

การประมาณขนาดลำตัวของแกะด้วยการวิเคราะห์ภาพ

นางสาว ชีมาพร เจียมตน

ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทคัดย่อ

สัมมนาฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพการวัดขนาดของลำตัวแกะโดยการใช้กล้องในการจับภาพและใช้คอมพิวเตอร์ในการเก็บข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ภาพถ่ายด้วยอัลกอริทึม เพื่อลดปัญหาความเครียดของสัตว์เลี้ยงจากการสัมผัสตัวโดยตรงขนาดลำตัวของแกะที่วัด ได้แก่ ความสูง ความยาว และความกว้างของลำตัว จากการศึกษางานวิจัย 3 ฉบับที่ทำการวิจัยการประมาณขนาดลำตัวของแกะด้วยการวิเคราะห์ภาพพบว่า งานวิจัยที่มีการใช้กล้องดิจิทัลจำนวน 3 กล้องจับภาพขนาดลำตัวแกะมีค่าความคลาดเคลื่อนของ ความสูง ความยาว และความกว้างของลำตัว เท่ากับ 4.98%, 3.01% และ 0.29% ตามลำดับ ส่วนงานวิจัยที่ใช้กล้อง CCD จำนวน 3 ตัวมีค่าความคลาดเคลื่อนของ ความยาว และความกว้างของลำตัวเท่ากับ 2.03 % และ 4.45% ตามลำดับ อีกรงานวิจัยที่ใช้กล้องเว็บแคมคู่ในระบบสเตอริโอวิชันมีค่าความคลาดเคลื่อนของ ความสูง ความยาว และความกว้างของลำตัว เท่ากับ 3.54%, 5.02% และ 3.58% ตามลำดับ การทดลองทั้ง 3 งานวิจัยให้ค่าความคลาดเคลื่อนโดยรวมน้อยกว่า 6% แสดงให้เห็นว่าการวิเคราะห์ภาพเพื่อประมาณขนาดลำตัวของแกะมีแนวโน้มที่ดีในการใช้งานจริงเหมาะสำหรับการประยุกต์ใช้ในฟาร์มเชิงพาณิชย์ขนาดใหญ่

คำสำคัญ แกะ, การประมาณขนาดลำตัว, การวิเคราะห์ภาพ

บทนำ

แกะเป็นสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็กที่เลี้ยงเพื่อการบริโภคเนื้อ และการใช้ประโยชน์จากหนัง และ ขนแกะเป็นหลัก อีกทั้งยังเป็นสัตว์ที่สามารถให้ผลผลิตรวดเร็วกว่าสัตว์เคี้ยวเอื้องอย่างโคหรือกระบือ ในราคาที่ต่ำว่ามาก แต่ยังคงได้รับความนิยมในการเลี้ยงน้อยโดยเฉพาะในภาคอีสาน รวมถึงการจัดการฟาร์มในด้านการให้ผลผลิตและขนาดร่างกายของแกะสามารถสะท้อนลักษณะของแกะเพื่อบอกประสิทธิภาพการผลิต ดังนั้นขนาดร่างกายของแกะจึงถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางในด้านการให้ผลผลิตและการเพาะพันธุ์ในการขาย การวัดขนาดลำตัวเป็นวิธีการหาความสูงของร่างกาย ลำตัวยาวเส้นรอบวงหน้าอก เส้นรอบวงของสะโพก ความสูงของสะโพก ความลึกและความกว้างของหน้าอก ซึ่งมีหลากหลายเครื่องมือที่นำมาใช้ เช่น แท่งวัดขนาด เทปวัดขนาด และมาตรวัดวงกลม การวัดร่างกายแบบเดิมนั้นมีความเข้มงวดในการยืนและสัมผัสกับแกะโดยตรง อาจส่งผลให้สัตว์เกิดความเครียดและประสิทธิภาพการผลิตลดลง

