

УДК 681.004.5

ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЙ COMPUTER VISION ДЛЯ МАРКУВАННЯ ТОВАРІВ

Р. С. Зацерковна¹, Р. Г. Зацерковний², В. О. Степанець¹

¹ Національний університет «Львівська політехніка»,
вул. Під Голоском, 19, Львів, 79020, Україна

² Львівський торговельно-економічний університет,
вул. Туган-Барановського, 10, Львів, 79005, Україна

Розглянуто технології комп'ютерного зору, що застосовуються для автоматизації маркування товарів. Викладено суть технологій оптичного розпізнавання символів (OCR), зчитування штрих-кодів та QR-кодів, а також систем контролю якості друку. Проведено огляд відкритих бібліотек (Tesseract, EasyOCR, OpenCV), хмарних сервісів (Google Vision API, AWS Textract) та інструментів для мобільних застосунків. Описано переваги та недоліки використання цих рішень у логістиці, роздрібній торгівлі та виробництві.

Ключові слова: маркування товарів, комп'ютерний зір, OCR, QR-коди.

Постановка проблеми. У сучасних умовах глобалізованої торгівлі та електронної комерції маркування товарів набуває вирішального значення. Воно забезпечує відстеження продукції на всіх етапах ланцюга постачання, виконує інформаційну та захисну функцію, а також впливає на довіру споживачів. Традиційні методи перевірки та зчитування маркування базуються на ручному контролі або використанні простих сканерів штрих-кодів, що часто виявляються малоефективними за умов зростаючих обсягів обробки даних.

Особливу актуальність проблема автоматизації маркування має для харчової та фармацевтичної промисловості, де неточності у зчитуванні даних можуть призвести до серйозних ризиків для здоров'я споживачів. Використання технологій комп'ютерного зору (Computer Vision) дозволяє істотно підвищити точність і швидкість обробки інформації, зменшити негативний вплив людського фактору та інтегрувати маркування з цифровими системами контролю якості.

У цьому контексті виникає необхідність у комплексному аналізі сучасних інструментів та підходів, що забезпечують автоматизацію процесів зчитування і перевірки маркування товарів із використанням алгоритмів комп'ютерного зору.

Мета досліджень – проведення огляду сучасних технологій комп'ютерного зору, що застосовуються для розпізнавання та перевірки маркування товарів, а також аналіз їхніх можливостей, переваг та недоліків у різних сферах практичного застосування.

Виклад основного матеріалу дослідження. *Оптичне розпізнавання символів* (Optical Character Recognition, OCR) є базовим інструментом для автоматизації

процесів маркування товарів. На відміну від класичних сканерів, які працюють лише з кодами, OCR дозволяє обробляти довільні текстові дані — від назв продуктів і складу до дати виробництва чи терміну придатності. Перші системи OCR спиралися на прості методи сегментації й бінаризації зображення, проте сучасні рішення активно використовують згорткові нейронні мережі та навіть трансформерні архітектури, що значно підвищує точність розпізнавання.

Найбільш відомим прикладом є відкрита бібліотека *Tesseract OCR*, яка підтримує понад сто мов і широко застосовується у промислових системах [1]. На основі сучасних методів глибокого навчання розроблено *EasyOCR*, який забезпечує високу точність навіть у випадках, коли текст розташований на вигнутих чи зашумлених поверхнях [2]. Крім цього, існують хмарні сервіси, такі як *Google Vision API* чи *AWS Textract*, що поєднують розпізнавання тексту з автоматичним аналізом його структури. Завдяки цим технологіям можливо, наприклад, одразу витягувати таблиці з поживною цінністю продуктів і інтегрувати їх у цифрові бази даних.

OCR Process Flow

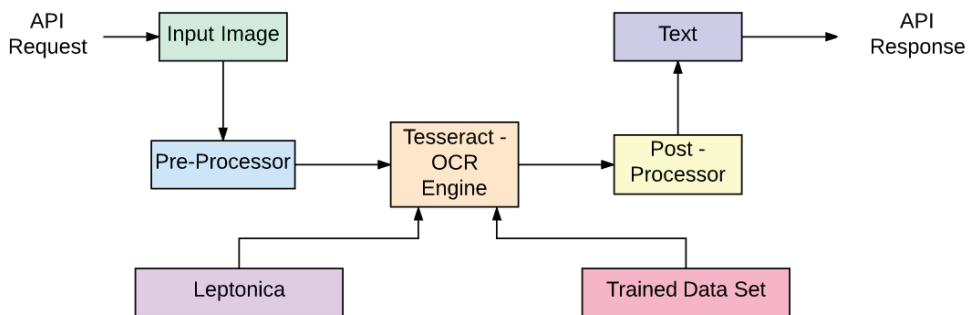


Рис. 1. Схема роботи OCR-системи на виробничій лінії. Камера знімає етикетку з терміном придатності → алгоритм виділяє текст → результат автоматично перевіряється у базі даних

