

УДК 631.171:633.51

ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ МОДУЛЬНОГО ТИПА И ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ПРИ АНАЛИЗЕ СОСТОЯНИЯ ПОСЕВОВ ЛУБЯНЫХ КУЛЬТУР

© 2024 г. Д. Р. Аветисян*

Донской государственный аграрный университет
346493 Ростовская обл., Октябрьский р-н, п. Персиановский, ул. Кривошлыкова, 24, Россия

*E-mail: Daviondpainter@mail.ru

Исследовали возможности применения искусственного интеллекта в сельскохозяйственном секторе, в частности оптимизацию анализа фаз вегетации лубяных культур. Реализация данной задачи была наиболее эффективна в рамках традиционного механизма изучения растений в эталонные сроки их жизнедеятельности и посредством интеграции аппаратно-программных комплексов. Они включают в себя клиентскую часть, состоящую из беспилотного летательного аппарата (вертолетного, самолетного либо комбинированного типа), модулей фото-видеофиксации и устройства передачи значимых данных, а также серверную часть, включающую в себя сервер, в котором функционирует обученная под конкретные задачи нейронная сеть сверточного типа и база данных, в которой производится сегментация сведений о исследуемых объектах и их анализируемых признаках, а также принимающее устройство. Применение достижений науки и техники, в особенности информационных технологий, в государственном секторе сельского хозяйства значительно повысит эффективность решения стратегических задач в данной сфере.

Ключевые слова: лубяные культуры, анализ, нейронные сети, центры обработки данных, клиент-серверная архитектура, поддержка принятия решений, стадии вегетации, урожайность.

DOI: 10.31857/S0002188124030095, EDN: DNKFGU

ВВЕДЕНИЕ

Учитывая требования к развитию сырьевой базы для обеспечения легкой промышленности качественным сельскохозяйственным сырьем и важность лубяных культур в сельском хозяйстве, многогранность их использования, становится ясно, что анализ состояния растений на всех стадиях роста является важным и необходимым элементом процесса выращивания качественной продукции [1]. Лубяные культуры выходят на новый уровень по значимости в сельскохозяйственном секторе, как ресурсный сегмент для легкой и тяжелой промышленности. Рассматриваемый вид растений имеет высокую экономическую и экологическую ценность и являются важным источником питания и других сфер жизнедеятельности человека и общества [2–4]. Данная категория растений также играет важную роль в улучшении почвы и повышении урожайности иных культур севооборотов, что определяет их ключевую роль и необходимость в сельском хозяйстве.

Являясь одними из наиболее многоцелевых растений, рассматриваемые культуры используются в различных отраслях промышленности, включая текстильную, пищевую, медицинскую, косметическую и другие. Например, конопля богата белком, жирными кислотами, витаминами и минералами, что делает

ее ценным источником питательных веществ для человека и животных. Кроме того, конопля является одним из наиболее эффективных и экологически чистых растений для производства текстильных материалов и биотоплива. В процессе выращивания конопли не требуется большого количества удобрений и пестицидов, что позволяет сократить затраты на производство и уменьшить негативное воздействие их на окружающую среду. Цель работы – изучение применения беспилотных летательных аппаратов модульного типа и искусственного интеллекта при анализе состояния посевов лубяных культур.

МЕТОДЫ АНАЛИЗА ПОСЕВОВ ПРИ ПОМОЩИ БПЛА

На ранних этапах селекции необходимо проанализировать тысячи селекционных образцов, а иногда и отдельные растения для изучения качества волокна, поэтому метод его определения должен быть простым, доступным, что впоследствии позволит получить достоверную информацию о характеристиках волокна. О качестве лучше судить по анатомическому строению элементарных волокон и пучков луба – чем меньше толщина стенок и меньше отверстий в элементарных волокнах и чем плотнее соединение элементарных волокон в пучках луба, тем лучше качество

волокна. Практический интерес для определения качества волокна на ранних стадиях развития растений представляет коэффициент корреляции между тонировкой волокна и гибкостью: чем выше коэффициент корреляции между этими показателями, тем лучше качество волокна. Сравнительное исследование технологической оценки качества волокна и анатомического строения стебля позволяет установить, что наиболее оптимальными являются три показателя: диаметр элементарных волокон, степень варьирования и площадь пучков волокон.

