

УДК 004.7

*Олійник А.В., магістрант,
Сагайдак В., доктор філософії*

Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КОМПЛЕКСНОГО КОНТРОЛЮ ПЛОДОВИХ КУЛЬТУР ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ ТА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ АЛГОРИТМІВ

Вступ. Фруктові сади та ягідні поля потребують регулярного догляду, включаючи боротьбу з бур'янами та шкідниками, своєчасний полив, спостереження за станом рослин та збір фруктів. Сучасні технології комп'ютерного зору та штучного інтелекту створюють автоматизовані системи для ефективного та послідовного виконання завдань. Ці системи зменшують необхідні витрати праці, можуть швидко реагувати на проблеми та покращувати якість продукції. У цьому звіті наведено приклади практичного застосування комп'ютерного зору та штучного інтелекту у вирощуванні фруктів та овочів.

Проблеми. Традиційний збір фруктів та управління садами значною мірою залежать від людської праці. Полуницю та яблука зазвичай збирають працівники вручну, що є трудомісткою та дорогою справою. Автоматизація цих завдань вимагає технологій, які можуть надійно ідентифікувати фрукти та рослини, орієнтуватися між рядами, оцінювати стиглість плодів та відрізняти корисні рослини від бур'янів. Також буде потрібен моніторинг стану ґрунту та рослин у режимі реального часу, включаючи вологість, поживні речовини та хвороби.

Опис системи та приклади застосування. Автоматизована система догляду за садом передбачає використання мобільного робота, оснащеного камерами та датчиками, комп'ютерної системи на основі штучного інтелекту та механізмів дії, таких як маніпулятори, форсунки, обприскувачі та системи зрошення. Комп'ютерний зір дозволяє камерам та датчикам виявляти плоди, оцінювати їх стиглість та ідентифікувати бур'яни або листя, що хворі. Алгоритми аналізують усі зображення та дані для прийняття рішень, таких як збирання фруктів чи активація зрошення, та керують роботизованим обладнанням.

Прикладами роботів для збору фруктів є американський робот Harvest CROO, який автоматично збирає полуницю. Він містить 3D-датчики сканування та камери, які знаходять точне місцезнаходження ягід та збирають стиглі. Цей робот використовує алгоритми штучного інтелекту для оцінки стиглості плодів та обережного відділення їх від

рослини. Іншим прикладом є FFRobotics з Ізраїлю, яка створила робота-збирача яблук, що складається з людської руки, що підвищує продуктивність у десять разів порівняно з ручним збиранням. У США Вашингтонський університет розробив мобільного робота, який збирає полуницю. Цей робот використовує камеру зі штучним інтелектом, м'які захоплювачі та вентилятор, щоб здувати листя, що дозволяє йому дістатися до ягід, прихованих під ними. Це дозволило йому успішно знаходити 80% ягід та покращувати ефективність збору врожаю за допомогою повітряних струменів. Літаючі роботи. Зараз проводяться випробування безпілотних літальних апаратів для збору фруктів. Прикладом є ізраїльський стартап Tevel та чилійська сільськогосподарська компанія Unifruiti, які розробляють літаючих роботів для збору яблук.

Літаючі роботи працюють цілодобово, оскільки отримують енергію від базової платформи. Контролер зі штучним інтелектом переглядає фотографії яблук і дає роботу команду збирати лише тоді, коли фрукти досягають потрібної стадії стиглості та не мають пошкоджень. Повітряні присоски збирають фрукти, щоб мінімізувати пошкодження. Інша роботизована установка Tevel, Darwin Harvesting, розміщує вісім автономних дронів на одній платформі на землі. Таким чином, можливий ретельний збір високоякісних фруктів, особливо у великих садах. Роботи Tevel використовують штучний інтелект, комп'ютерний зір та алгоритми машинного навчання, щоб залишатися гнучкими та продуктивними вдень і вночі. Багатофункціональні сільськогосподарські роботи.

Багатоцільові пристрої виконують такі завдання, як прополювання або обробіток ґрунту. Наприклад, італійська компанія Earth Automations розробила гусеничного робота Dood для виноградників та садів. Він може переміщатися між рядами, орієнтуватися та уникати перешкод за допомогою стереокамер та алгоритмів комп'ютерного зору. Робот здатний перевозити стандартне навісне обладнання, таке як обприскувачі або плуги, і працює або на електриці, або на дизельному паливі. Фермери в Європі та США вже можуть використовувати це рішення. Аналогічно, робот для видалення бур'янів від Carbon Robotics розпізнає бур'яни за допомогою камер та знищує їх лазером. Одна або кілька камер виявляють небажані рослини, а потужні лазери знищують бур'яни за дуже короткий час, до сотень тисяч з них на годину. Модулі комп'ютерного зору також були встановлені на культиватори для просяпних культур для вибіркової обробки в рядках.

Сортування та пакування. Сортування та калібрування фруктів в основному виконується комп'ютерами з використанням системи зору. Наприклад, автоматизована сортувальна лінія використовує камери для

оцінки кольору, форми та розміру фруктів у русі, розділяючи їх на дефектні або нестандартні категорії. Розмір та форма фруктів у русі класифікуються на дефектні або нестандартні категорії. Українські виробники вже використовують оптичні сортувальники на основі штучного інтелекту для покращення якості продукції. Таким чином, ця система пришвидшує процес пакування та забезпечує однорідний розмір і колір продукції.

