

КОМПЬЮТЕРНОЕ ЗРЕНИЕ В РОБОТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ ДЛЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ТЕПЛИЦ

Аль.Коаерджи А.М.М.^{1,2}, Огородников А.И.¹

¹*Уральский федеральный университет имени первого Президента России*

Б.Н. Ельцина, Екатеринбург;

²*Центральный технический университет, Багдад, Ирак*

Ключевые слова: автоматизированная теплица, сельскохозяйственный робот, выращивание томатов, компьютерное зрение, сверточная нейронная сеть.

Аннотация. Создан прототип сельскохозяйственного робота на колесной платформе для обслуживания тепличных растений от посадки рассады до сбора урожая. Разработан прибор компьютерного зрения для распознавания объектов, включая больные растения, вредных насекомых, спелые плоды. Прибор включает камеру и ультразвуковой датчик, что позволяет детектировать объекты и вычислять расстояние до них для планирования траектории движения рабочего органа и выполнения технологической операции роботом, например, опрыскивание больных листьев или срывание красных плодов. Сенсорная информация от прибора компьютерного зрения обрабатывается с помощью сверточной нейронной сети, предварительно обученной на банке визуальных данных.

COMPUTER VISION IN A ROBOTIC SYSTEM FOR AUTOMATED GREENHOUSE MAINTENANCE

Al.Koaerji A.M.M.^{1,2}, Ogorodnikov A.I.¹

¹*Ural Federal University named after the First President of Russia B.N. Yeltsin, Ekaterinburg;*

²*Middle Technical University, Baghdad, Iraq*

Keywords: automated greenhouse, agricultural robot, tomato growing, computer vision, convolutional neural network.

Abstract. A prototype of a wheeled agricultural robot has been created for greenhouse plant maintenance, from seedling planting to harvesting. A computer vision device has been developed for recognizing objects, including diseased plants, pests, and ripe fruit. The device incorporates a camera and an ultrasonic sensor, enabling it to detect objects and calculate their distances to plan the robot's trajectory and perform tasks such as spraying diseased leaves or picking red fruit. Sensory information from the computer vision device is processed using a convolutional neural network pre-trained on a visual data bank.

Перспективным направлением в развитии сельского хозяйства становятся автоматизированные теплицы, обслуживание растений в которых полностью осуществляется роботизированными комплексами [1]. Преимуществом таких теплиц является круглогодичное производство продуктов питания [2], что дает существенный экономический эффект с учетом цехов по упаковке и переработке тепличных растений, расположенных в непосредственной близости от локации агрономических площадей [3].

В данной работе собран и протестирован прототип колесного робота для выращивания и сбора урожая томатов, оснащенный прибором компьютерного зрения. Компьютерное зрение поддерживает ряд технологических операций в

цикле выращивания урожая [4], позволяя распознавать объект и определять расстояние до него. В частности, одним из ключевых преимуществ компьютерного зрения является способность автоматически выявлять заболевания растений на ранних стадиях развития. Детектирование выполняется путем анализа изображений листьев и стеблей растений, на которых могут проявляться признаки инфекций или повреждений насекомыми-вредителями. Важным начальным этапом детектирования является выделение и исключение фона из изображений, устранение шумовых эффектов. Удаление фона выполнено с помощью сверточной нейронной сети (модель U²-Net), которая обладает компактной архитектурой и извлекает значимые области изображения путем разделения фона и переднего плана.

Анализ изображений от видеокamеры реализован в режиме реального времени с помощью обученной сверточной нейронной сети (модель YOLO), которая показала высокую эффективность при повышенной вариативности погодных условий [5]. Для поддержки выполняемой роботом функции разработан алгоритм, который позволяет классифицировать заболевания и определять тип инфекции, что помогает локально обработать место поражения и своевременно принять меры для предотвращения распространения болезни. Для реализации алгоритма написана программа на языке Python с использованием библиотеки OpenCV, которая содержит готовые функции для захвата и анализа изображений в видеопотоке, а также организации обработки данных нейронной сетью [6].

Выбранная модель сверточной нейронной сети YOLO осуществляет процесс классификации и локализации объекта на изображении за один цикл обработки данных, что выгодно отличает ее от моделей с алгоритмом раннего обнаружения объектов, такими как RCNN, которые требуют синхронизации модулей классификации и обнаружения.

Видеопоток формируется при движении робота от камеры RPi с регулируемым фокусным расстоянием и передается в микропроцессор Raspberry Pi. Микропроцессор оснащен предустановленной операционной системой Raspbian (32-разрядная модификация Linux), оперативной памятью и портами ввода-вывода общего назначения (HDMI, USB, Ethernet).

Прибор компьютерного зрения вместе с разработанным алгоритмическим и программным управлением представляет собой автономное устройство, которое может быть встроено в технологические комплексы как для выращивания, так и для переработки плодов, например, на конвейере для сортировки по нескольким признакам.

Представленная работа выполнена в интересах Министерства сельского хозяйства Республики Ирак, но носит универсальный характер в связи с широким распространением пасленовых культур, соответственно, результаты работы применимы в различных климатических и погодных условиях с широкой географией агропромышленных предприятий.

Список литературы

1. Soleimani A., Abbaspour-Fard M.H, Sapkota R. Artificial intelligence in agricultural machinery & robotics: A systematic review and future outlook // Applied Soft Computing. 2026, vol. 194, p. 114889.

2. Al-Najadi R., Al-Mulla Y., Goher K. Advances in intelligent and autonomous greenhouse systems: A comprehensive review of internet of things, artificial intelligence, and robotics integration // Smart Agricultural Technology. 2026, vol. 13, p. 101670.
3. Roque Vidal L.F., Ogorodnikova O.M. Planning and design of robotic production // MATEC Web of Conferences. 2021, vol. 346, p. 03045.
4. Ogorodnikova O.M., Ali W. Method of ripe tomato detecting for a harvesting robot // AIP Conference Proceedings. 2019, vol. 8, p. 020146.
5. Федоров В.А., Огородникова О.М. Сверточные нейронные сети как инструмент обнаружения объектов железнодорожной инфраструктуры // Автоматизация в промышленности. – 2024. – №12. – С. 20-23.
6. Федоров В.А., Огородникова О.М. Повышение качества обучения сверточных нейронных сетей в задачах технического зрения беспилотных поездов // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2025. – Т. 13, №4(51). – DOI: 10.26102/2310-6018/2025.51.4.002.

Сведения об авторах:

Аль.Коаерджи Али Мохаммед Мозан – аспирант, преподаватель;

Огородников Алексей Игоревич – к.т.н., доцент.