การวิเคราะห์พฤติกรรมโคนมจากภาพวีดีโอ

สุธาสินี นพฤทธิ์ ณฐพล พันธุวงศ์ และ กิติ์สุชาต พสุภา

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกลาเจาคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

Emails: suthasinee.nop@gmail.com, natapon@it.kmitl.ac.th, kitsuchart@it.kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

อุตสาหกรรมโคนมนั้นเป็นอุตสาหกรรมที่เป็นส่วนสำคัญของภาคอุตสาหกรรมการเกษตร ด้วยผลิตภัณฑ์จากน้ำนมวัวซึ่งเป็นสารอาหารสำคัญที่มนุษย์ใช้ในการดำรงชีวิต การวิเคราะห์พฤติกรรมของโคนมเกิดขึ้นจากการที่ฟาร์มโคนมพยายามที่จะรักษาสุขภาพและอารมณ์ของโคนมให้สมบูรณ์แข็งแรงอยู่เสมอ ซึ่งหากโคนมมีความสมบูรณ์แข็งแรงก็จะส่งเสริมให้ผลิตภัณฑ์น้ำนมนั้นมีคุณภาพและปริมาณที่สูงขึ้น ในปัจจุบันฟาร์มโคนมส่วนใหญ่นั้นวิเคราะห์พฤติกรรมของ โคนมโดยใช้แรงงานคนเป็นผู้สังเกตการณ์ โดยที่ผู้สังเกตการณ์นั้นต้องมีความรู้และผ่านการฝึกฝนจึงทำให้การสังเกตพฤติกรรมของโคนมนั้นมีต้นทุนที่สูง บทความนี้จึงได้รวบรวมบทความวิจัยที่นักวิจัยทั่วโลกได้ทำวิจัยมาแล้วในหัวข้อการเกี่ยวกับการวิเคราะห์พฤติกรรมซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงทั้ง การวิเคราะห์พฤติกรรมของคน การวิเคราะห์พฤติกรรมของโคนม อีกทั้งเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์พฤติกรรมของโคนม เช่น เทคโนโลยีตัวรับรู้, เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์วิทัศน์ เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการสรุปเปรียบเทียบส่วนดีและส่วนด้อยของแต่ละวิธีการในส่วนท้ายของบทความอีกด้วย

คำสำคัญ – การวิเคราะห์พฤติกรรมของโคนม; เทคโนโลยีตัวรับรู้; เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์วิทัศน์;

Abstract

Dairy farming is one of important parts of agriculture industry which includes dairy milk. Dairy milk is highly nutritious food and very important for human life. Behaviours of dairy cows reflect their health and emotions. Currently, the observation requires a human to observe and analyse the cow's behaviours. This person has to be well-trained and experienced. However, a human cannot manually observe every cow in a farm all the time. It is too laborious and costly. Consequently, several researchers have tried to develop an automated system that can recognize cows' behaviour with little human effort. This paper surveys different approaches which can be used to observe cow's behaviour. At the end, current approaches and possible future works are discussed.

Index Terms – Dairy Cow's Behaviour Analysis; Sensors Technology; Computer Vision Technology;

1. บทนำ

พฤติกรรม คือ กริยาและท่าทางต่าง ๆ ที่สิ่งมีชีวิตแสดงออกเมื่อมีการกระตุ้นจากสิ่งเร้า บางครั้งพฤติกรรมที่เกิดขึ้นอาจเกิดขึ้นจากพันธุกรรม หรือเกิดขึ้นจากการเรียนรู้ โดยสิ่งเร้าที่เป็นตัวกระตุ้นนั้น สิ่งมีชีวิตอาจได้รับจากทั้งปัจจัยภายในและปัจจัยภายนอก สิ่งเร้าภายในเช่น ฮอร์โมน เอนไซม์ ความเครียด เป็นต้น สิ่งเร้าที่เกิดจากปัจจัยภายนอกเช่น แสง อุณหภูมิ อาหาร น้ำและการสัมผัสเป็นต้น

สำหรับโคนมก็เช่นกัน พฤติกรรมของโคนมสามารถแสดงถึงความสมบูรณ์ของร่างกายจิตใจ ความพิการ และอารมณ์ที่โคตัวนั้น ๆ เป็นอยู่ พฤติกรรมของโคนมที่แสดงออกมาทางร่างกายเช่น ท่าทางการเดินที่เปลี่ยนไปเมื่อมีอาการพิการหรืออาการป่วยเกิดขึ้น การขึ้นขี่โคตัวอื่นหรือ ยอมให้ตัวอื่นขึ้นขี่เมื่อมีอาการเป็นสัด การยืนนิ่งหรือนอนนิ่งโดยไม่ใช้หางปัดไล่แมลงแสดงถึงอาการป่วย การยืนนิ่งหรือนอนนิ่งเป็นเวลานานโดยไม่มีการเคี้ยวเอื้องแสดงถึงอาการป่วย และ การหอบเมื่อมีความเครียดจากอาการร้อนเป็นต้น

