ระบบคะแนนสำหรับคาบเวลาพฤติกรรมโค

Scoring System for Behavioral Time Periods of Cattle

อภินันท์ อุรโสภณ,[1] ธนดล รัตนวงศ์[2]

Apinan Aurasopon,[1] Tanadon Rattanawong[2]

Received : 15 May 2018 ; Accepted : 29 August 2018

บทคัดย่อ

คาบเวลาพฤติกรรมที่โคใช้สำหรับยืน เดินแทะเล็มหญ้า และนอนในแต่ละวันสามารถใช้เป็นข้อมูลเพื่อทำนายสุขภาพโค งานวิจัยนี้เสนอวิธีการกำหนดระบบคะแนนคาบเวลาพฤติกรรมของโค อนุกรมเวลาอ้างอิงหาได้จากค่าเฉลี่ยของคาบเวลาพฤติกรรมของโคจ่าฝูงถูกใช้วัดความเหมือนกับคาบเวลาพฤติกรรมโคอื่นในฝูง โดยใช้ไดนามิกไทม์วอร์ปปิง ผลลัพธ์จากกระบวนการนี้คือค่าระยะทางสะสม ผลการทดลองด้วยการเก็บข้อมูลโคห้าตัวเป็นเวลาสิบวัน ข้อมูลระยะทางสะสมที่ได้ชี้ให้เห็นว่าสามารถถูกนำมาใช้สำหรับทำนายสุขภาพโคได้

คำสำคัญ: สุขภาพโค คาบเวลาพฤติกรรมโค ไดนามิกไทม์วอร์ปปิง

Abstract

The behavioral time periods that cows spend standing, grazing, and lying during each day can be used data to predict their health. To assist the prediction, this paper proposes a method to determine a scoring system of the behavioral time periods of cows. A reference time series, the average of the behavioral time periods of the leadership of the herd, is generated and used to measure the similarity with the behavioral time periods of cows by using Dynamic Time Warping (DTW). The result of this process is an accumulated distance. The experimental results by using five cows for ten days were recorded. The data on the accumulated distances indicate that they can be used for identifying the health of the cow.

Keyword: Cow health, Behavioral time periods of cows, Dynamic Time Warping

บทนำ

ปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่ง สำหรับการเลี้ยงโคให้ได้ผลผลิตคือ การดูแลรักษาสุขภาพของโค โดยทั่วไปการวินิจฉัยสุขภาพของโคทำได้สองลักษณะ คือหนึ่งสังเกตสรีระของโค เช่น ตา หู ผิวหนัง ลิ้น ปาก ขนและขาของโค เป็นต้น นี้ทำให้บ่งบอกสุขภาพโคได้อย่างถูกต้อง[2] อย่างไรก็ตามการวินิจฉัยแบบนี้ต้องอาศัยความชำนาญจากผู้เลี้ยงหรือจากสัตวแพทย์ ซึ่งเป็นไปได้ยาก กรณีการเลี้ยงโคฝูงใหญ่

สำหรับลักษณะที่สองคือสังเกตคาบเวลาของแต่ละพฤติกรรมของโค[3] เช่น คาบเวลาพฤติกรรมการเดิน แทะเล็มหญ้า ยืน และนอน ถึงแม้ว่าผลลัพธ์จะให้ความถูกต้องต่ำกว่าการสังเกตทางสรีระโดยตรง แต่ก็สามารถใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับตรวจสอบและทำนายสุขภาพของโคได้ ทั้งนี้เนื่องจากปัจจุบันมีการพัฒนาระบบคัดแยกพฤติกรรมของโคที่สามารถใช้ได้จริงในทางปฏิบัติ[4-9]

ที่ผ่านมามีงานวิจัยจำนวนมากศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคาบเวลาพฤติกรรมกับการเจ็บป่วยของโค เช่น ศึกษาการกะเผลกของขาโคนม[10-14] จากผลการศึกษาเกี่ยวกับอาการขากะเผลก พบว่าโคมีคาบเวลาการนอนมากกว่าคาบเวลาของการยืนและมีการกินอาหารลดลง กรณีที่โคมีคาบเวลาการนอน