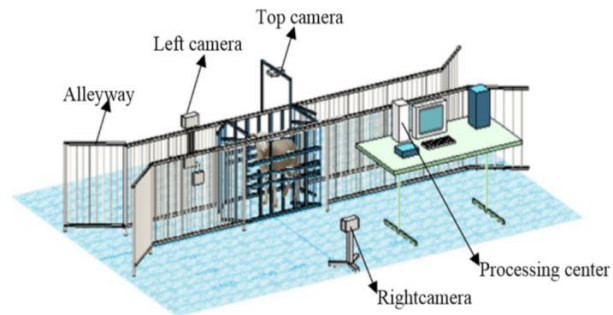
ปัจจุบันจึงมีการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการประมาณขนาดลำตัวของแกะ จากภาพถ่ายด้วยกล้องดิจิทัล ซึ่งประมวลผลภาพด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ลดปัญหาการใช้แรงงาน ค่าใช้จ่าย ระยะเวลาในการเก็บข้อมูล ลดปัญหาความเครียดจากการสัมผัสแกะ โดยตรงซึ่งเกี่ยวข้องกับสวัสดิภาพสัตว์เลี้ยง

ดังนั้นสมนาฉบับนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการประมาณขนาดลำตัวของแกะด้วยการวิเคราะห์ภาพเพื่อใช้ในฟาร์มเชิงพาณิชย์

สวัสดิภาพของสัตว์

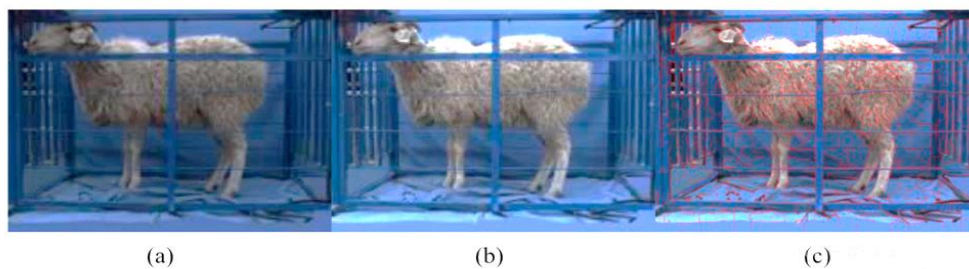
สวัสดิภาพสัตว์ คือ การที่สัตว์ได้รับการเลี้ยงและดูแลให้สัตว์มีความเป็นอยู่ในสภาวะที่เหมาะสม มีสุขอนามัยที่ดี มีที่อยู่สะดวกสบาย ได้รับอาหารและน้ำอย่างเพียงพอ อาจรวมความได้ว่า “ความสุขกาย สบายใจของสัตว์” สัตว์เลี้ยง ได้แก่ สัตว์ที่เลี้ยงเพื่อใช้แรงงาน สัตว์เลี้ยงเพื่อการทดลองทางวิทยาศาสตร์ สัตว์เลี้ยงเพื่อการค้า รวมถึงสัตว์ป่า หรือ สัตว์ที่อาศัยอยู่ตามธรรมชาติปราศจากการดูแลด้วย (สุภมาส ชินวินิจกุล, 2557) เปรียบเทียบการวิเคราะห์ภาพจากการประมาณขนาดลำตัวด้วยกล้องดิจิทัล

การทดลองโดยใช้แกะในช่วงอายุ 6 – 36 เดือน จำนวน 11 ตัว โดยการดำเนินการมีการถ่ายภาพมุมมองด้านบนด้านซ้ายและด้านขวาของแกะที่มีท่าทางต่างๆ เลือกภาพที่คุณภาพดีที่สุด 160 ภาพ ประกอบด้วยกล้องดิจิทัลจำนวน 3 ตัว พร้อมกับคอมพิวเตอร์การวิเคราะห์ (รูปที่1) และวิเคราะห์ภาพที่บันทึก



รูปที่ 1 การติดตั้งอุปกรณ์ในการบันทึกภาพ

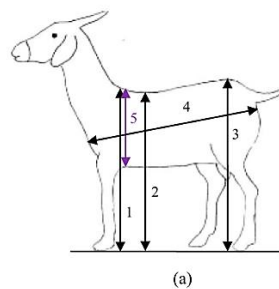
ที่มา: Zhang et al. (2018a)



รูปที่ 2 วิธีการวัดขนาดลำตัวของแกะด้วยการถ่ายภาพ (a) ภาพต้นฉบับ (b) การปรับภาพก่อนการประมวลผล (c) Super pixels การแบ่งส่วนภาพ

ที่มา : Zhang et al.(2018a)

