

<https://doi.org/10.26160/2474-5901-2019-13-63-68>

РОБОТЫ ДЛЯ УБОРКИ УРОЖАЯ ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ

Филиппов Р.А., Хорт Д.О., Кутырёв А.И.

Ключевые слова: робот, уборка урожая земляники садовой, система технического зрения, распознавание образа.

Аннотация. Для перехода к интеллектуальным технологиям возделывания земляники садовой необходимо решить задачи автоматизации и роботизации наиболее трудоемких операций при её возделывании, к которым относится операция сбора урожая. В статье приведён анализ современных робототехнических средств для сбора урожая земляники садовой. Отмечена необходимость проведения дополнительных исследований учитывающих морфологические особенности культуры земляники садовой.

ROBOTS FOR HARVESTING STRAWBERRIES

Filippov R.A., Khort D.O., Kutyrév A.I.

Keywords: robot, harvesting strawberries, vision system, image recognition.

Abstract. For transition to intellectual technologies of cultivation strawberry it is necessary to solve problems automation and robotization the most labor-intensive operations at its cultivation to which the operation of harvesting belongs. The article presents an analysis modern robotic tools for harvesting strawberries. The necessity carrying out additional researches taking into account morphological features of culture strawberry is noted.

Долгие десятилетия учёные и инженеры решали вопрос поточной уборки ягод земляники, путём создания комбайнов для непрерывной уборки ягод земляники и некоторые образцы были способны убирать ягоды для дальнейшей переработки, но в большинстве случаев дальше опытных образцов дело не продвинулось. Высокие требования предъявлялись и к селекционерам так как требовались культуры с дружным созреванием, поднятыми над кустом цветоносами и большой плотностью ягод.

В настоящее время развитие средств механизации и электроники достигает такого технического уровня, при котором возможно приступить к решению задачи выборочного сбора спелых ягод земляники садовой. Становятся более доступны производительные контроллеры, датчики, модули компьютерного зрения, исполнительные механизмы для оснащения мобильных роботов с учётом технологических требований промышленного производства продукции садоводства.

Для успешного выполнения поставленной задачи робот должен обладать системой технического зрения с возможностью распознавания и оценки степени зрелости ягоды, точно определять координаты ягод, иметь рабочий орган способный произвести отделение ягоды от плодоножки без повреждений, произвести дальнейшее упаковку ягод.

Специалистами института IAM-BRAIN (Япония) был разработан опытный образец робота для сбора ягод земляники садовой [1]. Машина имеет систему видеокамер, которая позволяет строить 3D модели ягод с различной степенью зрелости. Алгоритм обработки изображения построен таким образом, что ягоду срывают, если доля красного цвета достигает 80%, на сбор каждой ягоды роботу требуется 8 секунд.



Рис.1. Распознавание спелой ягоды

В Калифорнийском технологическом институте [2] так же испытывали уборочного робота снабженного стереовидеокамерами. Для обнаружения спелой ягоды поверхность рядка сканируется с нескольких сторон, затем полученная информация анализируется с помощью разработанного ПО. Далее манипулятор производит захват, отрыв и перенос ягоды в контейнер.



Рис. 2. Земляникоуборочный робот с манипулятором

Испанская компания Agrobot Huelva создала коммерческий образец машины (SW6010) для автоматического сбора ягод земляники на промышленной плантации. Данное техническое средство представляет собой самоходное колесное шасси с дизельным двигателем мощностью 38 л.с. Сбор ягод осуществляется набором из 20 манипуляторов с интеллектуальной системой технического зрения для распознавания местоположения спелых ягод. Сорванные ягоды подаются на конвейер. Рабочая скорость движения машины -1,5 км/ч.



Рис. 3. Agrobot и работа системы распознавания ягод

В 2016 году сотрудники компании Ostinion (Бельгия) представили прототип земляникоуборочного робота, который представляет собой автоматический манипулятор на мобильной платформе. Захват ягоды производится снизу, стебель ломается резким поворотом, затем ягода перемещается в тару. За час машина может собирать до 24 кг.