การสังเกตพฤติกรรมของโคนมนั้น มีความสำคัญอย่างยิ่งในภาคอุตสาหกรรมการเกษตรเนื่องจากความสมบูรณ์แข็งแรงของโคนมนั้น มีผลโดยตรงต่อปริมาณการให้น้ำนมของโคนม ซึ่งเป็นรายได้สำคัญของธุรกิจโคนม ในปัจจุบันการสังเกตพฤติกรรมของโคนมสามารถทำได้หลายวิธีดังนี้

1.1 การสังเกตโดยใช้ผู้สังเกตการณ์ (Observer)

การสังเกตโดยใช้ผู้สังเกตการณ์นั้นทำได้โดย ให้ผู้สังเกตการทำการมองดูลักษณะพฤติกรรมท่าทางของ โคนมที่แสดงออกมา

1.2 การใช้อุปกรณ์รับรู้ติดตั้งที่บนตัวของโคนม (Sensor Technology)

เป็นการวิเคราะห์พฤติกรรมของโคนมโดยการใช้อุปกรณ์รับรู้ติดตั้งที่บนตัวของโคนม อุปกรณ์ที่ทำการติดตั้งจะทำหน้าที่เป็นตัวรับที่คอยวัดความเร่ง (Accelerometer Sensor) ให้กับโคนมแต่ละตัวในฟาร์ม และมีเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เป็นเครื่องแม่ข่ายทำการรับข้อมูลที่ได้จากตัวรับแต่ละตัวตลอดเวลา โดยวิธีการนี้จะวัดผลจากลักษณะการเคลื่อนไหวของโคนม และความบ่อยในการเคลื่อนไหวของโคนมตัวนั้น ๆ

1.3 การสังเกตโดยใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์วิทัศน์ (Computer Vision Technology)

เป็นการวิเคราะห์พฤติกรรมของโคนมโดยการใช้การวิเคราะห์จากภาพถ่ายหรือภาพวีดีโอ โดยจะนำภาพของโคนมที่บันทึกได้จากฟาร์มมาผ่านกระบวนการในการประมวลผลภาพ เพื่อให้ได้ข้อมูลของโคนนมที่ใช้ในการวิเคราะห์พฤติกรรม

ถึงแม้ว่าวิธีการสังเกตพฤติกรรมของโคนมแบบใช้ผู้สังเกตการณ์และแบบติดอุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่ตัวของโคนมนั้นจะมีความแม่นยำสูง แต่ก็มีข้อเสียและข้อจำกัดอยู่มากมายเช่น ในการใช้การสังเกตพฤติกรรมโดยผู้สังเกตการณ์จำเป็นต้องใช้แรงงานซึ่งเป็นแรงงานคนมาทำการเฝ้าดูโคนมทุกตัว ซึ่งจะไม่สามารถทำได้บ่อย และไม่ทันท่วงที อีกทั้งผู้สังเกตการณ์จำเป็นต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพฤติกรรมของโคนม ซึ่งทำให้การจัดหาผู้สังเกตการณ์ที่มีความเชี่ยวชาญนั้นมีค่าใช้จ่ายซึ่งอาจจะไม่คุ้มค่ากับฟาร์มที่มีขนาดเล็ก และการประเมินผลโดยใช้คนนั้นอาจจะเกิดข้อผิดพลาดได้ง่าย ในขณะที่การสังเกตพฤติกรรมของโคนมโดยการติดตั้งอุปกรณ์บนตัวโคนมนั้นมีค่าใช้จ่ายสูงในการติดตั้งและบำรุงรักษาระบบ อีกทั้งอุปกรณ์ที่ติดตั้งบนตัวโคนม จำเป็นต้องมีความแข็งแรงและถูกออกแบบอย่างดีเพื่อไม่สร้างให้เกิดความกลัวหรือ

รำคาญกับโคนมด้วย ดังนั้นวิธีการนี้หากขาดเงินทุนและผู้ชำนาญในการบำรุงรักษาระบบวิธีการนี้อาจจะเป็นภาระและไม่คุ้มกับมูลค่าที่ฟาร์มจะได้รับเช่นกัน การสังเกตและวิเคราะห์พฤติกรรมของโคนมโดยใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์วิทัศน์ จึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่เป็นไปได้และคุ้มค่าเนื่องจาก สามารถเก็บข้อมูลได้ตลอด 24 ชั่วโมง สามารถเก็บข้อมูลได้ทั่วทั้งฝูงและ ลดแรงงานคน อีกทั้งค่าใช้จ่ายในการติดตั้งอุปกรณ์น้อยกว่าการวิเคราะห์โดยใช้เทคโนโลยีติดตั้งตัวรับรู้

บทความนี้นำเสนอข้อมูลที่ได้จากการศึกษา และค้นคว้า จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์พฤติกรรมของโคนม โดยในหัวข้อที่ 2 กล่าวถึงการวิเคราะห์พฤติกรรมของมนุษย์ หัวข้อที่ 3 กล่าวถึงการวิเคราะห์พฤติกรรมของโคนม โดยการได้มาซึ่งข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์พฤติกรรมของโคนมนั้นจะกล่าวถึงในหัวข้อที่ 4 และ หัวข้อที่ 5 กล่าวถึงบทสรุปจากงานวิจัยที่ได้ทำการค้นคว้า

2. การวิเคราะห์พฤติกรรมของมนุษย์

การศึกษาพฤติกรรมของมนุษย์นั้นมีการศึกษามาอย่างยาวนานแล้วไม่ว่าจะเป็นทางด้านวิทยาศาสตร์ หรือทางด้านการแพทย์ โดยได้มีงานวิจัยที่หยิบยกประเด็นของการวิเคราะห์พฤติกรรมของมนุษย์มาศึกษาและทำการวิจัยโดยใช้คอมพิวเตอร์ในการช่วยในการวิเคราะห์และประมวลผล ซึ่งสามารถตีความและจำแนกลักษณะบุคคลจากข้อมูลที่ได้ อีกทั้งยังมีบางส่วนนำเอาการวิเคราะห์พฤติกรรมไปใช้กับทางด้านอื่น ๆ เช่น กีฬา เป็นต้น

Lee และ Grimson (2002) [1] ได้ใช้ภาพบุคคลที่ได้จากกล้องวีดีโอร่วมกับข้อมูล จาก CMU Gait Database โดยลักษณะของข้อมูลเป็นข้อมูลท่าทางการเดินของบุคคลจำนวนหนึ่ง ในช่วงเวลาที่ต่างกัน ท่าทางที่ต่างกัน และความเร็วที่ต่างกัน มาผ่านกระบวนการประมวลผลภาพเพื่อทำการแยกพื้นหลังออกจากรูปภาพแล้วทำให้อยู่ในรูปภาพสีขาวบนพื้นสีดำ (Silhouettes) จากนั้นนำผลลัพธ์ที่ได้มาผ่านกระบวนการวิเคราะห์ท่าเดิน (Gait Analysis) เพื่อจำแนกลักษณะเด่น และนำไปใช้ในกระบวนการรู้จำเพื่อการระบุตัวตนและจำแนกเพศของบุคคลได้ โดยที่ในขั้นตอนการระบุตัวตน (Gender Identification) จะเป็นการเปรียบเทียบของการรู้จำด้วยวิธี Averaged Appearance Feature และ Spectral Components Features ผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมินนั้นพบว่าวิธี Averaged Appearance Feature จะเหมาะสำหรับระบบที่มีการเก็บข้อมูลประเภทของเสื้อผ้าที่ผู้เข้าทดลองได้สวมใส่ แต่ถ้าระบบไม่ได้มีการเก็บข้อมูลเหล่านั้น Spectral Components Features จะให้ผลที่มีความน่าเชื่อถือกว่า เนื่องจาก Averaged Appearance Feature มีการคำนวณค่าของรูปทรงของรูปวงรีที่แทนท่าทางของบุคคล ซึ่งเมื่อมีการเปลี่ยนเสื้อผ้าเช่นเปลี่ยนจากประโปรงเป็นกางเกง รูปทรงของวงรีก็จะเกิดการเปลี่ยนแปลงทำให้มีความผิดพลาดเกิดขึ้น ส่วนของการจำแนกเพศของบุคคลได้ประยุกต์ใช้ วิธีการ Averaged Appearance Feature มาใช้กับการคัดเลือกลักษณะเด่นด้วยวิธี ANOVA [2] เพื่อทำให้กลุ่มคุณลักษณะที่สนใจมีขนาดเล็กลงโดยเหลือ คุณลักษณะเด่นเพียง 6 ตัวก็สามารถนำมาใช้ในการจำแนกเพศของบุคคลได้

ในขณะที่ Almajai *et al.* (2012) [3] สามารถตรวจจับและระบุท่าทางของผู้เล่นเทนนิสได้อย่างอัตโนมัติด้วยการนำภาพที่บันทึกได้จากการเล่นกีฬาเทนนิสแบบผู้เล่นเดี่ยว มาผ่านกระบวนการประมวลผลภาพเพื่อทำการแยกพื้นสนาม ระบุตำแหน่งของเส้นสนาม ทำการตรวจจับผู้เล่นและลูกบอล โดยพิจารณาวัตถุที่คาดว่าจะเป็นลูกบอลจาก ขนาด,รูปร่างและทิศทางการไล่ระดับของสี โดยใช้ Graph-theoretic Data Association Technique ในการเชื่อมเส้นทางให้การตรวจจับลูกบอลสมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดยวิธีการนี้จะทำการพิจารณาว่าตำแหน่งใดที่ลูกบอลหายไปจากเฟรมก่อนหน้า แล้วปรากฏขึ้นอีกทีที่ตำแหน่ง

