

ระบบอัตโนมัติสำหรับการวิเคราะห์อาการเจ็บขาในโคนม
(Automatic system for lameness detection in dairy cattle)

รัตนตรัย ยอดหงษ์
Rattana-trai yothong

ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทคัดย่อ

สัมมนาฉบับนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการใช้ ระบบอัตโนมัติในการวิเคราะห์อาการเจ็บขาของโคนม ได้ทำการรวบรวมและศึกษาจากเอกสารวิชาการจำนวน 3 ฉบับตั้งแต่ปี ค.ศ. 2010-2018 จากการคิดค้นระบบอัตโนมัติเพื่อนำมาวิเคราะห์อาการเจ็บขาของโคนม วิธีการ Misclassified scores algorithm เป็นการวิเคราะห์วิดีโอการเคลื่อนไหว และวิเคราะห์จากแนวเส้นสันหลังที่ผิดปกติจากอาการบาดเจ็บของกีบเท้า ที่ส่งผลให้แนวของสันหลังมีความโค้งที่เปลี่ยนไป วิธีการ Lameness detection algorithm เป็นวิธีการวิเคราะห์วิดีโอการเคลื่อนไหวของร่างกาย ท่าทางการเดินที่มีอาการผิดปกติ หรือกีบอักเสบ ทำให้เกิดการเดินที่ไม่สมดุลกันระหว่างแนวสันหลังและแนวของหัว โดยนำท่าทางการเดินมาวิเคราะห์หาความผิดปกติของการเดิน วิธีการ leg swing analysis เป็นการวิเคราะห์วิดีโอการเคลื่อนไหว คะแนนท่าทางการเดิน การเคลื่อนไหว ประกอบกับลักษณะการยกเท้าของวัว ซึ่งมีความแม่นยำที่ 90% - 95% ดังนั้นวิธีการ Misclassified scores algorithm มีความแม่นยำสูงที่สุด 94.70 % จึงเป็นวิธีการที่เหมาะสมในการวิเคราะห์อาการเจ็บขาในโคนม ในการจัดการฟาร์มเชิงพาณิชย์

คำสำคัญ : อาการเจ็บขาในโคนม การประเมินความอ่อนแอ การวิเคราะห์ภาพถ่าย

บทนำ

ปัญหาความอ่อนแอในโคนม เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นบ่อย และยังส่งผลเสียต่อสวัสดิภาพสัตว์ และอุตสาหกรรมการผลิตนมโดยตรง ปัจจุบันเกษตรกรใช้การประเมินความอ่อนแอ โดยการสังเกตด้วยสายตา ซึ่งต้องใช้ความชำนาญอย่างมาก และใช้เวลาในการตรวจสอบและประเมินอาการเหล่านี้ เนื่องจากการทำฟาร์มโคนมต้องใช้เงินทุนจำนวนมาก และน้ำนมต้องมีมาตรฐานการผลิต ที่ได้จากวัวที่มีสุขภาพดีและมีความสุข ก่อนที่จะส่งเข้าโรงงานอุตสาหกรรม ทำให้มีงานวิจัยหลายชิ้นศึกษา และพัฒนาระบบอัตโนมัติในการวิเคราะห์อาการเจ็บขาในโคนม เพื่อตรวจจับความอ่อนแอ และช่วยประเมินสุขภาพของสัตว์ ให้อยู่ในเกณฑ์ที่ดี เหมาะแก่การให้ผลผลิตที่คุ้มกับต้นทุนที่เกษตรกรต้องแบกรับ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์วิชั่น และเทคนิคทางคอมพิวเตอร์อื่น ๆ ถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมนมมากขึ้น ตัวอย่างเช่น วิจัยของ (Herlin and Drevemo., 1997) ใช้การถ่ายวิดีโอความเร็วสูง เพื่อตรวจสอบการเคลื่อนที่ของโคนม และวิเคราะห์อาการเจ็บขา ตรวจอาการเริ่มต้นก่อนที่สัตว์จะเกิดการเจ็บป่วย เพื่อลดความเสียหาย ที่อาจเกิดขึ้นในฟาร์ม ซึ่งจะสามารถคัดตัวสัตว์ออกมาเพื่อประเมิน และรักษาได้ทันเวลาที่ ก่อนที่ความเจ็บป่วยจะส่งผลต่อการผลิต

ดังนั้นสัมมนาฉบับนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา เปรียบเทียบการใช้งานระบบอัตโนมัติในการวิเคราะห์อาการเจ็บขาของโคนม ด้วยวิธีการประมวลผลรูปภาพ เพื่อหาวิธีการที่มีประสิทธิภาพที่สุด ในการวิเคราะห์อาการเจ็บขาในโคนม

ผลของการใช้ระบบอัตโนมัติสำหรับการวิเคราะห์อาการเจ็บขาในโคนม

เทคนิคการประมวลผลภาพช่วยให้สามารถหาวิเคราะห์ข้อมูลรูปภาพ ได้อย่างรวดเร็ว และต่อเนื่องโดยไม่ต้องสัมผัสกับตัวสัตว์ ไม่เกิดความเครียด จึงนำวิธีนี้มาใช้ในการประมวลผลภาพโคนมเพื่อวิเคราะห์ความอ่อนแอ ซึ่งมีเป็นกลาง มากกว่ามนุษย์ การให้คะแนนโดยมนุษย์แต่ละคนจะมีความคลาดเคลื่อนที่แตกต่างกัน ทำให้ค่าที่ได้มีข้อมูลที่แตกต่างกัน เนื่องจากมาตรฐานการให้คะแนนแต่ละคนไม่เท่ากัน เมื่อเทียบกับ เทคนิควิเคราะห์โดยคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีค่ามาตรฐานแคในฐานข้อมูล ทำให้ค่าของข้อมูลที่ได้ อยู่ในเกณฑ์เดียวกัน อ้างโดย (Song et al., 2008 ; Bahr et al., 2008)

วิธีการให้คะแนนร่างกายวัว ด้วยเทคนิควิเคราะห์โดยคอมพิวเตอร์ ถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย เพื่อวิเคราะห์หาความอ่อนแอในโคนม (Whay et al., 2002) โดยวิธีการให้คะแนนร่างกาย แบบ 5 จุด (Winckler and Willen., 2001) ซึ่งประเมินคุณภาพของการเดิน และท่าทางการเดิน และการที่วัววางเท้าข้างใดข้างหนึ่งไม่เต็มที่ จากมีการบาดเจ็บ ทำให้การวางน้ำหนักเท้าในแต่ละข้างไม่เท่ากัน (Sprecher et al., 1997) สังเกตได้จากแนวของกระดูกหลังขณะวัวเดิน แต่เทคนิคในการให้คะแนนโดยมนุษย์ต้องใช้ความชำนาญ และ

ประสบการณ์ (Whay and Main., 1999 ; Telezhenko and Bergsten., 2005) ยิ่งไปกว่านั้นการใช้มนุษย์ มีค่าใช้จ่ายสูง และใช้เวลานานกว่าการใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วย

รายงานการใช้เทคนิคการวิเคราะห์อาการเจ็บป่วย เข้ามาช่วยในการตรวจสอบความอ่อนแอในโคนม และม้า ที่ศึกษาเกี่ยวกับแบบจำลองทางจลนศาสตร์ การวิเคราะห์ท่าทางการเดิน (Rajkondawar et al., 2002) เล็กโตรโมกราฟี (Keegan et al., 2003) การวัดความเร่งในการเดิน (Pastell et al., 2009) และโมเดลทางจลนศาสตร์ (Flower and Weary., 2006) ที่ทำการศึกษาในม้า แต่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในโคนมได้ (Greenough and Vermunt., 1991) เพราะเป็นสัตว์มีกีบเท้าเหมือนกัน แสดงอาการเจ็บป่วยจากท่าทางการเดินอันเนื่องมาจากการบาดเจ็บของกีบเท้า สามารถวิเคราะห์และประยุกต์ใช้เทคนิคในการวิเคราะห์ได้ ทั้งยังความสะดวก มีความแม่นยำ และประเมินผลในการวิเคราะห์

Table 1 Definition of evaluation parameters.

Criteria	Definition	D1 (total 28 cows)	D2 (total 156 cows)
True positive	Lame cow recognized as lame	15	39
False positive	Healthy cow recognized as lame	1	2
True negative	Healthy cow recognized as healthy	12	115
False negative	Lame cow recognized as healthy	0	0

Source : Pourssaberi et al. (2010)

ผลลัพธ์ของการตรวจจับความอ่อนแอโดยอัตโนมัติในโคนม 184 ตัวแสดงให้เห็นมากขึ้นอัตราการจำแนกที่ถูกต้องมากกว่า 96% ซึ่งแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของเทคนิค การตรวจจับความอ่อนแอโดยอัตโนมัติโดยการวิเคราะห์ภาพที่พัฒนาขึ้น

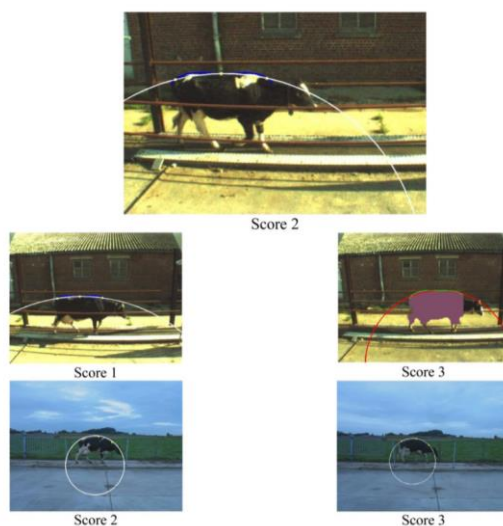


Fig. 1. Examples of back spine assessment based of circle fitting in two databases with corresponding scores given by expert people. As it is illustrated, based on score the radius of fitted circle is different.

Source : Pourssaberi et al. (2010)

Table 2 Results of the decision tree classifier on data sets D1 and D2 using the data sets for training and evaluation

Data set1	True positive rate	False positive rate	Accuracy
D2	0.81	0.10	0.81
D1	0.80	0.12	0.80

Source : Viazzi et al. (2013)

ความแม่นยำโดยรวม และอัตราผลบวกที่แท้จริงจะเพิ่มขึ้น 10 เปอร์เซนต์เป็น 91% เมื่อเทียบกับแบบจำลองตามประชากร และอัตราผลบวกที่ผิดพลาดลดลง 4 หน่วยเปอร์เซนต์เป็น 6% นอกจากนี้อัตราการจำแนกยังสูง (> 85%) ในทั้ง 3 คลาส

Table 3 Confusion matrix and classification evaluation of the decision tree classifier with 10-fold cross validation based on leg swing analysis.

Classified by the observer	Predicted by the algorithm based on leg motion analysis			Total	Sensitivity (%)
	Score 1	Score 2	Score 3		
Score 1	157	19	1	177	88.70
Score 2	20	254	8	282	90.07
Score 3	2	11	149	162	91.98
Specificity (%)	95.05	91.15	98.04		

Source : Zhao et al. (2018)

ความแม่นยำ 90.18% ความไวของทั้ง 3 คลาส มีค่าประมาณ 90% ในขณะที่มีความจำเพาะแตกต่างกัน ซึ่งความจำเพาะสูงสุดที่ 98.04% สำหรับคะแนนทั้ง 3 คลาส คลาส 2 คือ 91.15% ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากลุ่มตัวอย่างมีการจัดกลุ่มผิด ได้ง่ายกว่ากลุ่มอื่นๆ เมื่อเทียบกับอีก 2 คลาส

