

ПЕРСПЕКТИВЫ ЦИФРОВОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА В КОНТЕКСТЕ РОБОТОТЕХНИКИ

Аль Дарабсе Амер Мохаммад Фархан

Инженер самолето-и-вертолетостроение

и Электроснабжение

amersamarah4@gmail.com

Маркова Елена Владимировна,

к.э.н., доцент

кафедры «Общенаучные дисциплины»

morozova319@yandex.ru

Дабабне Исса Эльяс

студент 1 курса направления «Авиастроение»

Dababneh.issa47@gmail.com

Денисова Татьяна Валентиновна,

к.э.н., доцент

кафедры «Экономика, управление и информатика»

denisovaiatu@mail.ru

Институт авиационных технологий и управления, Ульяновский

государственный технический университет, г. Ульяновск, РФ

Аннотация. Цифровое сельское хозяйство — это практика применения современных технологий, таких как датчики, робототехника и анализ данных, для перехода от утомительных операций к непрерывно автоматизированным процессам. В этой статье рассматриваются некоторые из последних достижений сельскохозяйственной робототехники, в частности те, которые используются для автономной борьбы с сорняками, разведки полей и уборки урожая. Идентификация объектов, алгоритмы планирования задач, цифровизация и оптимизация датчиков выделяются как некоторые из проблем, с которыми сталкивается в контексте цифрового сельского

хозяйства. Концепции мульти-роботов, взаимодействия человека и робота и реконструкции окружающей среды по аэрофотоснимкам и наземным датчикам для создания виртуальных ферм были выделены как некоторые из шлюзов цифрового сельского хозяйства. Было показано, что одна из тенденций и направлений исследований в области робототехники в сельскохозяйственных полях заключается в создании рой небольших роботов и дронов, которые взаимодействуют друг с другом для оптимизации затрат на сельское хозяйство и выявления отрицаемой или скрытой информации. В случае роботизированной уборки урожая автономная структура с несколькими простыми осевыми манипуляторами может быть быстрее и эффективнее, чем адаптированные в настоящее время профессиональные дорогие манипуляторы. Хотя роботы становятся неотъемлемой частью современных ферм, мы пришли к выводу, что в будущем нереально ожидать полностью автоматизированной системы ведения сельского хозяйства.

Ключевые слова: сельскохозяйственная робототехника, точное земледелие, виртуальные сады, цифровое сельское хозяйство, программное обеспечение для моделирования.

Ожидается, что современные фермы будут производить больше урожая с более высоким качеством при меньших затратах и устойчивым способом, который меньше зависит от рабочей силы. Внедрение цифрового земледелия и управления точностью для конкретных участков - некоторые из возможных ответов на это ожидание, которое зависит не только от сенсорной технологии, но и от непрерывного сбора полевых данных, который возможен только при правильном использовании сельскохозяйственных роботов. Ученые-агрономы, фермеры и фермеры также сталкиваются с проблемой производства большего количества продуктов питания на меньшем количестве земель устойчивым способом, чтобы удовлетворить потребности прогнозируемого 9,8 миллиарда человек в 2050 году. Это эквивалентно прокормке недавно добавленного города с населением 200 000 человек в

каждом. день. Интеграция цифровых инструментов, датчиков и технологий управления ускорила проектирование и развитие сельскохозяйственной робототехники, продемонстрировав значительный потенциал и преимущества в современном сельском хозяйстве [1]. Эти изменения варьируются от оцифровки растений и полей путем своевременного сбора точной и подробной временной и пространственной информации до выполнения сложных задач нелинейного управления для навигации роботов. Автономные управляемые тракторы и сельскохозяйственная техника, оснащенная локальными и глобальными датчиками для работы на пропашных культурах и в садах, уже достигли зрелости. который использует глобальную навигационную спутниковую систему для рулевого управления, и автономную навигацию Claas, которая предлагает рулевое управление Cam Pilot и 3D компьютерное зрение в дополнение к управлению на основе GPS для отслеживания функций на земле. Полевые сельскохозяйственные роботы и манипуляторы стали важной частью различных аспектов цифрового сельского хозяйства [2].

С развитием теории управления применение этих роботов в цифровом сельском хозяйстве вызвало растущий интерес к автоматизации, что привело к смене традиционных полевых активистов на высокотехнологичные промышленные задачи, которые привлекают инвесторов, профессиональных инженеров и компании. Хотя многие из них все еще находятся на стадии прототипа, эти роботы теперь могут выполнять различные сельскохозяйственные операции, включая разведку урожая, борьбу с вредителями и сорняками, сбор урожая, целевое опрыскивание, обрезку, доение, фенотипирование и сортировку. В отличие от промышленного случая, эти приложения могут быть чрезвычайно сложными для полной автоматизации. Сельскохозяйственный робот находится в чрезвычайно динамичной среде, и все же ожидается, что он будет касаться, ощущать или манипулировать урожаем и окружающей средой точным образом, что требует минимального воздействия при одновременном

повышении эффективности. Хотя доступны промышленные роботизированные платформы с высокой точностью и скоростью, их применение в сельском хозяйстве ограничено из-за того, что мы называем неструктурированной средой и неопределенными задачами, которые создают большие проблемы. Например, спрос на выращивание фруктов и овощей в межсезонье требует различных аспектов автоматизации и робототехники в производственных средах закрытого типа, таких как теплицы. Полевой робот с манипулятором для опрыскивания, удаления листьев и уборки урожая и рабочим органом для таких задач в динамичной, сложной и неопределенной среде должен учитывать различное расположение растений по размеру и форме, стеблям, веткам, листьям, цвету плодов, текстуре, препятствиям и погодным воздействиям, чтобы эффективно работать в реальных условиях [3]. В случае сбора урожая, например, механизм обнаружения должен определять спелость плодов при наличии различных нарушений в непредсказуемой гетерогенной среде, в то время как исполнительный механизм должен выполнять планирование движения и пути для навигации внутри системы растений или кроны деревьев с помощью минимального количества столкновений для аккуратного захвата и извлечения мягких фруктов. Это намного сложнее по сравнению с промышленным роботом, отвечающим за сбор и установку прочного болта на сборочной линии.

С одной стороны, полевые сельскохозяйственные роботы повышают надежность работы, улучшают состояние почвы и повышают урожайность. Как правило, он оснащен двумя или более датчиками и камерами для управления навигацией, одновременной локализацией и картированием, а также алгоритмами планирования маршрута. Некоторые прошлые попытки разработки моделей сельскохозяйственных полевых роботов можно найти в Works. Роботизированная уборочная платформа, показанная на рисунке 1, является одним из последних достижений в области сельскохозяйственной робототехники. Он был введен консорциумом проектов). Он представляет собой сборку автономной мобильной платформы с роботом-манипулятором,

удерживающим концевой эффект, и устройством захвата для сбора фруктов. Конечная цель проекта Sweeper - вывести на рынок первого работающего робота для уборки сладкого перца. Используя систему камер, установленную на концевом эффекторе, SWEEPER сканирует растения, смотрящие немного вверх, чтобы обнаружить спелые плоды (робот отслеживает низ перца, чтобы определить спелость плода). Настройка камеры и датчика полностью не зависит от условий окружающего освещения и предоставляет информацию о цветных изображениях и картах расстояний, используемых для обнаружения, локализации и классификации плодов. Робот SWEEPER был обучен обнаруживать препятствия, такие как листья и стебли растений на изображениях. Процесс обучения был ускорен с использованием имитационных моделей искусственных растений перца и сетевых алгоритмов глубокого обучения [4]. Как только робот обнаруживает перец, информация о его местоположении используется для построения карты траектории движения манипулятора. Из-за ограниченного пространства для перемещения между рядами посадки расчет этого пути может быть очень сложным. Затем робот использует сервовизуальный контроль для доступа к стеблю пепперони. Камера робота делает снимки под разными углами, при этом рука приближается к перцу в таком направлении, что туловище всегда находится на обратной стороне перца. Прямо над перцем размещается небольшой режущий инструмент, который режет опору при движении триммера вниз [15]. Это отделяет перец от стебля растения и бросает его в захватывающее устройство, которое перемещается к ящику для перца с помощью манипулятора. Стоит отметить, что подметально-уборочные машины могут собирать только те плоды, которые находятся на лицевой стороне растений и стеблях. Говорят, что к роботу была добавлена конвейерная лента, чтобы транспортировать собранный перец в стандартную тележку для перца. Несколько роботов и вагонов станут частью полностью автоматизированной системы управления послеуборочной логистикой. Робот

полностью использует свои навыки уборки урожая в системе однорядной посадки [5].



Рисунок 1 – Робот SWEEPER в действии: первая в мире полностью автоматизированная платформа для сбора сладкого перца

Для целей данной статьи мы предоставляем общий обзор последних достижений в области сельскохозяйственной робототехники с акцентом на тех, которые используют высокотехнологичные датчики, искусственный интеллект, машинное обучение и среды моделирования для (1) борьбы с сорняками и целевого опрыскивания, (2) полевые исследования и сбор данных, и (3) автоматизированный сбор урожая. Затем мы расширяем наше обсуждение, чтобы представить некоторые из наиболее широко используемых программ моделирования и виртуальных платформ, которые можно адаптировать для ускорения проектирования сельскохозяйственных роботов, улучшения эксплуатационных характеристик и оценки возможностей управления фактическим оборудованием [6].

Исследовательские усилия по разработке сельскохозяйственных роботов, которые могут эффективно выполнять утомительные полевые задачи, значительно выросли за последнее десятилетие. За исключением доильных роботов, изобретенных в Нидерландах, робототехника не достигла коммерческого масштаба для сельскохозяйственных приложений. В связи с сокращением рабочей силы и увеличением производственных затрат области исследований роботизированной прополки и уборки урожая привлекают все больше и больше внимания в последние годы, однако самые быстрые из доступных прототипов роботов для прополки и уборки урожая даже близко

не могут конкурировать с человеком-оператором [14]. Что касается сбора ценных фруктов с помощью роботов, технология теперь приближается к коммерческому продукту с появлением SWEEPER. Для других фруктов, таких как цитрусовые и яблоки, которые можно массово собирать для производства соков, модификации существующих механических систем сбора урожая с некоторыми функциями роботов могут быть более перспективными, чем использование одной роботизированной системы. Повышение скорости и точности роботов для сельскохозяйственных приложений является основными проблемами, которые необходимо решить для обобщения робототехнических систем, однако, по сравнению с промышленными и военными случаями, отсутствие обильного финансирования исследований и бюджетов в сельском хозяйстве замедлило этот процесс [13]. В случае с роботом для сбора урожая предлагается улучшить восприятие (обнаружение плодов), действия (движение манипулятора, прикрепление, отсоединение и сбор плодов) и систему выращивания (обрезка листьев и изменение формы растений) для повышения эффективности. Следует отметить, что разработка доступного и эффективного сельскохозяйственного робота требует междисциплинарного сотрудничества в нескольких областях, таких как садоводческая инженерия, информатика, мехатроника, динамическое управление, глубокое обучение и интеллектуальные системы [12], датчики и приборы, проектирование программного обеспечения, системная интеграция и управление урожаем. Мы выделили некоторые из проблем, с которыми сталкиваются в контексте использования датчиков и робототехники для точного земледелия и цифрового земледелия, такие как идентификация объектов, алгоритмы планирования задач, цифровизация и оптимизация датчиков. Также было упомянуто, что для автономной структуры для успешного выполнения сельскохозяйственных задач, исследования должны быть сосредоточены на разработке простых манипуляторов и систем с несколькими роботами. Фактически [11], это одна из академических тенденций и направлений

исследований в области сельскохозяйственной робототехники для создания рой небольших роботов и дронов, которые сотрудничают друг с другом для оптимизации затрат на сельское хозяйство и выявления отрицаемой или скрытой информации [7]. В заключение можно сказать, что некоторые формы сотрудничества человека и робота, а также модификация систем выращивания и посадки сельскохозяйственных культур на полях и в теплицах могут потребоваться для решения задач сельскохозяйственной робототехники, которые еще нельзя автоматизировать [10]. Например, в системе совместной уборки урожая с использованием человека и робота любой фрукт, который не видит робот, будет замечен человеком на сенсорном экране [9]. В качестве альтернативы, весь механизм обнаружения и действия робота может выполняться человеком-оператором в виртуальной среде. Тем не менее, сельскохозяйственный робот должен быть экономически жизнеспособным, что означает, что он должен быстро распознавать, быстро вычислять и действовать быстро, чтобы реагировать на изменчивость окружающей среды [8].

Список использованных источников

1. Аль Д.А.М.Ф., Маркова Е.В., Денисова Т.В. Профессиональная деятельность специалистов авиационной сферы как основа формирования их аутентичной речевой коммуникации. // Наука и Образование. 2019. № 2. С. 269.
2. Аль-Дарабсе А.М.Ф. Проблемы программного обеспечения в авиационных системах. // В сборнике: Проблемы технического сервиса в АПК Сборник научных трудов II студенческой всероссийской научно-практической конференции. 2019. С. 7-15.
3. Аль Д.М.Ф., Маркова Е.В., Миллер В.В. Основные законы конструкции самолета. // Наука и Образование. 2020. № 1. С. 118.

4. Аль Д.М.Ф., Маркова Е.В., Миллер В.В. Содержание этанола в автомобильном бензине (могаз) в авиации в сравнении с авиационным бензином (авгаз). // Наука и Образование. 2020. № 1. С. 119.

5. Аль-Дарабсе А.М.Ф., Маркова Е.В. Развитие компетенций на рабочем месте: концепции, стратегии и эффекты. // Аграрное образование и наука. 2019. № 4. С. 1.

6. Черненькая Е.В. Форсайт-аудит систем управления в аэрокосмической технологии. // Вестник Ульяновского государственного технического университета. 2019. № 1 (85). С. 71-73.

7. Маркова Е.В., Аль-Дарабсе А.М.Ф. Влияние инноваций на экономический рост. // Вестник Ульяновского государственного технического университета. 2019. № 2 (86). С. 72-74.

8. Аль Д.А.М.Ф., Маркова Е.В., Денисова Т.В. Технология изготовления конструктивных деталей самолетов. // Наука и Образование. 2019. № 2. С. 268.

9. Маркова Е.В., Денисова Т.В. Моделирование турбовинтовой гибридной электрической двигательной установки. // Российский электронный научный журнал. 2019. № 2 (32). С. 16-33.

10. Аль-Дарабсе А.М.Ф. Исследование экономических систем в авиастроении на основе методологии функционально-стоимостной инженерии. // В сборнике: Молодежь и наука XXI века Материалы Международной научной конференции. 2018. С. 470-472.

11. Вольсков Д.Г. Исследование экономических систем в авиастроении на основе методологии функционально-стоимостной инженерии. // В сборнике: Молодежь и наука XXI века Материалы Международной научной конференции. 2018. С. 470-472.

12. Вольсков Д.Г. Криминализация экономики как финансовой безопасности. // В сборнике: Проблемы и перспективы экономических отношений предприятий авиационного кластера III Всероссийская научная конференция. Ульяновск, 2019. С. 101-104.

13. Вольсков Д.Г. Способы снижения дебиторской задолженности с целью укрепления финансовой безопасности предприятия. // В сборнике: Проблемы и перспективы экономических отношений предприятий авиационного кластера III Всероссийская научная конференция. Ульяновск, 2019. С. 105-109.

14. Вольсков Д.Г. Кадровая безопасность предприятия в современной экономике. // В сборнике: Проблемы и перспективы экономических отношений предприятий авиационного кластера III Всероссийская научная конференция. Ульяновск, 2019. С. 109-113.

15. Вольсков Д.Г. Улучшение отслеживания багажа, безопасности и обслуживания клиентов с помощью RFID в авиационной отрасли.// В сборнике: Проблемы технического сервиса в АПК Сборник научных трудов II студенческой всероссийской научно-практической конференции. 2019. С. 15-20.

PROSPECTS FOR DIGITAL AGRICULTURE IN THE CONTEXT OF ROBOTICS

Al Darabseh Amer Mohammad Farhan

Engineer Aircraft & Helicopter Engineering and Power Supply

amersamarah4@gmail.com

Markova Elena Vladimirovna,

Ph.D., associate professor

Department of " General science disciplines"

morozova319@yandex.ru

Dababne Issa Elyas

1st year student of the direction Aviation

Dababneh.issa47@gmail.com

Denisova Tatyana Valentinovna,

Ph.D., associate professor

Department of "Economics, Management and Computer Science"

denisovaiatu@mail.ru

Institute of Aviation Technologies and Management,

Ulyanovsk State Technical University, Ulyanovsk, Russian

Abstract. Digital agriculture is the practice of applying modern technologies such as sensors, robotics and data analysis to move from slow operations to continuously automated processes. This article examines some of the latest advances in agricultural robotics, particularly those used for autonomous weed control, field exploration, and harvesting. Object identification, task planning, digitization and sensor optimization algorithms stand out as some of the challenges that can be faced in the context of digital agriculture. The concepts of multi-robots, interaction with human-robot, and reconstruction of environment from aerial photographs and ground sensors to create virtual farms have been highlighted as some of the gates of digital agriculture. One of the trends and research directions in robotics in agricultural fields has been shown to be the creation of a swarm of small robots and drones interacting with each other to optimize agricultural costs and reveal denied or hidden information. In the case of robotic harvesting, an autonomous structure with a few simple axial manipulators can be faster and more efficient than the currently expensive professional expensive manipulators. Although robots are becoming an integral part of modern farms, we have come to the conclusion that it is unrealistic to expect a fully automated agricultural system in the future.

Keywords: agricultural robotics, precision farming, virtual gardens, digital agriculture, software for simulation.