

АЛГОРИТМ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ЗЕРНОВИХ МАТЕРІАЛІВ ЗА ДОПОМОГОЮ МАШИННОГО ЗОРУ

Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва Національної академії
аграрних наук України

Анотація

Представлено алгоритм програмного забезпечення для розпізнавання зернових матеріалів за допомогою машинного зору. Алгоритм орієнтований на автоматизовану обробку зображень проб зерна для подальшого аналізу структури та якості зразків. Запропонований підхід включає етапи попередньої обробки зображення, сегментації, виділення контурів об'єктів, класифікації за допомогою згорткової нейронної мережі (CNN), а також визначення морфометричних параметрів кожного об'єкта. Результати роботи можуть бути використані у системах контролю якості, що пов'язані з селекцією та збереженням насінневого матеріалу.

Ключові слова: цифрова ідентифікація, зерновий матеріал, комп'ютерний зір, сегментація зображення, згорткова нейронна мережа, морфометричний аналіз, класифікація об'єктів, контроль якості.

Забезпечення високої якості зернового матеріалу є одним із ключових чинників ефективного функціонування аграрного сектору, оскільки якісне насіння напряму впливає на урожайність, стійкість рослин до хвороб і несприятливих умов, а також на економічну доцільність вирощування культур. У зв'язку з цим виникає потреба у створенні ефективних інструментів, здатних забезпечити об'єктивну, точну та автоматизовану ідентифікацію та класифікацію зернових матеріалів на основі зображень.

З розвитком технологій комп'ютерного зору та машинного навчання [1, 3] з'являються нові можливості для розв'язання задач розпізнавання зерна [2, 4] та визначення його параметрів, що дає змогу робити це швидко та з високою точністю. Проте, розробка відповідного інструментарію, а саме програмного забезпечення, потребує розроблення відповідного алгоритму, який буде враховувати сучасні методи обробки зображень та глибокого навчання для досягнення стабільної якості результатів за умов варіативного освітлення, різноманіття форм і типів зерен, а також неоднорідності фону.

Розроблено алгоритм програмного забезпечення для розпізнавання зернових матеріалів призначений для автоматизованого аналізу зображень проб зерна (рис. 1) з метою визначення їх структури, параметрів та класифікації окремих зернин. У першому наближенні алгоритм реалізується у вигляді послідовності наступних укрупнених етапів: збір даних, попередня обробка зображення та аналіз зображення.

Збір даних може проводитися двома способами: за допомогою фотографування вихідного матеріалу або завантаження зображення із попередньо сфотографованого зразка. У випадку безпосереднього фотографування, передбачається використання, як вузькоспеціалізованих камер, так і побутових камер (вмонтованих камер телефонів, камер для ПК, тощо).

На етапі попередньої обробки зображення проби (зразка) зернового матеріалу передбачається підготовка отриманого зображення для подальшої обробки (корекція перспективи, зменшення шумів, підсилення деталей, компенсація нерівномірності освітлення). Означено можливі методи для реалізації кожної з цих функцій.

Етап безпосереднього аналізу зображення проби (зразка) зернового матеріалу відбувається в наступній послідовності: виділення окремих об'єктів, класифікація отриманих об'єктів, визначення параметрів окремих об'єктів та визначення узагальнених показників проби (зразка) зернового матеріалу. Основною проблемою на даному етапі є класифікація окремих об'єктів. Для її вирішення використовується згорткова нейронна мережа, яка навчається на попередньо підготовленому наборі даних для розпізнавання різних класів зернових культур або дефектів.