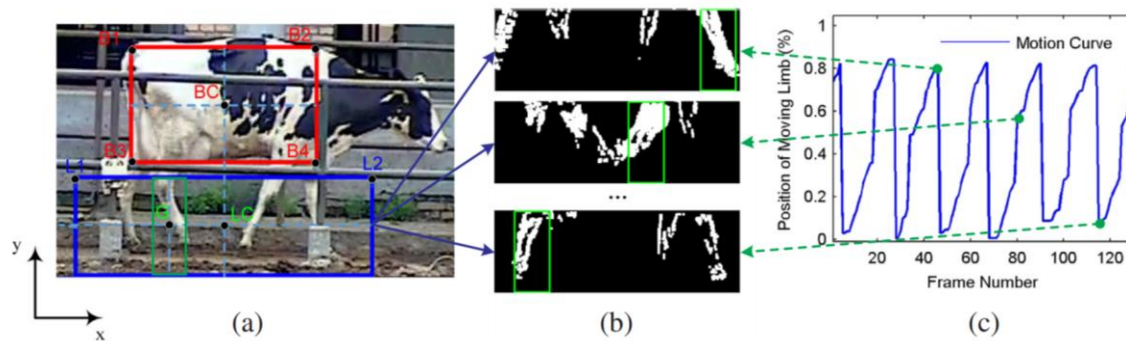


Fig. 2. The process of extracting motion curve, (a) location of body and moving leg, where B1 is the top left point of body area, B2 is the top right point of body are, B3 is the bottom left point of body area, B4 is the bottom right point of body area, BC is the center point of body area, L1 is the top right point of leg area, L2 is the bottom right point of leg area, LC is the center point of leg area, and G is the center point of moving leg. (b) Motion image of moving legs. (c) Motion curve from a video.

Source : Zhao et al. (2018)

Table 4 Accuracy of the classification on different subsets

Subset	F2	F3	F1	F5	F6	F4	Ave. of accuracy
1	●	○	○	○	○	○	64.88%
2	●	●	○	○	○	○	82.39%
3	●	●	●	○	○	○	89.64%
4	●	●	●	●	○	○	91.14%
5	●	●	●	●	●	○	89.91%
6	●	●	●	●	●	●	90.28%

Source : Zhao et al. (2018)

ใช้การตรวจสอบความถูกต้องข้าม 2, 3 และ 10 เท่าเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของอัลกอริทึม ความแม่นยำของการจำแนกประเภทคือ 90.18% และค่าเฉลี่ยของความไวและความจำเพาะเท่ากับ 90.25% และ 94.74% ตามลำดับ

Table 5 เปรียบเทียบความแม่นยำของการวิเคราะห์ภาพถ่าย

อ้างอิง	สายพันธุ์	จำนวนโค	จำนวนภาพ / วิดีโอ ที่ ทดสอบ	ชนิดกล้อง	เครื่องมือ/วิธีการ	ความ แม่นยำ
Pourssaberi et al. (2010)	โฮลสไตน์ฟรี เซียน (Holstein Friesian)	184 ตัว 2 กลุ่ม การทดลอง D1 28 ตัว การทดลอง D2 156 ตัว	การทดลอง D1 28 videos การทดลอง D2 156 videos	- D1 กล้อง Cannon Powershot A620 - D2 กล้อง Guppy F-080C, /F-036C	Misclassified scores algorithm	94.70 %
Viazzi et al. (2013)	โฮลสไตน์ฟรี เซียน (Holstein Friesian)	951 ตัว	223 videos	กล้อง Cannon 60D	StepMetrix และ lameness detection algorithm	91.00 %
Zhao et al. (2018)	โฮลสไตน์ฟรี เซียน (Holstein Friesian)	98 ตัว	621 videos	กล้อง integrated web (Hikyvision Inc.)	leg swing analysis	90.18 %

Source : ดัดแปลงจาก Pourssaberi et al. (2010); Viazzi et al. (2013); Zhao et al. (2018)

จากตารางเปรียบเทียบความแม่นยำของการวิเคราะห์ภาพถ่าย เพื่อวิเคราะห์อาการเจ็บขาในโคนม วิธีการ Misclassified scores algorithm มีค่าความแม่นยำที่ 94.70% วิธีการ Lameness detection algorithm มีค่าความแม่นยำที่ 91.00% วิธีการ leg swing analysis มีค่าความแม่นยำที่ 90.18%

สรุป

การใช้เทคนิคการวิเคราะห์อาการเจ็บขาในโคนม โดยระบบอัตโนมัติ ทั้ง 3 งานวิจัย มีค่าความแม่นยำอยู่ระหว่าง 90-95% ดังนั้นวิธีการ Misclassified scores algorithm ที่มีความแม่นยำอยู่ที่ 94.70 % จึงมีแนวโน้มในการนำไปใช้ได้จริงในฟาร์มเชิงพาณิชย์ เพื่อลดเวลา และลดต้นทุนในการจัดการ เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพการผลิตสูงสุด สุขภาพและสวัสดิภาพที่ดีของสัตว์เลี้ยงในฟาร์ม

