

การศึกษาพฤติกรรมสุกรโดยการวิเคราะห์ภาพ

วันชัย แม้นพยัคฆ์

รหัสนักศึกษา 5612401160

สัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทคัดย่อ

การแสดงผลพฤติกรรมของสุกรสามารถบอกรายละเอียดถึงปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อประสิทธิภาพการผลิต สุขภาพและสวัสดิภาพสัตว์ จุดมุ่งหมายของการศึกษาในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบความแม่นยำในการศึกษาพฤติกรรมสุกร โดยเทคนิคการประมวลผลภาพ แต่ละคอกถูกติดตั้งกล้องวงจรปิดที่จับภาพจากมุมมองทางด้านบนและวิดีโอที่บันทึกนั้น ได้รับการวิเคราะห์ด้วยซอฟต์แวร์สำหรับคัดเลือกพฤติกรรมการเคลื่อนที่ การนอน และการป้อน จากนั้นภาพที่ได้จากไฟล์วิดีโอถูกนำมาใช้สำหรับการประมวลผลภาพด้วยการใช้อัลกอริทึมเส้นโค้งวงรี (Ellipse Fitting) ในสุกรแต่ละตัว เพื่อหาระยะแกนหลัก แกนรอง ตำแหน่งทิศทาง และเซนทรอยด์ เพื่อตรวจหาสุกรและหลีกเลี่ยงการระบุตัวตนที่ไม่ใช่สุกร ประเมินพฤติกรรมการเคลื่อนที่ การนอน และการป้อน เปรียบเทียบกับการวิเคราะห์ด้วยสายตา พบว่ามีความแม่นยำในการประมวลผลของพฤติกรรมการเคลื่อนที่ 89.8% พฤติกรรมนอน 95.8% และ พฤติกรรมการป้อน 92.7% ในอนาคตการศึกษาพฤติกรรมสุกรโดยการวิเคราะห์ภาพนี้อาจเป็นเทคนิคสำคัญสำหรับใช้ประเมินความเป็นอยู่ของสุกรที่เลี้ยงภายใต้สภาพฟาร์มเชิงพาณิชย์ เพื่อลดความเสี่ยงของพฤติกรรมสุกรที่ก่อให้เกิดผลด้านลบทางเศรษฐกิจของฟาร์ม

คำสำคัญ : สวัสดิภาพสัตว์ พฤติกรรม การประมวลผลภาพ

บทนำ

มนุษย์ได้พัฒนาขีดความสามารถของการผลิตสุกรด้วยวิธีการเลี้ยง การจัดการ และการปรับปรุงสภาพแวดล้อมให้ดีและเหมาะสมมากขึ้น รวมถึงการคัดเลือกสุกรที่มีพันธุกรรมดีสามารถให้ผลผลิตสูงจนเกิดปัญหาที่มีผลกระทบต่อสวัสดิภาพสัตว์หลายด้าน เช่น การเกิดโรคมามากขึ้น การเกิดบาดแผลซึ่งก่อให้เกิดความเจ็บปวด ตลอดจนการแสดงออกของพฤติกรรมที่ผิดปกติและไม่เหมาะสม (Millet et al., 2005 อ้างโดย วุฒิชัย และคณะ, 2555) การดูแลสวัสดิภาพของสัตว์ (Animal Welfare) ได้รับความสนใจค่อนข้างมากในกลุ่มประเทศสมาชิกสหภาพยุโรป ซึ่งพยายามหาแนวทางในการออกกฎระเบียบควบคุมสินค้าเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์ที่ละเลยการดูแลสวัสดิภาพสัตว์อย่างเข้มงวดมากขึ้น ซึ่งการปรับปรุงด้านสวัสดิภาพสัตว์สามารถสังเกตได้จากพฤติกรรมของสัตว์ที่แสดงออก และถือเป็นการปรับปรุงคุณภาพชีวิตให้กับสัตว์ในชั่วรุ่นถัดไปได้ (วุฒิชัย เคนไชยวงศ์ และคณะ, 2555)

สุกรเป็นสัตว์ที่มีความหลากหลายในการแสดงออกทางพฤติกรรม ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น พันธุกรรมของสุกร ประสบการณ์ในการเรียนรู้ สภาพแวดล้อมรอบตัว และสรีรวิทยา พฤติกรรมก้าวร้าว เช่น การต่อสู้ และการกัดหาง จะปรากฏให้เห็นเมื่อนำสุกรจากต่างคอกมาเลี้ยงรวมกัน และมักมีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้นเมื่อสุกรตกอยู่ในภาวะเครียด การสังเกตพฤติกรรมสุกรได้รับการศึกษาเป็นจำนวนมากและมักจะร่วมกับลักษณะพฤติกรรมเฉพาะของสุกร อย่างไรก็ตามวิธีการศึกษาพฤติกรรมเหล่านี้โดยทั่วไปได้รับการดำเนินการภายใต้เงื่อนไขของการทดลอง สุกรจึงไม่แสดงพฤติกรรมให้เห็นเด่นชัด (Nasirahmadi et al., 2016) การเพิ่มจำนวนของสัตว์ต่อฟาร์ม ส่งผลให้เกิดปัญหาด้านสวัสดิภาพสัตว์เนื่องจากการดูแลรายตัวเป็นไปได้ยากและไม่ทั่วถึง อีกทั้งยังมีค่าใช้จ่ายในการจ้างคนงานดูแลเพิ่มขึ้น (Hsus, 2010 อ้างโดย Kashihira et al., 2014) ปัญหาด้านสวัสดิภาพสัตว์สามารถนำไปสู่ความเจ็บปวด ความทุกข์ทรมานและทำให้เกิดความเครียดในสัตว์ เมื่อสัตว์เครียดจะส่งผลต่อการเจริญเติบโต การสืบพันธุ์และผลผลิตลดลง

การประมวลผลภาพเป็นเทคนิคที่สำคัญในการศึกษาพฤติกรรมของสุกร เทคนิคนี้เป็นวิธีที่สามารถใช้แทนการสังเกตโดยตรง และไม่ทำให้พฤติกรรมของสัตว์หยุดชะงัก (Nasirahmadi et al., 2015) การใช้อัลกอริทึมเส้นโค้งวงรี (Ellipse Fitting) ในสุกรแต่ละตัว เพื่อหาระยะแกนหลัก แกนรอง และระยะห่างจะทำให้ทราบตำแหน่งที่แน่นอนของสุกรเพื่อทำการศึกษาพฤติกรรมของสุกรต่อไป (Nasirahmadi et al., 2016) โดยนำเฟรมที่ได้จากการบันทึก มาทำการลบพื้นหลังและจะถูกนำมาใช้เพื่อแปลงภาพสีดำให้เป็นภาพสีขาวดำแทนและใช้วิธีการแปลงภาพสีเทาให้เป็นภาพไบนารี (Kashihira et al., 2014) ดังนั้นวัตถุประสงค์หลักของการศึกษานี้คือทดสอบความแม่นยำในการศึกษาพฤติกรรมสุกรจากการประมวลผลภาพและเพื่อศึกษาการระบุตำแหน่งของสุกร โดยเทคนิคการประมวลผลภาพ

1. สวัสดิภาพสัตว์

สวัสดิภาพสัตว์ (Animal Welfare) หมายถึง ความเป็นอิสระของสภาวะทางร่างกาย จิตใจ และการแสดงพฤติกรรมตามธรรมชาติของสัตว์ในขณะที่สัตว์เผชิญกับสภาพแวดล้อม ทั้งที่มนุษย์กระทำให้เกิดขึ้นหรือเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ (ศุภมาส ชินวินิจกุล, 2557) นอกจากนั้นสวัสดิภาพสัตว์ยังรวมถึงเรื่องของความสามารถที่จะปรับตัวให้เข้ากับสภาพภายนอกทั่วไปของสัตว์ หรือการที่สัตว์มีโอกาที่จะใช้ความสามารถในการเอาตัวรอด ความสามารถของระบบซ่อมแซมของร่างกาย กลไกการป้องกันของภูมิคุ้มกัน การตอบสนองทางสรีระวิทยา และการตอบสนองในรูปแบบพฤติกรรม (พิพัฒน์, 2552; Millet et al., 2005; Carezzi and Verga, 2009) ปัจจุบันสวัสดิภาพสัตว์มีความเป็นมาตรฐานเดียวกันทั่วโลก ซึ่งครอบคลุมด้านพฤติกรรมและความรู้สึกของสัตว์เป็นหลัก (วุฒิชัย เคนไชยวงศ์ และคณะ, 2555) สัตว์เลี้ยงทุกชนิดจะต้องได้รับโอกาสในการแสดงออกทางพฤติกรรมที่เป็นพฤติกรรมแบบปกติ (Normal Behavior) ซึ่งเป็นผลจากการที่สัตว์เกิดกระบวนการทางสรีระวิทยา หากกระบวนการทางสรีระวิทยาเหล่านี้ถูกทำลายหรือถูกยับยั้งไม่ให้เกิดขึ้น สัตว์จะแสดงพฤติกรรมที่ผิดปกติหรือไม่เหมาะสม (Mills et al., 2010)

2. พฤติกรรม

พฤติกรรมของสัตว์เกิดจากสิ่งเร้าของสภาพแวดล้อมภายนอกและผันเปลี่ยนไปตามกาลเวลา ไม่มีรูปแบบของพฤติกรรมที่ตายตัว เช่น แสง อุณหภูมิ สารเคมีหรือการสัมผัส และพฤติกรรมที่เกิดจากสิ่งเร้าภายในร่างกาย เช่น ฮอร์โมน ความหิว ความต้องการทางเพศ ความเครียด สิ่งต่างๆ เหล่านี้เป็นองค์ประกอบสำคัญที่ทำให้เกิดพฤติกรรมต่างๆ ของสัตว์ จึงมีการเฝ้าสังเกตพฤติกรรมของสัตว์ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจและปรับปรุงสวัสดิภาพเพื่อให้ได้ผลผลิตที่เพิ่มขึ้น (พิพัฒน์ สมภาร, 2559)

ฟาร์มส่วนใหญ่นิยมใช้แรงงานคนในการตรวจสอบพฤติกรรมของสุกร เช่น การเป็นสัดของสุกร โดยใช้ผู้สังเกตการณ์ ซึ่งวิธีนี้ค่อนข้างมีข้อจำกัดในเรื่องของระยะเวลาที่เฝ้าสังเกตการณ์ เนื่องจากผู้สังเกตไม่ได้เฝ้าตลอด 24 ชั่วโมง และบ่อยครั้งที่พฤติกรรมไม่ได้แสดงออกในช่วงเวลาที่มีการสังเกตการณ์ อีกทั้งวิธีการเฝ้าสังเกตจำเป็นต้องใช้แรงงานคนจำนวนมากและผลลัพธ์ที่ได้จากการจ้างผู้สังเกตการณ์ได้ผลต่ำกว่าที่คาดการณ์ไว้ (ศุขาสินี นพฤทธิ์ และคณะ, 2557)

3. การประมวลผลภาพ (Image Processing)

เป็นการประยุกต์ใช้งานการประมวลผลสัญญาณ 2 มิติ เช่น ภาพถ่าย หรือภาพเคลื่อนไหว ซึ่งชุดของภาพนิ่งหลาย ๆ ภาพ เรียกว่า เฟรม (Frame) ซึ่งวิธีการที่นิยมใช้ในการศึกษาพฤติกรรมของสัตว์คือ Image Analysis เป็นการอธิบายลักษณะต่างๆ ภายในภาพ เช่น ขนาดของสัตว์ หรือ การหมุนของวัตถุในภาพ (วศิน สิ้นธุภิญโญ, 2550)

