

РОЗРОБКА СТРУКТУРИ І ПРИНЦИПУ РОБОТИ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ДІАГНОСТИКИ ЗАХВОРЮВАНЬ КІНЦІВОК ВРХ

Тісліченко О.С., н.с., Алієв Е.Б., к.т.н.

(Відділ біоекотехнічних систем у тваринництві ННЦ «ІМЕСГ»)

Запропоновано використання системи відеоаналізу руху для діагностики захворювань кінцівок ВРХ. Показано структуру датчика для цієї системи та описано алгоритм його роботи.

Вступ. За статистичними даними, захворювання кінцівок за розповсюдженістю і збитками, що завдаються, знаходяться на третьому місці серед усіх хвороб молочних корів, і поступаються лише маститам і гінекологічним захворюванням [1]. Особливого значення ця проблема набула протягом останніх 30 – 40 років, що пов'язано з широким впровадженням у світі безприв'язного боксового утримання корів, а також переходом до використання високоенергетичних раціонів з недостатнім вмістом клітковини та надмірним вмістом неструктурних вуглеводів [2, 3]. Підтвердженням важливості цієї проблеми є те, що за період з 1974 до 2008 рр. відбулися 15 міжнародних симпозіумів, присвячених проблемі кульгавості жуйних тварин.

Для характеристики ступеня кульгавості запропонована бальна оцінка ходи корів [4], яка може приймати значення від 1 (відсутність кульгавості) до 5 (сильна кульгавість). На основі вказаної оцінки дослідженнями [5] було встановлено структуру середньостатистичного стада за стадіями захворювання кінцівок, яка показує, що в середньому лікування кінцівок потребують більше 25 % поголів'я.

За підрахунками фахівців, в Європі кожний випадок кульгавості обходиться фермеру в середньому в 320 євро [6]. Для України ця цифра складає 1000...2500 грн в розрахунку на одну корову на рік, і залежить від ступеня захворювання та інших факторів. Збитки, що спричиняються захворюваннями кінцівок ВРХ, включають зменшення молочної та м'ясної продуктивності корів, зниження сортності молока, погіршення репродуктивної функції, передчасне вибраковування та збільшення витрат на лікування корів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для утримання кількості тварин із захворюваннями кінцівок у припустимих межах (< 5 % від загальної чисельності поголів'я) необхідним є проведення своєчасного й адекватного їх лікування і профілактики. В літературі для цього зазвичай пропонується створення комфортних умов утримання тварин (використання гумового покриття підлоги, збільшення довжини боксів тощо), застосування більш збалансованого раціону годівлі, регулярне використання копитних ванн з дезінфікуючими речовинами [7 – 9]. Набагато менше уваги приділяється питанням діагностики за-

хворювань кінцівок, хоча й відомо, що своєчасне виявлення проблемних тварин дозволяє запобігти ускладненням і зменшити витрати на лікування.

На сьогоднішній день відомі наступні методи діагностування захворювань кінцівок ВРХ.

1 *Візуальне спостереження*. Фахівець регулярно спостерігає за тваринами, відзначаючи зміни їх ходи та поведінки. Висновок про наявність або відсутність кульгавості робиться ним на основі наявного досвіду. Головним недоліком цього методу є суб'єктивність оцінки і пов'язана з цим можливість хибної інтерпретації результатів спостережень. Крім того, на ранніх стадіях захворювань візуально визначити кульгавість складно, що знижує ефективність діагностики.

2 *Моніторинг рухливості*. Прикладом реалізації даного методу є система Heatime[®] компанії «SCR» (Ізраїль). На шиї кожної корови фіксується прилад, що містить у собі транспондер, датчик руху, запам'ятовуючий пристрій і (опціонально) мікрофон. Фіксуються інтегральна рухова активність корови та показники румінації; результати через певні проміжки часу передаються до централізованої бази даних для обробки і зберігання. Аналіз динаміки рухливості корови дозволяє виявити зміни її фізіологічного стану, в тому числі захворювання кінцівок. Також в системі передбачено автоматичне керування селекційними воротами. Недоліком вказаного методу є неселективність діагностики, оскільки зміни загальної рухової активності корови можуть бути результатом впливу різних факторів, і зокрема можуть бути симптомами захворювань, не обов'язково пов'язаних з кульгавістю.

3 *Аналіз динамічних параметрів руху*. Метод реалізований в системі StepMetrix[®] компанії «BouMatic» [10]. Основним елементом цієї системи є силова платформа, яка встановлюється, як правило, на виході з доїльної зали. При проході нею корови відбувається її ідентифікація, визначається довжина кроків і тиск кожної з кінцівок на платформу. Отримані результати автоматично оцінюються за бальною системою (від 1 до 100 балів), після чого робиться висновок про стан кінцівок. За даними розробників, вказана система дозволяє виявляти кульгавість на ранніх стадіях з достовірністю до 85 %. До недоліків можна віднести достатньо високу матеріалоемність силової платформи.

