

การประยุกต์ใช้เซนเซอร์ความเร่งสำหรับสังเกตพฤติกรรมโค An Accelerometer Application for Monitoring Cattle Behavior

ชนดล รัตนวงศ์,^{1*} อภินันท์ อูร์โสภณ²

Tanadon Rattanawong,^{1*} Apinan Aurasopon²

Received: 5 May 2013; Accepted: 10 August 2013

บทคัดย่อ

การเฝ้าสังเกตพฤติกรรม เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการดูแลและป้องกันสุขภาพของโคอาจเกิดปัญหาสำหรับเกษตรกร ที่ไม่สามารถสังเกตได้ตลอดเวลาและทั่วถึง โดยเฉพาะการเลี้ยงโคที่มีจำนวนมาก ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเสนอการประยุกต์ใช้เซนเซอร์ความเร่งสำหรับสังเกตพฤติกรรมโค โดยที่ระบบประกอบด้วยสองส่วนคือ ระบบการวัด และระบบการตัดแยก ซึ่งระบบการวัดประกอบด้วยเซนเซอร์ความเร่ง ไมโครคอนโทรลเลอร์และตัวส่งสัญญาณไร้สาย ส่วนระบบการตัดแยกพฤติกรรมของโคจะทำหน้าที่รับสัญญาณพฤติกรรมของโคจากระบบการวัด สัญญาณที่ได้จะถูกนำมาตัดแยกเป็นเวลาของพฤติกรรมการเดิน การยืนและการนอน การทดสอบระบบที่นำเสนอจะทำการทดสอบกับโคจำนวน 2 ตัว ผลลัพธ์ที่ได้จะถูกแสดงในรูปของพฤติกรรมเทียบกับเวลา และเพื่อทำการวัดความถูกต้องของระบบที่นำเสนอผลลัพธ์จะถูกเปรียบเทียบกับการสังเกตพฤติกรรมด้วยคน ผลการทดลองพบว่าพฤติกรรมเดินและยืนมีความคลาดเคลื่อนสูงสุดร้อยละ 2 ยืนหนึ่งมีความคลาดเคลื่อนสูงสุดร้อยละ 13 และนอนมีความคลาดเคลื่อนสูงสุดร้อยละ 7

คำสำคัญ: เซนเซอร์วัดความเร่ง การสังเกตพฤติกรรมโค

Abstract

Monitoring of cattle behavior in order to use the data for care and health protection may cause problems for farmers. Those farmers unable to monitor the cattle's behavior all the time and thoroughly, especially when they raise many cattle, are faced with even greater problems. This research focused on an accelerometer application for monitoring the cattle's behavior. The system comprises a measuring system and a classification system. The measuring system consists of an accelerometer, microcontroller and wireless sensor network. For developing the classification system of cattle behavior, the behavior signal was received from the measuring system, and then it was classified by the timing of walking-grazing, standing, and lying. The system was tested by monitoring the behavior of two cattle. The results are shown by comparing behavior to time. To assure precision, the results of the cattle behavior monitoring were verified by observers. When the results were compared between both observations, the following errors were found: walking-grazing maximum error was 2%, standing maximum error was 13% and lying maximum error was 7%.

Keywords: accelerometer, observation of cattle behavior

บทนำ

การเลี้ยงโคเนื้อเป็นอาชีพที่สำคัญอาชีพหนึ่งที่นิยมเลี้ยงกันอย่างแพร่หลายในประเทศไทย โดยวัตถุประสงค์หลักคือเพื่อบริโภคและจำหน่ายในรูปแบบของผลิตภัณฑ์เนื้อโค ทั้งจากปริมาณความต้องการบริโภคเนื้อโคของประชากรในประเทศ

และความต้องการของตลาดต่างประเทศ¹ การเลี้ยงโคให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสูง ดังนั้นเกษตรกรจึงให้ความสำคัญเป็นอย่างมากต่อการเลี้ยงและดูแลสุขภาพโค เพื่อที่จะทำให้ได้คุณภาพของเนื้อโค โดยทั่วไปการเลี้ยงโคมีอยู่สองรูปแบบคือ การเลี้ยงแบบยืนโรง และการเลี้ยงแบบปล่อยทุ่ง ซึ่งการ

¹ นิสิตปริญญาโท, ² ผู้ช่วยศาสตราจารย์, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150, โทรศัพท์: 083-3723342, Email: g38_51010311649@hotmail.com.

¹ Master degree, ² Assist. Prof., Faculty of Engineering, Mahasarakham University, Kantharawichai District, Mahasarakham 44150, Thailand, Tel:083-3723342, Email: g38_51010311649@hotmail.com.

* Corresponding author: g38_51010311649@hotmail.com.