Переваги системи та перспективи впровадження. Комп'ютерний зір в автоматизованих системах пропонує численні переваги. По-перше, ця система значно знижує витрати на робочу силу. Роботи потребують менше робочої сили для збору врожаю та обробки і можуть бути дуже важливими під час сезонного дефіциту робочої сили. Наприклад, робот Harvest CROO допоміг фермеру з 850 акрами саду та зменшив його витрати на робочу силу, які перевищували 50 доларів на годину.

Система працює безперервно, оскільки роботи ніколи не втомлюються і тому не потребують перерв. Вони демонструють однакову швидкість і точність у виконанні завдань, незалежно від умов роботи. По-третє, автоматизація підвищує якість продукції. Алгоритми штучного інтелекту можуть вибирати лише стиглі плоди для збору врожаю, не пошкоджуючи інші. Наприклад, дрони Tevel вибірково збирають яблука; отже, будуть зібрані лише стиглі та неушкоджені плоди. Важко підтримувати таку якість вручну на великих садах.

По-четверте, сенсори та системи зору дозволяють виявляти хвороби сільськогосподарських культур та дефіцит поживних речовин на ранній стадії. Швейцарська система PhytSigns аналізує електричні імпульсні сигнали рослин за допомогою машинного навчання та швидко визначає стресові фактори, такі як посуха, зараження або дефіцит добрив, які неможливо побачити неозброєним оком. Таким чином, можна відповідно налаштувати зрошення та внесення добрив, уникаючи значних втрат.

Економічний вплив. У практичних випробуваннях автоматизовані системи продемонстрували економію ресурсів. Наприклад, комп'ютеризована система зрошення на основі штучного інтелекту, що використовується в проєкті Vineland-LetsGrow, зменшила споживання води в теплицях на 15%, заощаджуючи приблизно 2800 доларів США на акр щорічно завдяки автоматизації рутинних завдань. Аналогічно, використання роботів для обприскування зменшує використання пестицидів, а роботи для прополювання скорочують використання гербіцидів. За словами експертів, впровадження робототехніки в садівництві може знизити ціни на фрукти на 20-30%, одночасно підвищуючи врожайність та якість. Перспективи в Україні Автоматизація в українському садівничому секторі все ще є дуже

новою. Незважаючи на це, попит на механізовані рішення зростає. Представники аграрної галузі виявляють великий інтерес до імпорту та тестування цих технологій. Обговорюються проекти інтеграції роботів на великих фермах та дослідження датчиків штучного зору місцевими науковими установами. Програми державної підтримки інновацій, такі як безповоротні гранти для сільськогосподарських стартапів, також можуть прискорити процес місцевого розвитку. Навчальні послуги з робототехніки для фермерів та місцевого виробництва (ремонт та обслуговування) є не менш важливими.

Висновки. Таким чином, автоматизована система догляду за плодовими культурами на основі комп'ютерного зору та штучного інтелекту допомагає фермерам підвищити ефективність та покращити якість вирощування фруктів. Ці системи ідентифікують фрукти та бур'яни, оцінюють стан рослин та приймають рішення щодо збору врожаю або переробки; відповідні дії здійснюють роботизовані модулі. Успіх таких рішень вже продемонстровано в США, Ізраїлі та Європі. Роботи фірм Harvest CROO та FFRobotics збирають ягоди та яблука відповідно. Дрони Tevel вибірково збирають фрукти в садах. Платформи виконують прополювання та культивуацію садів за допомогою роботів, таких як Dood. Більше того, завдяки датчикам та системам на основі штучного інтелекту, стрес та хвороби можна виявити набагато раніше, що зменшує втрати врожаю. Впровадження цих технологій у місцеві сади дозволяє підвищити продуктивність та конкурентоспроможність вітчизняних виробників фруктів та овочів на світовому ринку.

Список використаних джерел:

1. Robotic harvester uses AI vision and soft grippers to pick hidden strawberries. Phys.org, 04.09.2025. Режим доступу: <https://phys.org/news/2025-09-robotic-harvester-ai-vision-soft.html>
2. Harvest CROO Robotics – Strawberry Harvesting Solutions. Офіційний сайт, 2024–2025. Режим доступу: <https://www.harvestcroorobotics.com/>
3. FFRobotics – The Future of Fresh Fruit Harvest. Офіційний сайт, 2020. Режим доступу: <https://www.ffrobotics.com/>
4. «Рій дронів з ІІІ збирає стиглі яблука...». TONETO.net, 07.07.2023 (з посиланням на Tevel і Unifrutti). Режим доступу: <https://toneto.net/news/tehnologii/...sobiracet-spelie-yablaki...>
5. «Штучний інтелект допомагає збирати врожаї яблук». Останній Бастіон, 13.07.2023 (Tevel, Чилі). Режим доступу: https://bastion.tv/...shtuchnij-intelekt...yabluk_n56089
6. «Теплиці почали поливати за допомогою штучного інтелекту». AgroTimes, 15.01.2020. Режим доступу: <https://agrotimes.ua/tehnika/teplyczy-pochaly-polyvaty-zadopomogyu-shtuchnogo-intelektu/>
7. «Автономний гусеничний робот Dood працює у садах». AgroTimes, 02.02.2023. Режим доступу: <https://agrotimes.ua/tehnika/avtonomnyj-gusenychnyj-robot-dood-pracyuye-u-sadah/>
8. PhytSigns – Insights into Crop Stress. Vivent Biosignals, 2021. Режим доступу: