Шеметов А.И., Иванов А.С.

Роль технических элементов цифровизации в развитии современного животноводства

**Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»**

УДК 631.31.14

**Роль технических элементов цифровизации в развитии современного
животноводства**

Шеметов А.И., Иванов А.С.

Государственный аграрный университет Северного Зауралья

Аннотация

По аналитическим оценкам, фермерам необходимо увеличить производство на 70 % в течение следующих 50 лет, чтобы удовлетворить растущий мировой спрос на мясо и продукты животного происхождения. Поскольку земля и другие природные ресурсы ограничены, для удовлетворения этого растущего спроса необходимо будет найти более эффективные способы выращивания большего количества животных на одном гектаре земли. На сегодняшний день большинство методов животноводства на каком-то уровне требует ручного вмешательства. Это сказывается на производительности производства. Ранее цифровые технологии были дорогостоящими и не могли применяться в больших масштабах. Сегодня датчики, «большие данные» и алгоритмы машинного обучения имеют значительное преимущество в стоимости по сравнению с этими старыми методами обнаружения. В настоящее время предлагаемые рынком датчики значительно ограничены в надежном прогнозировании и управлении болезнями в животноводстве за счет непрерывного автоматизированного мониторинга в реальном времени. Кроме того, существуют определенные технические проблемы, например, с расположением датчиков, какова будет частота дискретизации и как будут передаваться данные. Все эти соображения влияют на точность алгоритмов, а также на масштабируемость и практичность решения, которое, в конечном счете и может быть использовано на животноводческой ферме. В системах реального времени большие наборы функций могут быть проблематичными из-за вычислительной сложности и более высоких требований к хранилищу данных. В свете все еще существующей пандемии, когда ограничения мешают ветеринарам и производителям посещать фермы, коровники и комбикормовые заводы (но существует необходимость круглосуточной информации о деятельности, потреблении и производстве продукции в режиме реального времени), то актуальным и практически единственным возможным решением является внедрение цифровых технологий.

Шеметов А.И., Иванов А.С.

Роль технических элементов цифровизации в развитии современного животноводства

Электронный научно-производственный журнал

«АгроЭкоИнфо»

Ключевые слова: ЖИВОТНОВОДСТВО, ЦИФРОВОЕ ЖИВОТНОВОДСТВО, ДАТЧИКИ, СЕНСОРЫ, МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ

Введение

Еще десять-пятнадцать лет назад у большинства животноводов не было доступа к современным технологиям, таким как высокоскоростной интернет, смартфоны и недорогие вычислительные комплексы, то в наши дни это изменилось. Во-первых, в ближайшие три десятилетия мировой спрос на различные мясные и животноводческие продукты вырастет более чем на 70 %. Рост населения и доходов напрямую связан с увеличением и потреблением мяса. Это означает, что требуется выращивать больше животных на ограниченных участках земли, воды и других природных ресурсов. Во-вторых, сегодня более половины населения мира подключено к интернету через смартфоны или компьютеры, использование цифровых технологий теперь доступно миллионам животноводов. По аналитическим оценкам, фермерам необходимо увеличить производство на 70 % в течение следующих 50 лет, чтобы удовлетворить растущий мировой спрос на мясо и продукты животного происхождения [1]. Поскольку земля и другие природные ресурсы ограничены, для удовлетворения этого растущего спроса необходимо будет найти более эффективные способы выращивания большего количества животных на одном гектаре земли. Из этого следует, что механизированных процессов в животноводстве может быть недостаточно. Сегодня такие технологии, как компьютеры, датчики, облачные вычисления, машинное обучение и искусственный интеллект, уже трансформируют несколько отраслей. Они создают всё большую прибыль и эффективность производства работ [2].

Основным фактором затрат в животноводстве является поголовье, определяемое как количество животных, содержащихся на заданном участке земли в течение определенного времени. Также можно выделить еще две основные статьи затрат в животноводстве – это корма и борьба с болезнями. На сегодняшний день большинство методов животноводства на каком-то уровне требует ручного вмешательства. Люди оценивают рационы кормления, выявляют и лечат болезни и участвуют в управлении производством. Это сказывается на его производительности. Теоретически, чем меньше людей в производственном процессе, тем выше производительность и прибыль [3].