เลี้ยงแบบยืนโรง ผู้เลี้ยงสามารถดูแลสุขภาพของโคได้อย่างทั่วถึง แต่การเลี้ยงในลักษณะนี้มีต้นทุนสูง เนื่องจากจะต้องสร้างโรงเรือนและใช้อุปกรณ์ในการเลี้ยงที่มีราคาสูงทำให้เกษตรกรส่วนใหญ่ในประเทศไทยหันไปนิยมเลี้ยงโคในลักษณะการเลี้ยงแบบปล่อยทุ่งเพราะมีต้นทุนในการเลี้ยงที่ต่ำ แต่ด้วยการเลี้ยงในลักษณะนี้เกษตรกรไม่สามารถดูแลสังเกตโคได้ทั่วถึง อาจทำให้มีความเสี่ยงต่อความผิดปกติที่ส่งผลไปถึงสุขภาพของโค^{2,3} การสังเกตสุขภาพของโคนั้นมีอยู่สองวิธีคือ การสังเกตทางด้านสรีระ เช่น หู ตา จมูก สีขน ปัสสาวะ และอุจจาระ ซึ่งวิธีนี้จะสามารถวินิจฉัยสุขภาพของโคได้อย่างถูกต้อง แต่เกษตรกรต้องมีประสบการณ์ ความรู้ความชำนาญ ซึ่งบางครั้งจำเป็นต้องอาศัยสัตวแพทย์ในการวินิจฉัย ในขณะที่วิธีที่สองคือการสังเกตทางด้านพฤติกรรมการดำรงชีวิตของโค เช่น เวลาการยืน การเดิน และการนอน ถึงแม้ว่าวิธีนี้จะไม่สามารถวินิจฉัยสุขภาพได้โดยตรง แต่ก็สามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นได้⁴ การสังเกตพฤติกรรมของโคสามารถทำได้ 2 ลักษณะ คือ การใช้แรงงานคนและการใช้เทคโนโลยีทางอิเล็กทรอนิกส์เข้ามาช่วยในการสังเกต อย่างไรก็ตามการใช้แรงงานคนในการสังเกตพฤติกรรมโคนั้นเป็นไปได้ยาก โดยเฉพาะในกรณีมีโคจำนวนมาก ดังนั้นงานวิจัยจำนวนมาก⁵⁻⁹ จึงมีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ช่วยในการดูแลป้องกันสุขภาพของโค เช่น ระบบสมองกลฝังตัวที่ใช้เซนเซอร์วัดความเร่ง โดยนำไปติดตั้งที่ข้อขาด้านหลังของโคนมเพื่อ

สังเกตพฤติกรรมการนอน⁵ การนำเอาเซนเซอร์น้ำหนักติดตั้งกับเครื่องรีดนมโคเพื่อวัดแรงกดจากขาของโคทั้งสี่ข้างโดยนำข้อมูลทำการพล็อตกราฟ เพื่อวิเคราะห์ความผิดปกติของเท้าโค⁶ การสังเกตจากร่างกายของโคเช่นจากอัตราการเต้นของหัวใจ 60-70 ครั้งต่อนาที จากอัตราการหายใจ 15-30 ครั้งต่อนาทีและจากอุณหภูมิร่างกาย 38-39 องศาเซลเซียส⁷ การนำเอาไมโครโฟนติดตั้งบริเวณใกล้ๆกับปากของโค เพื่อให้รู้ถึงพฤติกรรมการกินหญ้าของโค โดยนำสัญญาณข้อมูลมาวิเคราะห์ถึงปริมาณอัตราการกิน⁸ และการสร้างเซนเซอร์วัดหัวเข้าสำหรับตรวจสอบพฤติกรรมโค เพื่อสังเกตพฤติกรรมการดำรงชีวิตของโค⁹

จากงานวิจัยดังกล่าว การใช้เซนเซอร์วัดความเร่งจะทราบเฉพาะพฤติกรรมการยืน การเดินและการนอน การวัดน้ำหนักจากแรงกดของขาทั้งสี่ของโคทำให้ทราบถึงอาการเจ็บของขาโค แต่สามารถวัดได้ก็ต่อเมื่อนำโคเข้ามายังแท่นวัดน้ำหนักที่กำหนดเท่านั้น การวัดอัตราการเต้นของหัวใจ อัตราการหายใจ และอุณหภูมิของร่างกายโค สามารถบอกสุขภาพโคได้โดยตรง แต่ยากที่จะออกแบบชุดสวมใส่ ในขณะที่การใช้เซนเซอร์วัดหัวเข้าโคนั้น ทำให้โคเกิดความรำคาญ

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเสนอการประยุกต์ใช้เซนเซอร์ความเร่งสำหรับสังเกตพฤติกรรมการดำรงชีวิตโค เพื่อที่เกษตรกรผู้เลี้ยงจะสามารถใช้เป็นข้อมูลสำหรับดูแลสุขภาพของโค