[1] *รองศาสตราจารย์, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย จังหวดมหาสารคาม 44150, โทรศัพท์ : 095-2217718, Email : apinan.a@msu.ac.th*

[2] *อาจารย์, คณะวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาลัยพิชญบัณฑิต อำเภอเมือง จังหวัดหนองบัวลำภู 39000.*

[1] *Assoc. Prof., Faculty of Engineer, Mahasarakham University, Kantharawichai District, Maha sarakham 44150, Thailand, Tel : 0952217718, Email: apinan.a@msu.ac.th*

[2] *Lecturer, Faculty of Engineering, Pitchayabundit College, Muang District, Nong Bua Lamphu 39000, Thailand.*

น้อยลง แต่มีอาการกระวนกระวาย เดินและยืนตลอดเวลา นั้นคือช่วงเลาการเป็นสัด[15,16] จากการวิจัยดังกล่าวคาบเวลาของพฤติกรรมสามารถใช้เป็นข้อมูลบ่งบอกสุขภาพของโคได้ อย่างไรก็ตามช่วงอายุของโคนั้นจะส่งผลต่อคาบเวลาพฤติกรรมของโคแต่ละตัวต่างกัน โดยโคตั้งแต่แรกเกิดถึงประมาณ 7 เดือนจะใช้เวลากินนมและนอนมากกว่าการทำกิจกรรมอื่น หลังจากนั้นโคเริ่มกินอาหารหรือหญ้าเต็มที่ ซึ่งปริมาณการกินจะขึ้นอยู่กับน้ำหนักและความต้องการของตัวโคเอง[1] ซึ่งปริมาณการกินดังกล่าวนั้นส่งผลต่อคาบเวลาพฤติกรรมของโค ด้วยเหตุนี้การคัดแยกสุขภาพโคจึงจำเป็นต้องใช้คาบเวลาพฤติกรรมเฉพาะของโคแต่ละตัว ส่งผลให้ต้องเก็บข้อมูลในปริมาณมาก ในการเลี้ยงโคแบบปล่อยฝูง ถึงแม้คาบเวลาพฤติกรรมของโคแต่ละตัวต่างกัน แต่คาบเวลานั้นจะใกล้เคียงกัน กล่าวคือ โคในฝูงเดียวกันจะมีพฤติกรรมคล้ายกัน เช่น ถ้าโคจ่าฝูงเดินแทะเล็มหญ้าโคภายในฝูงก็จะเดินแทะเล็มหญ้าตาม เป็นต้น ดังนั้นงานวิจัยนี้เสนอระบบคะแนนของคาบเวลาพฤติกรรมโค โดยใช้อนุกรมเวลาอ้างอิงของพฤติกรรมโคจ่าฝูง สำหรับใช้วัดความเหมือนกับอนุกรมเวลาของคาบเวลาพฤติกรรมของโคในฝูง ผลลัพธ์จากกระบวนการคือค่าระยะทางสะสม ซึ่งสามารถใช้เป็นข้อมูลสำหรับทำนายสุขภาพของโคได้

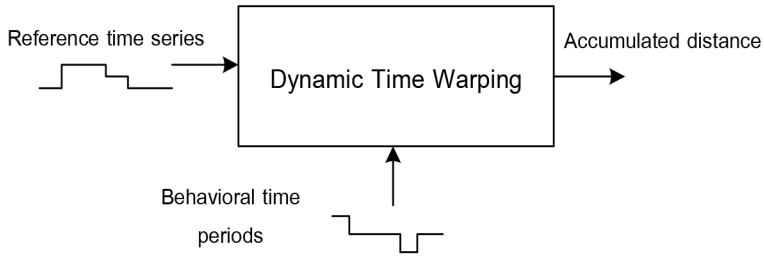

Figure 1 Proposed scoring system of the behavioral time periods of cow.