Практичне застосування OCR у маркуванні охоплює різні сфери. На виробничих лініях системи зчитують дату придатності у режимі реального часу, автоматично порівнюючи її з нормативами. У мобільних застосунках технологія дозволяє створювати персональні каталоги харчових продуктів для дієтичного харчування. У сфері контролю якості OCR може допомогти виявити невідповідність маркування, наприклад, якщо продукт призначений для іншого ринку і має неправильну мовну локалізацію.

Окремим напрямом у автоматизації маркування є робота з кодами, які стали універсальним засобом ідентифікації товарів у глобальній торгівлі. Завдяки простоті нанесення та стандартизації штрих-коди й QR-коди дозволяють швидко

перевіряти походження товарів та їхню автентичність. Водночас комп'ютерний зір надає можливість сканувати коди навіть у складних умовах — за слабого освітлення, часткового перекриття чи деформації поверхні упаковки.

Серед поширених рішень виділяють *Zxing* (Zebra Crossing), який став фактичним стандартом для багатьох мобільних застосунків [3], та Python-бібліотеку *pyzbar*, яка інтегрується з OpenCV і дозволяє створювати легкі прототипи сканерів [4]. Для промислових потреб дедалі частіше використовують комерційні SDK, наприклад *Scandit* чи *Dynamsoft*, які забезпечують високу точність і надійність роботи навіть у випадках пошкоджених кодів. Технічно це реалізується завдяки алгоритмам попередньої обробки зображення, геометричній корекції спотворень та перевірці контрольних сум.

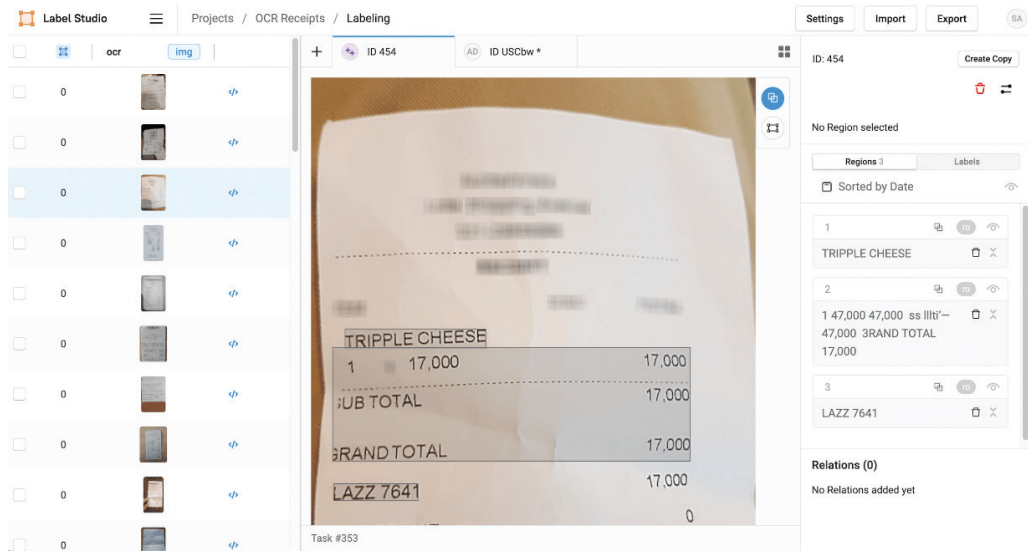


Рис. 2. Приклад розпізнавання товарного чеку. Зліва — фото чеку, справа — результат автоматичного зчитування у вигляді структурованої таблиці

Поєднання OCR і зчитування кодів дає змогу створювати гібридні системи перевірки. У такій моделі текстова інформація на етикетці підтверджує дані, що містяться в QR- чи DataMatrix-коді. Це значно знижує ризик підробки та помилок, адже для шахрайства необхідно змінювати не лише друкований текст, а й цифровий код. Подібні рішення вже використовуються у фармацевтичній промисловості, де відповідність між текстом і DataMatrix-кодом є критично важливою для боротьби з контрафактом.

