

АВТОМАТИЗАЦИЯ ДИАГНОСТИКИ ХРОМОТЫ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА С ПОМОЩЬЮ ТЕХНОЛОГИЙ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ

^{1, 2} Юрков Д.А., ^{1, 3} Курочкин М.А., ^{1, 4} Покумин Г.А.

¹ООО «Промышленная кибернетика», г. Пермь, Российская Федерация

²Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь, Российская Федерация

³Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова, г. Пермь, Российская Федерация

⁴Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь, Российская Федерация

*В статье рассмотрено применение технологий машинного зрения для автоматизации диагностики хромоты у крупного рогатого скота (КРС). Хромота является одной из основных проблем в животноводстве, влияющей на здоровье животных и продуктивность. Традиционные методы диагностики часто требуют значительных временных затрат и квалификации специалистов. В этой работе предложено использовать компьютерное зрение и алгоритмы машинного обучения для выявления признаков хромоты у животных. Описаны методики сбора и обработки визуальных данных, а также результаты экспериментов, подтверждающие эффективность предложенных решений. **Ключевые слова:** хромота КРС, локомоция, машинное зрение, видеоаналитика.*

AUTOMATION OF DIAGNOSTICS OF CATTLE LAMENESS USING MACHINE VISION TECHNOLOGIES

^{1, 2} Yurkov D.A., ^{1, 3} Kurochkin M.A., ^{1, 4} Pokumin G.A.

¹ООО «Promyshlennaya kibernetika», Perm, Russian Federation

²Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russian Federation

³Perm State Agro-Technological University named after academician D.N. Prianishnikov, Perm, Russian Federation

⁴Perm State University, Perm, Russian Federation

*The article discusses the use of machine vision technologies to automate the diagnosis of lameness in cattle. Lameness is one of the main problems in animal husbandry, affecting the health of animals and productivity. Traditional diagnostic methods often require significant time and specialist qualifications. This paper proposes to use computer vision and machine learning algorithms to identify signs of lameness in animals. Methods for collecting and processing visual data are described, as well as the results of experiments confirming the effectiveness of the proposed solutions. **Keywords:** cattle lameness, locomotion, machine vision, video analytics.*

Введение. В последние годы технологии машинного зрения стремительно развиваются и находят все более широкое применение в различных областях,

включая сельское хозяйство. Одним из актуальных направлений применения является оценка здоровья и продуктивности крупного рогатого скота (КРС). В этом контексте хромота у животных становится важным фактором, поскольку она может существенно повлиять на общее состояние и производительность, а следовательно, и на экономические показатели фермерских хозяйств. Однако традиционные методы диагностики хромоты часто требуют значительных временных затрат и могут быть субъективными, что подчеркивает необходимость внедрения более эффективных технологий для мониторинга здоровья животных [1, 2].

В связи с этим использование методов машинного зрения для автоматизации процесса оценки состояния животных представляет собой перспективное решение. Данная статья направлена на анализ существующих технологий машинного зрения и их применимости для диагностики хромоты у КРС [3]

Материалы и методы исследований. Данные для обучения и валидации моделей были собраны в течение августа 2024 года на ферме с поголовьем более 5 тысяч голов, находящейся на территории Пермского края.

На выходе с доильного аппарата вида карусель, на прямом участке была смонтирована IP-видеокамера. Произведена съёмка прохождения коровы по аллее с латерального ракурса. Из полученных видеофрагментов были выбраны фрагменты с различными аномалиями локомоции и контрольная группа без аномалий.

Оценка хромоты реализована через оценку вероятности принадлежности коровы к данному классу хромоты. Задача декомпозирована на два этапа: этап нахождения ключевых точек и оценка перемещения ключевых точек.

Для обучения формальной нейросетевой модели задаче нахождения ключевых точек были подготовлены 2 тысячи изображений коров в различных условиях освещённости, в том числе коровы с выраженными проблемами с локомоцией.

Для оценки перемещения ключевых точек подготовлены более 1000 видеофрагментов с различными аномалиями локомоции и контрольная группа без аномалий.

Результаты исследований. В качестве модели нахождения ключевых точек использована предобученная нейросеть архитектуры YOLOv8. Данные, поступающие в модель, обрабатывались следующим образом: ко изображениям была применена нормализация гистограммы распределения цветов изображения для лучшей сходимости, а также с определёнными вероятностями применялись различные аугментации: изменение яркости и контрастности, кадрирование и склеивание изображений для лучшей обобщающей способности и устойчивости модели.

