

СИСТЕМА КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОМИСЛОВОГО КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі розглядається архітектура програмного забезпечення для автоматизованого візуального контролю якості продукції на виробничих лініях. Досліджено застосування моделі YOLOv8 для ідентифікації та локалізації дефектів поверхні, зокрема тріщин, подряпин та сторонніх включень, у режимі реального часу. Описано процес підготовки даних із використанням спеціалізованих датасетів MVTec AD, а також етапи навчання нейронної мережі. Отримані результати підтверджують ефективність автоматизації для мінімізації впливу людського фактора та підвищення швидкості інспекції на етапі технічного контролю.

Ключові слова: комп'ютерний зір, автоматизація, контроль якості, YOLOv8, MVTec AD, глибоке навчання.

Abstract

The paper considers the software architecture for automated visual quality control of products on production lines. The application of the YOLOv8 model for real-time identification and localization of surface defects, including cracks, scratches, and foreign inclusions, is investigated. The process of data preparation using specialized MVTec AD dataset, as well as the stages of neural network training, are described. The results confirm the effectiveness of automation in minimizing the human factor impact and increasing inspection speed at the technical control stage.

Keywords: computer vision, automation, quality control, YOLOv8, MVTec AD, deep learning.

Вступ

Сучасне промислове виробництво характеризується високою інтенсивністю технологічних процесів, що висуває жорсткі вимоги до точності та швидкості контролю якості продукції. Традиційні методи візуальної інспекції, що базуються на залученні людського ресурсу, мають обмеження: суб'єктивність оцінювання, швидко втомлюваність персоналу та неможливість стабільного виявлення дефектів на високих швидкостях конвеєра. Це призводить до фінансових збитків та репутаційних втрат підприємства через ризик потрапляння браку до споживача.

Ефективним вирішенням цієї проблеми є впровадження програмних систем на базі комп'ютерного зору, які здійснюють безперервний моніторинг у режимі реального часу. Використання методів глибокого навчання, зокрема згорткових нейронних мереж, дозволяє системі самостійно виявляти закономірності у візуальних даних. Це забезпечує точність класифікації та локалізації дефектів без необхідності зупинки виробничої лінії.

Актуальність даної роботи полягає у розробці програмного забезпечення, що поєднує алгоритми аналізу зображень із інтерфейсом оператора. Інтеграція моделі YOLOv8 із програмними модулями обробки відеопотоку дозволяє мінімізувати затримки та забезпечити швидкий інференс. Такий підхід дає змогу суттєво знизити вплив людського фактора та оптимізувати витрати на технічний контроль.

Результати досліджень

Процес розробки системи розділено на етапи формування датасету, архітектурного моделювання та оцінки метрик точності. Для навчання та тестування алгоритмів використано відкриті датасети MVTec AD, які містять велику кількість зразків промислової продукції з аномаліями різних типів: від структурних пошкоджень до косметичних дефектів поверхні. Це дозволяє забезпечити стійкість системи до варіативності вхідних даних.

Для детектування дефектів обрано архітектуру YOLOv8, яка демонструє оптимальний баланс між швидкістю обробки кадрів та середньою точністю розпізнавання. В основі навчання лежить мінімізація комбінованої функції втрат, що враховує помилки класифікації та локалізації об'єктів.

Програмна реалізація включає інформаційний дашбордин, який візуалізує результати аналізу: марковані кадри з підсвіченими зонами браку та графіки відсотка якісної продукції. Використання оптимізованих моделей дозволяє досягти стабільної роботи. Це дозволяє оператору миттєво реагувати на збої та контролювати виробничі показники через графічний інтерфейс.

Висновки

У ході дослідження розроблено архітектуру програмного забезпечення для автоматизації промислового контролю якості. Підтверджено, що використання архітектури YOLOv8 на базі датасетів MVТес AD дозволяє виявляти складні типи поверхневих дефектів із високою точністю.

Автоматизація візуальної інспекції забезпечує:

- відсутність помилок, спричинених втомою або суб'єктивністю оператора;
- безперервність моніторингу конвеєрної лінії;
- візуалізацію результатів контролю для оперативного прийняття рішень.

Перспективним напрямком подальших досліджень є оптимізація алгоритмів для роботи на обмежених обчислювальних ресурсах без суттєвої втрати точності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Defect Detection Methods for Industrial Products Using Deep Learning Techniques: A Review [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.researchgate.net/publication/368384139> (дата звернення: 20.03.2026).
2. Застосування методів комп'ютерного зору в промисловості [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/21771> (дата звернення: 20.03.2026).
3. Edge AI for Industrial Visual Inspection: YOLOv8-Based Visual Conformity Detection [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.mdpi.com/1999-4893/18/8/510> (дата звернення: 20.03.2026).

Мацяка Максим Віталійович – студент групи ІАКІТ-22б, кафедра автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: maxmatsiaka@gmail.com

Маслій Роман Васильович – доцент кафедри автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: maslij.r.v@vntu.edu.ua

Matsyaka Maksym Vitaliyovych – student of group ІАКІТ-22b, Department of Automation and Intelligent Information Technologies, Faculty of Intelligent Information Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: maxmatsiaka@gmail.com

Maslii Roman Vasylovych – Associate professor of Automation and Intelligent Information Technologies, Faculty of Intelligent Information Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: maslij.r.v@vntu.edu.ua