Окремим напрямом розвитку технологій є **автоматизація контролю якості нанесення маркування**. На виробничих лініях друкарські механізми можуть давати збої: текст стає розмитим, зміщується відносно заданої зони, частково зникає або повторюється кілька разів. У минулому ці дефекти перевіряли оператори вручну, що вимагало багато часу і було пов'язано з високим ризиком людських помилок. Сьогодні ці завдання дедалі частіше виконують системи комп'ютерного зору.

Принцип роботи таких систем полягає у тому, що камера, встановлена безпосередньо на конвеєрі, знімає кожну одиницю продукції у високій роздільності. Далі програмне забезпечення аналізує зображення і визначає, чи відповідає розташування, шрифт і чіткість маркування заданим стандартам. Алгоритми на основі бібліотек OpenCV виконують попередню обробку: підвищують контрастність, виділяють контури символів, оцінюють різкість. На наступному етапі до роботи залучаються нейронні мережі — наприклад, *YOLOv8* або *Detectron2*, які в режимі реального часу здатні знаходити ділянки з дефектами та класифікувати їх [5]. Таке поєднання класичних методів обробки зображень із сучасними глибинними моделями дозволяє виявляти навіть мінімальні відхилення, які важко побачити людським оком [6].

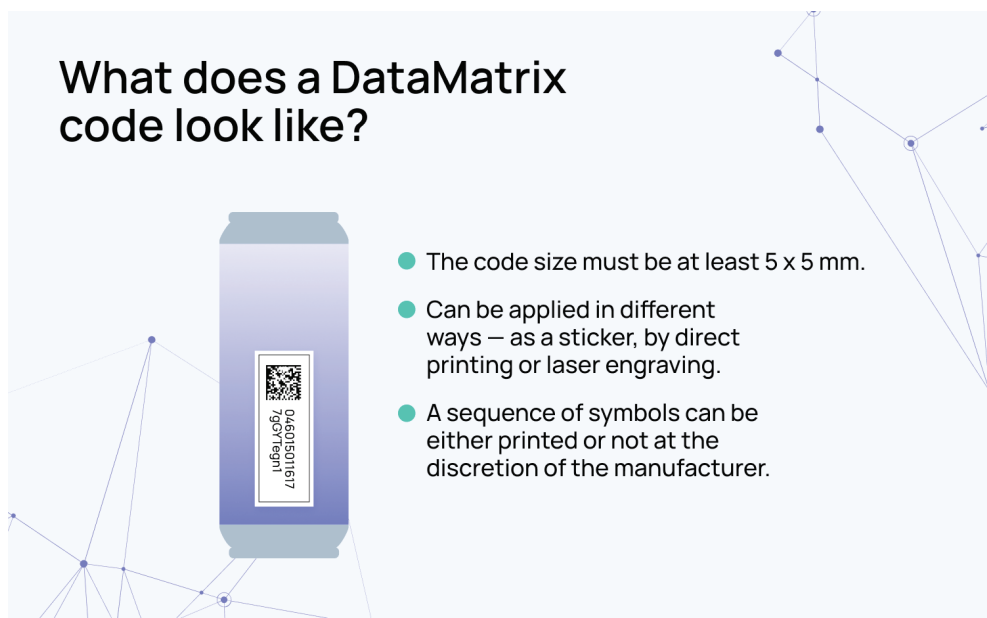


Рис. 3. Будова символу DataMatrix (ECC200)

Практичне застосування цих рішень особливо помітне у фармацевтичній галузі. Європейські та американські стандарти вимагають, щоб кожна упаковка ліків мала унікальний DataMatrix-код, придатний для сканування. Якщо друк цього коду нечіткий, продукт може бути вилучений з ланцюга постачання. У харчовій промисловості контроль якості маркування використовується для перевірки термінів придатності: система автоматично читає дати на етикетках і зіставляє їх з інформацією у базі, сигналізуючи про можливі помилки [7].