В останні роки все більшого поширення дістають системи відеоаналізу руху, зокрема безмаркерні системи, суть роботи яких полягає у відеозйомці рухомого об'єкта однією або кількома камерами та побудові моделі об'єкта. Системи відеоаналізу, призначені для використання в наукових цілях, як правило, передбачають можливість математичного аналізу руху визначених точок або елементів побудованої моделі. Такі системи є безконтактними, простими в експлуатації та характеризуються мінімальними вимогами до використовуваного обладнання.

Таким чином, можна припустити, що використання системи відеоаналізу руху у тваринництві (в якості окремого засобу для діагностики захворювань кінцівок ВРХ або у поєднанні з іншими діагностичними системами) дозволить отримувати об'єктивні і точні кількісні дані з наочною їх інтерпретацією, завдя-

ки чому з'явиться можливість діагностувати на ранніх стадіях захворювання кінцівок у корів і проводити відповідні ветеринарні заходи для їх усунення.

Мета досліджень. Розробити автоматизовану систему діагностики захворювань кінцівок ВРХ з використанням методу відеоаналізу руху.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для здійснення відеозйомки в системах відеоаналізу руху може бути використана одна або кілька цифрових відеокамер, що дозволяє одержати відповідно дво- або тривимірне зображення. Проте, для поставленої мети більш перспективним вважається використання приладу «Kinect», структура якого показана на рис. 1. Цей прилад, крім звичайної RGB-камери, також містить інфрачервоний випромінювач і приймач, які утворюють датчик глибини, призначений для вимірювання відстані до об'єкта. Таким чином, використання одного приладу дозволяє визначити три координати для кожної точки відеозображення.

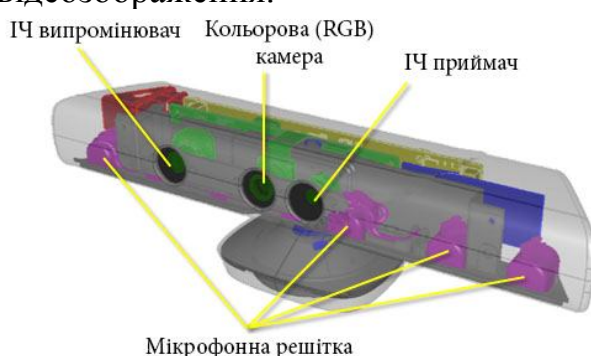


Рис. 1. Структура пристрою «Kinect»

У системі відеоаналізу руху тварин, побудованій на основі пристрою «Kinect», мають бути реалізовані наступні функції:

- прийом відеозображень з кольорової камери та датчика глибини;
- розпізнавання об'єктів в отриманому відеозображенні, зокрема розпізнавання корів як у статичному положенні, так і під час руху;
- автоматизований розрахунок кінематичних параметрів руху худоби;
- порівняння отриманих значень цих параметрів зі стандартними.

Програмна частина розроблюваної системи відеоаналізу може бути реалізована мовою C++ з використанням бібліотеки комп'ютерного зору OpenCV та бібліотеки OpenNI, в якій містяться базові функції роботи з пристроєм «Kinect». В цій же бібліотеці реалізовані класи, за допомогою яких здійснюється процес трекінгу фігури людини, тобто представлення такої фігури у вигляді набору вузлових точок і прямих, що їх з'єднують, – так званого скелета. Але процес трекінгу тварин на сьогоднішній день не реалізований.

Авторами розроблена загальна структура алгоритму ідентифікації та трекінгу складного рухомого об'єкта (рис. 2), яка складається з чотирьох етапів. В якості вихідних даних використовуються набори зображень (кадрів), отримані з приладу «Kinect», а саме з кольорової камери та датчика глибини. На першому етапі проводиться автоматична обробка цих зображень, яка базується на застосуванні так званих морфологічних трансформацій, аналіз отриманих результатів і розрахунок ймовірностей приналежності кожної з точок зображення до пе-

вного об'єкта. В результаті відбувається перехід від двох растрових зображень, що являють собою набори точок, кожна з яких характеризується кольором та відстанню від датчика, до набору об'єктів.

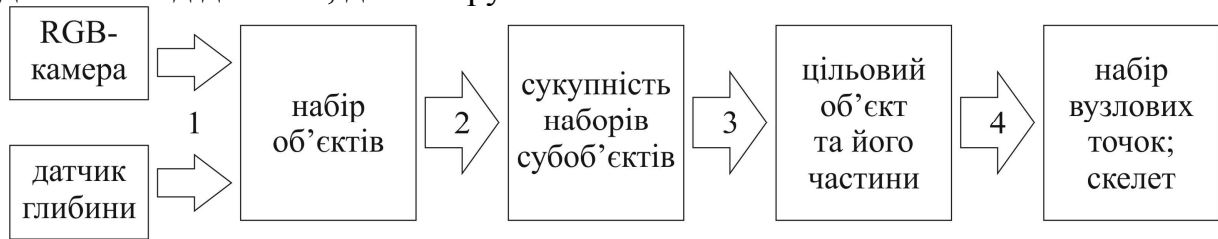


Рис. 2. Загальна структура алгоритму для ідентифікації об'єктів

На другому етапі проводиться динамічний аналіз зображень, а саме виокремлення рухомих об'єктів, які, в свою чергу, можуть входити до складу інших об'єктів, визначених на попередньому кроці. Наприклад, якщо на першому етапі людина або тварина сприймається як один об'єкт, то на другому етапі з цього об'єкта виокремлюються окремі субоб'єкти (тулуб, кінцівки тощо). Результатом цього етапу є перехід від набору об'єктів до набору сукупностей субоб'єктів.