ใดในเฟรมถัดไป แล้วทำการสร้างเส้นทางเชื่อมเข้าด้วยกัน จากนั้นนำตำแหน่งของลูกบอลที่จับได้ และความเร็วไปใช้ในการหาเหตุการณ์ของลูกบอล (Serve, Bounce, Hit, Net) โดยใช้เทคนิค HMM [4] เพื่อให้ได้ข้อมูลนำไปสู่กระบวนการรู้จำเหตุการณ์ต่าง ๆ ของลูกบอลและผู้เล่น จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ร่วมกับลำดับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในเกมเพื่อใช้ในกระบวนการจำแนกและระบุท่าทางของผู้เล่น และนำรูปแบบจำลองที่ได้ไปใช้ในวิเคราะห์ ตรวจจับและระบุท่าทางของผู้แล่นเทนนิสแบบที่เล่นเป็นคู่ได้

3. การวิเคราะห์พฤติกรรมของโคนม

จากแนวคิดที่ได้จากการวิเคราะห์พฤติกรรมของมนุษย์จนสามารถระบุตัวตนและบอกท่าทางหรือพฤติกรรมได้นั้น ทำให้มีนักวิจัยส่วนหนึ่งได้นำแนวคิดนี้มาใช้ในการวิเคราะห์พฤติกรรมของโคนม เนื่องจากพฤติกรรมของโคนมนั้นสามารถบอกความสมบูรณ์ของร่างกายและจิตใจของโคนมได้ ดังนั้นการศึกษาและวิเคราะห์พฤติกรรมของโคนมจึงเป็นงานวิจัยที่มีส่วนช่วยเหลือให้การปฏิบัติงานในอุตสาหกรรมการเกษตรให้มีความสะดวก สามารถช่วยเพิ่มผลผลิตและช่วยลดความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้นจากพฤติกรรมของวัวที่เปลี่ยนไปได้

Krawczel และ Grant (2009) [5] ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความสบายของวัว ที่มีผลต่อคุณภาพของนม ผลผลิต และพฤติกรรมของโคนม โดยทำการศึกษาพฤติกรรมต่าง ๆ ของวัวจากฟาร์มต่าง ๆ ที่แสดงออกมาต่อความหนาแน่นของพื้นที่ที่ต่างกัน โดยทั้งนี้พฤติกรรมของวัวนั้นแบ่งออกเป็นสองประเภทคือ พฤติกรรมที่เกิดจากการที่วัวมีปฏิสัมพันธ์กับวัวตัวอื่น และ พฤติกรรมที่เกิดจากการที่วัวมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม โดยได้ทำการศึกษาผลกระทบต่อพฤติกรรมด้านต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นการกิน การนอน, การพักผ่อนและ การเคี้ยวเอื้อง คุณภาพของนมโดยดูจากปริมาณไขมันที่พบในนม อีกทั้งยังคอยตรวจดูความสบายของวัว ซึ่งใช้หลายพฤติกรรมในการตีความ เช่น การที่วัวนอนในคอก, จำนวนของวัวทั้งหมดที่นอนในคอกเดียวกัน โดยผลการทดลองพบการความหนาแน่นของจำนวนวัวที่มีต่อสิ่งอำนวยความสะดวกและพื้นที่ของฟาร์ม มีผลทำให้วัวมีการลดกิจกรรมการพักผ่อนของลง ปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการกินของวัว ในการวัวความสบายของวัวก็ขึ้นอยู่กับจำนวนของคอกที่พร้อมใช้งานหากความหนาแน่นของวัวมีมากก็จะเหลือคอกที่พร้อมใช้งานน้อยลงไปด้วย

จากงานวิจัยข้างต้นจะเห็นได้ว่าพฤติกรรมนั้นแสดงออกมาจากอารมณ์ภายในของโคนมที่มีต่อปัจจัยและสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ที่โคนมได้รับ จากข้อเท็จจริงนี้ทำให้เราสามารถควบคุมหรือกำหนดพฤติกรรมของวัวได้ผ่านทางการกำหนดปัจจัยและสิ่งแวดล้อมให้กับโคนมนั่นเอง

4. การได้มาซึ่งข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์พฤติกรรมของโคนม

ในการจะได้มาซึ่งข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์พฤติกรรมโคนมนั้น สามารถทำได้หลายวิธี โดยนักวิจัยต่างค้นหาวิธีการและอุปกรณ์ซึ่งนำมาช่วยในการวิเคราะห์พฤติกรรมให้มีความสะดวกและแม่นยำยิ่งขึ้นดังที่จะกล่าวต่อไปนี้

4.1 การใช้ผู้สังเกตการณ์

Pennington (2009) [6] ได้ทำการศึกษาวิธีการตรวจสอบอาการเป็นสัดในโคนม ซึ่งโดยปกติแล้วฟาร์มส่วนใหญ่ใช้วิธีการตรวจสอบการเป็นสัดโดยใช้ผู้สังเกตการณ์ แต่เนื่องจากการเป็นสัดในโคนั้นโดยส่วนมากเกิดขึ้นในระยะเวลากลางคืน และช่วงเวลาที่เหมาะสมในการผสมเทียมคือหลังจากที่โคนมแสดงการเป็นสัด (Standing Heat) 10-14 ชั่วโมงเท่านั้น จึงจำเป็นที่จะต้องมีอุปกรณ์หรือวิธีการในการช่วยเหลือการตรวจสอบอาการเป็นสัดเพื่อช่วยให้ฟาร์มไม่สูญเสียโอกาสในการผสมเทียมให้กับ

โค โดยได้ทำการเปรียบเทียบการตรวจสอบการเป็นสัดในโค จาก 4 วิธีการดังนี้

1. ด้วยวิธีตรวจสอบโดยใช้ผู้สังเกตการณ์
2. ตรวจสอบโดยใช้กาติดแผ่นรับแรงกดบริเวณโคนหางของโค (Mount Detector)
3. ตรวจสอบโดยใช้สีทาที่บริเวณโคนหาง (Tail-chalking)
4. วิธีตรวจสอบโดยใช้วิธีติดแผ่นรับแรงกดร่วมกับการทาสีที่บริเวณโคนหาง

ซึ่งผลการเปรียบเทียบพบว่า วิธีการที่ใช้อุปกรณ์ในข้อ 2 และ 3 ช่วยเหลือในการตรวจสอบในการเป็นสัดนั้นสามารถตรวจพบโคที่เป็นสัดได้มากกว่าวิธีการที่ตรวจสอบโดยใช้ผู้สังเกตการณ์ แต่มีความถูกต้องน้อยกว่าวิธีที่ตรวจสอบโดยใช้ผู้สังเกตการณ์ซึ่งในการทดลองวิธีนี้มีความถูกต้องถึง 100% ในขณะที่หากใช้วิธีตรวจสอบโดยใช้วิธีติดแผ่นรับแรงกดร่วมกับการทาสีที่บริเวณโคนหางจะเพิ่มความถูกต้องในการตรวจจับโคที่เป็นสัดได้ แต่ก็เป็นการเพิ่มค่าใช้จ่ายในการซื้ออุปกรณ์ทั้งสองชนิด อย่างไรก็ตามวิธีการตรวจสอบโดยใช้อุปกรณ์ทั้ง 3 แบบที่กล่าวมานั้นล้วนต้องใช้บุคลากรในการทำให้กระบวนการตรวจสอบสมบูรณ์ทั้งสิ้น

จากการศึกษางานวิจัยชิ้นนี้พบว่าถึงแม้ว่าการตรวจสอบโดยใช้ผู้สังเกตการณ์นั้นจะมีความถูกต้องมากถึง 100% แต่ด้วยข้อจำกัดที่เกิดขึ้นจากการทำงานโดยใช้แรงงานคนทำให้การตรวจจับการเป็นสัดของโคนมผลลัพธ์ที่ได้มีจำนวนโคนมที่เป็นสัดนั้นน้อยกว่าการใช้อุปกรณ์ร่วมกับผู้สังเกตการณ์ ซึ่งหากเรานำหลักการที่ผู้สังเกตการณ์ใช้ตรวจจับโคนมที่เป็นสัดมาเป็นภูมิความรู้แล้วประยุกต์เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ เข้าช่วยเพื่อให้สามารถทำงานแทนแรงงานคนได้ น่าจะเป็นผลให้สามารถเพิ่มจำนวนโคนมที่เป็นสัดที่ตรวจจับได้ในแต่ละวันเพิ่มมากขึ้น

4.2 การใช้เทคโนโลยีตัวรับรู้ (Sensor technology)

Grothmann *et al.* (2014) [7] ได้ทำการศึกษาพฤติกรรมของโคนม โดยใช้การเปรียบเทียบจากการปรับเปลี่ยนความถี่ของการให้อาหารโดยใช้เครื่องให้อาหารอัตโนมัติ ทำการทดลองโดยใช้โคนมชุดเดิมปรับเปลี่ยนความถี่และช่วงเวลาในการให้อาหาร และในขณะนั้นทำการบันทึกพฤติกรรมของโคนม โดยใช้อุปกรณ์ซึ่งใช้เทคโนโลยีตัวรับรู้ แตกต่างกันทั้งหมด 2 ชุด อันประกอบไปด้วย

- “Noseband Sensor” โดยทำการติดตัวรับรู้แรงกด (Pressure Sensor) เพื่อบันทึกความถี่ของการขยับกรามในการตีความพฤติกรรมการเคี้ยวเอื้องของโคนม ดังรูปที่ 1
- “Position Sensor” โดยทำการติดตัวรับรู้ความเร่ง (Acceleration Sensor) ไว้ที่ขาของวัว ซึ่งคอยบันทึกเปลี่ยนแปลงความเร่งของแกนต่าง ๆ 3 แกนเพื่อบอกตำแหน่งของวัว ในการตีความพฤติกรรมการ นอนและการกินอาหาร ดังรูปที่ 2

โดยผลที่ได้จากการทำการทดลองพบว่าการเปลี่ยนความถี่ในการให้อาหารไม่มีผลกระทบอย่างฉับพลันต่อพฤติกรรมต่าง ๆ ของโคนม

