

การจำแนกความสดของเนื้อโคด้วยการวิเคราะห์ภาพ
(Classification of beef freshness using image)

พีรदनย์ ควรรนิเฮียะ

Peeradon kunnihea

ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทคัดย่อ

สัมนานฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการวิเคราะห์ภาพเพื่อจำแนกความสดของเนื้อโค ทำการรวบรวมและศึกษาจากเอกสารวิชาการจำนวน 3 ฉบับตั้งแต่ปี ค.ศ. 2014-2018 ซึ่งมีการทดลอง 3 แบบ ได้แก่ วิธีการ VNIR hyperspectral imaging ที่มีความแม่นยำอยู่ที่ 93% วิธีการวิเคราะห์ภาพและ K-Nearest Neighbor Algorithm ที่มีความแม่นยำอยู่ที่ 91.6% และวิธีวิเคราะห์ภาพ PCA and SVM algorithms ซึ่งมีความแม่นยำอยู่ที่ 100% และพบว่าวิธีที่ดีที่สุดคือวิธีวิเคราะห์ภาพ PCA and SVM algorithms ซึ่งใช้ชุดข้อมูลของภาพเนื้อโค 81 ภาพ 80% ของชุดข้อมูลถูกนำไปใช้สร้างโมเดล PCA อีก 20% ของชุดข้อมูลที่เหลือถูกใช้ในการสร้างการทำนาย PCA และคาดการณ์ด้วยโมเดล PCA ส่วน SVM algorithms ใช้เป็นวิธีการจัดจำรูปแบบเพื่อจำแนกและระบุตัวอย่างเนื้อโค ซึ่งในการทดลองมีการใช้ตัวอย่าง ทั้งเนื้อสด เนื้อดิบ และเนื้อสุก เพื่อใช้เปรียบเทียบค่าความคมชัด ความสัมพันธ์ของสี พลังงาน ความเป็นเนื้อเดียวกัน เพื่อเป็นวิธีในการจำแนกความสดของเนื้อโค ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าเทคนิคการวิเคราะห์ภาพสามารถนำไปใช้ในการจำแนกความสดของเนื้อโคได้ในเชิงอุตสาหกรรม

คำสำคัญ ความสดของเนื้อโค ระบบอัตโนมัติ การจำแนกด้วยภาพ

บทนำ

เนื้อโคเป็นอาหารประเภทหนึ่งที่มาจากสัตว์ที่คนนิยมรับประทานกันมาก ความปลอดภัยและความน่าเชื่อถือของเนื้อสัตว์จึงเป็นข้อกังวลหลักสำหรับผู้บริโภค ในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมาความก้าวหน้าในการพัฒนาเทคโนโลยีด้านการอาหารในด้านอุตสาหกรรม เพื่อตรวจสอบความปลอดภัย คุณภาพและความสดของเนื้อสัตว์คุณภาพเป็นปัจจัยสำคัญสำหรับอุตสาหกรรมอาหารสมัยใหม่ คุณภาพของผลิตภัณฑ์จึงเป็นพื้นฐานของความสำเร็จในการแข่งขันในตลาดปัจจุบัน (Du and Da-Wen, 2005 อ้างโดย Arsalane et al., 2018) เป็นเรื่องยากที่จะรับรองความสดของเนื้อสัตว์ในการค้าขาย ดังนั้นอุตสาหกรรมแปรรูปเนื้อสัตว์จึงมักค้นหาเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพและรวดเร็วในการประเมินคุณภาพและความสดของเนื้อสัตว์เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค (Zhenjie et al., 2014)

ระบบตรวจสอบอัตโนมัติโดยใช้กล้องเป็นหลักและมีการตรวจสอบเพื่อประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ ได้รับการพิสูจน์แล้วว่ามีความมีประสิทธิภาพและประสบความสำเร็จสำหรับการวัดคุณลักษณะ ของเนื้อสัตว์ ขั้นตอนแรกในระบบคอมพิวเตอร์คือการรับภาพและบันทึกเป็นข้อมูล ด้วยกล้องและนำมาประมวลผลเพื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลตั้งต้นที่ใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานด้วยระบบอัลกอริทึม มีจุดมุ่งหมายเพื่อประมาณลักษณะและพื้นผิวที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพและคุณลักษณะด้านความปลอดภัยของอาหาร การตรวจวัดระดับความสดของเนื้อด้วยการประมวลผลภาพในระบบดิจิทัล โดยใช้ข้อมูลสี ในการพัฒนาการควบคุมคุณภาพความสดใหม่ โดยทั่วไประบบการวิเคราะห์จะจำแนกด้วยภาพถ่ายส่วนใหญ่ที่ได้รับการพัฒนาและใช้งานบนคอมพิวเตอร์ซึ่งอนุญาตให้มีการพัฒนาแก้ไขข้อบกพร่องและทดสอบได้ เพราะภาพและขนาดของชุดข้อมูลเพิ่มขึ้นระบบการประมวลผลจึงมีความซับซ้อนมากขึ้นดังนั้นความเร็วในการประมวลผลจะช้าลงและไม่สามารถตอบสนองความต้องการแบบเรียลไทม์ได้ (Zhenjie et al., 2014)

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อค้นหาวิธีการประเมินคุณภาพความสดของเนื้อโคที่ดีที่สุด โดยใช้ระบบประมวลผลภาพสำหรับการจำแนกความสดของเนื้อ

ระบบการประมวลผลภาพถ่าย

สีเป็นลักษณะคุณภาพที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่งของเนื้อสัตว์ที่ผู้บริโภคควรตรวจสอบก่อนซื้อ ในมุมมองของลูกค้าความสดใหม่เกี่ยวข้องกับสีแดงสดในเนื้อ เนื้อโคสดคาดว่าจะมีสีแดงสม่ำเสมอ ดังนั้นลูกค้าส่วนใหญ่จึงแยกแยะกับเนื้อโคที่มีสีแดงเข้มหรือสีม่วงที่คาดว่าจะเนื้อไม่สด

เพื่อวัดการเปลี่ยนแปลงของสีในพื้นผิวของเนื้อโค โมเดลสีแบบ HSI ของภาพเนื้อโคที่ถ่ายในช่วงที่ทำการทดลอง จะถูกนำมาใช้เพื่อสร้างโมเดลในการจำแนกประเภทเนื้อ จะคำนวณจากพิกเซลจากแต่ละภาพและโมเดลสี HSI มาเปรียบเทียบกับดวงตาของมนุษย์ที่รับรู้สี เพื่อให้เหมาะสำหรับการพัฒนาเทคโนโลยีการประมวลผลภาพ(Arsalane et al., 2018)

วิธีการจำแนกความสดของเนื้อด้วยการวิเคราะห์ภาพ

Table 1 Classification using image VNIR hyperspectral.

Comparison	CCR	95% C.I.	Sensitivity	Specificity	Importance		
					L	a*	b*
F vs. FFT	0.93	(0.6613,0.9982)	0.86	1.00	100.00	0.00	30.08
M vs. MFT	0.64	(0.3514,0.8724)	0.86	0.43	95.24	100.00	0.00
F vs. M	0.92	(0.6397,0.9981)	0.83	1.00	100.00	0.00	12.20

Source: Crichto et al. (2017)

Table 1 F คือ fresh , M คือ matured , FFT คือ fresh frozen-thawed , MFT คือ matured frozen-thawed, correct classification rate (CCR) คืออัตราการจำแนกที่ถูกต้อง, confidence interval (CI) คือช่วงความเชื่อมั่น, lightness (L*) คือความสว่าง, red-green(a*) คือช่วงสีสีแดง -เขียว, blue-yellow (b*) คือช่วงสีน้ำเงิน - เหลือง วิธีการทดลอง จับภาพด้วยกล้อง Specim V10E PFD ติดตั้งเลนส์ Schneider 35 มม. ข้อมูลสเปกตรัมที่ได้จะถูกรวบรวมตั้งแต่ 500 ถึง 1010 นาโนเมตรโดยเพิ่มขึ้นทีละ 1.5 นาโนเมตร ถูกถ่ายด้วยความเร็ว 8 มม. / วินาที หลังจากจับภาพแล้วหากมีสัญญาณรบกวนจากการฉายรังสีของภาพจะถูกลบออกโดยการคำนวณสัญญาณเฉลี่ยเชิงพื้นที่ในแต่ละความยาวคลื่นสเปกตรัม การประมวลผลภาพทั้งหมดดำเนินการด้วยชุดซอฟต์แวร์ Matlab (Matlab R2013a) โดยใช้ในการฉายสเปกตรัมรังสี NIR เฉลี่ย (800–1010 นาโนเมตร) การวัดสีจะถูกนำมาใช้กับค่าการวัดสีเฉลี่ยที่บันทึกไว้ การคำนวณจะคำนวณด้วย Konica-Minolta CR100 การวัดสีดำเนินการตามเงื่อนไขของสัตว์และเนื้อ วัดสีได้ถึง 24 สี ใช้วิธี SVM เพื่อจำแนกข้อมูลสเปกตรัมที่ประมวลผลและการวัดสีของเนื้อโค เพื่อวัดค่าของสีของเนื้อแต่ละตัวอย่าง ผลการทดลอง การเปรียบเทียบอยู่ระหว่าง สดและแช่แข็งสด สุกและละลายแช่แข็งที่สุกแล้วและ สดและเนื้อสุก การแยกนี้จะถูกตรวจสอบโดยใช้การวัดสีและค่าสเปกตรัมเฉลี่ยที่บันทึกไว้สำหรับแต่ละตัวอย่าง ได้ค่าความแม่นยำ 93%, 64% และ 92% ตามลำดับ

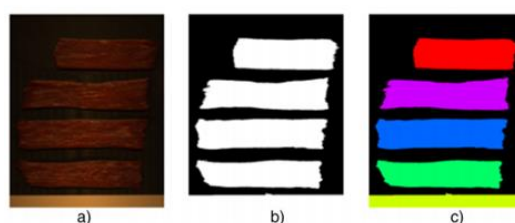


Fig. 1. Segmentation of complete raw image: a) original RGB image; b) the NIR thresholded image; and c) the blob-detected image for the automatic detection and numbering of imaged samples.

Source: Crichto et al. (2017)

Table 2 Processing time of PCA and SVM algorithms.

Algorithms	Image acquisition time	PCA model	PCA predict	SVM training model	SVM predictive model
Desktop system (Intel Core-I3 2.40 GHz)	20 ms	15.6 ms	1 ms	2.745 s	78 ms
Embedded system (DSP C6678 1 GHz)	20 ms	80 μ s	137 ns	-	454 μ s

Source: Arsalane et al. (2018)

Table 2 Image acquisition time PCA คือเวลาในการรับภาพ PCA, model PCA คือโมเดล PCA, predict SVM คือการทำนาย SVM, training model SVM คือโมเดลจากการทดสอบ SVM, predictive model คือโมเดลการทำนาย วิธีการทดลอง ภาพเนื้อโคถูกจับโดยกล้อง GigEPRO จากเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ใหม่ เป็นรุ่น GP1503C ความละเอียดของภาพคือ 2592×1944 พิกเซล อัตราการถ่ายโอนข้อมูลระหว่างกล้องและ DSP ขนาด 1 Gbps ภาพที่ได้มาแต่ละภาพเป็น RGB ภาพเนื้อโคจะถูกจับในแต่ละวันเพื่อสร้างชุดข้อมูล ภาพที่ถ่ายในช่วงเช้าวันถูกนำมาใช้เพื่อสร้างโมเดลการจำแนกประเภทและคำนวณพิกเซลจากแต่ละภาพ และโมเดลสี HSI ด้วย PCA and SVM algorithms ให้เป็นค่าทางสถิติ และนำมาเปรียบเทียบกับค่าการวัดโดยใช้ดวงตาของมนุษย์รับรู้สีของเนื้อ ผลการทดลอง การจำแนกประเภทและการระบุความสดด้วยวิธีการ PCA และ SVM ได้รับอัตราความสำเร็จ 100%

