

**Секция 4 «ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
МЕХАНИЗАЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА И ПЕРЕРАБОТКИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ»**

УДК 631.171; 378

**АЛГОРИТМ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОГО КОНТРОЛЯ
ДВИЖУЩИХСЯ КОРОВ**

И.И. Гируцкий, д-р техн. наук, доцент,

А.Г. Сеньков, канд. техн. наук, доцент,

Д.Д. Слимаков, аспирант

*УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет», г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация: Беспривязное содержание коров и их высокая концентрация обуславливают высокие трудозатраты и сложность организации зоотехнического и ветеринарного контроля в условиях молочнотоварных комплексов. Перспективным направлением решения этих проблем могут стать интеллектуальные оптико-электронные методы и роботизированные комплексы учета и диагностики состояния движущихся в потоке животных.

Abstract: Loose housing of dairy cows and their high area concentration at dairy farm cause high labor costs and complexity of organizing zootechnical and veterinary control at the conditions of dairy farms. A promising way for solving these problems could be intelligent optical-electronic methods and robotic systems for recording and determining the condition of animals moving in a stream.

Ключевые слова: корова, движение, диагностика, оптико-электронные алгоритмы.

Keywords: dairy cow, movement, diagnostics, optoelectronic algorithms.

Введение

В сельскохозяйственном производстве достаточно распространена визуальная оценка состояния животных и растений, предполагающая наличие высококвалифицированных экспертов. В тоже время в промышленности, медицине, робототехнике, охранных системах и т.п. находят применение интеллектуальные системы технического зрения [1,2]. И в сельском хозяйстве для диагностики заболевания, например, маститом предлагается бесконтактный метод анализа термографического снимка вымени коровы. Но на базе этих методов требуется разработка интеллектуальных роботизированных комплексов.

Основная часть

Задачу бесконтактной диагностики мастита у движущихся коров можно отнести к алгоритмам обнаружения объектов на кадрах видеопотока. Решение этой задачи позволит повысить оператив-

ность выявления мастита и снизить заболеваемость коров, улучшить условия труда зоотехников и ветврачей на молочнотоварных комплексах. Роботизация процесса диагностики мастита и других заболеваний у коров повысит качество и количество молока, что положительно повлияет и на конкурентную способность производства.

Применительно к условиям молочнотоварных комплексов алгоритм решения той задачи включает поштучное поступление коров в зону видеоконтроля (рисунок). Причем для обнаружения и идентификации коровы предполагается использование видимого диапазона с зоной контроля превышающей размеры коровы. А для диагностики мастита у коровы необходимо изображение вымени в инфракрасном диапазоне с размером максимально приближенном к размерам вымени. Следует отметить, что большая часть новых алгоритмов обнаружения объектов, в том числе движущихся, основана на использовании глубинного обучения и сверточных нейронных сетей (СНС), требующих мощных средств параллельных вычислений типа GPU или нейросетевых процессоров NPU. Однако разрабатываются алгоритмы, в которых не используются нейронные сети [2]. Данный алгоритм имеет относительно малую вычислительную сложность, что позволяет использовать его в режиме реального или близкого к реальному времени на малых вычислителях, имеющих только несколько процессоров архитектуры ARM.

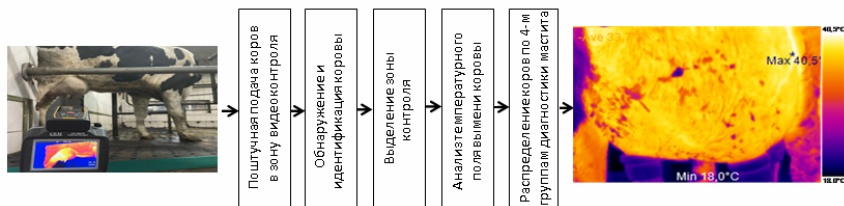


Рисунок – Алгоритм роботизации бесконтактной диагностики мастита у коров

Конечно, требуется тестирование алгоритмов на видеопоследовательностях, снятых в условиях реального производства с учетом динамики контролируемых объектов и требований к реализации режима реального времени. Обнаружение и отслеживание объектов на видеопоследовательности состоит из трех этапов: 1. Этап обучения ИНС, включающий в себя семантическую разметку набора видеокадров; 2. Этап детекции (обнаружения) объектов – обнаружение объектов интереса в каждом кадре видеопоследовательности с помощью детектора; 3. Этап ассоциации объектов между кадрами (трекинг) –

прогнозирование местоположение объекта в последующем кадре и сопоставление объекта между кадрами по обнаружениям и спрогнозированным местоположениям для создания целостной траектории.

