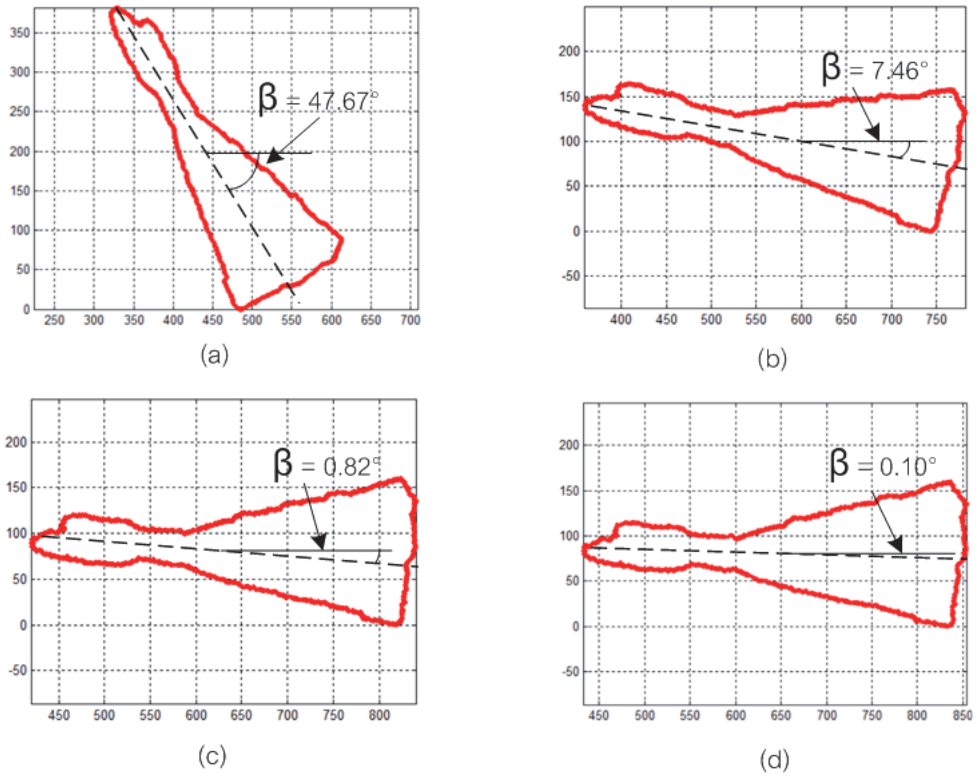

Figure 2 (a) 1st LMS (b) 2nd LMS (C) 3rd LMS (d) 4th LMS

วิจารณ์ผล

จากการทดลองพบว่าวิธีถดถอยแบบทำซ้ำจะใช้ได้ดีกับตัวอย่างที่มีรูปร่างที่สมมาตร เนื่องจากการประมาณค่ามุมในการหมุนภาพ คำนวณจากการกระจายตัวของคู่ลำดับของจุดสีที่ประกอบกันเป็นขอบภาพและส่งผลโดยตรงต่อตำแหน่งภาพที่ได้ เช่นถ้าตัวอย่างที่นำมาทดสอบมีรูปร่างไม่สมมาตรจะส่งผลให้ภาพที่ได้หลังจากการหมุนไม่ได้อยู่ในแนวนอนตามที่ต้องการและทำให้ค่าความยาวที่คำนวณได้ไม่ถูกต้อง และจากการสังเกตใน Table 2 พบว่าค่าที่วัดได้มีความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย 0.11 cm หรือคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย 1.44% แต่เมื่อพิจารณาถึงความถูกต้องในการแยกขนาดจะพบว่าการทดลองครั้งที่ 8 ความยาวกุ้งซูชิที่ 8.52 cm ซึ่งถูกจัดให้อยู่ในกลุ่ม 4L แต่ค่าความยาวที่คำนวณได้ 8.30 cm ซึ่งถูกจัดอยู่ในกลุ่ม 3L พบว่าไม่ถูกต้อง แม้ว่าจะมีเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนแค่ 2.58% แสดงว่าการวัดขนาดกุ้งซูชิไม่อาจแยกกลุ่มได้อย่างถูกต้องในกรณีที่ความยาวของกุ้งที่วัดมีค่าใกล้กับค่าที่ใช้ในการแบ่งกลุ่มพอดี

Table 2 The experimental results of 12 samples of Sushi images

Input images	Real size of Sushi (cm)	Category	Estimated size of Sushi (cm)	Error (cm)	Percentage of error (%)
	8.21	3L	8.16	0.05	0.61
	6.93	M	6.78	0.15	2.16
	9.31	4L	9.04	0.27	2.90
	8.21	3L	8.02	0.19	2.31
	7.05	L	7.28	0.23	3.26
	8.19	3L	8.12	0.07	0.85
	7.82	2L	7.79	0.03	0.38
	8.52	4L	8.30	0.22	2.58
	6.45	M	6.43	0.02	0.31
	7.45	L	7.42	0.03	0.40
	6.45	M	6.41	0.04	0.62
	8.18	3L	8.25	0.07	0.86
			Average	**0.11**	**1.44**

สรุป

ผลการทดลองพบว่าวิธีถดถอยแบบทำซ้ำสามารถวัดความยาวของกุ้งซูชิได้อย่างถูกต้องไม่ว่าจะวางกุ้งซูชิในลักษณะใดโดยให้ค่าความถูกต้องเฉลี่ยถึง 98.56% และมีความแม่นยำมากกว่าการใช้คนในการคัดแยกและเหมาะสมที่จะนำไปพัฒนาเป็นเครื่องคัดขนาดเพื่อช่วยลดปัญหาการจ้างแรงงานซึ่งปัจจุบันมีต้นทุนค่อนข้างสูง นอกจากนั้นยังเป็นการยกมาตรฐานการผลิตให้สูงขึ้น ซึ่งส่งผลต่อศักยภาพในการแข่งขันสินค้าทางการเกษตรของประเทศ

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณนายวสันต์ รัตนวรรณ นิสิตปริญญาตรีภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ที่ให้การช่วยเหลือในการเก็บข้อมูล และขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสนสำหรับทุนสนับสนุนในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

สันติ สุขเจริญ, วิชา หมั่นทำการ, ศิวลักษณ์ ปฐวีรัตน์ และ อมรฤทธิ์ พุทธิพิพัฒน์ขจร. 2553. ปัจจัยที่มีผลต่อความแม่นยำของการวัดขนาดกุ้งซูชิด้วยการประมวลผลภาพ. การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 11 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม.

อมรฤทธิ์ พุทธิพิพัฒน์ขจร. 2556. การวัดความยาวข้าวโพดฝักอ่อนโดยไม่จำกัดทิศทางการจัดวางด้วยวิธีถดถอยซ้ำที่แข็งแกร่ง. วารสารวิศวกรรมศาสตร์ 20: 60 - 67

Steele, J.M. and W.L. Steiger. 1986. Algorithms and Complexity for Least Median of Square Regression. Discrete Applied Mathematics 14: 93-100.

Beilie, W., C. Ying, X. Huiming, J. Huiyan and L. Hongjuan. 2009. The edge extraction of agricultural crop leaf. Image Processing and Photonics for Agricultural Engineering. Proceedings of the SPIE. 7489: 748916-748917.