Традиционные методы анализа, такие как визуальный осмотр и оценка растений вручную, помимо трудоемкости и ненадежности на сегодняшний день не являются эффективными. В этой связи использование технологий машинного обучения при формировании нейронных сетей с целью анализа посевных площадей лубяных культур значительно повысит эффективность производства, а также оптимизирует затраты на анализ и уход за растениями. Одной из наиболее важных задач в рассматриваемом направлении выступает анализ стадий вегетации культур. Однако следует понимать, что для каждого типа растений необходим достаточный дата-сет обучающейся выборки, на основании которой и будет производиться анализ входных данных, в частности, поступающих в режиме реального времени, а после — последующее выявление детерминирующих признаков (какой период роста, “уровень здоровья культуры” и иные) для каждой стадии вегетации исследуемой культуры [5].

Одним из примеров применения машинного обучения для анализа посевных полей является использование нейронных сетей при исследовании входного потока данных-изображений, полученных при помощи системы видеонаблюдения и фиксации, интегрированных на модульной основе в беспилотных летательных аппаратах (БПЛА). Следует отметить, что использование технологий машинного обучения и нейронных сетей для анализа посевных площадей требует высокой квалификации специалистов в области сельского хозяйства и информационных технологий. Использование БПЛА модульного типа при изучении посевных площадей лубяных культур является одним из наиболее эффективных способов сбора и анализа значимых данных.

Эталонный тип модульного БПЛА в основном состоит из следующих основных частей, таких как корпус с комплектующими, фото- или видекамера и система передачи данных. Например, анализ изображений, полученных с помощью дронов, позволяет определять параметры роста растений, такие как высота, плотность посева, площадь листьев и т.п.

Камера, установленная на модульном БПЛА, осуществляющая фото- и/или видеофиксацию зондируемого сектора передает полезную нагрузку в режиме реального времени по соответствующему каналу

на серверную часть, оператору. В целях реализации анализа полученного потока данных используют нейронные сети сверточного типа, библиотеки которых (инструментарий) адаптированы к распознаванию объектов и их компонентов на изображении.

Процесс обучения искусственного интеллекта, направленного на точность при решении задач диагностики динамики роста культуры в каждой фазе вегетации, выявления аномалий и отклонений в рамках анализа жизнедеятельности растений, включает в себя агрегацию ненормализованного массива больших данных: описательную часть, включающую в себя от самого названия растения до всех обозначений, свойств признаков, состояний, относящихся к нему. Наличие изображений растений с разных ракурсов и масштаба, сегментированных в периоды условных, эталонных фаз роста исследуемой культуры [6, 7]. Интеллектуальная система, построенная на основе машинного обучения (искусственный интеллект), также позволит производить анализ следующих параметров: площади листьев, количества цветков, степени повреждения растения(й), наличие вредителей и болезней и т.п.

Существует множество библиотек для машинного обучения, которые позволяют анализировать видеофрагменты. Наиболее популярная — OpenCV: это библиотека с открытым исходным кодом, которая предоставляет мощные инструменты для анализа видео, используется для извлечения информации из видеофрагментов, а также обнаружения объектов, распознавания сущностей. Данная библиотека поддерживает множество языков программирования, включая высокоуровневые, объектно-ориентированные языки программирования, такие как Python, C++, Java и др.

Разработанная Google, позволяющая создавать и обучать нейронные сети — TensorFlow аналогично может быть использована для анализа видеофрагментов при помощи инструментов машинного обучения. TensorFlow поддерживает несколько языков программирования, включая Python, C++, Java, Go и др. PyTorch — еще одна библиотека машинного обучения с открытым исходным кодом, разработанная Facebook. PyTorch также предоставляет инструмент для создания и обучения нейронных сетей.

Наряду с вышеупомянутыми библиотеками, Caffe и Keras выступают в виде высокоуровневых библиотек машинного обучения, разработанные для оперативного формирования обучения моделей нейронных сетей. Keras, помимо обработки видеофрагментов и распознавание объектов, в своем функционале содержит инструментарий по сегментации и классификации поступающих данных, поддерживает языки C++, Python и др.