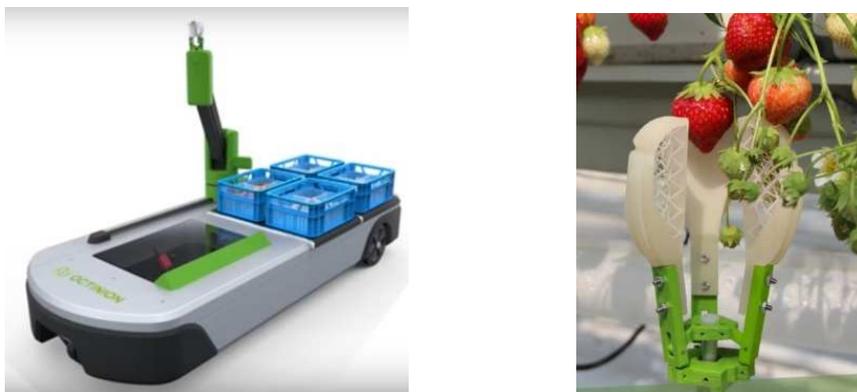


Рис.4. Робот и захват ягоды

В компании Harvest CROO Robotics (CROO - Computerized Robotic Optimized Obtainer.) [3]. Разработали несколько прототипов робототехнических устройств для сбора урожая земляники садовой одновременно с нескольких рядков. Первый вариант устройства предназначался для работы на двух рядках, принцип действия основывается на выполнении трёх последовательных операций, поднятие листы, обнаружение спелой ягоды и отделение спелой ягоды захватом барабанного типа. Данная конструкция была протестирована в 2016 году.



Рис. 5. Первый вариант прототипа робота в работе (Harvest CROO Robotics)

Второй прототип устройства был полностью автономным и имел более совершенную систему управления движением, что позволило производить сбор урожая с шести рядков одновременно. В устройство загружается подробная электронная карта с точными координатами каждого растения.

Система сбора ягод состоит из трёх подсистем.

1. Вспомогательная подсистема, специальным захватом приподнимает листву.

2. Технического зрения, оснащена вращающимися вокруг куста камерами, посредством которых формируется 3D модель куста.

3. Отделения ягод, посредством вращающихся зажимов происходит захват, отделение и перемещение в контейнер.

По мнению разработчиков, ещё необходимо много работы, чтобы можно было эффективно применять робота в промышленных масштабах.

В 2018 году прошли испытания, которые показали, что с помощью данной машины можно убирать до 50% всего урожая, что недостаточно для её массового применения [4].



Рис. 6. Второй вариант опытного образца робота (Harvest CROO Robotics) на плантации

Другой разработкой является робот английской фирмы Dogtooth Technologies [5].



Рис. 7. Робот компании Dogtooth Technologies

Первый прототип робота был протестирован в 2016 году, основные трудности у разработчика связаны с улучшением алгоритмов работы системы технического зрения, у которой стоит задача распознавать урожай не только по спелости но и по качеству. Эффективность применения данного робота определяется не только скоростью сбора урожая, но и возможностью мониторинга состояния растений на плантации, что позволит своевременно реагировать на изменение различных параметров роста и развития растений.

Команда учёных из университета Essex (Великобритания) работает над конструкцией робота с захватом для сбора ягод земляники садовой в условиях промышленных плантаций. Это направление наиболее актуально для Великобритании, потому как в летний сезон ощущается нехватка рабочей силы [6].



Рис. 8. Испытательный стенд для отработки алгоритмов съёма ягод

Для отработки алгоритмов распознавания спелой ягоды, необходимого усилия захвата и отделения ягоды используют специальные сорта с низко висящими цветоносами.