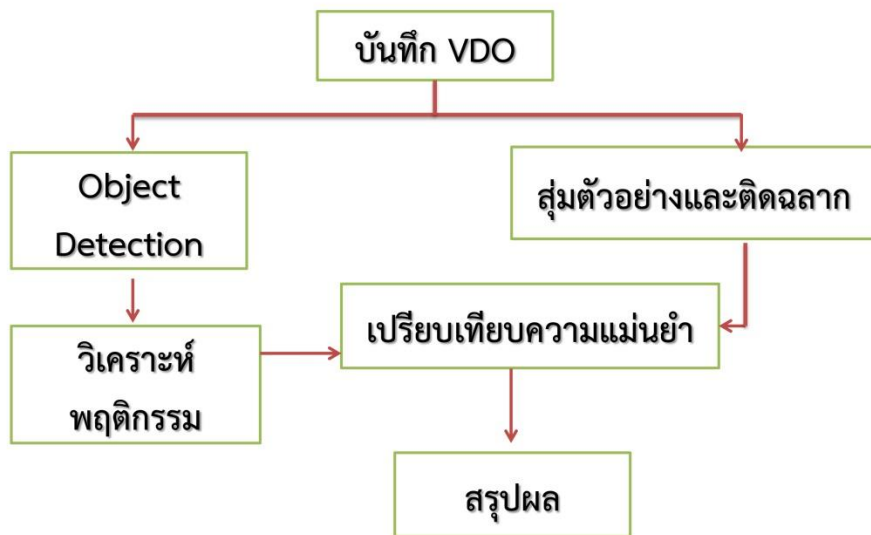
4. วิธีการดำเนินการวิจัย

4.1. ขั้นตอนการศึกษาพฤติกรรมของสุกรโดยการประมวลผลภาพจากบทความวิจัยทั้ง 3 ฉบับ แสดงในภาพที่ 1

1. บันทึกวิดีโอพฤติกรรมของสุกรภายในคอก และวิดีโอทั้งหมดจะถูก Object Detection เพื่อนำไปวิเคราะห์พฤติกรรมของสุกรในรูปแบบต่างๆ

2. วิดีโอบางส่วนจะถูกสุ่มวิเคราะห์ทางสายตาโดยนักพฤติกรรมศาสตร์ เพื่อคัดเลือกเฟรมที่เกิดพฤติกรรมและทำการติดฉลาก

3. ทำการเปรียบเทียบค่าความแม่นยำของระบบประมวลผลภาพแบบอัตโนมัติกับการสุ่มตัวอย่างทางสายตาเพื่อทดสอบค่าความแม่นยำของระบบประมวลผลภาพแบบอัตโนมัติ



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการศึกษาพฤติกรรมของสุกรโดยการประมวลผลภาพ

ที่มา : คัดแปลงจาก Kashiha et al. (2014), Nasirahmadi et al. (2015) และ Nasirahmadi et al. (2016)

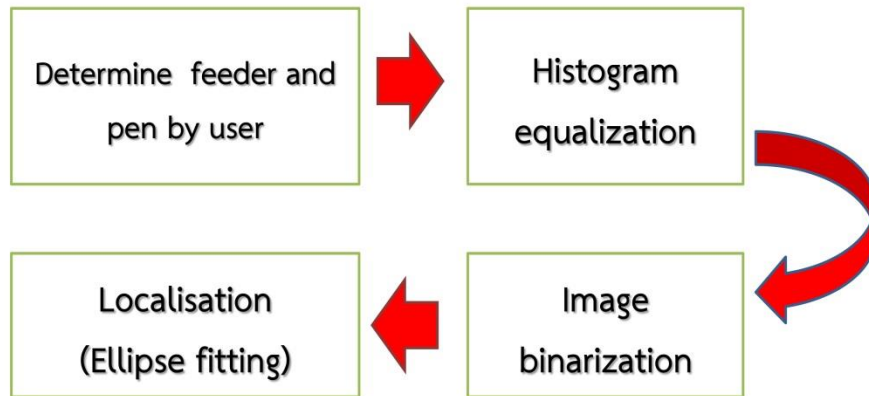
4.2 ขั้นตอนการ Object Detection เพื่อระบุตำแหน่งสุกรโดยอัลกอริทึมเส้นโค้งวงรี (Ellipse fitting) แสดงในภาพที่ 2

1. ลบส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องออกจากภาพ เช่น รางอาหาร ซึ่งอาจมีผลต่อความถูกต้อง

2. ปรับแสงของภาพโดยใช้ฮิสโตแกรมในการปรับความสมดุล

3. แต่ละภาพจะถูกไปนารีเพื่อจัดพื้นหลัง ทำภาพขาวดำ ทำการปรับแต่งรูป และลบวัตถุขนาดเล็กออกจากภาพ

4. ใช้วงรีกับภาพขาวดำ โดยขยายวงรีให้มีขนาดพอดีกับสุกรในภาพ จะได้ค่าพารามิเตอร์ของวงรี เช่น การกำหนดทิศทาง, ความยาวแกนหลัก, ความยาวแกนรอง จะถูกใช้สำหรับคำนวณวัตถุทั้งหมดภายในภาพ

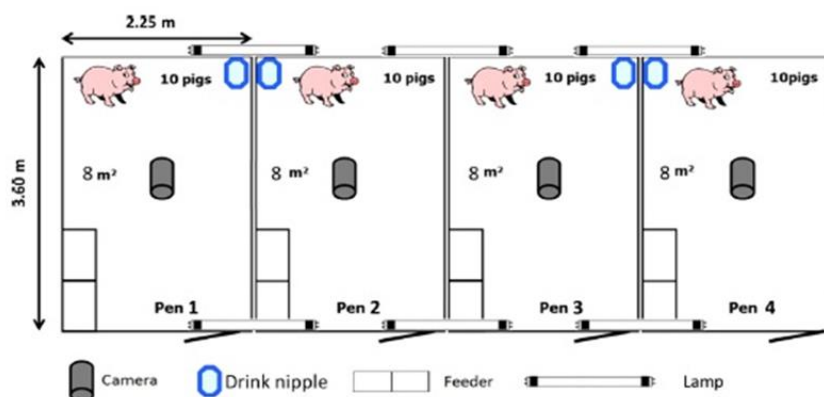


ภาพที่ 2 ขั้นตอนการ Object Detection เพื่อระบุตำแหน่งสุกร
โดยอัลกอริทึมเส้นโค้งวงรี (Ellipse fitting)

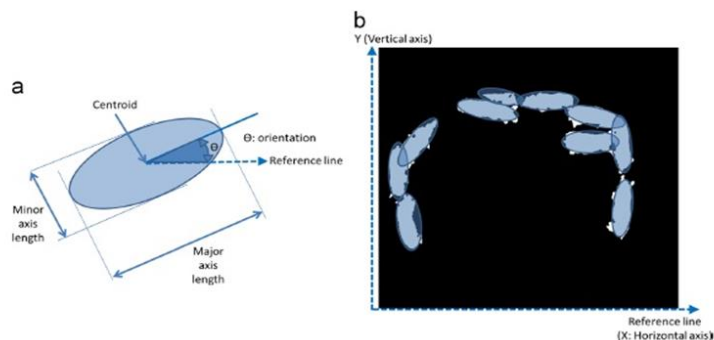
ที่มา : ดัดแปลงจาก Kashiha et al. (2014), Nasirahmadi et al. (2015) และ Nasirahmadi et al. (2016)

5. วิธีการวิจัยและผลการทดลองของบทความที่ 1

การศึกษาของ Kashiha et al., (2014) ทดลองในสุกรน้ำหนัก 27 กิโลกรัม 10 ตัวต่อคอก จำนวน 4 คอก ระยะเวลาเก็บข้อมูล 13 วัน ขนาดคอก 2.25 เมตร × 3.60 เมตร พื้นปูด้วยไม้ระแนงและคอนกรีต ความสูงของคอกจากพื้นดิน 1.8 เมตร (ภาพที่ 3) ใช้อัลกอริทึมเส้นโค้งวงรีในสุกรแต่ละตัว เพื่อหาระยะแกนหลัก แกนรอง และระยะห่าง (ภาพที่ 4) โดยทำการวิเคราะห์พฤติกรรมจากภาพสองรูปแบบคือ (1) เทคนิคการประมวลผลจากภาพแบบอัตโนมัติ และ (2) การใช้มนุษย์สังเกตภาพของพฤติกรรมการเคลื่อนที่ของสุกรแบบออฟไลน์ ผลการศึกษาพบว่าการวิเคราะห์ผลจากภาพมีความถูกต้อง True Positive (TP) 89.8%, False Positive (FP) 2.75% และ False Negative (FN) 10.2% (ตารางที่ 1) และนำไปเปรียบเทียบกับ การวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของสุกรโดยวิธีการ eYeNamic พบว่า False Negative (FN) 10.2% และ 39.4% ตามลำดับ (ตารางที่ 2)



ภาพที่ 3 แผนภาพแต่ละคอกของการศึกษา ที่มา : Kashiha et al. (2014)



ภาพที่ 4 ผลการทำงานของ Ellipse Fitting (a) แสดงพารามิเตอร์ของวงรี (b) แสดงผลลัพธ์ Ellipses Fitted ของสกรแต่ละตัวในภาพ ที่มา : Kashiha et al., (2014)

ตารางที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบการประมวลผลจากภาพแบบอัตโนมัติกับการติดสลาก

คอก	จำนวนตัวอย่าง ที่สแกน	การติดสลาก IL จำนวนตัวอย่าง ที่สแกน	การประมวลผล แบบอัตโนมัติ		
			True Positive (การตอบสนอง)	False Positive	False Negative
1	3600	1515	1432(94.5%)	48(3.2%)	83(5.5%)
2	3600	1343	1209(90.0%)	21(1.6%)	134(10.0%)
3	3600	1316	1131(85.9%)	61(4.6%)	185(14.1%)
4	3600	1316	1525(88.6%)	32(1.9%)	197(11.4%)
Total	14400	5896	5297(89.8%)	162(2.7%)	599(10.2%)

ที่มา : ดัดแปลงจาก Kashiha et al. (2014)

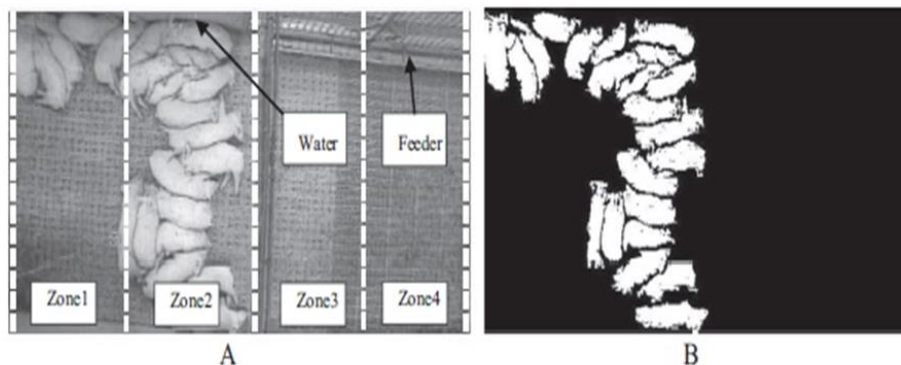
ตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบการประมวลผลแบบอัตโนมัติ การติดฉลาก และวิธี eYeNamic