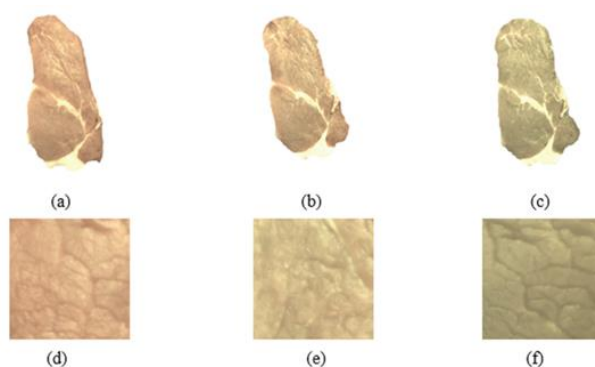


Fig. 2. Color evolution of original beef meat samples at (a) day 1, (b) day 4, (c), day 9 and ROI images at (a) day 1, (b) day 4, (c) and day (9)

Source: Arsalane et al. (2018)

Table 3 Sample of feature value K-Nearest Neighbor

File	Class	X1	X2	X3	X4
Meat1	Fresh meat	0.013376	0.85737	0.90655	0.99331
Meat2	Rotten meat	0.011517	0.95532	0.80949	0.99424

Source: Agustin and Dijaya. (2018)

Table 3 ค่าx1 คือcontrast, ค่าx2 คือcorrelation, ค่าx3 คือenergy, x4 คือhomogeneity
 ค่าContrast คือความคมชัด, ค่าcorrelation คือความสัมพันธ์, ค่าenergy คือพลังงาน, ค่าhomogeneity คือ
 ความเป็นเนื้อเดียวกัน วิธีการทดลอง การประมวลผลข้อมูลเริ่มต้นเริ่มต้นจากการรับภาพ RGB โดยใช้กล้อง
 ดิจิทัล ccd (20.1 ล้านพิกเซล) แยกคุณลักษณะโดยใช้วิธี GLCM (เมทริกซ์ Co-Occuranceระดับสีเทา) ผล
 การทดลอง ค่าที่ได้ Meat1 คือเนื้อสดค่าที่ได้ 0.013376 ,0.85737,0.90655,0.99331 และ Meat2 คือเนื้อ
 เน่าค่าที่ได้ 0.011517, 0.95532, 0.80949,และ 0.99424 ตามลำดับ

Table 4 K Value testing

K Value	Accuracy
K1	91.6%
K3	91.6%
K5	90.0%

Source: Agustin and Dijaya. (2018)

ทดลอง วิธี K-Nearest Neighbor เป็นวิธีการที่ใช้ในการจำแนกวัตถุโดยอาศัยข้อมูลที่ใกล้เคียงกับ
 วัตถุตามจำนวน nearest neighbor หรือค่า k ความใกล้ชิด โดยปกติแล้วระยะห่างของ nearest neighbor
 จะคำนวณตามระยะทางจากสมการต่อไปนี้

$$d(x,y) = \sqrt{\sum_{j=1}^n (x_j - y_j)^2}$$

โดย

$d(x,y)$: ระยะห่างแบบยูคลิดระหว่างเวกเตอร์ x และ y

d : ข้อมูลการทดสอบระยะทางไปยังข้อมูลการฝึกอบรม

X_j : ข้อมูล testing = 1,2,, n

Y_j : ข้อมูล training = 1,2,...., n

N : จำนวนคุณลักษณะ. (และใช้ข้อมูลจาก Table3 ด้วย)

ผลการทดลอง กำหนดค่า K มา 3 แบบคือ K1, K3 และ K5 ได้ค่าความแม่นยำอยู่ที่ 91.6%, 91.6%,
 90.0% ตามลำดับ

Table 5 Accuracy comparison table to find the best freshness classification method.