Применением роботов для выборочного сбора урожая земляники садовой позволит решить следующие задачи:

- 1) реализовать интеллектуальные агротехнологии и качественно повысить технико-технологический уровень производства;
- 2) свести к минимуму затраты человеческого труда на данной операции;
- 3) повысить качество выполнения технологического процесса;
- 4) помимо проведения основной операции оперативно получать, автоматически обрабатывать и накапливать данные о фитосанитарном состоянии растений, распространении вредителей, что позволит эффективно управлять производственным процессом в реальном времени.

Рассмотрев представленные образцы робототехнических устройств можно отметить следующее.

1. В основном все роботы для сбора ягод земляники садовой имеют мобильное шасси для передвижения, различные системы (ориентирования, распознавания, управления), устройство или манипулятор для захвата и отделения ягод.

2. В федеральном агроинженерном центре ВИМ начаты исследования по разработке автономных сельскохозяйственных робототехнических средств различного назначения, в том числе для сбора урожая земляники садовой, особое внимание уделяется разработке высокомоментных манипуляторов высокой точности с оптимальными энергодинамическими характеристиками. Данное направление является актуальным фундаментальным научным исследованием, имеющим большие перспективы развития в РФ.

3. За рубежом разработчики добились определённых успехов в данном направлении, созданы роботы способные убирать до 50% урожая, но для широкого внедрения ещё необходимо решить часть вопросов связанных с отделением ягоды от плодоножки без её травмирования путём применения, что требует приложения совместных усилий инженеров, селекционеров и учёных.

Список литературы

1. Филиппов Р.А., Хорт Д.О. Развитие технических средств для сбора ягод земляники // Труды ГОСНИТИ.Т. 111, Ч. 1. – М., 2013. – С. 58-61.
2. Филиппов Р.А. Робототехнические средства для сбора ягод земляники // Мехатроника, автоматика и робототехника. – 2017. – № 1. – С. 26-27.
3. Измайлов А.Ю., Смирнов И.Г., Хорт Д.О., Филиппов Р.А. Робототехнические средства для современного садоводства // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2016. – № 2. – С. 131-138.
4. Сайт компании «Harvest Croo» -2018. [Электронный ресурс]. – режим доступа <https://harvestcroo.com>
5. Сайт «the Ingenner»-2018. [Электронный ресурс]. – режим доступа <https://www.theengineer.co.uk/red-harvest-robot-farmers-find-sweet-spot-for-strawberries/>
6. Сайт «New atlas» -2018. [Электронный ресурс]. – режим доступа <https://newatlas.com/brexit-robotic-strawberry-pickers/56106/>

References

1. Filippov R.A., Khort D.O. Development of technical means for the collection of berries // Proceedings of the state .Vol. 111, Part 1. – М., 2013. – P. 58-61.
2. Filippov R.A. Robotic means for collecting strawberries // Mechatronics, automation and robotics. – 2017. – № 1. – P. 26-27.
3. Izmailov A.Yu., Smirnov I.G., Khort D.O., Filippov R.A., Robotic means for modern horticulture // Bulletin of Michurinsk state agrarian University. – 2016. – No. 2. – P. 131-138.
4. Website of "Harvest Croo" -2018. [Electronic resource.] - access mode <https://harvestcroo.com>
5. The website "the Ingenner"-2018. [Electronic resource.] mode доступа <https://www.theengineer.co.uk/red-harvest-robot-farmers-find-sweet-spot-for-strawberries/>
6. Website "New atlas" -2018. [Electronic resource.] - access mode <https://newatlas.com/brexit-robotic-strawberry-pickers/56106/>

Филиппов Ростислав Александрович – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, rostislav-filippov@yandex.ru	Filippov Rostislav Aleksandrovich – candidate of agricultural sciences, leading researcher, rostislav-filippov@yandex.ru
Хорт Дмитрий Олегович – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, vim_sad@mail.ru	Khort Dmitry Olegovich – candidate of agricultural sciences, leading researcher, vim_sad@mail.ru
Кутырёв Алексей Игоревич , младший научный сотрудник	Kutyrev Alexey Igorevich , Junior researcher
ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», г.Москва, Россия	Federal research center of agricultural engineering VIM, Moscow, Russia

Received 07.02.2019