На третьому етапі аналізується кожен зі знайдених об'єктів та субоб'єкти, що входять до його складу. Метою аналізу є визначення певного набору характеристик субоб'єктів (форма, геометричні розміри, взаємне розташування та ін.). Порівняння цих характеристик з заданими складає основу ідентифікації об'єкта, тобто визначення, чи може аналізований об'єкт бути віднесений до заданого типу.

На четвертому – останньому – етапі в ідентифікованому об'єкті визначаються вузлові точки та будується скелет, тобто здійснюється перехід від складного об'єкта до набору пов'язаних з ним точок. На цьому етапі рух складного об'єкта може бути представлений у вигляді набору математичних виразів, що описують часову залежність положення кожної з вузлових точок.

Запропонована діагностична система може бути використана як один із елементів автоматизованої системи керування утриманням і обслуговуванням корів на молочних фермах, технологічна схема якої наведена на рис. 3.



Рис. 3. Технологічна схема автоматизованої системи керування утриманням і обслуговуванням корів

На представленій схемі система відеоаналізу руху використовується разом із силовою платформою для підвищення достовірності діагностування захворювань кінцівок корів; за результатами діагностування здійснюється керування селективними воротами, за допомогою яких тварини можуть бути спрямовані на моціонний майданчик, на лікування тощо. Додатково за допомогою системи відеоаналізу визначаються геометричні параметри корів та їх загальна рухливість; ці дані можуть бути використані для оптимізації годівлі тварин та селекційної роботи.

Висновки. Порівняльний аналіз методів діагностування захворювань кінцівок ВРХ показав, що одним з найбільш перспективних є метод відеоаналізу руху. Діагностична система, в основу роботи якої покладено цей метод, може бути використана у складі автоматизованої системи керування утриманням і обслуговуванням корів на молочній фермі.

Список літератури

1. Пек Л. Разработка технологии и технических средств по уходу за копытами крупного рогатого скота и лошадей / Л. Пек // Диссертация ... доктора сельскохозяйственных наук. – М., 2011. – 224 с.
2. Самоловов А.А. Хромота и некробактериоз / А.А. Самоловов, С.В. Лопатин // Интернет-ресурс. – Режим доступа: [http:// www.vetinst.narod.ru/article/Samolovov2.pdf](http://www.vetinst.narod.ru/article/Samolovov2.pdf)
3. Лаптева М. Хромота коров / М. Лаптева // Информационный бюллетень ГОАУ ЯО «Информационно-консультационная служба АПК». – 2012. – № 7. с. 17–18.
4. Sprecher D.J. A lameness scoring system that uses posture and gait to predict dairy cattle reproductive performance / D.J. Sprecher, D.E. Hostetler, J.B. Kaneene // Theriogenology, vol. 47, issue 6. – 1997. – pp. 1179–1187.
5. Gasteiner J. Ursachen für Lahmheiten bei Milchkühen / J. Gasteiner // Stallbau im Rahmen der neuen Bundestierhaltungsverordnung – Tiergesundheit – Stallklima und Emissionen, 2005.
6. Цигер П. Хромота не проходит внезапно / П. Цигер // Новое сельское хозяйство. – 2009. – № 5. – С. 76–78.
7. Бурденюк А.Ф. Ветеринарная ортопедия / А.Ф. Бурденюк, Г.С. Кузнецов. – Л.: «Колос», 1976. – 200 с.
8. Иванов А.В. Антисептическое средство 4Nooves для обработки копыт / А.В. Иванов, Д.А. Хузин, Х.Н. Макаев и др. // Ветеринария. – 2012. – № 7. с. 12–15.
9. Самоловов А.А. Ламинит крупного рогатого скота // А.А. Самоловов, С.В. Лопатин // Сиб. вестник с.-х. науки. – 2011. – с. 71–77.

10. Сайт компанії «BouMatic» // Інтернет-ресурс. – Режим доступу:
<http://www.boumatic.com/eu-en/products/view/stepmetrix>

Аннотация

Разработка структуры и принципа работы автоматизированной системы диагностики заболеваний конечностей КРС

Тисличенко А.С., Алиев Э.Б.

Предложено использование системы видеоанализа движения для диагностики заболеваний конечностей КРС. Показана структура датчика для этой системы и описан алгоритм его работы.

Abstract

Elaboration of structure and work's principle of the automatic system for a dairy cattle limbs diseases' diagnostics

A. Tislichenko, E. Aliev

Use of the motion video analysis system for a dairy cattle limbs diseases' diagnostics is proposed. Structure of the sensor for this system is shown and algorithm of its work is described.