References	Method	Accuracy	Number of images	The amount of meat in the experiment	camera
Crichto et al. (2017)	Image analysis using VNIR hyperspectral	93 %	Not specified	12	A Specim V10E PFD camera
Arsalane et al. (2018)	Image analysis using Algorithms PCA-SVM	100 %	81	Not specified	GigEPRO camera series the GP1503C model.
Agustin and Dijaya. (2018)	Image analysis using KNN โดย K=1 ,K=3	91.6 %	60	Not specified	camera ccd (20.1 mega pixels)

Source: Crichto et al. (2017), Arsalane et al. (2018), Agustin and Dijaya. (2018)

Table 5 เปรียบเทียบค่าความแม่นยำของวิธีการของแต่ละบทความเพื่อหาวิธีการจำแนกความสดที่ดีที่สุด ในการตรวจสอบและจำแนกความสดของเนื้อโดย การเปรียบเทียบกับ PCA and SVM algorithms มีความแม่นยำสูงถึง 100 % ซึ่งสูงกว่าวิธีการจำแนกด้วยไฮเปอร์สเปกตรัมที่มีความแม่นยำ 93% และการจำแนกด้วย K-Nearest Neighbor ที่มีความแม่นยำ 91.6 %

สรุป

จากการศึกษาการใช้ระบบการตรวจสอบเพื่อระบุคุณภาพความสดของเนื้อสัตว์ตามสีและพื้นผิวของเนื้อโคทั้ง 3 งานวิจัย ควรเลือกใช้วิธี PCA and SVM algorithms ที่มีความแม่นยำถึง 100% โดยโมเดล PCA algorithms ถูกนำไปใช้สร้าง,ทำนายและคาดการณ์ ส่วน SVM algorithms ใช้เป็นวิธีการจดจำรูปแบบเพื่อจำแนกและระบุตัวอย่างเนื้อโค

โดยรวมการจำแนกความสดของเนื้อโคด้วยการวิเคราะห์ภาพมีค่าความแม่นยำอยู่ที่ระหว่าง 91-100%

โดยวิธีการที่กล่าวมานั้นหากต้องการสามารถตรวจวัดเนื้อได้ทุกส่วนทุกชนิดนั้นจำเป็นต้องมีการบันทึกข้อมูลที่จะใช้ในการเปรียบเทียบเพื่อตรวจสอบระบุคุณภาพความสดของเนื้อเช่น ความคมชัดของภาพ ความเป็นเนื้อเดียวกัน และค่าสี ซึ่งต้องใช้หน่วยความจำในการบันทึกจำนวนมาก จึงต้องมีการพัฒนาต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- Agustin ,S. and Dijaya , R. 2018.“ Beef Image Classification using K-Nearest Neighbor Algorithm for Identification Quality and Freshness”. **The 1st International Conference on Computer, Science, Engineering and Technology**, 27–28 November, Tasikmalaya, Indonesia.
- Arsalane, A., Barbri, N.E., Halimi, A., Klilou, A., Rhofir, K., and Tabyaoui, A. 2018.“ An embeddedsystem based on DSP platform and PCA-SVM algorithms for rapid beef meat freshness prediction and identification”. **Computers and Electronics in Agriculture**. 152: 385–392.
- Crichto, S.O.J., Gersdorff, G.v., Hensel, O., Kirchner, S.M.,Porley, V., Retz, S., Sturm, B. and Weygandt, M. 2017.“Classification of organic beef freshness using VNIR hyperspectral imaging”. **Meat Science**. 129: 20–27.
- Peng, Y.,Zhou, T. 2014. “A portable detection instrument based on DSP for beef marbling”, **Sensing for Agriculture and Food Quality and Safety**. 6: 1–7.