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการศึกษา

โครงสร้างระบบที่เสนอ

Figure 1 แสดงบล็อกไดอะแกรมของระบบกำหนดคะแนนของคาบเวลาพฤติกรรมโค โดยใช้ไดนามิกไทม์วอร์ปปิง (DTW) วัดความเหมือนระหว่างสองอนุกรมเวลา ซึ่งเป็นคาบเวลาพฤติกรรมของโคในฝูงและอนุกรมเวลาอ้างอิง ผลลัพธ์ของกระบวนการนี้คือ ระยะทางสะสม (คะแนนความเหมือน) ของอนุกรมเวลาทั้งสอง ซึ่งในแต่ละวันคาบเวลาที่ใช้ในแต่ละพฤติกรรมของโคอาจมีการเปลี่ยนแปลง ส่งผลให้ระยะทางสะสมมีการเปลี่ยนแปลงที่สัมพันธ์กับสุขภาพของโค

อนุกรมเวลาอ้างอิง

อนุกรมเวลาอ้างอิงใช้สำหรับวัดความเหมือนกับอนุกรมเวลาของพฤติกรรมโค ถูกสร้างโดยใช้ค่าเฉลี่ยของคาบเวลาพฤติกรรมของโคจ่าฝูงหรือของฝูงโคเหล่านั้น Figure 2 แสดงตัวอย่างของอนุกรมเวลาอ้างอิง โดยในแนวแกนตั้งคือแรงดันไฟฟ้าที่สอดคล้องกับพฤติกรรมโค และในแนวแกนนอนคือเวลา แสดงดังสมการที่ (1)

$$\begin{aligned} &\text{Lying time} = 1.5\ \text{V} \\ &\text{Standing time} = 3\ \text{V} \\ &\text{Walking-grazing} = 2.5\ \text{V} \end{aligned} \quad (1)$$

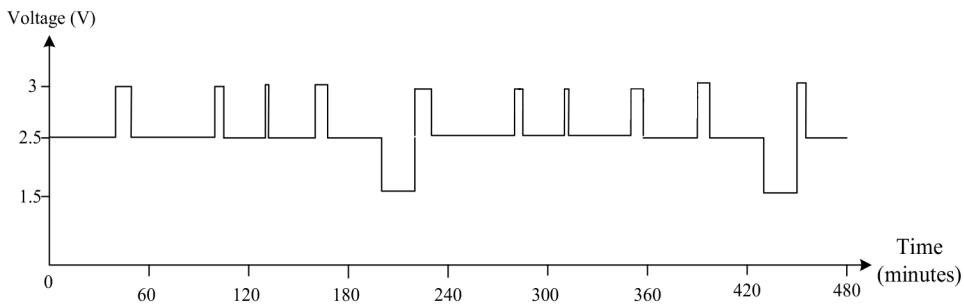

Figure 2 Reference time series.

ไดนามิกไทม์วอร์ปปิง

การกำหนดคะแนนของคาบเวลาพฤติกรรมของโคขึ้นอยู่กับการเปรียบเทียบระหว่างสองอนุกรมเวลา โดยทั่วไปการวัดความเหมือนของอนุกรมเวลาสามารถทำได้ด้วยวิธีการวัดระยะทางแบบยุคลิด (Euclidian distance) คือรากกำลังสองของผลรวมระยะทางจุดต่อจุดบนอนุกรมเวลาทั้งสอง อย่างไรก็ตามถ้าอนุกรมเวลาทั้งสองมีเฟสและจำนวนจุดที่ต่างกันจะส่งผลให้เกิดความคลาดเคลื่อนสูง ขณะที่ ไดนามิกไทม์วอร์ปปิงสามารถแก้ไขข้อจำกัดดังกล่าวได้[17] ถึงแม้ว่าอนุกรมเวลาทั้งสองมีเฟสที่แตกต่างกัน หรือจำนวนจุดไม่เท่ากัน สำหรับขั้นตอนพื้นฐานของ ไดนามิกไทม์วอร์ปปิงสามารถแบ่งออกได้เป็นสามขั้นตอน เมื่ออนุกรมเวลา X และ Y ที่มีความยาว และ M ดังสมการที่ (2)