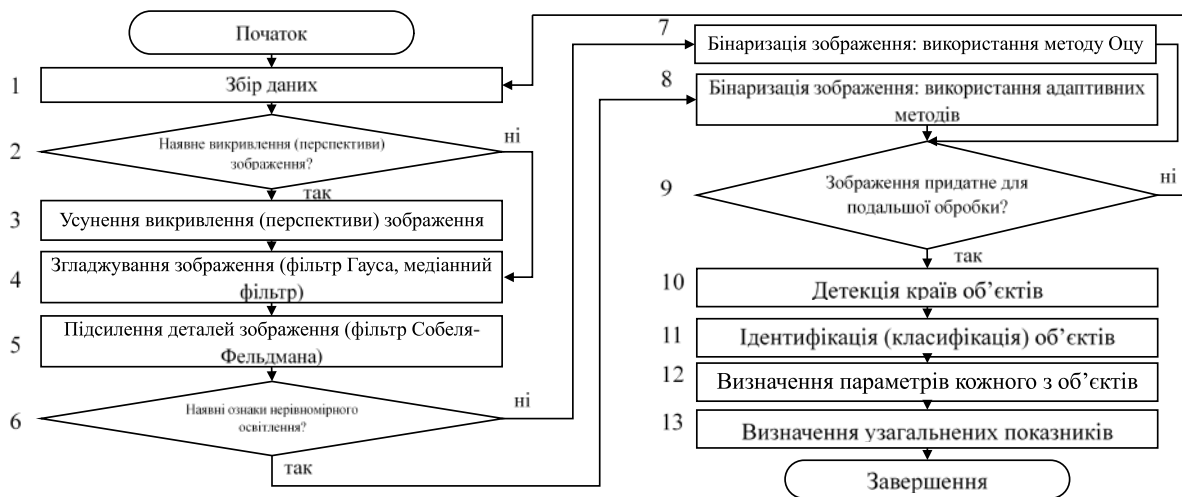


Рисунок 1 – Алгоритм програмного забезпечення для аналізу та розпізнавання зернових матеріалів

Розроблений алгоритм є основою для розроблення програмного забезпечення розпізнавання зернових матеріалів за допомогою машинного зору. Використання розробленого алгоритму дає змогу розробити, як монолітне програмного забезпечення, так і клієнт-серверне. У випадку клієнт-серверного виконання можлива реалізація на мобільних пристроях, де введення даних та частково блок попередньої обробки буде реалізовано на клієнті (телефон, планшет), а решта складових на сервері.

Дослідження виконано в рамках проекту 2023.04/0040, що фінансується Національним фондом досліджень України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. David A. Forsyth, Jean Ponce. Computer Vision: A Modern Approach. 1 ed. Prentice Hall, 2003. 800.
2. Степаненко С.П., Днесь В.І., Борис А.М., Кузьмич А.Я., Волик Д.А. (2024). Алгоритм цифрової ідентифікації зернових матеріалів. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Вип. 54. – Кропивницький: ЦНТУ, 2024. – С. 153-159. <https://doi.org/10.32515/2414-3820.2024.54.153-159>
3. George Stockman, Linda G. Shapiro. Computer Vision (1st. ed.). Prentice Hall PTR, USA. 2001. 608.
4. Stepanenko S., Kuzmich A., Kharchenko S., Borys A., Dnes V., Volyk D., Kalinichenko R. (2025). A machine vision approach for grain quality control during separation. *Journal of Engineering Sciences (Ukraine)*, Vol. 12(1), pp. E9–E17. [https://doi.org/10.21272/jes.2025.12\(1\).e2](https://doi.org/10.21272/jes.2025.12(1).e2)

Степаненко Сергій Петрович – д-р техн. наук, ст. наук. співр., завідувач відділу, Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва Національної академії аграрних наук України, e-ще Глеваха, stepanenko_s@ukr.net

Днесь Віктор Ігорович – канд. техн. наук, ст. наук. співр., завідувач відділу, Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва Національної академії аграрних наук України, e-ще Глеваха.

SOFTWARE ALGORITHM FOR RECOGNITION OF GRAIN MATERIALS USING MACHINE VISION

Abstract

The paper presents a software algorithm for the recognition of grain materials using machine learning, aimed at automated processing of grain sample images for subsequent analysis of their structure and quality. The proposed approach includes stages of image preprocessing, segmentation, object contour detection, classification using a convolutional neural network (CNN), as well as the determination of morphometric parameters of each object. The results of this work can be applied in quality control systems related to the selection and preservation of seed material.

Keywords: digital identification, grain material, computer vision, image segmentation, convolutional neural network, morphometric analysis, object classification, quality control.

Serhii Stepanenko – *Doctor of Engineering, Senior Researcher, department head, Institute of mechanics and automatics of agroindustrial production of the National academy of agrarian sciences of Ukraine, Hlevakha, stepanenko_s@ukr.net*

Viktor Dnes – *PhD, Senior Researcher, department head, Institute of mechanics and automatics of agroindustrial production of the National academy of agrarian sciences of Ukraine, Hlevakha*