Пример разметки ключевых точек и описание выбранных ключевых точек представлены на рисунке 1 и в таблице.

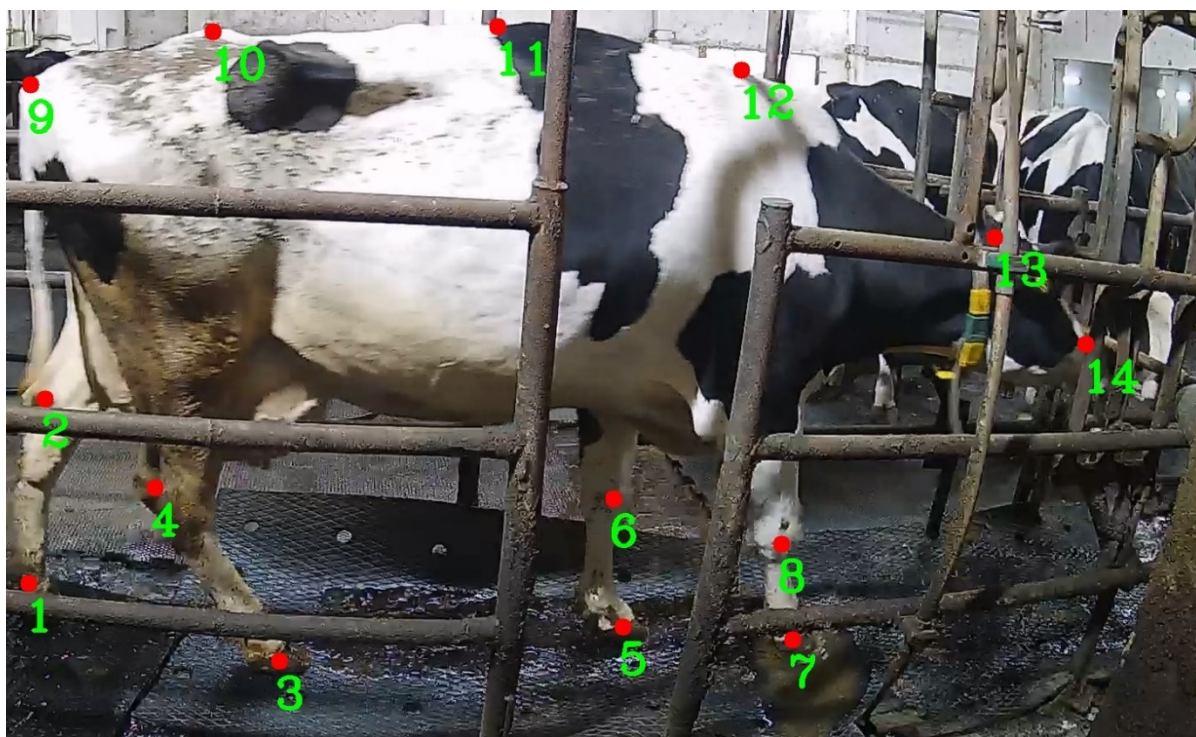


Рисунок 1 - Пример разметки ключевых точек на корове

Таблица 1 — Описание выбранных ключевых точек

№	Описание точки
1	Плюсне-фаланговый сустав левый
2	Заплюсневый сустав левый
3	Плюсне-фаланговый сустав правый
4	Заплюсневый сустав правый
5	Пястно-фаланговый сустав левый
6	Запястный сустав левый
7	Пястно-фаланговый сустав правый
8	Запястный сустав правый
9	Седалищный бугор
10	Крестцовый бугор
11	Первый поясничный позвонок
12	Наивысшая точка холки
13	Межроговый гребень (задний лобный гребень)
14	Верхушка носа

Примеры треков здоровой и хромой коровы представлены на рисунке 2.



Рисунок 3 — Визуализация треков здоровой(слева) и хромой(справа) коровы

Собранные и записанные перемещения ключевых точек подготавливаются и передаются на вход нейросетевой модели для обучения оценке хромоты. Полученная нейросетевая модель на выходе сообщает вероятность каждого балла хромоты.