Все вышеперечисленные библиотеки имеют свой собственный аутентичный набор инструментов

и функций для анализа видеопотока данных. Выбор конкретной библиотеки зависит от решаемой задачи. При создании нейронной сети для анализа сельскохозяйственного сектора, а именно лубяных культур, наиболее подходящими выступают библиотеки OpenCV, PyTorch, Caffe.

После обучения системы модульный БПЛА может быть отправлен по указанным оператором координатам с заданием одного облета требуемой посевной площади, либо установив периодизацию полетов зондируемой площади.

Клиентская часть, а именно сам БПЛА с модулем фото- или видеокамеры и передающего устройства, фиксирует и передает с установленной высоты и под соответствующими углом изображения растений.

Серверная часть посредством нейронной сети проводит сравнительный анализ входного потока данных, идентифицирует объекты и элементы по соответствующим признакам, после чего присваивает идентифицированный дата-сет атрибутов каждого из фрагментов, предлагая оператору-специалисту рекомендации по уходу, зависимости по которым (наличие проблемы – предложения по ее устранению, в соответствии с установленными методиками и устанавливающими документами Министерства сельского хозяйства) были предусмотрены в рамках разработанного программного обеспечения и предварительно загружены в рамках базы данных (PostgreSQL) на серверную часть.

Преимуществом такого подхода является возможность получения данных в режиме реального времени, что позволяет быстро реагировать на изменения состояния растений и принимать своевременные меры для их защиты. Кроме того, использование БПЛА модульного типа значительно сокращает затраты на анализ посевных площадей и уменьшает количество ошибок, связанных, в частности, с уровнем компетенций.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БПЛА ДЛЯ АНАЛИЗА ПОСЕВОВ ЛУБЯНЫХ КУЛЬТУР

Использование БПЛА модульного типа для анализа посевных площадей лубяных культур выступает одним из наиболее эффективных и перспективных способов оптимизации производства в сельском хозяйстве. Кроме того, БПЛА обладают высокой маневренностью и мобильностью, что позволяет быстро перемещаться с одной посевной площади на другую и собирать данные в разных полях, что особенно важно для анализа больших территорий.

Кроме того, машинное обучение также можно использовать при анализе данных, полученных с помощью датчиков, установленных на полях. Датчики могут измерять параметры температуры, влажности почвы и воздуха, освещенности и т.п. Полученные данные могут быть обработаны с помощью

нейронных сетей, с последующим определением оптимального времени и способа полива, удобрения и других мероприятий, необходимых для увеличения урожайности и его качества.

Беспилотные летательные аппараты используют в качестве корпуса, к которому крепятся модули с различного рода функционалом. Ими могут выступать фото- и видеокамеры, устройства GPS-навигации, предусматривающие как установку датчиков на посевных площадях, так и ориентацию по координатам самого летательного аппарата, что позволяет собирать данные о температуре, влажности почвы, освещенности и других параметрах, которые могут влиять на рост растений. Системы GPS-навигации позволяют определять точное местоположение растений, в отношении которых требуется проведение корректировки по уходу. Газоанализаторы, позволяющие контролировать и отслеживать уровень загрязнения атмосферы по заданным оператором параметрам (в соответствии с требованиями и в зависимости от культуры). Тепловизоры, применение которых предоставляет в режиме реального времени данные об объектах (животных, людей, техники и др.), проникших или попавших на контролируемую территорию. Системы видеонаблюдения со встроенной функцией идентификацией объектов, в рамках которой распознавание входного потока данных реализовано посредством нейронных сетей обученных методами машинного обучения, с переносом нагрузки по обработке потока данных на серверную часть, позволяет с высокой точностью идентифицировать не только человека или животного, но и распознать признаки культивируемых растений: формы листьев, ствола, цветков, пигмента, а также иных параметров, позволяющих диагностировать состояние растения в той или иной фазе вегетации.

Полученные сведения оперативным путем в совокупности с автоматическими системами автоматизации сельскохозяйственной деятельности, в комплексе с современной сельскохозяйственной техникой и их комплектующими позволит повысить урожайность и улучшить качество продукции [8].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Существует множество инструментов, которые могут быть использованы в сельском хозяйстве. Каждый из которых имеет свои преимущества, и выбор зависит от конкретных условий и задач. Интеграция информационных систем на основе машинного обучения представляет собой эффективное решение в сельскохозяйственном секторе.