Для разработки и применения математических моделей в животноводстве необходимо собрать большой объем разнообразных данных: погодные данные, данные о качестве воздуха, голосовые сигналы животных, визуальные данные о перемещениях различных животных и другие подобные данные о поведении животных. Различные датчики могут помочь эффективно собирать данные в реальном времени. Но требуется система хранения больших объемов текстовых, аудио и видео данных. Хранить и обрабатывать такие огромные объемы данных каждый день в течение года с помощью обычного компьютера невозможно. Для этого необходимы центры по хранению и обработке данных (Дата центры).

Датчик можно определить как устройство, которое измеряет или обнаруживает биологическое, химическое, физическое или механическое свойство или комбинацию этих свойств, записывает и собирает данные для интерпретации человеком или машиной [4]. Исходя из потребностей рынка животноводства, сенсорные технологии можно разделить на такие типы, как:

- сенсоры для точных доильных роботов и систем кормления;
- применение в зависимости от вида (домашняя птица, жвачные животные, свиньи, другие сельскохозяйственные животные);
- аппаратные датчики, такие как датчики камеры или зрения;
- инфракрасные тепловизионные датчики;
- датчик температуры; RFID-метки; акселерометр; датчики движения; шагомеры; датчики машинного зрения распознавания лиц; микрофоны и т.д.

Дата центры играют ключевую роль в применении передовых технологий в практике животноводства и предлагают масштабируемое решение для хранения огромных объемов данных на удаленном сервере [5]. Продвинутые алгоритмы искусственного интеллекта и машинного обучения могут использовать эти обширные данные для анализа, прогнозирования и уведомления фермеров в случае каких-либо отклонений от нормы (рис. 1). Таким образом, в контексте животноводства датчики, «большие данные» и передовые алгоритмы искусственного интеллекта и машинного обучения идут рука об руку, обеспечивая наилучшее решение.

Выявление, прогнозирование и предотвращение болезней животных – это трудозатратно. Как правило, фермеры борются с болезнями своих животных, либо, не

предпринимая никаких действий, либо активно обращаясь к ветеринарным врачам, используя комбинацию антибиотиков, либо, во многих случаях, используя комбинацию этих трех подходов. Вместо того, чтобы реагировать на заболевания после того, как они стали очевидными, или активно прибегать к услугам врачей, есть возможность постоянно контролировать ключевые параметры здоровья животных, такие как движение, качество воздуха и потребление пищи и жидкостей. Другими словами, датчики, а не люди могут постоянно контролировать здоровье животных.

Рис. 1. Набор передовых технологий, которые могут помочь животноводам добиться лучших результатов

У такой системы есть два основных преимущества. Во-первых, такая система может позволить меньшему количеству фермеров заботиться о большем количестве животных, что, в свою очередь, снижает производственные затраты. Во-вторых, такая система может уведомлять фермеров о возможности заболевания даже на доклинической стадии. Это, в свою очередь, поможет фермерам принять своевременные меры для предотвращения катастрофических потерь [6]. Вспышка заразной болезни может привести к серьезным потерям на крупной животноводческой ферме, где вместе содержатся тысячи животных. В таких условиях вспышку инфекционного заболевания будет трудно сдержать, если фермер не примет своевременные меры вмешательства на ранней стадии. Часто уже слишком поздно вмешиваться, когда симптомы становятся очевидными. Если не остановить, болезнь будет быстро распространяться, что приведет к гибели животных, ухудшению здоровья и финансовым потерям. С другой стороны, умная ферма с несколькими датчиками может уведомить фермера об аномальном поведении животных на гораздо более ранней стадии.

Материалы и методы

Автоматизированные системы отлично подходят для быстрого сбора, обработки и анализа больших объемов данных. Они не могут принимать эффективные решения без данных. Продвинутое алгоритмы могут использовать большие данные для отслеживания, количественной оценки и понимания изменений в поведении животных в режиме реального времени. В свою очередь, это может помочь фермерам принимать более обоснованные решения и своевременно принимать меры по борьбе с болезнями. Например, датчики воздуха в птицеводстве теперь могут прогнозировать начало кокцидиоза, кишечной инфекции, которая может быстро распространяться среди птиц без каких-либо явных симптомов. Один из способов выявления этого заболевания – постоянный мониторинг качества воздуха. Концентрация летучих органических соединений в воздухе увеличивается по мере увеличения числа инфицированных птиц. Датчики воздуха могут обнаружить это изменение намного раньше, чем фермер или врач. Затем предупрежденные фермеры могут принять своевременные меры для предотвращения дальнейшего распространения инфекции. Такая система спасает несколько жизней животных и предотвращает финансовые потери [7]. Ранее цифровые технологии были дорогостоящими и не могли применяться в больших масштабах. Сегодня датчики, «большие данные» и алгоритмы машинного обучения имеют значительное преимущество в стоимости по сравнению с этими старыми методами обнаружения (рис. 2).