Обученная модель затем была использована для получения треков ключевых точек: собранные видео здоровых и хромых коров (рисунок 2) были проанализированы покадрово, после каждого кадра координаты найденных ключевых точек сохранялись. Все сохраненные точки разделены по принадлежности к определенному животному, это было реализовано с помощью трекинга – каждому отдельному животному был присвоен уникальный идентификатор и распознанные на них точки сохранялись под этими идентификаторами. Таким образом, были получены последовательности движения ключевых точек каждой коровы.

Каждый кадр содержит шум, не видимый человеческим глазом, но заметный при представлении изображения в численном виде. Это влияет на предсказания модели, и точки могут немного изменять свое положение даже на статичных объектах, они постоянно двигаются вокруг истинного положения и не могут там зафиксироваться. Чтобы избежать этой проблемы и сгладить движение ключевых точек, было применено экспоненциальное сглаживание.

На полученных данных далее была обучена вторая модель – оценки балла хромоты. На вход модели подается последовательность из ключевых точек, нейросеть анализирует их движение и для каждого балла хромоты выводит вероятность того, что данная группа точек была собрана с коровы этого балла. Финальным баллом является балл с наибольшей вероятностью.

Заключение. Произведена разработка системы автоматической оценки хромоты КРС. Обучены две формальные нейросетевые модели: для поиска ключевых точек и оценки по перемещению этих ключевых точек балла хромоты КРС.

В данный момент оценка хромоты происходит исключительно по точкам, расположенным на свободных отделах конечностей, в дистальной его части. Использование точек осевого и периферического скелета позволит повысить точность измерения балла хромоты. В дальнейшем планируется оценка не только совокупного балла хромоты, но и идентификация проблемной конечности и идентификация причины проблем (хромота висячей конечности, хромота опирающейся конечности, хромота смешенного типа, шпатовая хромота, перемежающаяся хромота, абдукция) [4].

Литература. 1. Лях, А. Л. Проблема болезней копытец у коров на современных молочных комплексах / А. Л. Лях, Е. В. Ховайло // *Ветеринарный журнал Беларуси.* – 2016. – № 1 (3). – С. 18-21. 2. Ховайло, Е. В. Морфологические основы биомеханики копытец у коров / Е. В. Ховайло, А. Л. Лях // *Сельское хозяйство – проблемы и перспективы : сборник научных трудов / УО ГГАУ.* – Гродно, 2016. – Т. 33, *Ветеринария.* – С. 127-132. 3. Video-based Automatic Lameness Detection of Dairy Cows using Pose Estimation and Multiple Locomotion Traits / Helena Russello, Rik van der Tola, Menno Holzhauerb [et al.] // *arXiv.* - 2024. 4. Руколь, В. М. Диагностика и профилактика болезней конечностей у крупного рогатого скота : монография / В. М. Руколь, В. А. Журба ; Витебская государственная академия ветеринарной медицины. - Витебск : ВГАВМ, 2021. - 174 с.

УДК 621.375.826:63

ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРНОЙ ТЕРАПИИ ПРИ ЛЕЧЕНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ И ДОМАШНИХ ЖИВОТНЫХ

Юшкова Л.Я., Юдаков А.В., Донченко А.С.

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, Новосибирская область, р.п. Краснообск, Российская Федерация

*Задача статьи - распространение научных знаний, повышение престижа науки в стране и популяризации достижений науки и обществе. Лазерная терапия - это медицинское лечение, при котором используется сильный луч света для разрезания, ожога или разрушения тканей. Это недавнее достижение в области науки, которое является неинвазивным, нетоксичным и не загрязняющим окружающую среду и используется для лечения множества заболеваний во всем мире как в медицине человека, так и в ветеринарии. Были изучены и определены механизмы действия для уменьшения боли и воспаления, а также заживления тканей. Лазерная терапия использует световую энергию различной длины волны и плотности мощности для лечения различных клинических заболеваний, это наиболее малоиспользуемый метод лечения в ветеринарии. В последнее время проводятся различные клинические испытания по использованию терапевтического лазера на животных, и это является многообещающим для его будущего применения в области ветеринарии. **Ключевые слова:** показатели лазерной терапии, эффективность лазера.*

APPLICATION OF LASER THERAPY IN TREATMENT OF FARM AND DOMESTIC ANIMALS

Yushkova L.Ya., Yudakov A.V., Donchenko A.S.

Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnology of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk Region, Krasnoobsk, Russian Federation