คอก	จำนวน ตัวอย่างสแกน	การติด สลาก IL	ค่าเฉลี่ยการ เคลื่อนที่ของสกร ในคอก (จาก 10)	Image Analysis	Image Analysis	False Negative = IL-eYe	
				ImLS	False Negative = IL = ImLS		eYeNamic
1	3600	1515	4.2	1432	83(5.5%)	1042	473(31.2%)
2	3600	1343	3.7	1209	134(10.0%)	1851	508(37.8%)
3	3600	1316	3.6	1131	185(14.1%)	891	425(32.3%)
4	3600	1722	4.9	1525	197(11.4%)	2640	918(53.3%)
Total	14,400	5896	4.1	5297	599(10.2%)	6424	2324(39.4%)

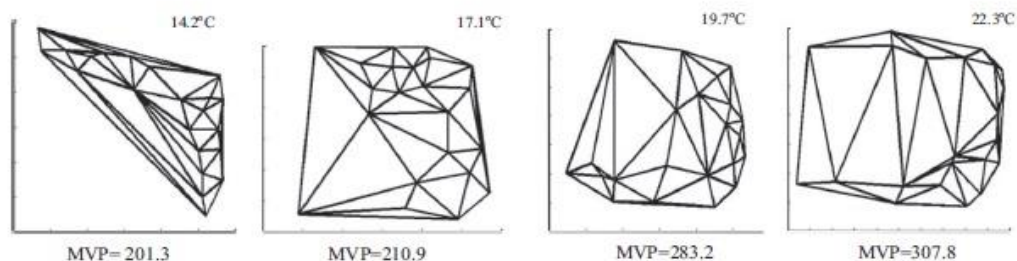
ที่มา : ดัดแปลงจาก Kashiha et al. (2014)

6. วิธีการวิจัยและผลการทดลองของบทความที่ 2

การศึกษาของ Nasirahmadi et al. (2015) ได้ทำการศึกษาพฤติกรรมการนอนที่มีผลจากอุณหภูมิภายในคอก ทำการทดลองในสุกรน้ำหนัก 30 กิโลกรัม จำนวน 22 ตัวต่อคอก จำนวน 2 คอก ขนาดคอก 6.75 เมตร × 3.10 เมตร พื้นคอกปูด้วยไม้ระแนง และติดตั้งเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิภายในคอก 16 ตัว วัดทุก 15 นาที ระยะเวลาการเก็บข้อมูล 15 วัน แต่ละคอกติดตั้งรางอาหารเหลว ท่อน้ำดื่ม และถูกแบ่งออกเป็น 4 โซน (ภาพที่ 5) คือ โซนที่ 4 จะอยู่ใกล้ทางเดินและโซนที่ 1 อยู่ติดผนังด้านนอก ติดตั้งกล้องวงจรปิดความสูงจากพื้นดิน 4.5 เมตร ซึ่งภาพที่ได้จะถูกดึงออกจากพื้นหลังโดยใช้อัลกอริทึมประมวลผลจากภาพ และพิกัดแกนหลักแกนรองของแต่ละภาพไบนารีจะถูกนำมาใช้สำหรับอัลกอริทึมเส้นโค้งวงรีในสุกรแต่ละตัว โดยใช้คุณสมบัติของบริเวณและเส้นรอบวงของแต่ละ Delaunay Triangulation (DT) ผลการทดลองพบว่า ที่อุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมสูง 22.3°C สุกรมีแนวโน้มนอนลงในท่านอนเอกเขนกอย่างเต็มที่ และจะขยายทิศทางของขาออก เพื่อหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับสุกรตัวอื่นและเพื่อให้สามารถถ่ายเทความร้อนให้ได้มากที่สุดเท่าที่เป็นไปได้กับสิ่งแวดล้อม และสุกรต้องการอยู่ในพื้นที่ที่เปียกของคอก ในทางตรงกันข้ามที่อุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมต่ำ 14.2°C สุกรจะนอนในท่านอนที่เบียดเสียดเข้าหากัน (ภาพที่ 6) และเปอร์เซ็นต์ของเฟรมกับสุกรในคอกที่ใช้เทคนิคประมวลผลจากภาพให้ผลที่ถูกต้องประมาณ 95.8 (±2) % (ตารางที่ 3)



ภาพที่ 5 แสดงคอกและ โซนทั้ง 4 (A) ภาพไบนารีหลังสำหรับใช้ประกอบการทางสัญญาณวิทยา (B)
ที่มา : Nasirahmadi et al. (2015)



ภาพที่ 6 รูปแบบ DT ในอุณหภูมิคอกที่แตกต่างกัน
ที่มา : Nasirahmadi et al. (2015)

ตารางที่ 3 แสดงร้อยละของเฟรมที่มีการประมาณค่าความถูกต้องของสุกรในคอกที่ 1 และคอกที่ 2 โดยวิธีการประมวลผลจากภาพแบบอัตโนมัติ