การประมวลผลภาพสำหรับการวัดความสูงของร่างกายและความยาวลำตัว



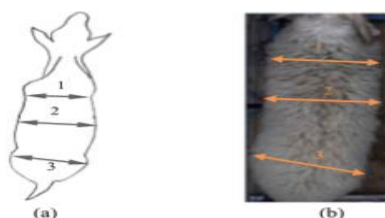
รูปที่ 3 พารามิเตอร์การวัดในมุมมองด้านข้างของแกะวัดขนาดร่างกายของแกะ

ที่มา : Zhang et al. (2018b)

(a) พารามิเตอร์ที่วัดในทางทฤษฎี

- (1) ความสูง Withers height: WH แนวตั้งระยะทางระหว่างจุดที่สูงที่สุดจุดสูงสุดของจุดสูงสุด)
- (2) ความสูงค้ำหลัง Body height :BH ระยะทางแนวตั้งจากจุดต่ำสุดของกระดูกสันหลังถึงพื้น)
- (3) ความสูงสะโพก Rump height: RH ระยะทางแนวตั้งจากจุดที่สูงที่สุดของก้นถึงพื้นดิน)
- (4) ความยาวลำตัว Body length: BLระยะทางระหว่างผนังค้ำหลังและด้านขวาสุด)
- (5) ความลึกของหน้าอก Chest depth: CD ระยะทางแนวตั้งระหว่างจุดสูงสุดของจุดต่ำสุดกับกระดูกสันอก)

การประมวลผลสำหรับการวัดความกว้างของร่างกาย



รูปที่ 4 การวัดความกว้างของร่างกายแกะ

ที่มา : Zhang et al. (2018a)

จากรูปที่ 4 การวัดความกว้างของร่างกายในมุมมองด้านบนของลำตัวแกะ ภาพ (a) คือ พารามิเตอร์ที่วัดในทฤษฎี ภาพ (b) คือพารามิเตอร์ที่วัดโดยคอมพิวเตอร์วิชันหมายเลข 1 คือ ความกว้างของหน้าอกและหมายเลข 2 คือ ความกว้างของช่องท้องหมายเลข 3 คือ ความกว้างของสะโพก

ตารางที่ 1 ตารางบอกค่าการเติบโตของร่างกาย โดยการวิเคราะห์จากภาพถ่ายบอกความยาววัดที่ตำแหน่งที่แตกต่างกันสำหรับแกะเดียวกัน (กล้องซ้ายถูกกำหนดไว้ข้างอิง)

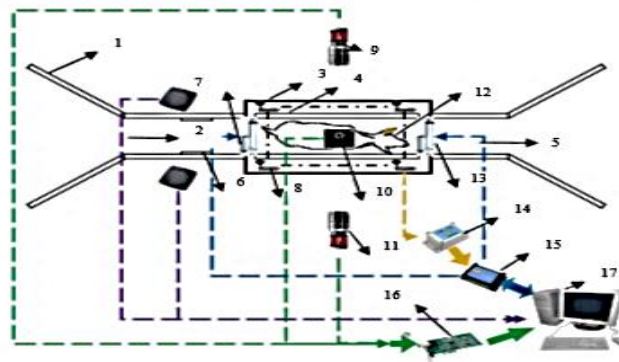
Parameter (actual value (cm))	Position Sheep camera	Image no.					Error range (cm)	Mean ^a (cm) (root-mean squared error)
		1	2	3	4	5		
		Head: near; tail: away; state: looking up to the distance	Head: near; tail: away; state: stretching the neck forward	Body: parallel; head: to the left	Head: away; tail: near; head: to the left; state: stretching the neck and looking up to the distance	Head: away; tail: near; state: looking up to the distance		
WH (76)	Left	78.6	75.0	74.4	73.2	65.7	-10.3~2.6	74.2(4.98)
	Right	77.3	74.7	76.0	82.4	79.9	-3.2~6.4	77.7(3.45)
	(Left + right)/2	78.0	74.8	75.2	77.8	72.8	-3.2~2.0	75.9(1.98)
BH (74)	Left	74.9	73.6	73.5	69.3	65.1	-8.9~0.9	72.1(4.53)
	Right	77.0	70.9	74.1	76.2	77.3	-3.3~3.1	75.7(2.62)
	(Left + right)/2	75.9	72.3	73.8	72.7	71.2	-2.8~1.9	72.9(1.79)
RH (79)	Left	78.7	77.6	80.6	77.1	72.4	-6.6~1.6	77.8(3.22)
	Right	81.8	79.5	75.7	80.1	81.0	-3.3~2.8	80.2(2.20)
	(Left + right)/2	80.3	78.6	78.2	78.8	76.7	-2.3~1.3	78.4(1.25)
BL (85)	Left	81.6	83.8	89.5	84.1	79.2	-5.8~4.5	83.2(3.68)
	Right	81.9	85.5	87.6	93.6	96.0	-0.3~11.0	88.9(6.51)
	(Left + right)/2	81.8	84.7	88.6	88.9	87.6	-0.3~3.9	87.0(3.01)
CD (39)	Left	39.4	38.8	38.8	38.9	33.6	-5.4~0.4	38.8(2.43)
	Right	39.8	38.5	38.7	42.7	42.9	-0.7~3.9	40.4(2.44)
	(Left + right)/2	39.6	38.7	38.8	40.8	38.3	-0.7~1.8	39.0(0.92)