$$X = x_1,x_2,...,x_i...x_N$$
$$Y = y_1,y_2,...,y_i...y_M \quad (2)$$

ขั้นตอนแรก สร้างเมตริกซ์ต้นทุนเฉพาะส่วน (Local cost matrix, d) คือเมตริกซ์ที่เก็บช่วงเวลาทั้งหมดระหว่าง X และ Y ซึ่งแต่ละเซลล์ต้นทุนของเมตริกซ์ต้นทุนเฉพาะส่วนสามารถคำนวณหาได้โดยใช้สมการที่ (3)

$$d(i,j) = \sqrt{(x_i - y_j)^2} \quad (3)$$

ขั้นตอนที่สองคือการคำนวณหาเมตริกซ์ต้นทุนสะสม (Accumulated cost matrix, D) ซึ่งเป็นเมตริกซ์ที่เก็บต้นทุนสะสมที่น้อยที่สุดของเมตริกซ์ โดยระบุตามรูปแบบการค้นหาจาก (1,1) ถึง (N, M) ส่วนใหญ่รูปแบบการค้นหาจะใช้ขั้นตอนการตรวจสอบต้นทุนในเซลล์แนวตั้ง แนวนอน และตามแนวทแยง จากเซลล์ในเมตริกซ์ ซึ่งการคำนวณในรูปแบบการค้นหาค่าต้นทุนสะสมที่น้อยที่สุดในแต่ละเซลล์ของเมตริกซ์สามารถหาได้ดังสมการที่ (4)

$$D(i,j) = d(i,j)+min\,(D(i-1,j-1), D(i,j-1), D(i-1,j))$$
$$i \in N, j \in M \quad (4)$$

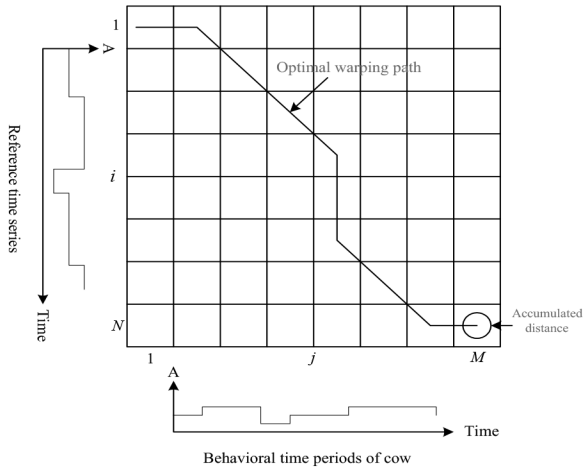

Figure 3 Accumulated cost matrix.

ขั้นตอนที่สาม การหาเส้นทางบิดเบือนที่ดีที่สุด โดยการคำนวณเส้นทางการบิดเบือนของเมตริกซ์ต้นทุนสะสม ซึ่งเส้นทางการบิดเบือน คือเส้นทางที่สั้นที่สุดจาก (N,M) ถึง (1,1) ตลอดเมตริกซ์ต้นทุนสะสมตามรูปแบบการค้นหาในทำนองเดียวกันกระบวนการสำหรับการสร้างเมตริกซ์ต้นทุนสะสม โดยทั่วไปรูปแบบการค้นหาเส้นทางบิดเบือนจะใช้การค้นหาเซลล์แนวตั้ง แนวนอน และตามแนวทแยง จากเซลล์ในเส้นทางบิดเบือน Figure 3 แสดงเมตริกซ์ต้นทุนสะสม D และการหาเส้นทางบิดเบือนที่ดีที่สุด โดยในแนวแกนตั้งคืออนุกรมเวลาอ้างอิง และในแนวแกนนอนคือ อนุกรมเวลาของคาบเวลาพฤติกรรมของโค เมตริกซ์ต้นทุน $D(N,M)$ คือความผิดพลาดขั้นต่ำ หรือคะแนนความเหมือนของอนุกรมเวลาทั้งสองที่ผู้วิจัยให้ความสนใจ