รูปที่ 1. ตัวอย่างการติดตั้งตัวรับรู้แรงกดเพื่อตรวจจับการเคี้ยวของโคนม [7]

Stevenson *et al.* (2014) [8] ได้ทำการศึกษาช่วงเวลาในการตกไข่และความเสี่ยงที่จะตั้งครรภ์หลังจากการใช้อุปกรณ์ช่วยติดตามกิจกรรมโคนมอัตโนมัติ โดยในการทำการทดลองได้ทำการติดตัวรับรู้ความเร่ง ไว้ที่บริเวณคอของวัวเพื่อคอยบันทึกกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การเคลื่อนไหว,การเคลื่อนที่,การเดิน และได้ทำการติดตัวรับรู้แรงกดไว้ที่บั้นท้ายของโคนม เพื่อคอยติดตามพฤติกรรมการขึ้นขี่กันของโคนม โดยจากการใช้อุปกรณ์ตัวรับรู้เข้าช่วยในการเฝ้าดูพฤติกรรมและกิจกรรมต่าง ๆ ของโคนมทำให้สามารถทราบได้ว่า เมื่อโคนมมีกิจกรรมที่เพิ่มมากขึ้นมีโอกาสที่โคนมตัวนั้นจะแสดงอาการเป็นสัด อีกทั้งยังสามารถกำหนดค่าของช่วงของกิจกรรมที่เพิ่มขึ้นหรือ ลดลง ในช่วงก่อนและหลังไข่ตก เพื่อใช้ในการทำนายการเป็นสัด และหาช่วงเวลาที่เหมาะสมในการทำการผสมเทียม ซึ่งจากการใช้อุปกรณ์ตัวรับรู้กับฝูงวัวในฟาร์มสามารถทำให้เพิ่มโอกาสในการตั้งครรภ์ของโคนมภายในฝูงเพิ่มมากขึ้นจากวิธีการเดิม

จากงานวิจัยทั้ง 2 ชิ้นพบว่าการใช้เทคโนโลยีตัวรับรู้มาช่วยในการวิเคราะห์พฤติกรรมของโคนมสามารถช่วยให้สามารถลดแรงงานของการใช้ผู้สังเกตการณ์ลงได้

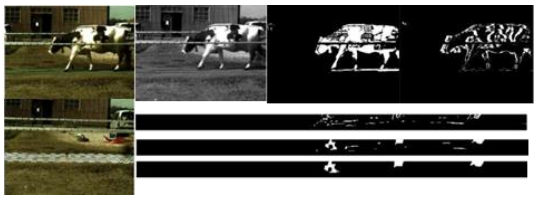
รูปที่ 2. ตัวอย่างการติดตั้งตัวรับรู้ตำแหน่งเพื่อใช้ในการวิเคราะห์กิจกรรมของโคนม [6]

4.3 การใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์วิทัศน์

ในส่วนของการวิเคราะห์พฤติกรรมจากภาพวีดีโอถูกนำไปใช้งานทั้งทางด้านการวิเคราะห์พฤติกรรมของคนและสัตว์ โดยที่ผ่านมามีงานวิจัยที่ได้ทำการวิเคราะห์ความพิการของโคนมโดยใช้ข้อมูลจากภาพวีดีโอ นำภาพเคลื่อนไหวที่ได้จากกล้องวีดีโอ มาผ่านกระบวนการประมวลผลภาพเพื่อแยกภาพออกเป็นแต่ละลำดับการเดิน จากนั้นทำการวิเคราะห์ความพิการของโคจากภาพที่ได้ ดังรูปที่ 3 และ 4

Song *et al.* (2008) [9] ได้นำภาพที่ได้มาวิเคราะห์ “Trackway” ซึ่งเป็นการหาความพิการจากการวางเท้าในขณะที่ก้าวเดินของโคนมโดยใช้กระบวนการทาง Image Processing ช่วยในการหาตำแหน่งของเท้าในแต่ละเฟรม โดยนำตำแหน่งของเท้าทั้งสี่ข้างที่ แกน X มาเปรียบเทียบกับตำแหน่งของเท้าข้างเดียวกัน ในเฟรมก่อนหน้า หากวางเท้าได้ตำแหน่งพอดีกัน แสดงว่าโคนมตัวนั้นไม่มีความผิดปกติในการเดิน ซึ่งวิธีการนี้สามารถหาความพิการของโคนมได้โดยอัตโนมัติ และนำค่า Locomotion Score ที่ได้จากการวิเคราะห์โดยผู้สังเกตการณ์ มาทำการเปรียบเทียบกับค่า Trackway ที่ได้จากกระบวนการ โดยที่ผลลัพธ์มีค่าสัมประสิทธิ์ของความสัมพันธ์สูงถึง 94.8%