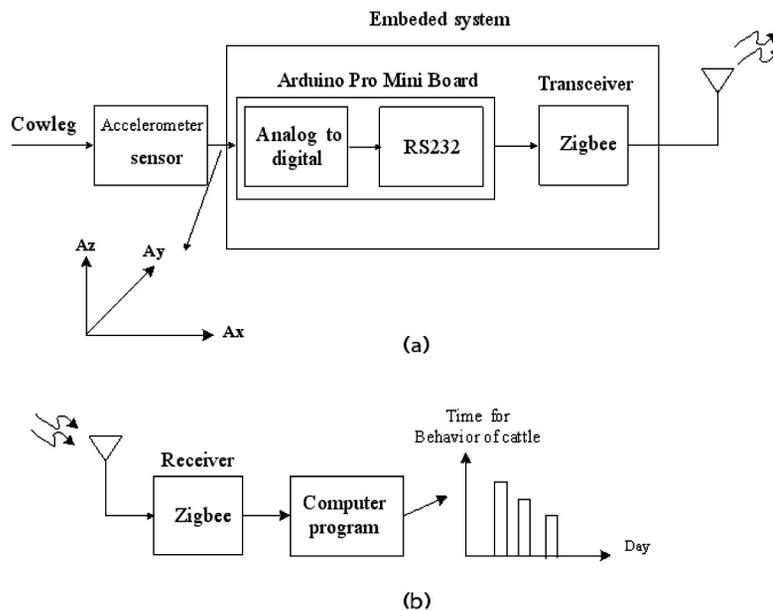


Figure 1 Block diagram of classification system of cattle behavior. (a) Embedded system for measuring the cattle behavior. (b) Classification system for cattle behavior.

ระบบการตัดแยกพฤติกรรมการดำรงชีวิตโค

Figure 1 แสดงระบบการตัดแยกพฤติกรรมการดำรงชีวิตโค ประกอบด้วยสองส่วนคือภาคส่ง และภาครับ โดยมีโครงสร้างและหลักการทางานดังนี้

1) ภาคส่ง

Figure 1(a) แสดงระบบสมองกลฝังตัว

สำหรับวัดพฤติกรรมการดำรงชีวิตของโค ซึ่งประกอบด้วยเซนเซอร์ความเร่งสามแกนคือ X Y และ Z โดยจะถูกติดตั้งที่ขาโค เมื่อโคเกิดการเคลื่อนไหว จะส่งผลให้แรงดันเอาต์พุตของแต่ละแกนเปลี่ยนแปลง แรงดันนี้จะถูกส่งให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อทำการเปลี่ยนสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล และทำการประมวลผลแล้วส่งต่อไปยังเครือข่ายไร้สายตัวส่ง Zigbee ผ่านฟังก์ชัน RS232 สู่อุปกรณ์

2) ภาครับ

Figure 1(b) แสดงระบบการตัดแยกพฤติกรรมการดำรงชีวิตโค โดยที่ประกอบด้วยเครือข่ายไร้สายตัวรับ Zigbee และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยที่เครือข่ายไร้สายตัวรับทำหน้าที่รับข้อมูลพฤติกรรมการดำรงชีวิตโคที่ได้จากเซนเซอร์วัดความเร่งสามแกนคือ X Y และ Z สัญญาณเหล่านี้จะถูกนำมาทำการตัดแยกพฤติกรรมการเดิน การยืนและการนอนเทียบกับเวลาโดยใช้โปรแกรม MATLAB

ความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณของเซนเซอร์ความเร่งกับพฤติกรรมโค

งานวิจัยที่ผ่านมาได้มีการใช้เซนเซอร์ความเร่งตัดแยกพฤติกรรมโค¹⁰ ซึ่งใช้การตัดแยกแบบต้นไม้ตัดสินใจ (Decision tree) โดยการนำเอาค่าสมบรูณ์ของผลรวมทั้งสามแกน เพื่อใช้ในการตัดสินใจนี้เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนสูง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ทำการตัดแยก โดยการนำค่าเฉลี่ยของแต่ละแกนและค่าความแปรปรวนของแกน Y พิจารณา Figure 2 สัญญาณของเซนเซอร์ความเร่งสามแกน ที่สัมพันธ์กับแต่ละพฤติกรรมการดำรงชีวิตของโค โดยที่แกนตั้งเป็นแรงดัน แกนนอนเป็นเวลาซึ่งแสดงพฤติกรรมโค เช่น เดินแทะเล็ม

หญ้า ยืนนิ่ง นอนทับขาซ้ายและทับขาขวา ดังนั้นจากกราฟสามารถนำมาตัดแยกแต่ละพฤติกรรมได้ โดยใช้ระดับแรงดันขีดแบ่ง (Threshold) ของแต่ละพฤติกรรมดังนี้