ที่มา : Zhang et al. (2018a)

จากตารางที่ 1 ผลการทดลองพบว่าค่า WH ที่วัดได้คือ 75.9 ซม. มีค่าความคลาดเคลื่อน -3.2 ถึง 2.0 ซม. ค่า BH ที่วัดได้ 72.9 ซม. มีค่าความคลาดเคลื่อน -2.8 ถึง 1.9 ค่า RH ค่าที่วัดได้ 78.4 ซม. มีค่าความคลาดเคลื่อน -2.3 ถึง 1.3 ค่า BL ที่วัดได้คือ 87.0 มีค่าความคลาดเคลื่อน -0.3 ถึง 3.9 ค่า CD ที่วัดได้คือ 39.0 มีค่าความคลาดเคลื่อน -0.7 ถึง 1.8 ข้อผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ยของ WH, BH, RH, BL และ CD เมื่อถูกกรองคือ 1.98, 1.79, 1.25, 3.01 และ 0.92 ตามลำดับซึ่งมีความแม่นยำสูงเมื่อเปรียบเทียบกับค่าจริง

เปรียบเทียบการวิเคราะห์ภาพจากการประมาณขนาดลำตัวของแกะโดยใช้กล้อง CCD

ได้ทำการทดลองโดยใช้แกะในช่วงอายุ 12 – 36 เดือน จำนวน 27 ตัว โดยวิธีการวางกล้องในระบบการวัด ด้านบน ด้านซ้าย ด้านขวา แกะตัวเดียวกันในท่ายืนที่แตกต่างกัน 5 ภาพรวมทั้งหมด 30 ภาพ ประกอบด้วยกล้องจำนวน 3 ตัวบันทึกภาพที่ความละเอียด (1280 x 960) และระบบคอมพิวเตอร์จับภาพบันทึกไว้เมื่อแกะเข้าไปในรางเหล็กและเดินผ่านกล้องเพื่อจับภาพจนกว่าจะเดินออกจากมุมของกล้องหรือจุดสิ้นสุดการติดตั้งอุปกรณ์ทำซ้ำกับแกะทั้งหมด (Zhang et al., 2018b)



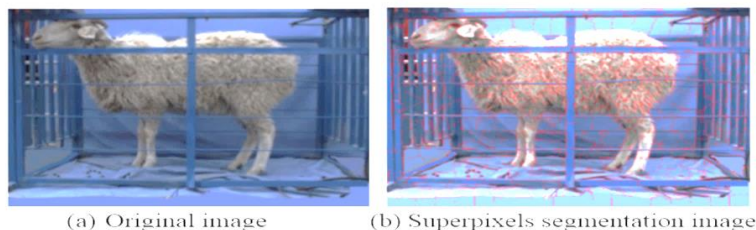
รูปที่ 5 การติดตั้งอุปกรณ์ในการบันทึกภาพ

ที่มา : Zhang et al. (2018b)

การประมวลผลข้อมูลและวิธีทดสอบการวิเคราะห์ภาพ

คุณภาพของภาพที่ได้มาภายใต้แสงธรรมชาติจึงจำเป็นต้องมีการชดเชยความสว่างก่อนเพื่อปรับปรุงความสามารถในการปรับตัวของการประมวลผลภาพภายใต้สภาพแสงที่แตกต่างกัน

การแบ่งส่วนภาพ Superpixel segmentation image

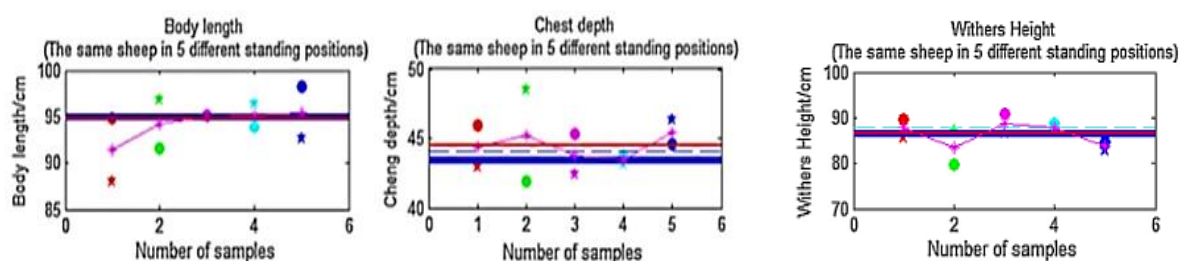


(a) Original image

(b) Superpixels segmentation image

รูปที่ 6 วิธีการวัดขนาดลำตัวของแกะด้วยการถ่ายภาพ (a) ภาพต้นฉบับ (b) การแบ่งส่วนภาพ

ที่มา : Zhang et al. (2018b)



รูปที่ 7 ผลการวัดสำหรับแกะตัวเดียวกันในท่าต่าง ๆ

ที่มา : Zhang et al. (2018b)

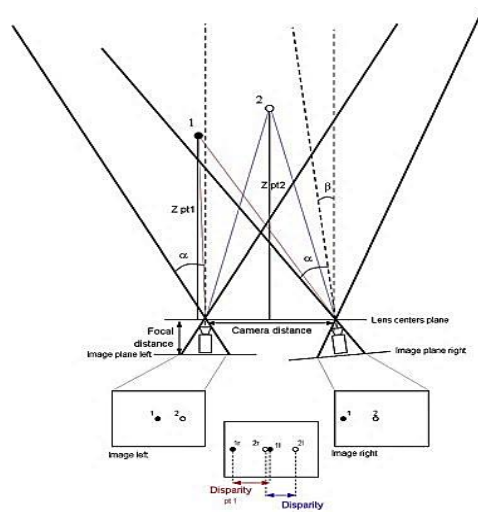
ผลการวัดของแกะตัวเดียวกันใน 5 ท่าทางของแกะที่แตกต่างกันแสดงให้เห็นว่าการเบี่ยงเบนของข้อมูลค่าที่วัดได้จริงและค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวัดหลายครั้ง ความลึกของหน้าอก ความกว้างของหน้าอก คือ 2.03% และ 2.45% สาเหตุของข้อผิดพลาดที่สัมพันธ์กันมากขึ้นของความลึกของหน้าอก 4.45%

การถดถอยเชิงเส้นตัวแปรเดียวการถดถอยแบบไม่เชิงเส้นตัวแปรเดียว Stepwise-MLR การถดถอยเชิงเส้นหลายครั้ง (Stepwise-MLR) การถดถอยน้อยที่สุดบางส่วน (PLSR) RBF และ SVM รูปแบบการทำนายและการตรวจสอบความถูกต้องของโมเดลกระบวนการของการวิเคราะห์หลายแบบแปรปรวน PLSR มีความสัมพันธ์สูงและข้อผิดพลาดน้อยที่สุดวิธี SVM ข้อผิดพลาดเฉลี่ยอยู่ที่ 5.49%

เปรียบเทียบการวิเคราะห์ภาพจากการประมาณขนาดลำตัวด้วยกล้อง WebCam Logitech C920 hdpro

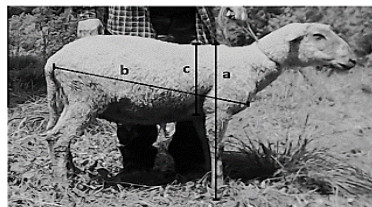
ทำการทดลองโดยแกะจำนวน 27 ตัว อายุ 16 – 83 เดือน ทำการทดลองมีการบันทึกภาพสำหรับการวิเคราะห์ดำเนินการโดยกล้อง WebCam Logitech C920 hdpro ประสิทธิภาพสูง ความละเอียดที่ 1920 x 1080 พิกเซลจำนวนกล้อง 2 ตัว กล้องถูกติดตั้งบนแท่งอลูมิเนียม 150 เซนติเมตร ติดตั้งบนขากล้องในระยะที่ 119

เซนติเมตร และระบบคอมพิวเตอร์ STEREOVISION ใช้เพื่อหาขนาดลำตัวของแกะด้วยการจับภาพเพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูล



รูปที่ 8 โครงร่างทั่วไปของระบบ STEREOVISION ที่ใช้ในการแยกระยะห่างระหว่างจุดที่ 1 และจุดที่ 2
ที่มา: Menestti et al. (2018)

การวัดขนาดร่างกาย



รูปที่ 9 การวัดขนาดลำตัวของแกะ (a) ความสูงของแกะหัวไหล่จนถึงเท้าของแกะ (b) ความยาวลำตัว (c) ความลึกของหน้าอก

ที่มา : Menestti et al. (2018)

ตารางที่ 2 การวัดขนาดลำตัวของแกะด้วยระบบสเตอริโอในการวิเคราะห์ภาพ

	Mean % of error $\pm$ SD
WH	3.54% $\pm$ 3.40%
CD	3.58% $\pm$ 3.22%
BL	5.02% $\pm$ 3.50%

ที่มา : Menestti et al. (2018)

จากตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยข้อผิดพลาด (%) สำหรับแต่ละการวัดในแกะ 27 ตัวแสดงค่าเฉลี่ยข้อผิดพลาด ($\pm$ SD) ที่วัดค่า 3 WH, CD และ BL ข้อผิดพลาดที่ต่ำกว่าสำหรับส่วนสูงและระดับความลึกของหน้าอก (รอบ 3.5%) และข้อผิดพลาดที่สูงขึ้นสำหรับความยาวลำตัว (ประมาณ 5.0%)

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนของการวิเคราะห์ภาพถ่าย

อ้างอิง	อายุ (เดือน)	จำนวนแกะ ทดลอง (ตัว)	ชนิดกล้อง	วิธีการ วิเคราะห์ ภาพ	Error		
					BL	CD	WH
Zhang et al. (2018a)	6-36	11	กล้องดิจิทัล 3 ตัว	อัลกอริ ทึม	3.01%	0.92 %	4.98%
Zhang et al. (2018b)	12-36	27	กล้อง CCD 3 ตัว	อัลกอริ ทึม	2.03%	4.45%	-
Menestti et al. (2014)	16-83	27	WedCamLogitech C920 hdpro 2 ตัว	-	5.02%	3.58%	3.54%

ที่มา : ดัดแปลงมาจาก Zhang et al. (2018a), Zhang et al. (2018b), Menestti et al. (2018)

BL=Body length, CD=Chest depth, WH=Withers height

จากตารางที่ 3 การประเมินขนาดลำตัวของแกะในการวิเคราะห์หาขนาดลำตัวด้วยภาพใช้กล้องดิจิทัล การความคลาดเคลื่อนของ Withers height อยู่ในระดับ 4.98% Body length อยู่ในระดับ 3.01% และ Chest depth อยู่ในระดับ 0.92% เพราะ จับภาพ 30 รูปภาพต่อวินาทีและกล้องมีการต้านทานความเคลื่อนไหวความเร็วชัดเตอร์สูง ความละเอียดของกล้องสูงและใช้พื้นที่หลังสีน้ำเงินในการแยกส่วนของภาพให้เด่นชัดขึ้นความเร็วชัดเตอร์นั้นสัมพันธ์กับความละเอียดความเร็วในการเคลื่อนที่ของแกะในระบบคอมพิวเตอร์และวิธีการวิเคราะห์ภาพของอัลกอริทึมส่งผลให้ความแม่นยำมากขึ้นในการวิเคราะห์ขนาดของลำตัวแกะ

จากผลการศึกษาการประมาณขนาดลำตัวของแกะด้วยการวิเคราะห์ภาพโดยเทคนิคการใช้กล้องจับภาพ ทั้ง 3 งานวิจัยให้ผลที่สอดคล้องกันมีความคลาดเคลื่อนประมาณ 6% กล้องดิจิทัล กล้อง CCD และ เว็บแคมคู่ มี