Poursaberi *et al.* (2011) [10] ได้ใช้ข้อมูลที่ได้หาความพิการของโคนมจากการวิเคราะห์ความโค้งของหลังของโคนม โดยนำภาพที่ถ่ายท่าทางการเดินของโคนมมาผ่านกระบวนการประมวลผลภาพเพื่อทำการสกัดคุณสมบัติเพื่อใช้ในการหาตำแหน่งของหัวโดยดูจากมุมของคอ โดยที่ค่าของตำแหน่งและมุมที่ได้จากหัวและหลังของโคในงานวิจัยนี้เรียกรวมว่า Body Movement Pattern (BMP) ซึ่งจาก BMP ที่ได้นำมาผ่านกระบวนการคำนวณเพื่อทำการจัดกลุ่มของระดับของความพิการ ที่นิยามใหม่ว่า Body Movement Score (BMS) ซึ่งมี



รูปที่ 3. ตัวอย่างการนำภาพถ่ายมุมมองด้านข้างของโคนมมาวิเคราะห์พฤติกรรมโดยใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์วิทัศน์ [9]

รูปที่ 4. ตัวอย่างการนำภาพถ่ายมุมมองด้านบนของโคนมมาวิเคราะห์พฤติกรรมโดยใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์วิทัศน์ [11]

ทั้งหมด 3 ระดับ โดยสามารถจัดกลุ่มประสบความสำเร็จถึง 96.7% ซึ่งงานวิจัยนี้ทำการวิเคราะห์ความพิการของโคนมโดยดูจากภาพที่ถ่ายท่าทางการเดินของโคนมจากด้านข้าง

งานวิจัยที่ [9] และ [10] นั้นมีจุดประสงค์เดียวกันคือการพิจารณาความพิการของโคนม โดยสมมติฐานของทั้งสองงานวิจัยนี้เหมือนกันคือโคนมที่พิการจะมีทิศทางการเดินหรือลักษณะการเดินที่ผิดปกติ ความแตกต่างของอัลกอริทึมทั้งสองคือมุมมองของภาพที่เป็นภาพด้านข้างละภาพด้านบน ซึ่งแนวคิดทั้งสองจะมีข้อดีและข้อเสียคือในกรณีที่พิจารณาภาพด้านบนนั้นเราสามารถวิเคราะห์ทิศทางการเดินของโคนมได้ง่ายแต่เราจะไม่สามารถวิเคราะห์ลักษณะการเดินได้ แต่ในกรณีการพิจารณาภาพด้านข้างนั้นเราจะสามารถวิเคราะห์ลักษณะท่าทางการเดินได้ แต่การวิเคราะห์ทิศทางการเดินนั้นอาจจะมีข้อผิดพลาดได้

Martinez-Ortiz *et al.* (2013) [11] ได้ใช้ข้อมูลวีดีโอที่บันทึกได้จาก กล้อง CCTV ซึ่งถ่ายจากมุมมองด้านบนมาผ่านกระบวนการในขณะที่ออฟไลน์ โดยทำการสร้าง Cow Tracking System เพื่อทำการแยกและระบุโคนมที่เข้าและออกเส้นทางที่ใช้สังเกตการณ์ และใช้อัลกอริทึมของ Viola และ Jones (2004) [12] ที่ในการตรวจจับใบหน้าของมนุษย์ (Human Face Detection) เอามาปรับใช้เพื่อทำการตรวจจับหัวของโคนม (Cow Head Detection) จับภาพหัวของโคนมและทำนายตำแหน่งของหัวของโคนมในช่วงเวลาต่าง ๆ และทำการสร้างเป็นทิศทางการเคลื่อนที่ของโคขึ้นมา อีกข้อมูลหนึ่งที่ได้จากการคำนวณตำแหน่งของหัวของโคนมคือ ความเร็วในการเคลื่อนที่ ซึ่งสามารถนำมาวิเคราะห์ถึงความพิการของโคนมตัวนั้นๆ

ในขณะที่ Porto *et al.* (2013) [13] ได้ใช้ข้อมูลที่ได้จากกล้อง CCTV ในมุมมองด้านบนเช่นกัน และใช้อัลกอริทึมของ Viola และ Jones (2004) ในการสร้างแบบจำลองในการตรวจจับโคนมในลักษณะกำลังนอนอยู่ในบริเวณคอก โดยมีกระบวนการการรู้จำภาพ โดยกำหนดให้พื้นหลังเป็น Negative Image และภาพวัวเป็น Positive Image เพื่อที่เตรียมข้อมูลที่ใช้ในการทำการแยกโคนมออกจากพื้นหลังในขั้นตอนถัดมา โดยสามารถตรวจจับโคนมได้ถูกต้องมีและความผิดพลาดน้อย

สำหรับงานวิจัย [11] และ [13] นั้นมีการใช้ภาพมุมมองได้บนที่ได้จากกล้อง CCTV เช่นเดียวกัน แต่มีความแตกต่างในกระบวนการคำนวณและเป้าประสงค์ของงานวิจัย โดยในงานวิจัย [11] นั้นมีเป้าประสงค์ที่จะทำการติดตามโคนมตัวนั้น ๆ ว่ามีการเดินผ่านจุดที่สังเกตหรือไม่ ส่วนงานวิจัยที่ [13] มีเป้าประสงค์ที่จะทำการพิจารณาว่าในคอกบริเวณนั้น ๆ มีโคนมนอนอยู่หรือไม่ ดังนั้นโมเดลที่ใช้ในการพิจารณาจะมีความแตกต่างกันตามเป้าประสงค์ของงานวิจัย