1. ขณะเดินแทะเล็มหญ้า
 - แกน x > 1.8 V
 - แกน y อยู่ระหว่าง 1.45- 2.10 V
 - แกน z อยู่ระหว่าง 1.6-1.8 V
2. ขณะยืนนิ่ง
 - แกน x > 1.8 V
 - แกน y 1.45- 1.6 V
 - แกน z อยู่ระหว่าง 1.6-1.8 V
3. ขณะนอน
 - นอนทับซ้าย
 - แกน x ≤ 1.8 V
 - แกน y อยู่ระหว่าง 1.5-1.7 V
 - แกน z ≥ 1.9 V
 - นอนทับขวา
 - แกน x ≤ 1.8 v
 - แกน y อยู่ระหว่าง 1.5-1.7 V
 - แกน z ≤ 1.5 V

จากการจำแนกระดับแรงดัน เราจะเห็นว่าพฤติกรรม การเดินแทะเล็มหญ้าและยืนนิ่งนั้น ค่าระดับแรงดันมีค่าใกล้เคียงกัน ทำให้ยากต่อการตัดแยก แต่จากการสังเกตกราฟสัญญาณใน Figure 2 เราจะเห็นว่าแรงดันในแกน Y ของพฤติกรรมเดินแทะเล็มหญ้านั้น มีการเปลี่ยนแปลงระดับแรงดันตลอดเวลา ซึ่งแตกต่างจากพฤติกรรมการยืนนิ่ง ดังนั้นการตัดแยกพฤติกรรมระหว่างสองกลุ่มนี้ เราจะตัดแยกโดยอาศัยหลักการความแปรปรวนของแกน Y ในขณะที่แรงดันของพฤติกรรมนอนนั้น ระดับแรงดันของทั้งสามแกนจะมีความแตกต่างจากระดับแรงดันของพฤติกรรมเดินแทะเล็มหญ้าและยืนนิ่ง

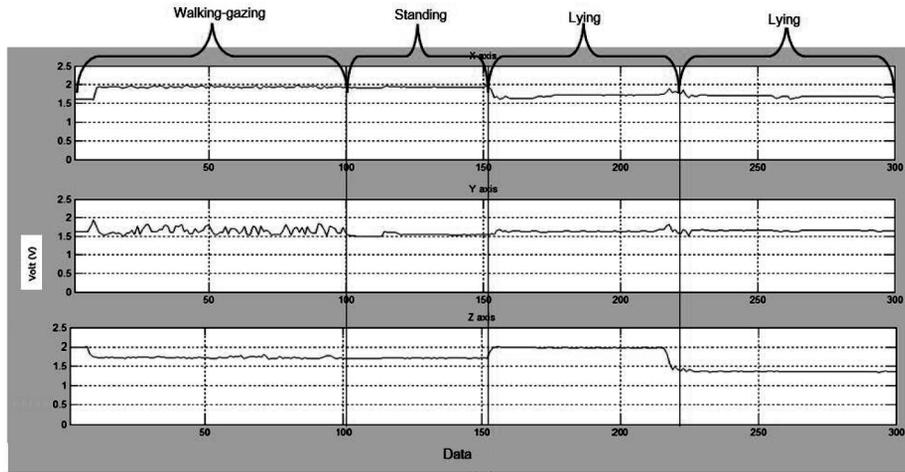


Figure 2 Accelerometer signal of each cattle behavior.

Figure 3 แสดงบล็อกไดอะแกรมของการตัดแยกพฤติกรรม เริ่มต้นจะทำการรับข้อมูลแรงดันของพฤติกรรม โค X Y และ Z เข้ามาทุกๆ 1 วินาที และจะนำข้อมูลเพื่อทำการตัดแยกทุกๆ 60 วินาที หรือ 60 ข้อมูล หลังจากนั้นจะทำการหาค่าเฉลี่ยของแต่ละแกน และค่าความแปรปรวนของแกน Y และจะนำค่าที่ได้เข้าสู่เงื่อนไขการเปรียบเทียบเพื่อทำการตัด

แยกพฤติกรรม โดยขั้นตอนแรกจะทำการตัดแยกออกเป็นสองกลุ่มคือ 1) พฤติกรรมการเดินแทะเล็มหญ้าและยืนนิ่ง และ 2) พฤติกรรมการนอน โดยใช้ระดับแรงดัน ในขณะที่ขั้นตอนที่สองจะทำการตัดแยก พฤติกรรมการเดินแทะเล็มหญ้าและยืนนิ่ง โดยใช้ความแปรปรวนของแกน Y และขั้นตอนสุดท้ายจะนำผลลัพธ์ที่ได้ เก็บเป็นฐานข้อมูลในรูปของเวลา