การใช้ระบบอัตโนมัติสำหรับการวิเคราะห์อาการเจ็บขาในโคนม มีข้อดีที่ช่วยในการประหยัดเวลา ประหยัดงบประมาณ และยังมีค่าความแม่นยำสูง ลดความคลาดเคลื่อน อีกทั้งยังไม่ก่อให้เกิดความเครียดในสัตว์ ทำให้สัตว์มี

สวัสดิภาพที่ดีขึ้น ทำให้การจัดการฟาร์มใหญ่ๆ สะดวกและรวดเร็ว มากกว่าการใช้คนประเมิน และได้ผลที่มีความคลาดเคลื่อน หากมีการใช้คนมากกว่า 1 คน การให้คะแนนนั้นก็มีความคลาดเคลื่อนเพิ่มขึ้น เนื่องจากแต่ละคนก็จะประเมินให้คะแนนร่างกายสัตว์ต่างกัน จากการมองเห็น และทักษะของแต่ละคนที่แตกต่างกัน การใช้ระบบอัตโนมัติมาวิเคราะห์อาการความอ่อนแอ เพื่อประเมินอาการเจ็บขาจึงเป็นวิธีการที่ทำให้ได้มาตรฐานเดียวกันทั้งหมด

เอกสารอ้างอิง

- Bahr, C., Leroy, T., Song, X., Vranken, E., Maertens, W., Vangeyte, J., Van Nuffel, A., Sonck, B. and Berckmans, D., 2008. "Automatic detection of lameness in dairy cattle –analyzing image parameters related to Lameness". In : **Proceedings of Measuring Behaviour**, Maastricht, Netherlands, August 26–29.
- Herlin, A.H. and Dreveno, A.S., 1997. "Investigation of locomotion of dairy cows by use of high speed Cinematography". **Equine Vet. J. Suppl.**, 106–109.
- Poursaberi, A., Bahr, C., Pluka, A., Van Nuffel, A., and Berckmans, D. 2010. "Real-time automatic lameness detection based on back posture extraction in dairy cattle: Shape analysis of cow with image processing techniques". **Computers and Electronics in Agriculture**. 74, 110– 119.
- Sprecher, D.J., Hostelter, D.E. and Kaneene, J.B., 1997. "A lameness scoring system that uses posture and gait to predict dairy cattle reproductive performance". **Theriogenology**. 47, 1179–1187.
- Viazzi, S., Bahr, C., Schlageter-Tello, A., Van Hertem, T., Romanini, C. E. B., Pluk, A., Halachmi, I., Lokhorst, C., and Berckmans, D. 2013. "Analysis of individual classification of lameness using automatic measurement of back posture in dairy cattle". **J. Dairy Sci.** 96 :257–266.
- Song, X., Leroy, T., Vranken, E., Maertens, W., Sonck, B. and Berckmans, D., 2008. "Automatic detection of lameness in dairy cattle: Vision-based trackway analysis in cow's locomotion". **Comput. Electron. Agric.** 64 (1), 39–44.
- X. Song, E.A.M. Bokkers, P.P.J. van der Tol, P.W.G. Groot Koerkamp and S. van Mourik. 2018. "Automated body weight prediction of dairy cows using 3-dimensional vision". **Computers and Electronics Agriculture**. 5, 4448–4459.

Whay, H.R. and Main, D.C.J. 1999. "The way cattle walk steps towards lameness management".

Cattle Pract. (7), 357–364.

Whay, H.R. 2002. "Locomotion scoring and lameness detection in dairy cattle". **In Pract.** 24,

444– 449.

Winckler, C. and Willen, S. 2001. "The reliability and repeatability of a lameness scoring system

for use as an indicator of welfare in dairy cattle". **Acta Agric. Scand.A: Anim. Sci.** 30,

103– 107.

Zhao, K., Bewley, J.M., He, D. and Jin, X. 2018. "Automatic lameness detection in dairy cattle

based on leg swing analysis with an image processing technique". **Computers and**

Electronics Agriculture. 148,226-236.