Рис. 2. Сравнительная стоимость традиционных и цифровых методов обнаружения и управления заболеваниями у животных

Результаты исследования

Алгоритмы могут прогнозировать симптомы заболевания, такие как хромота, на основе движений животных. Изменения в локомоции, интенсивное использование определенных частей тела и бездействие других частей могут достоверно указывать на раннюю хромоту на доклинической стадии. Хромота значительно снижает надои молока и увеличивает риск травм. Заблаговременное прогнозирование хромоты может помочь фермерам избежать серьезных финансовых потерь. Датчики, собирающие данные об окружающей среде, такие как изменения температуры, газообразования и влажности, могут помочь фермерам предотвратить диарею и бактериальные заболевания среди свиней. Эти примеры демонстрируют, как датчики, «большие данные» и машинное обучение могут помочь фермерам прогнозировать и предотвращать некоторые заболевания экономичным и неинвазивным способом.

Затраты на корма могут составлять от 40 % до 60 % общих затрат на молочной ферме [6]. Это одна из самых больших затрат в животноводстве. В то же время, когда животные не получают достаточного количества корма и жидкости, снижается их продуктивность. Потребление корма и жидкости может сильно различаться. Чтобы животные получали оптимальное питание, корм должен быть сбалансирован между объемным (с низким содержанием энергии и большим объемом) и концентрированным (с высоким содержанием энергии и небольшим объемом). Сбалансированное соотношение корма может помочь улучшить метаболизм животных. Чтобы рассчитать эффективность корма, необходимо принять во внимание такие факторы, как количество потребляемого корма, вес, набранный животными, и, где это применимо, количество произведенного молока и яиц. Однако эти факторы основаны на нескольких разнообразных и нелинейных параметрах, которые трудно отсортировать вручную. Камеры типа RGB-D могут помочь фермерам измерить потребление корма отдельными коровами [8]. В дополнение к этому, несколько продвинутых алгоритмов, таких как TDIDT, ENET, SSD, ARIMA и CNN, могут помочь фермерам оптимизировать расходы на корм в соответствии с их потреблением животными.

Технологии также помогают точно оценить продуктивность сельскохозяйственных животных. Методы машинного обучения могут помочь оценить удои, репродуктивную функцию, время отела, племенную ценность и даже выявить мастит (рис. 3).

Рис. 3. Помощь алгоритмов машинного обучения в интерпретации данных для создания оптимальных условий роста в молочном животноводстве

В настоящее время предлагаемые рынком датчики значительно ограничены в надежном прогнозировании и управлении болезнями в животноводстве за счет непрерывного автоматизированного мониторинга в реальном времени. Например, нет доступных датчиков для измерения биомаркеров дыхательного пространства коров и свиней, которые могли бы указать на микробиоту кишечника или даже на метаболическое состояние животных. Этот пробел требует разработки технической начинки биосенсора с использованием специфических подходов, способных к измерению биомаркеров, летучих метаболитов запаха и других. Кроме того, существуют определенные технические проблемы, например, с расположением датчиков, какова будет частота дискретизации и как будут передаваться данные. Все эти соображения влияют на точность алгоритмов, а также на масштабируемость и практичность решения, которое, в конечном счете и может быть использовано на животноводческой ферме. Оценка положения датчика, периодичности отбора проб, анализа данных датчика и ширина канала для обработки данных может значительно улучшить прогнозирование поведения сельскохозяйственных животных.