Использование технологий машинного обучения и нейронных сетей для анализа посевных полей с лубяными волокнами может значительно улучшить эффективность сбора и анализа достаточного количества данных с датчиков, установленных как стационарно по площади (периметру), так и интегрированных

модульно в БПЛА, позволяя автоматически обрабатывать поступающую информацию. Сбор и обработка большого ненормализованного количества данных, используя систему как элемент поддержки принятия решений, повышая эффективность производства и способствуя увеличению урожайности за счет своевременного принятия профилактических решений на различных стадиях вегетации, является важным фактором для обеспечения продовольственной безопасности и устойчивого развития сельского хозяйства.

С использованием технологий машинного обучения в аграрной сфере возможен процесс оптимизации ухода за растениями, что повлечет снижение затрат на каждом из этапов культивации культуры: предварительную обработку почвы, удобрение почвы, периодизацию полива, и т.д., что отражает реализацию задачи стратегического планирования – экономической целесообразности. Наиболее эффективной схемой реализации при построении системы анализа выступает клиент-серверная архитектура с обработкой полезной нагрузки в серверной части.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Постановление Правительства РФ от 31.03.2020 № 375 “О внесении изменений в государственную программу развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия”.
2. Приказ Минсельхоза России от 11.11.2020 № 674 “Об определении приоритетных направлений развития агропромышленного комплекса по субъектам Российской Федерации на 2021, 2022 и 2023 годы”
3. Распоряжение Правительства РФ от 25.01.2017 № 79-р (ред. от 31.08.2021) “Об утверждении перечня сельскохозяйственной продукции, производство, первичную и последующую (промышленную) переработку которой осуществляют сельскохозяйственные товаропроизводители, а также научные организации, профессиональные образовательные организации, образовательные организации высшего образования в процессе своей научной, научно-технической и (или) образовательной деятельности”.
4. Приказ Минсельхоза России от 11.11.2020 № 674 “Об определении приоритетных направлений развития агропромышленного комплекса по субъектам Российской Федерации на 2021, 2022 и 2023 годы” (зарегистрировано в минобществу России 11.12.2020 п 61414).
5. ГОСТ Р 70462.1–2022 Информационные технологии. Интеллект искусственный. Оценка робастности нейронных сетей.
6. *Avetisyan D.R.* Analytical system for data retrieval in network segments // Свид-во о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2022664370 от 28.07.2022 г.
7. *Avetisyan D.R.* Dynamics of preservation of viability of micro-plants // Свид-во о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2022612599 от 28.02.2022 г.
8. *Avetisyan D.R.* Modern aspects of bast fiber production in the genesis of bast fiber culture selection // Inter. Res. Conf. on Challenges and Advances in Farming, Food Manufacturing, Agricultural Research and Education, Published: 2021.
<https://doi.org/10.18502/7>

Use of Unmanned Aerial Vehicles of Modular Type and Artificial Intelligence in the Analysis of the State of Bast Crops

D. R. Avetisyan[#]

*Don State Agrarian University,
ul. Krivoshlykova 24, Rostov region, Oktyabrsky district, p. Persianovsky 346493, Russia*

[#]*E-mail: Daviondpainter@mail.ru*

The possibilities of using artificial intelligence in the agricultural sector were investigated, in particular, the optimization of the analysis of the phases of vegetation of bast crops. The implementation of this task was most effective within the framework of a traditional mechanism for studying plants in the reference time of their life and through the integration of hardware and software complexes, including a client part consisting of an unmanned aerial vehicle (helicopter, airplane or combined type), photo-video recording modules and a transmission device significant data, as well as the server part, which includes a server in which a convolutional neural network and a database equipped for specific tasks function, in which information about the studied objects and their analyzed features is segmented, as well as the receiving device. The application of advances in science and technology, especially information technology, in the state sector of agriculture will significantly increase the effectiveness of solving strategic tasks in this area.

Keywords: bast crops, analysis, neural networks, data processing centers, client-server architecture, decision support, vegetation conditions, productivity.