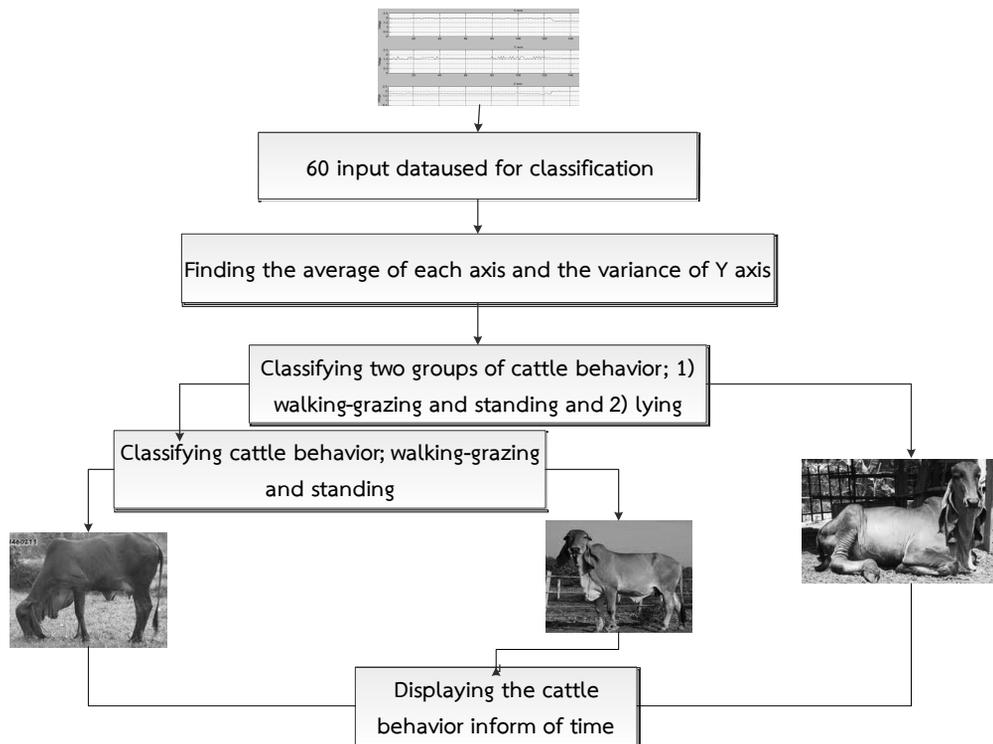


Figure 3 Block diagram for classification of cattle behavior.

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อจำแนกพฤติกรรม

ในหัวข้อนี้ผู้วิจัยจะแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อจำแนกพฤติกรรมโคโดยอาศัยหลักการพื้นฐานที่ได้อธิบายไว้ในหัวข้อที่ผ่านมา การจำแนกพฤติกรรมจะอาศัยนำเอาค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของข้อมูลปัจจุบันเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนอ้างอิง ซึ่งเป็นค่าที่ได้จากการทดลอง โดยที่ค่าอ้างอิงของแต่ละแกนของแต่ละพฤติกรรมหาได้ดังนี้

ค่าเฉลี่ยของแต่ละแกนของกลุ่มพฤติกรรมเดินแทะเล็มหญ้าและยืนนิ่ง

$$\mu_{wrj} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i \quad \text{สมการ (1)}$$

ค่าเฉลี่ยของแต่ละแกนของกลุ่มพฤติกรรมการนอน

$$\mu_{srj} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i \quad \text{สมการ (2)}$$

ค่ากลางของค่าเฉลี่ยในแต่ละแกน

$$\bar{X}_{rj} = \frac{\mu_{wrj} + \mu_{srj}}{2} \quad \text{สมการ (3)}$$

เมื่อ X_i คือค่าของข้อมูลลำดับที่ i

μ_{wrj} คือค่าเฉลี่ยของแต่ละแกนของกลุ่มพฤติกรรมเดินแทะเล็มหญ้าและยืนนิ่ง

μ_{srj} คือค่าเฉลี่ยของแต่ละแกนของกลุ่มพฤติกรรมการนอน

\bar{X}_{rj} คือค่ากลางของค่าเฉลี่ยในแต่ละแกน

N คือจำนวนข้อมูล

โดยที่ j แสดงแกน X Y และ Z

จากสมการที่ (1)-(3) จะได้ค่ากลางของค่าเฉลี่ยในแต่ละแกนสำหรับคัดแยกพฤติกรรมเดินแทะเล็มหญ้าและยืนนิ่ง กับพฤติกรรมการนอนดังนี้

\bar{X}_{r1} คือค่ากลางของค่าเฉลี่ยของแกน X

\bar{X}_{r2} คือค่ากลางของค่าเฉลี่ยของแกน Y

\bar{X}_{r3} คือค่ากลางของค่าเฉลี่ยของแกน Z

ค่าความแปรปรวนอ้างอิง เพื่อใช้สำหรับคัดแยกพฤติกรรมเดินแทะเล็มหญ้า กับยืนนิ่งหาได้ดังนี้

ค่าความแปรปรวนของแกน Y ของพฤติกรรมเดินแทะเล็มหญ้า

$$\sigma_{wry}^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \mu_{wry})^2}{N} \quad \text{สมการ (4)}$$

ค่าความแปรปรวนของแกน Y ของพฤติกรรมยืนนิ่ง

$$\sigma_{iry}^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \mu_{iry})^2}{N} \quad \text{สมการ (5)}$$

ค่ากลางของค่าความแปรปรวน

$$P_r = \frac{\sigma_{wry}^2 + \sigma_{iry}^2}{2} \quad \text{สมการ (6)}$$

โดยที่

σ_{iry}^2 คือค่าความแปรปรวนของข้อมูล

P_r คือค่ากลางของความแปรปรวนระหว่างสองกลุ่มข้อมูล

ค่าอ้างอิงที่ได้จากสมการที่ (1)-(6) จะถูกบันทึก เพื่อใช้เปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของข้อมูลปัจจุบัน ซึ่งหาได้ดังนี้

ค่าเฉลี่ยของแต่ละแกนของข้อมูลปัจจุบัน

$$\mu_j = \frac{1}{60} \sum_{i=1}^{60} X_i \quad \text{สมการ (7)}$$

โดยที่ μ_j คือค่าเฉลี่ยของแต่ละแกนของข้อมูลปัจจุบัน ; j แสดงแกน X Y และ Z

ผลลัพธ์จากสมการที่ (7) จะถูกนำไปใช้เป็นข้อมูลเปรียบเทียบกับผลลัพธ์จากสมการที่ (1)-(3) เพื่อแยกพฤติกรรมเดินแทะเล็มหญ้าและยืนนิ่ง กับพฤติกรรมการนอน

ค่าความแปรปรวนของข้อมูลแกน Y

$$\sigma_y^2 = \frac{\sum_{i=1}^{60} (X_i - \mu_y)^2}{60} \quad \text{สมการ (8)}$$

ผลลัพธ์จากสมการที่ (8) จะถูกนำไปใช้เป็นข้อมูลเปรียบเทียบกับผลลัพธ์จากสมการที่ (6) เพื่อแยกพฤติกรรมเดินแทะเล็มหญ้า กับยืนนิ่ง

วิธีการวิจัย

Figure 4 แสดงการติดตั้งระบบสมองกลฝังตัวสำหรับวัดพฤติกรรมการดำรงชีวิตโคซึ่งจะทำการติดตั้งที่ขาด้านหลังโค โดยที่แกน X จะทำมุมตั้งฉากกับตัวโค แกน Y จะทำมุมขนานกับตัวโค และแกน Z จะทำมุมพุ่งออกจากตัวโคการทดสอบระบบที่นำเสนอจะทำการทดสอบกับโคจำนวน 2 ตัว จำนวน 5 วัน โดยใช้เวลาวันละ 8 ชั่วโมงผลลัพธ์ที่ได้จะถูกแสดงในรูปของพฤติกรรมเทียบกับเวลา และเพื่อทำการวัดความถูกต้องของระบบที่นำเสนอผลลัพธ์จะถูกเปรียบเทียบกับการสังเกตพฤติกรรมด้วยคน โดยเปรียบเทียบช่วงเวลาตามกลุ่มพฤติกรรมคือ เดินแทะเล็มหญ้า ยืนนิ่ง และนอน



Figure 4 Installation of embedded system for measuring the cattle behavior.

ผลการวิจัย

เนื้อหาในส่วนนี้ ผู้เขียนจะแสดงผลการทดลองของโคทั้งสอง โดยที่ Figure 5 และ Figure 6 แสดงผลการทดลองในรูปแบบของแผนภูมิแท่ง เปรียบเทียบกันระหว่างการสังเกตพฤติกรรมจากคน และการสังเกตพฤติกรรมจากระบบที่เสนอ จากผลการทดลองของแต่ละพฤติกรรม เราสามารถสรุปค่าเฉลี่ยของแต่ละพฤติกรรมได้ดังนี้

1) การสังเกตด้วยคน

โคตัวที่ 1 เดินแทะเล็มหญ้าเฉลี่ย 6 ชั่วโมง 28 นาทีต่อวัน ยืนนิ่งเฉลี่ย 1 ชั่วโมงต่อวัน และนอนเฉลี่ย 32 นาทีต่อวัน