ผลการวิจัย

คาบเวลาพฤติกรรมของโคถูกบันทึกไว้ในรูปแบบวีดีโอ และถูกนำมาเปลี่ยนเป็นอนุกรมเวลาโดยใช้สมการที่ (1) ซึ่งคาบเวลาพฤติกรรมของโคจ่าฝูงจำนวน 5 วัน บันทึกตั้งแต่เวลา 08.30-16.30 น. เฉลี่ยคาบเวลาพฤติกรรมนำมาใช้เป็นอนุกรมเวลาอ้างอิง โดยใช้โคจำนวน 5 ตัว ในการทดลอง Figure 4(a) แสดงอนุกรมเวลาอ้างอิงและคาบเวลาพฤติกรรมของโคตัวที่ 1 ในวันที่หนึ่ง ซึ่งอนุกรมเวลาเหล่านี้ได้รับการวัดความคล้ายคลึงโดยใช้ไดนามิกไทม์วอร์ปปิง ผลลัพธ์สามารถแสดงให้เห็นได้ใน Figure 4(b) เมตริกซ์ต้นทุนสะสมและระยะทางสะสมที่เกี่ยวข้องกับคาบเวลาพฤติกรรมมีค่าเท่ากับ 1.12 ในการเก็บและทดลอง 10 วัน คาบเวลาของพฤติกรรมเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อย ส่งผลให้ระยะทางสะสมมีการแกว่งเล็กน้อย

Figure 5 แสดงผลการศึกษาโค 5 ตัว ในระยะเวลา 10 วัน โดยที่โคทุกตัวแข็งแรงอยู่ในสภาวะปกติ ซึ่งระยะทางสะสมของโคแต่ละตัวแสดงความสัมพันธ์กับคาบเวลาพฤติกรรมของตัวมันเอง จากผลการทดลองพบว่า คะแนนที่ได้ในระดับต่างๆ แสดงให้เห็นถึงความคล้ายคลึงกันระหว่างคาบเวลาพฤติกรรมของโคที่ต้องการทดสอบกับคาบเวลาพฤติกรรมของโคจ่าฝูงที่ใช้อ้างอิง กรณีค่าน้อย หมายถึงความคล้ายคลึงกันของคาบเวลาพฤติกรรมทั้งสอง ซึ่งหมายถึงสุขภาพโคอยู่ในสภาวะปกติ จากผลการทดลอง ค่าคะแนนสะสมต่ำสุดเท่ากับ 0.83 และค่าสูงสุดเท่ากับ 1.42 อย่างไรก็ตามในงานวิจัยนี้มีเป้าหมายคือกำหนดคะแนนคาบเวลาพฤติกรรมของโค เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการคัดแยกสุขภาพของโคเท่านั้น ขณะที่การหาค่าคะแนนสะสมอ้างอิงเพื่อคัดแยกโคที่ผิดปกติ สามารถทำได้โดยใช้ตัวอย่างจากโคที่ผิดปกติ ซึ่งผู้วิจัยจะได้ศึกษาและพัฒนาต่อไปในอนาคต