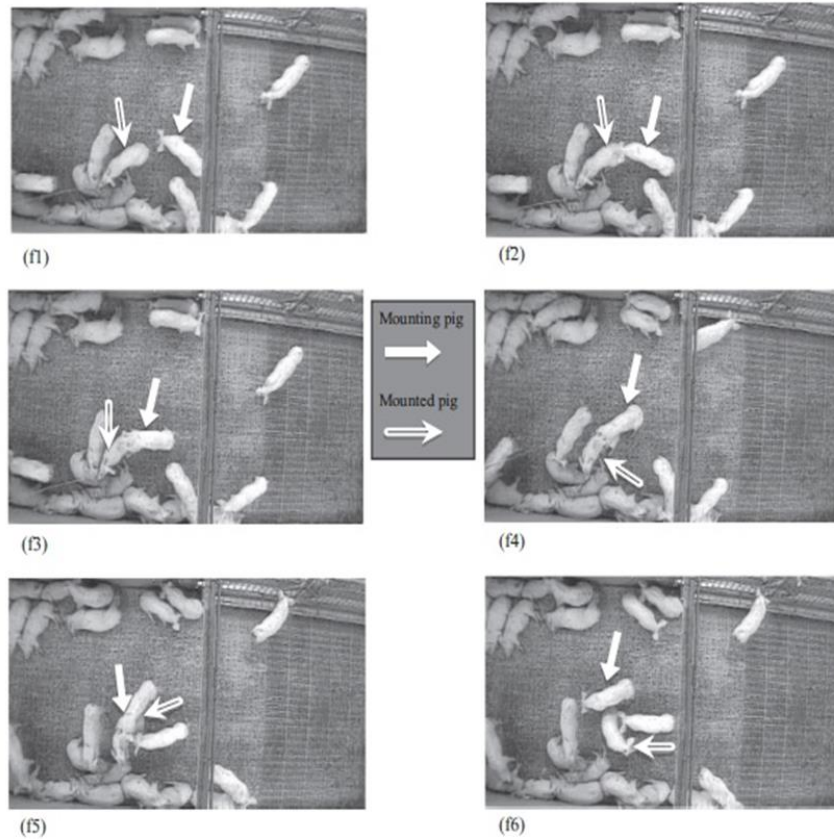
วัน	คอก 1		คอก 2	
	จำนวนของเฟรมที่นำมาวิเคราะห์	การประมาณความถูกต้อง (%)	จำนวนของเฟรมที่นำมาวิเคราะห์	การประมาณความถูกต้อง (%)
1	1290	96.5	1359	95.0
2	1199	94.4	1378	97.6
3	1338	95.2	1400	94.9
4	1287	97.1	1321	98.3
5	1354	95.0	1298	92.6
6	1360	98.6	1387	97.7
7	1257	97.1	1385	93.2
8	1290	94.4	1355	94.0
9	1327	91.4	1375	93.9
10	1200	96.8	1342	95.3
11	1321	99.5	1370	97.3
12	1385	95.0	1346	97.0
13	1308	93.3	1321	98.5
14	1366	93.3	1295	94.2
15	1310	98.9	1375	96.3
Total	19,592	95.8	20,306	95.7

ที่มา : ดัดแปลงจาก Nasirahmadi et al. (2015)

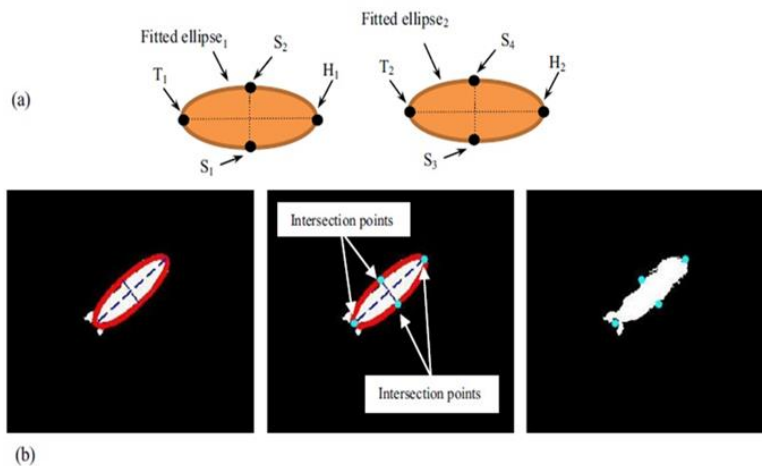
7. วิธีการวิจัยและผลการทดลองของบทความที่ 3

จากการศึกษาของ Nasirahmadi et al. (2016) ทดลองในสุกรน้ำหนัก 30 กิโลกรัม ระยะเวลาเก็บข้อมูล 20 วัน ขนาดคอก 6.75 เมตร× 3.10 เมตร พื้นคอกปูด้วยไม้ระแนง จำนวน 2 คอก และมีสุกรคละเพศ 22 ตัวต่อคอก จำนวน 4 คอก คอกทั้งหมดถูกติดตั้งด้วยรางให้อาหารเหลวและหัวจ่ายน้ำดื่ม 1 หัว แต่ละคอกจะติดตั้งกล้องวงจรปิดความสูงจากพื้นดิน 4.5 เมตร ภาพวิดีโอจะถูกบันทึกเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำภาพที่ได้ไปทำให้เป็นภาพขาว – ดำ ใช้อัลกอริทึมเส้นโค้งวงรีในสุกรแต่ละตัว เพื่อหาระยะแกนหลักแกนรอง และระยะห่างระหว่างสุกรตัวป็นและสุกรที่ถูกป็น(ภาพที่ 7 และภาพที่ 8) ผลการศึกษาพบว่าความยาวแกนหลักของสุกรแต่ละตัวมีค่าเท่ากับ 80 (พิกเซล) ความยาวแกนรองของสุกรมีค่าเท่ากับ 27 (พิกเซล) แสดงได้ดังตารางที่ 4 และสามารถบอกระยะห่างระหว่างสุกรที่ป็นกับสุกรที่ถูกป็นได้ก่อนที่เหตุการณ์การ

ป็นจะเกิดขึ้น ซึ่งผลลัพธ์ของการวิเคราะห์การศึกษามีความตอบสนอง 94.5%, ความจำเพาะ 88.6% และความแม่นยำ 92.7% แสดงได้ดังตารางที่ 5 และ สมการการคำนวณค่าผลลัพธ์ของการศึกษาแสดงไว้ด้านล่าง