โคตัวที่ 2 เดินแทะเล็มหญ้าเฉลี่ย 6 ชั่วโมง 12 นาทีต่อวัน ยืนนิ่งเฉลี่ย 1 ชั่วโมง 6 นาทีต่อวัน และนอนเฉลี่ย 42 นาทีต่อวัน

2) การสังเกตด้วยระบบที่เสนอ

โคตัวที่ 1 เดินแทะเล็มหญ้าเฉลี่ย 6 ชั่วโมง 18 นาทีต่อวัน ยืนนิ่งเฉลี่ย 1 ชั่วโมง 8 นาทีต่อวัน และนอนเฉลี่ย 34 นาทีต่อวัน

โคตัวที่ 2 เดินแทะเล็มหญ้าเฉลี่ย 6 ชั่วโมง 5 นาทีต่อวัน ยืนนิ่งเฉลี่ย 1 ชั่วโมง 10 นาทีต่อวัน นอนเฉลี่ย 45 นาทีต่อวัน

3) ผลการเปรียบเทียบ

โคตัวที่ 1 เดินแทะเล็มหญ้ายาค่าเฉลี่ยที่ได้ต่างกัน 10 นาที ดังนั้น ความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 2% ยืนนิ่งค่าเฉลี่ยที่ได้ต่างกัน 8 นาที ดังนั้นความคลาดเคลื่อน 13% และนอนค่าเฉลี่ยที่ได้ต่างกัน 2 นาที ความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 7%

โคตัวที่ 2 เดินแทะเล็มหญ้ายาค่าเฉลี่ยที่ได้ต่างกัน 7 นาที ความคลาดเคลื่อน 1% ยืนนิ่งค่าเฉลี่ยที่ได้ต่างกัน 4 นาที ความคลาดเคลื่อน 5% และนอนค่าเฉลี่ยที่ได้ต่างกัน 3 นาที ความคลาดเคลื่อน 5%