5. บทสรุป

จากงานวิจัยข้างต้นพบว่าการวิเคราะห์พฤติกรรมโคนมโดยใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์วิทัศน์นั้นได้ถูกนำไปใช้อย่างแพร่หลายและพัฒนาคิดค้นวิธีการใหม่ ๆ อย่างต่อเนื่อง ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์นั้นมีความถูกต้องสูง โดยที่ภาพโคนมที่บันทึกและนำมาใช้ในการวิเคราะห์พฤติกรรมนั้นเปรียบเสมือนมุมมองที่ได้จากผู้สังเกตการณ์ เพียงแต่ด้วยวิธีนี้เป็นการมองผ่านกล้องที่ไม่ต้องการหยุดพักเหมือนกับแรงงานคน อีกทั้งข้อมูลใน

รูปแบบของภาพถ่ายหรือภาพวีดีโอเป็นข้อมูลมีขนาดใหญ่และหลายมิติ ที่สามารถนำมาวิเคราะห์ได้มากมายหลายด้าน ซึ่งแตกต่างจากการใช้เทคโนโลยีตัวรับรู้ที่บอกเฉพาะข้อมูลที่เป็นตำแหน่งเท่านั้น ทำให้มีข้อจำกัดในกรณีที่เป็นการวิเคราะห์จากรูปทรงที่มองเห็น อีกทั้งการวิเคราะห์พฤติกรรมจากภาพถ่ายโดยใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์วิทัศน์นั้นการลงทุนในการดำเนินงานไม่มากเท่ากับการติดตัวรับรู้ให้กับโคนมทุกตัวในฟาร์ม ทำให้การวิเคราะห์พฤติกรรมจากภาพถ่ายโดยใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์วิทัศน์เป็นแนวทางที่เป็นไปได้และน่าสนใจ

เอกสารอ้างอิง

[1] L. Lee, W.E.L. Grimson, “Gait Analysis for Recognition and Classification”, In: *Proceeding of 5th IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition*, pp. 148-155, 2002.

[2] D.A. Freedman, *Statistical Models: Theory and Practice*, Cambridge University Press, 2005.

[3] I. Almajai, F. Yan, T. de Campos, A. Khan, W. Christmas, D. Windridge, J. Kittler, “Anomaly Detection and Knowledge Transfer in Automatic Sports Video Annotation”, In: *Studies in Computational Intelligence*, 384, pp. 109-117, 2012.

[4] L. Rabiner, “A Tutorial on Hidden Markov Models and Selected Applications in Speech Recognition”, In: *Readings in Speech Recognition*, pp. 267-296, 1990.

[5] P. Krawczel, R. Grant, “Effects of Cow Comfort on Milk Quality, Productivity and Behavior”, In: *Proceeding of NMC Annual Meeting*, pp. 15-24, 2009.

[6] J.A. Pennington, “Heat Detection in Dairy Cattle”, Agriculture and Natural Resources, Division of Agriculture, University of Arkansas, Technical Report FSA4004, 2009.

[7] A. Grothmann et al., “Influence of Different Feeding Frequencies on the Rumination and Lying Behavior of Dairy Cows.” Proceedings International Conference of Agricultural Engineering. 2014

[8] J.S. Stevenson, S.L. Hill, R.L. Nebel, J.M. DeJarnette, “Ovulation Timing and Conception Risk After Automated Activity Monitoring in Lactating Dairy Cows”, *Journal of Dairy Science*, 97(7), pp. 4296–4308, 2014.

[9] X. Song, et al., “Automatic Detection of Lameness in Dairy Cattle Vision-based Trackway Analysis in Cow's Locomotion”, *Computers Electronics in Agriculture*, 64(1), pp. 39-44, 2008.

[10] A. Poursaberi et al., “Online lameness detection in dairy cattle using Body Movement Pattern”, Intelligent Systems Design and Applications, 11th International Conference pp.732-736, 2011

[11] C.A. Martinez-Ortiz, R.M. Everson and T. Mottram, “Video Tracking of Dairy Cows for Assessing Mobility Scores.” In: *Proceeding of Joint European Conference on Precision Livestock Farming*, 2013.

[12] P. Viola and M.J. Jones, “Robust Real-Time Face Detection”, *International Journal of Compute. Vision,* 57, pp. 137-154. 2004.

[13] S.M. Porto, C. Arcidiacono, U. Anguzza, G. Cascone, “A Computer Vision-Based System for the Automatic Detection of Lying Behavior of Dairy Cows in Free-stall Barns.” *Biosystems Engineering*, 15(2), pp. 184–194, 2013.