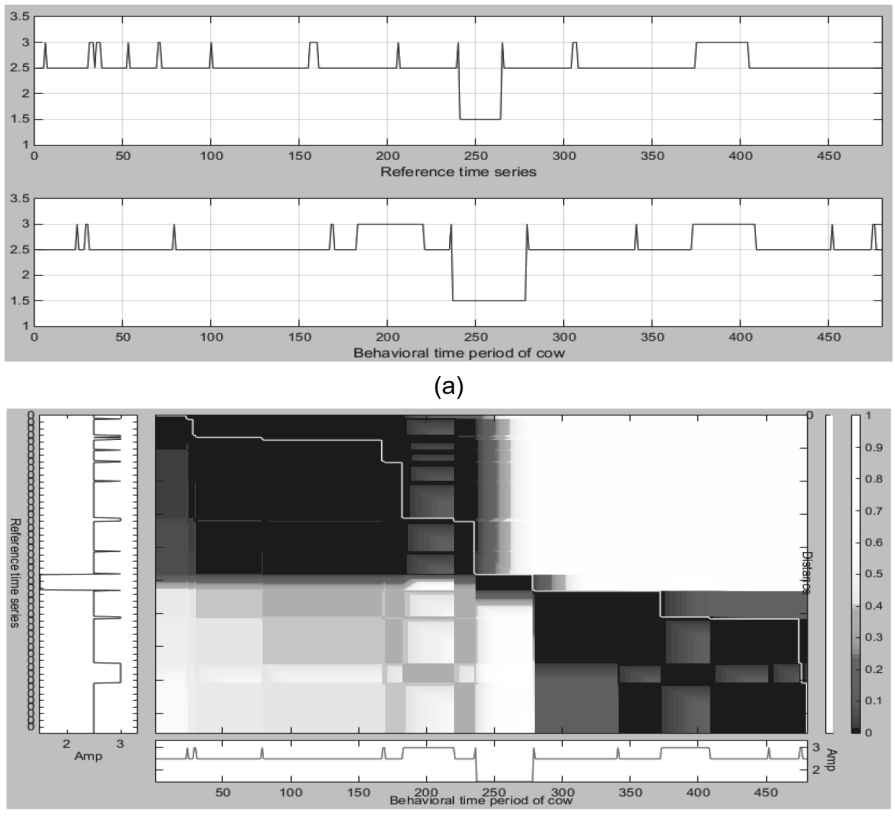

Figure 4 (a) Time series of reference and behavioural time period of cow and (b) Accumulated cost matrix.

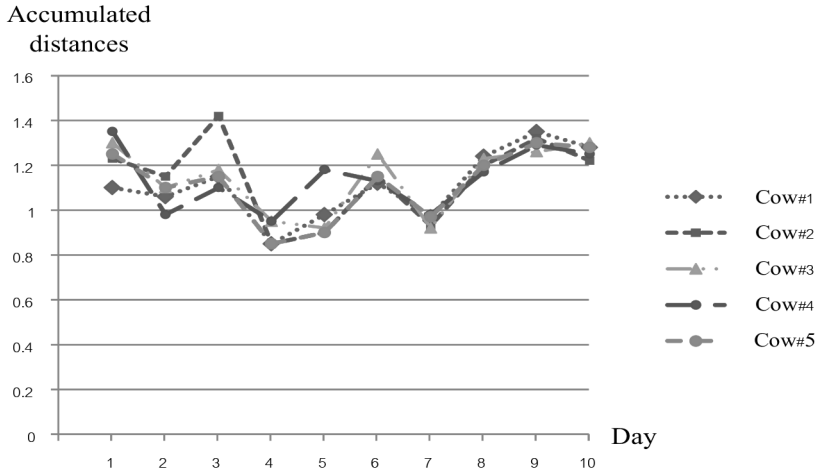

Figure 5 Accumulated distances of 5 cows for 10 days.

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เสนอระบบสำหรับกำหนดคะแนนคาบเวลาพฤติกรรมของโค โดยใช้คาบเวลาพฤติกรรมของโคจ่าฝูงสร้างเป็นอนุกรมเวลาอ้างอิง เพื่อใช้วัดความเหมือนกับคาบเวลาพฤติกรรมของโคในฝูงโดยใช้ไดนามิกไทม์วอร์ปปิง ผลการทดลองจากรูป Figure 5 แสดงให้เห็นว่าเมื่อคาบเวลาพฤติกรรมของโคในฝูงมีความคล้ายคลึงกับอนุกรมเวลาอ้างอิงจะทำให้ค่าระยะทางสะสมน้อย (คะแนนความเหมือน) อยู่ในช่วง 0.83-1.42 นั้นคือ คาบเวลาพฤติกรรมหรือสุขภาพของโคอยู่ในเกณฑ์ปกติ ในทางตรงข้ามถ้ามีค่ามาก นั้นคือคาบเวลาพฤติกรรมหรือสุขภาพของโคเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นคะแนนความเหมือนของคาบเวลาพฤติกรรมของโค สามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลสำหรับทำนายสุขภาพของโคได้