В данной работе детектирование объектов производится детектором на основе ИНС GoogLeNet. Для обучения ИНС используется собственная выборка подготовленных размеченных кадров фрагментов видеозаписей движущихся коров, сделанных в технологическом проходе доильного блока молочной фермы. В ходе разметки на видеокдрах выделены регионы изображения, соответствующие следующим трем различным объектам: 1 – морда коровы, 2 – лыч, 3 – вымя. Для сопоставления объектов между кадрами вычисляются следующие характеристики обнаруженного объекта $O = o_{ij}$: 1) центр тяжести объекта (i_0, j_0) , а именно, центр энергии светового изображения объекта размером $W_1 \times W_2$; 2) площадь объекта; 3) линейные размеры по горизонтали и вертикали. Рассчитанные признаки локализованных объектов используются для их обнаружения на последующем кадре. Каждый объект, обнаруженный и локализованный на первом кадре, либо на последующих кадрах впервые, относится к движущимся. Объекты, локализованные на текущем кадре и обнаруженные на следующем, определяются как сопровождаемые, их характеристики обновляются, и выполняется построение траектории движения таких объектов с применением фильтра Калмана. Если объект с предыдущего кадра не обнаружен на текущем кадре, то он относится к потерянным. Однако с целью возможности его обнаружения на последующих кадрах в случае кратковременной потери оптической связи с таким объектом алгоритмом предусмотрено хранение его характеристик заданное время. Реализация предлагаемого решения рассматриваемой задачи обнаружения и трекинга изображения коров выполнена в системе компьютерной математики Matlab. Для семантической разметки обучающего набора данных для ИНС используется приложение Video Labeler, встроенное в Matlab. Таким образом, в данной работе показан подход к решению задачи обнаружения дойных коров в видеопотоке на основе использования готовой модели сверточной ИНС (в данном случае, GoogLeNet) и ее обучении на предварительно размеченном специфическом наборе данных.

Заключение

Оптико-электронные методы контроля, учета и диагностики состояния биологических объектов сельскохозяйственного произ-

водства в силу их бесконтактности и бесстрессовости представляют перспективное направление создания интеллектуальных роботизированных комплексов. Такие комплексы в условиях молочно-товарных комплексов смогут оказать существенное влияние на соблюдение технологических норм и улучшить условия труда врачей и зоотехников.

Список использованной литературы

1. Богуш, Р.П. Комбинирование блочных алгоритмов вычисления оптического потока для обнаружения и сопровождения движущихся объектов на видеопоследовательностях / Р.П. Богуш, В.Ю. Лысенко, Г.А. Самощев // Вестник полоцкого государственного университета. Серия С. 2011, № 4. С. 2–6.

2. Залесский, Б.А. Алгоритм обнаружения движущихся объектов, наблюдаемых видеокамерой / Б.А. Залесский // Doklady of the National Academy of Sciences of Belarus, 2023, vol. 67, no. 1, pp.20–26.

УДК 636.2.087.74:633.37

БАЛАНСИРОВАНИЕ РАЦИОНОВ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ЗА СЧЁТ БЕЛКОВО- ВИТАМИННО-МИНЕРАЛЬНЫХ ДОБАВОК

В.Ф. Радчиков¹, д-р с.-х. наук, профессор,

В.П. Цай¹, А.Н. Кот¹, М.В. Джумкова¹,

М.И. Сложенкина², д-р биол. наук, профессор,

И.Ф. Горлов², А.А. Мосолов²

¹РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству»,

г. Жодино, Республика Беларусь

*²Поволжский НИИ производства и переработки мясомолочной
продукции, г. Волгоград, Российская Федерация*

Аннотация: Включение в рационы телят в возрасте 1-6 месяцев БВМД с местным белковым и минеральным сырьем обеспечивает среднесуточные приросты на уровне 912 г и позволяет снизить себестоимость комбикорма на 10%, а себестоимость прироста - на 11%.

Abstract: The inclusion of BVMD with local protein and mineral raw materials in the diets of calves aged 1-6 months provides average daily gains of 912 g and reduces the cost of combined feed by 10%, and the cost of growth by 11%.

Ключевые слова: зерно рапса, люпина, комбикорм, ремонтные телки, рационы, кровь, приросты, затраты кормов, себестоимость.

Keywords: rapeseed grain, lupine, compound feed, repair heifers, rations, blood, increments, feed costs, cost.

Введение

В настоящее время в Республике Беларусь возделываются новые сорта рапса, люпина, гороха и других высокобелковых кормовых