ภาพที่ 7 พฤติกรรมการป็นในสุกร (f1-f2) เข้าใกล้กัน (f3-f5) การป็นเกิดขึ้น(f6) การป็นเสร็จสิ้น
ที่มา : Nasirahmadi et al., (2016)



ภาพที่ 8 จุดตัดของแกนหลักและแกนรอง วงรีสำหรับการหาตำแหน่งของหัว หางและด้านข้างในสุกร (a) T, H, S ใน Ellipse Fitting , (b) T, H และ S ของหมูในรูปไบนารี
ที่มา : Nasirahmadi et al., (2016)

ตารางที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของความยาวแกนหลักและแกนรองของ
 สุนัขในบริเวณที่น่าสนใจ (ROI) ก่อนและหลังของเกิดเหตุการณ์การปีน

เวลา (วินาที)	1	2	3	4	27	28	29
ความยาวแกนหลัก (พิกเซล) ± SD	76.4 ± 0.5	75.8 ± 0.6	77.8 ± 0.4	76.8 ± 0.6	76.4 ± 0.2	76.9 ± 0.6	77.3 ± 0.9
ความยาวแกนรอง (พิกเซล) ± SD	26.4 ± 0.3	27.4 ± 0.8	27.3 ± 1.1	26.7 ± 0.6	26.5 ± 0.9	25.9 ± 1.2	27.1 ± 0.9

ที่มา : ดัดแปลงจาก Nasirahmadi et al. (2016)

ตารางที่ 5 แสดงความหมายและค่าของพารามิเตอร์ที่ใช้ในการตรวจสอบ

สเกล	ความหมาย	ค่า
True positive (TP)	เหตุการณ์ปีนและระบบนับว่าเป็นเหตุการณ์ปีน	4753
False positive (FP)	เหตุการณ์ที่ไม่ปีนและระบบนับว่าเป็นเหตุการณ์ปีน	247
True negative (TN)	เหตุการณ์ที่ไม่ปีนและระบบนับว่าเป็นเหตุการณ์ไม่ปีน	1925
False negative (FN)	เหตุการณ์ปีนและระบบนับว่าเป็นเหตุการณ์ไม่ปีน	275

ที่มา : ดัดแปลงจาก Nasirahmadi et al. (2016)

$$\text{การตอบสนอง (Sensitivity)} = \frac{TP}{TP+FN} \times 100 \rightarrow \frac{4753}{4753+275} = 94.5\%$$

$$\text{ความจำเพาะ (Specificity)} = \frac{TN}{TN+FP} \times 100 \rightarrow \frac{1925}{1925+247} = 88.6\%$$

$$\text{ความแม่นยำ (Accuracy)} = \frac{TP+TN}{TP+FP+TN+FN} \times 100 \rightarrow \frac{4753+1925}{4753+247+1925+275} = 92.7\%$$

สมการการคำนวณค่าผลลัพธ์ของการศึกษา

ที่มา : ดัดแปลงจาก Nasirahmadi et al. (2016)

8. เปรียบเทียบผลการทดลองทั้ง 3 บทความ

ตารางที่ 6 แสดงผลการใช้วิธีการประมวลผลภาพในการศึกษาพฤติกรรมการปีน การนอน และการเคลื่อนที่ในสุกร

เกณฑ์ที่ใช้ในการศึกษา	การประมวลผลจากภาพ		
	การเคลื่อนที่ (Kashiha et al., 2014)	การนอน (Nasirahmadi et al., 2015)	การปีน (Nasirahmadi et al., 2016)
การระบุตำแหน่งสุกร	Ellipse Fitting	Ellipse Fitting	Ellipse Fitting
วิธีการระบุพฤติกรรม	Locomotion Detection	Group lying pattern	Mounting Detection
น้ำหนักของสุกร (กิโลกรัม)	27	30	30
จำนวนของสุกรต่อคอก (ตัว/คอก)	10	22	22
จำนวนคอก	4	2	2
ขนาดของคอก (เมตร × เมตร)	2.25 × 3.60	6.75 × 3.10	6.75 × 3.10
วัสดุปูพื้นของคอก	ไม้ระแนง คอนกรีต	ไม้ระแนง	ไม้ระแนง
ระยะเวลาในการทดลอง	13	15	20
ติดตั้งเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ	-	มี	-
สุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจสอบโดยการสังเกต	มี	มี	มี
Accuracy	89.8%	95.8%	92.7%

ที่มา : ดัดแปลงจาก Kashiha et al. (2014) , Nasirahmadi et al. (2015) และ Nasirahmadi et al. (2016)

9. สรุปผล

จากบทความวิจัยทั้ง 3 ฉบับ การศึกษาประสิทธิภาพการใช้ระบบประมวลผลภาพแบบอัตโนมัติในการสังเกตพฤติกรรมของสุกร โดยการระบุตำแหน่งสุกรด้วยอัลกอริทึมเส้นโค้งวงรี (Ellipse Fitting) และวิธีการระบุพฤติกรรมการเคลื่อนที่ การนอน และการปีน คือ Locomotion Detection, Group Lying Pattern และ Mounting Detection ตามลำดับ พบว่ามีความแม่นยำในการประมวลผลของพฤติกรรมการเคลื่อนที่ 89.8%, พฤติกรรมนอน 95.8% และพฤติกรรมปีน 92.7% เมื่อทำการเปรียบเทียบจากการสุ่มตัวอย่างโดยการสังเกตของมนุษย์ด้วยสายตาและทำการติดป้ายบนเฟรมที่เกิดพฤติกรรมนั้นๆ