เอกสารอ้างอิง

1. ดร.สุวิช บุญโปร่ง. คู่มือการเลี้ยงโคเนื้อสำหรับเกษตรกรไทย. สุรินทร์: โรงพิมรุ่งธนเกียรติ; 2558. หน้า 30-14.
2. Floron C Faries Jr. Common Health Problems of Beef Cattle. Texas A&M AgriLife Extension Service 2012; E-348 06-05: 1-8.
3. Aurasopon A and Kuankid S. Dynamic time warping for classifying lameness in cows. CIGR Journal 2016a; 18(2): 457-65.
4. Schwager M, Anderson D M, Butler Z and Rus D. Robust classification of animal tracking data. Computers and Electronics in Agriculture 2007; 56(1): 46-59.
5. Oudshoorn F W, Kristensen T and Nadimi E S. Dairy cow defecation and urination frequency and spatial distribution related to time limited grazing. Livestock Science 2008; 113(1): 62–73.
6. Darr M and Epperson W. Embedded sensor technology for real time determination of the animal lying time. Computers and Electronics in Agriculture 2009; 66(1): 106-11.
7. Robert B, White B J, Renter D G and Larson R L. Evaluation of three-dimensional accelerometers to monitor and classify behavior patterns in cattle. Computers and Electronics in Agriculture 2009; 67(1-2): 80-84.
8. Aurasopon A, Rattanawong T and Kaunkid S. Classification of the cattle behaviors by using magnitude and variance of accelerometer signal. CIGR Journal 2015; 17(4): 415-20.
9. Aurasopon A and Kuankid S. Dynamic time warping for classifying the cattle behaviors and reducing the acceleration data size. CIGR Journal 2016b; 18(4): 293-300.
10. Alsaaod M, Romer C, Kleinmanns J, Hendriksen K, Rose-Meierhofer S, Plumer L and Buscher W. Electronic detection of lameness in dairy cows through measuring pedometric activity and lying behavior. Applied Animal Behaviour Science 2012; 142(3-4): 134–41.
11. De Mol R M, Andre G, Bleumer E J, van der Werf J T, de Haas Y and van Reenen C G. Applicability of day-to-day variation in behavior for the automated detection of lameness in dairy cows. Journal Dairy Science 2013; 96(6): 3703–12.
12. Kamphuis C, Frank E, Burke J K, Verkerk G A and Jago J G. Applying additive logistic regression to data derived from sensors monitoring behavioral and physiological characteristics of dairy cows to detect lameness. Journal Dairy Science 2013; 96(11): 7043–53.
13. Thorup V M, Munksgaard L, Robert P E, Erhard H W, Thomsen P T and Friggens N C. Lameness detection via leg-mounted accelerometers on dairy cows on four commercial farms. Animal 2015; 9(10): 1704-12.
14. Liberati P and Zappavigna P. Improving the automated monitoring of dairy cows by integrating various data acquisition systems. Computers and Electronics in Agriculture 2009; 68(1): 62–67.
15. Jónsson R, Blanke M, Poulsen N K, Caponetti F, Hosjsgaard S. Oestrus detection in dairy cows from activity and lying data using on-line individual models. Computers and Electronics in Agriculture 2011; 76(1): 6-15.
16. Silper B F, Polsky L, Luu J, Burnett T A, Rushen J, de Passillé A M and Cerri R L. Automated and visual measurements of estrous behavior and their sources of variation in Holstein heifers. II: Standing and lying patterns. Theriogenology 2015; 84(3): 333-341.
17. Giorgino, T. Computing and Visualizing Dynamic Time Warping Alignments in R: The dtw Package. Journal of Statistical Software, 2009; 31(7): 1–24.