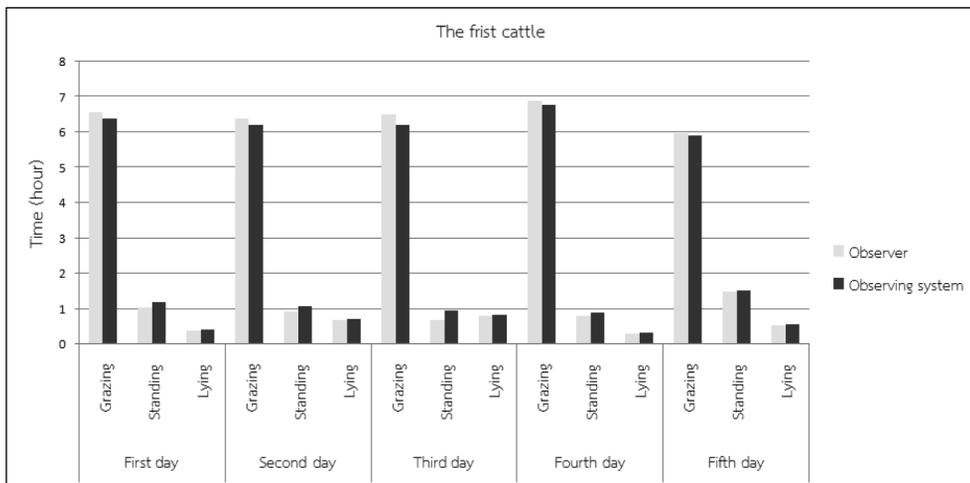


Figure 5 Behavior time of the first cattle

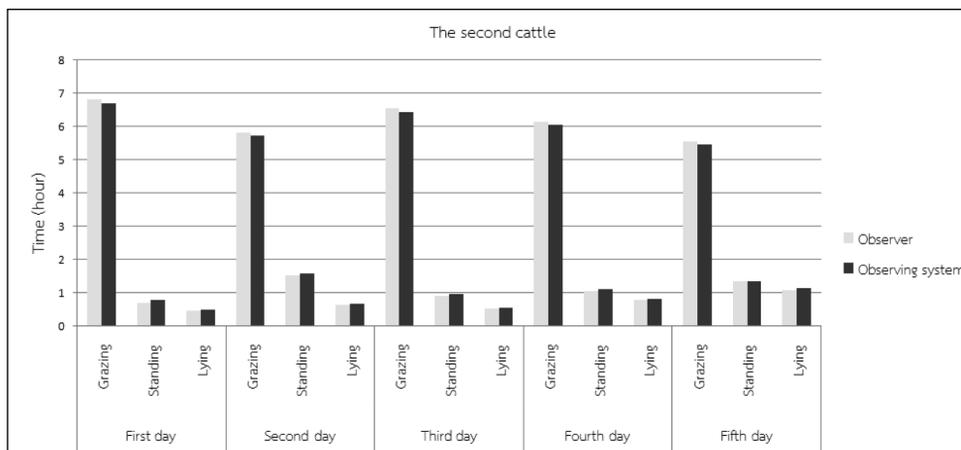


Figure 6 Behavior time of the second cattle

อภิปรายผล

จากผลการวิจัยพบว่าผลลัพธ์ที่ได้จากระบบที่นำเสนอ เมื่อเทียบกับการสังเกตโดยคนนั้น มีข้อผิดพลาด นี่เป็นเพราะว่าโปรแกรมการคัดแยกจะนำข้อมูลเข้าสู่กระบวนการคัดแยกพฤติกรรม และแสดงผลลัพธ์ทุกๆ 1 นาที ซึ่งถ้าหากโคเปลี่ยนพฤติกรรมในช่วงระยะเวลาหนึ่งนาทีนี้ จะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนขึ้น

สรุป

งานวิจัยนี้เสนอการประยุกต์ใช้เซนเซอร์ความเร่งสำหรับสังเกตพฤติกรรมโค ซึ่งข้อมูลที่ได้ถูกแสดงในรูปของเวลาแต่ละพฤติกรรม เช่น เวลาของพฤติกรรมเดินและเลียหญ้า การนอนและการยืน ดังนั้นข้อมูลที่ได้เหล่านี้ เกษตรผู้เลี้ยงสามารถนำไปใช้เพื่อดูแลรักษาสุขภาพโคเบื้องต้นได้ เช่น ใช้เป็นข้อมูลสำหรับวิเคราะห์ถึงความผิดปกติของโค หรือใช้สำหรับวิเคราะห์ถึงปริมาณการกิน เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากเงินทุนอุดหนุนการวิจัยงบประมาณรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2557 มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้ทำวิจัยขอขอบพระคุณศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC) ที่สนับสนุนทุนวิจัยภายใต้ โครงการวิจัย พัฒนาและวิศวกรรม ประจำปีงบประมาณ 2555 นางลำดวน และนายสนั่น การุญธร ที่อำนวยความสะดวกให้ใช้โคสำหรับการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

- สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร.(2552). *การศึกษาระบบตลาดโคเนื้อ*. กรุงเทพฯ: เอกสาร วิจัยเศรษฐกิจการเกษตร
- ยอดชายทองไทยนิษฐ์, ไพโรจน์ ศิริสม, สว่าง อังกูโร, จารุวัฒน์ นุตเดชาพันธ์. (2548). *การเลี้ยงโคเนื้อ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์ การเกษตรแห่งประเทศไทย
- กรรณิกา เมฆแดง, จิตติมา กันตนามัลลกุล, อัจฉรา โพธิ์ดี. (2555). การจัดการการผลิตโคเนื้อแบบขังคอกและโคเนื้อแบบปล่อยฝูงในอำเภอเมืองจังหวัดกาญจนบุรี. *การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช: วันที่ 4-5 กันยายน 2555*. นนทบุรี
- ยอดชายทองไทยนิษฐ์, ไพโรจน์ ศิริสม, สว่าง อังกูโร, จารุวัฒน์ นุตเดชาพันธ์. (2548). *การสังเกตพฤติกรรมโคป่วย.การเลี้ยงโคเนื้อ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์ การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- Matthew Darr,William Epperson. (2009). Embedded sensor technology for realtime determination of animal lying time. *Computers and Electronics in Agriculture*. 66(2009): 106–111
- M. Pastell ,M. Hautala, V. Poikalainen, J. Praks,I. Veermae, M. Kujala, J. Ahokas.(2008).Automati-cobobservation of cow leg health using load sensors. *Computers and Electronics in Agriculture*. 62(2008): 48–53
- R.A. Eigenberg, T.M. Brown-Brandl, J.A. Nienaber. (2008).Sensors for dynamic physiological measurements. *Computers and Electronics in Agriculture*. 62(2008): 41–47
- William M. Clapham, James M. Fedders, Kim Beeman, James P.S. Neel. (2011). Acoustic monitoring system to quantify ingestive behavior of free-grazing cattle. *Computers and Electronics in Agricul-ture*. 76(2011): 96–104
- รัฐพล ดุลยะลา และคณะ. (2555). เซนเซอร์วัดหัวเข่า สำหรับตรวจสอบพฤติกรรมของโค. *การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย; ครั้งที่ 13 4-5 เมษายน 2555*.เชียงใหม่
- B. Robert, B.J. White, D.G. Renter and R.L. Larson. (2009). Evaluation of three-dimensional accelerometers to monitorand classify behavior patterns in cattle. *Computers and Electronics in Agriculture*. 67(2009): 80-84.