ความคลาดเคลื่อนน้อย การทำการทดลองของแต่ละงานทดลองมาจากเทคนิคการจับภาพของกล้องการรับภาพ เพื่อส่งข้อมูลมาวิเคราะห์ อย่างไรก็ตามเทคนิคเหล่านี้ยังมีปัจจัยในการที่ส่งผลทำให้การจับภาพคลาดเคลื่อนเกิดจากลักษณะของท่ายืนในขนาดการจับภาพ ค่าพิกเซลในการรับภาพ สภาพแวดล้อมในการจับภาพอาจจะส่งผลให้เกิดการคลาดเคลื่อนเล็กน้อย

สรุป

มีความแม่นยำในการวัดขนาดลำตัวของแกะใน 3 การทดลองให้ความแม่นยำสูงกว่า 94% (คลาดเคลื่อนน้อยกว่า 6%) มีแนวโน้มที่ดีในการใช้แทนแรงงานของคนได้ ซึ่งในแต่ละวิธีจะใช้ในแต่ละสถานที่แตกต่างกันตามความต้องการของลักษณะฟาร์มที่ใช้ในการเก็บข้อมูลการทดลองมีการใช้ห้องที่มีพื้นหลังสีน้ำเงินการติดตั้งรางเหล็กให้แกะเดินผ่านเพื่อบันทึกภาพอีกหนึ่งการทดลองภายนอกโดยไม่ต้องใช้พื้นหลังมีอุปกรณ์รางเหล็กให้แกะเดินเข้าไปในรางเหล็กเพื่อบันทึกภาพ

สามารถนำไปใช้ในการวัดขนาดลำตัวของแกะได้ผลดีลดปัญหาในการสัมผัสตัวแกะโดยตรงลดค่าใช้จ่ายในด้านแรงงานและปัญหาความเครียด โดยมีข้อจำกัดในท่ายืนการวัดขนาดที่อาจจะส่งผลให้ประสิทธิภาพด้านการผลิตในการวัดขนาด ด้านเวลาในการวัดขนาดลำตัวและหาค่าพารามิเตอร์ของร่างกายได้อย่างมีประสิทธิภาพสามารถประเมินการเลี้ยงการกินอาหารในด้านการจัดการฟาร์มและมีข้อมูลเกี่ยวกับสัตว์ในฟาร์มเพื่อวิเคราะห์ผลต่างๆในด้านการจัดการฟาร์มเพื่อลดปัญหาในการเลี้ยงแกะ

ข้อจำกัดของการใช้ระบบคอมพิวเตอร์ต้องมีการดัดแปลงแกะเข้าไปในรางของเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อจับภาพโดยใช้กล้องในการถ่ายเพื่อส่งข้อมูลไปวิเคราะห์ขนาดลำตัวและใช้พื้นหลังในการจับภาพเป็นสีน้ำเงินในการถ่ายขนาดลำตัวของแกะและการรับแสงในการจับภาพในสภาพแวดล้อมของฟาร์มมีค่าใช้จ่ายการติดตั้งอุปกรณ์ในครั้งแรก มีการใช้งานในระยะยาวในฟาร์มขนาดใหญ่จึงจะคุ้มค่าการลงทุน

การประมาณขนาดลำตัวของแกะด้วยการวิเคราะห์ภาพมีความแม่นยำสูงเหมาะสำหรับการประยุกต์ใช้ในแอปพลิเคชันสำหรับฟาร์มขนาดใหญ่เชิงพาณิชย์

เอกสารอ้างอิง

ศุภมาส ชนินิจกุล. 2557. “การคุ้มครองสวัสดิภาพสัตว์”. ว.นิติศาสตร์. 5(2).

Menestti, P. and et al. 2014. “ A low-cost stereovision system to estimate size and weight of live sheep”. Computers and Electronics in Agriculture . 103 : 33 – 38.

Zhang, A.L. and et al. 2018a. “Development and validation of a visual image analysis for monitoring the body size of sheep”. **Journal of Applied Animal Research.** 46(1) : 1004-1015.

Zhang, A.L. and et al .2018b. “Algorithm of sheep body dimension measurement and its applications based on Image analysis”. **Computers and Electronics in Agriculture**. 153 : 33 – 45.