10. วิจารณ์ผล

การใช้เทคโนโลยีวิเคราะห์ภาพในการช่วยการจัดการฟาร์มด้านสวัสดิภาพสัตว์ ในส่วนของพฤติกรรมสุกรสามารถวิเคราะห์ผลได้อย่างแม่นยำด้วยการใช้วิธีการดังกล่าว ซึ่งชี้ให้เห็นว่าพฤติกรรมของสุกรสามารถวิเคราะห์ได้อย่างถูกต้องด้วยการประมวลผลภาพแบบอัตโนมัติ จึงเป็นจุดที่สำคัญที่ทำให้ระบบดังกล่าวมีความเป็นไปได้ที่จะนำไปใช้ได้จริงภายใต้เงื่อนไขของสภาพฟาร์มเชิงพาณิชย์

อย่างไรก็ตามสายพันธุ์ของสุกรอาจส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมที่แสดงออก ทำให้ผลที่ได้อาจคลาดเคลื่อนไป ความหนาแน่นของสุกรภายในคอกที่สูงขึ้นจะเพิ่มความยากในการระบุตำแหน่งของสุกรภายในภาพ และจะส่งผลกระทบต่อความถูกต้องของการประมวลผล ทำให้ระบบประเมินผลผิดไปจากปกติ อีกทั้งในด้านสภาพแวดล้อมภายในฟาร์มซึ่งอาจมีความแตกต่างกัน เช่น หากสภาพแวดล้อมภายในฟาร์มไม่สะอาด มีสิ่งสกปรกสะสม ส่งผลให้มีแมลงวันมารบกวนการบันทึกภาพของกล้องและความเป็นอยู่ของสุกร ในฟาร์มบางแห่งอาจมีการวางท่อน้ำในอยู่บริเวณตรงกลางของคอก ซึ่งก่อให้เกิดพื้นที่ที่มองไม่เห็นของภาพ ซึ่งแสงก็ส่งผลกระทบต่อภาพที่บันทึก หากแสงมีความสว่างหรือมืดเกินไปจะทำให้การวิเคราะห์ภาพเป็นไปได้ยาก นอกจากนี้คุณภาพของกล้องที่ใช้การบันทึกภาพก็เป็นส่วนสำคัญในการวิเคราะห์ผล เนื่องจากกล้องคุณภาพดีทำให้ได้ภาพที่มีสีและการตรวจจับที่ดีกว่ากล้องคุณภาพต่ำ คุณภาพของกล้องควรได้รับการพัฒนาเพราะกล้องที่มีคุณภาพสูงมักมีราคาแพง อาจไม่ได้รับการยอมรับจากผู้ประกอบการ และมุมกล้องที่ใช้ในการบันทึกพฤติกรรมของสุกร หากผิดเพี้ยนไปอาจทำให้พิกเซลมีการคลาดเคลื่อน ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้สำหรับการปรับปรุงอัลกอริทึมสำหรับภาพจากกล้องวงจรปิดที่เรียบง่ายหรือการพัฒนาระบบข้อมูลประมวลผลเพื่อให้สามารถวิเคราะห์พฤติกรรมของสุกร จากความแตกต่างทางด้านสายพันธุ์ของสุกร สภาพแวดล้อมเพื่อให้ได้ค่าที่ถูกต้องและแม่นยำ

เอกสารอ้างอิง

- พิพัฒน์ สมภาร. 2552. พฤติกรรมของสัตว์เลี้ยง: หลักการทางชีววิทยา. ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต, ปทุมธานี.
- พิพัฒน์ สมภาร. 2559. พฤติกรรมธรรมชาติ : สวัสดิภาพในสุกรและไก่. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 24 : 87 – 101.
- วศิน สันธิภิญโญ. 2550. Digital Image Processing and Digital Signal Processing. เอกสารประกอบกิจกรรมการบรรยายพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี. จำนวน 6 หน้า.
- วุฒิชัย เคนไชยวงศ์ มนต์ชัย ดวงจินดา และ วุฒิไกร บุญคุ้ม. 2555. แนวทางการปรับปรุงพันธุ์เพื่อส่งเสริมสวัสดิภาพสัตว์ของสุกรในประเทศไทย. วารสารแก่นเกษตร, 40. หน้า 387-400.
- ศุภมาส ชินวินิจกุล. 2557. การคุ้มครองสวัสดิภาพของสัตว์ (The Protection of Animal Welfare). Assumption University Journal. 5 : 33 -41.
- สุชาสินี นพฤทธิ์ ฌฐพล พันธุ์วงศ์ และกิติ์สุชาติ พสุภา. การวิเคราะห์พฤติกรรมโคนมจากภาพวิดีโอ. วารสารเทคโนโลยีสารสนเทศลาดกระบัง, 3 : ไม่มีเลขหน้า.
- Carenzi, C., and M. Verga. 2009. Animal welfare: review of the scientific concept and definition. Itall. J. Anim. Sci. 8: 21-30.
- Kashiha, M., Bahr, C., Ott, S., Moons, C., Niewold, T., Tuytens, F. and Berckmans, D., 2014. Automatic monitoring of pig locomotion using image analysis. **LivestockScience**. 159 141–148.
- Mills, D.S., J.N. Marchant-Forde, P.D. McGreevy, D.B. Morton, C.J. Nicol, C.J.C. Phillips, P. Sendoe, and R.R. Swaisgoog. 2010. The encyclopedia of applied animal behaviour and welfare. Cambridge University Press, Cambridge.
- Nasirahmadi, A., Hensel, O., Edwards, S. and Sturm, B. 2016. Automatic detection of mounting behaviours among pigs using image analysis. **Computers and Electronics in Agriculture**. 124 295–302.
- Nasirahmadi, A., Richter, U., Hensel, O., Edwards, S. and Sturm, B. 2015. Using machine vision for investigation of changes in pig group lying Patterns. **Computers and Electronics in Agriculture**. 119 184–190.