Какие функции машинного обучения необходимы для решения проблемы классификации и выбора технических элементов, и какие алгоритмы будут рациональными для их работы? В системах реального времени большие наборы функций могут быть проблематичными из-за вычислительной сложности и более высоких требований к хранилищу данных. Помимо энергозатратных соображений, одной из ключевых технических проблем для долгосрочного мониторинга поведения сельскохозяйственных

животных в режиме реального времени является «дрейф концепций». Дрейф концепции происходит, когда сенсорная платформа и система анализа данных должны адаптироваться к изменениям в распределении данных в рамках концепции. В задачах контролируемой классификации обычно предполагается, что данные в модели проекта случайным образом выбираются из того же распределения, что и точки, которые будут классифицироваться в будущем. Это сложно реализуемо практически из-за динамического характера множества различных проблем классификации. Например, когда система обучается в одной среде, и, поэтому, поведенческая классификация животных может показывать несоответствия в производительности технических данных с учетом изменчивости или неоднородности среды. Такие расхождения могут быть связаны с различиями в животных (возраст, порода и т.д.) и/или характеристиками окружающей среды (изменение погодных условий, высота местности, тип почвы, особые ограничения фермы и т.д.). Мы уже живем в эпоху всевозможных датчиков, «больших данных» и машинного обучения, и в течение следующего десятилетия эти передовые технологии призваны повысить эффективность и добиться больших успехов в животноводстве тоже (рис. 4).

Рис. 4. Схема иерархии животноводства в будущем на основе цифровых технологий

Выводы

Появление программы «Сельское хозяйство 4.0» способствует росту внедрения сенсорных технологий, «больших данных» и машинного обучения в современном животноводстве. В свете все еще существующей пандемии, когда ограничения мешают ветеринарам и производителям посещать фермы, коровники и комбикормовые заводы (но существует необходимость круглосуточной информации о деятельности, потреблении и производстве продукции в режиме реального времени), актуальным и практически единственным возможным решением является внедрение цифровых технологий. Эти знания, обеспечиваемые сенсорными технологиями, генерируют данные, к которым осуществляется удаленный доступ, что приводит к снижению затрат и повышению производительности. Хотя алгоритмы искусственного интеллекта и машинного обучения развивались так быстро, в сборе и обмене данными во всем мире все еще отсутствует стандартизация. Однако по мере того, как все больше ферм будет подключаться к технологиям, искусственный интеллект и сенсорные технологии начнут играть более решающую роль в помощи фермерам в поиске закономерностей и решений насущных проблем в современном животноводстве.

Список использованных источников

1. Власенко Ю.А., Добродомова О.О., Ерохина С.А., Воловиков В.Н. Эффективность применения цифровых технологий в животноводстве // Междисциплинарность науки как фактор и условие повышения качества научных исследований: сборник статей Всероссийской научно-практической конференции. - 2020. - С. 51-53.
2. Соляник С., Соляник В. Цифровое животноводство - технология 21 века // Животноводство России. - 2020. - № 6. - С. 24-31.
3. Буклагин Д.С. Цифровые технологии и системы управления в животноводстве // Техника и технологии в животноводстве. - 2020. - № 4 (40). - С. 105-112.
4. Морозов Н.М. Инновационная техника и цифровые технологии - важные факторы повышения эффективности производства продукции животноводства // Экономика сельского хозяйства России. - 2018. - № 2. - С. 15-23.
5. V. Pegorini, L. Zen Karam, C.S.R. Pitta, R. Cardoso, J.C.C. Da Silva, H.J. Kalinowski, R. Ribeiro, F.L. Bertotti, T.S. Assmann, In vivo pattern classification of ingestive behavior in ruminants using FBG sensors and machine learning, Sensors. - 15 (11). - (2020). - 28456–28471.
6. U.G. Barron, G. Corkery, B. Barry, R. Butler, K. McDonnell, S. Ward, Assessment of retinal recognition technology as a biometric method for sheep identification, Comput. Electron.

Шеметов А.И., Иванов А.С.

Роль технических элементов цифровизации в развитии современного животноводства

**Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»**

Agric. - 60 (2). - (2008). - 156–166.

7. A.S. Dhoble, K.T. Ryan, P. Lahiri, M. Chen, X. Pang, F.C. Cardoso, K.D. Bhalerao, Cytometric fingerprinting and machine learning (CFML): a novel label-free, objective method for routine mastitis screening, Comput. Electron. Agric. – 162. - (2019). - 505–513.

8. S. Wolfert, L. Ge, C. Verdouw, M.J. Bogaardt, Big data in smart farming—a review, Agric. Syst. - 153 - (2017) - 69–80.

Цитирование:

Шеметов А.И., Иванов А.С. Роль технических элементов цифровизации в развитии современного животноводства [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2021. – №6. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2021/7/st_010.pdf. DOI: <https://doi.org/10.51419/20217010>.