В сучасних умовах системи також можуть **переорієнтовуватись з фіксованих сканерів на смартфони**. В цьому випадку камера телефону виконує роль універсального сенсора: зображення етикетки проходить попередню обробку (вирівнювання перспективи, нормалізація контрасту, придушення відблисків), після чого систему спрямовують на задачі декодування даних про упаковку.

З інженерного погляду критичними аспектами є швидкість й приватність. On-device обчислення (малі OCR/детектори на телефоні) максимізують швидкість і не передають фото назовні; складніші операції (звірка з партійними списками, вилучення структурованих таблиць) доцільно виконувати у хмарі. Для багатомовних ринків важлива динамічна локалізація: модель автоматично визначає мову етикетки, перемикає алфавіт OCR і адаптує регулярні вирази для дат/одиниць виміру. Актуальними інженерними проблемами залишаються сильні відблиски, низький контраст на тонких шрифтах, згини на гнучких упаковках і багатомовний текст у межах однієї етикетки [8-10].

Висновок. В процесі побудови систем для маркування товарів на основі технологій комп'ютерного зору ключовим є коректний вибір компонентів пайплайна (OCR для текстових полів, декодування 1D/2D-кодів, модулі контролю якості друку) та архітектури розгортання (on-device/edge проти хмари) з урахуванням вимог до швидкодії, надійності й багатомовності. У цій статті було розглянуто практичні підходи до розпізнавання етикеток, декодування DataMatrix/QR і автоматизованої верифікації маркування, а також інтеграцію з мобільними застосунками й AR-інтерфейсами для оператора та споживача. Відкриті інструменти на кшталт OpenCV, Tesseract/EasyOCR та пов'язані бібліотеки забезпечують широку функціональність і є оптимальними для більшості сценаріїв прототипування й впровадження, тоді як у високоризикових і регульованих доменах (фарма, харчова промисловість) доцільно доповнювати їх промисловими камерами й комерційними SDK для підвищення стійкості. Перспективним напрямом є гібридні рішення, що поєднують локальне розпізнавання з хмарною валідацією та мультимодальним злиттям візуальних і текстових ознак, — це дозволяє масштабувати системи, зменшувати кількість помилок та охоплювати ширший спектр умов експлуатації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Smith, R. "An Overview of the Tesseract OCR Engine." ICDAR, 2007. <https://research.google.com/pubs/archive/33418.pdf>.
2. JaidedAI. "EasyOCR (GitHub repository)". <https://github.com/JaidedAI/EasyOCR>.
3. ZXing Project. "ZXing: Multi-format 1D/2D barcode image processing library (GitHub)." <https://github.com/zxing/zxing>.
4. OpenCV Team. "Image Processing (imgproc module) — OpenCV Docs." https://docs.opencv.org/4.x/d7/dbd/group__imgproc.html.
5. Meta AI Research. "Detectron2 — A platform for object detection and segmentation." <https://ai.meta.com/tools/detectron2/>.
6. AIA / Automate.org. "Machine Vision on Packaging Lines." <https://www.automate.org/vision/industry-insights/machine-vision-on-packaging-lines>.
7. EPIC Systems. "Would High Speed OCR Label Inspection Work For Your Products?" <https://epicsysinc.com/blog/high-speed-label-inspection/>.
8. Oucheikh, R., et al. "Product verification using OCR classification and Mondrian conformal prediction." Expert Systems with Applications, 2022. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417421012963>.

9. Pettersson, T.; Riveiro, M.; Löfström, T. “Multimodal fine-grained grocery product recognition using image and extracted OCR text.” *Machine Vision and Applications*, 2024. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00138-024-01549-9>.
10. GS1. “GS1 Digital Link — Standardised web-enabled identifiers.” <https://www.gs1.org/standards/gs1-digital-link>.

REFERENCES

1. Smith, R. “An Overview of the Tesseract OCR Engine.” *ICDAR*, 2007. <https://research.google.com/pubs/archive/33418.pdf>.
2. JaidedAI. “EasyOCR (GitHub repository).” <https://github.com/JaidedAI/EasyOCR>.
3. ZXing Project. “ZXing: Multi-format 1D/2D barcode image processing library (GitHub).” <https://github.com/zxing/zxing>.
4. OpenCV Team. “Image Processing (imgproc module) — OpenCV Docs.” https://docs.opencv.org/4.x/d7/dbd/group__imgproc.html.
5. Meta AI Research. “Detectron2 — A platform for object detection and segmentation.” <https://ai.meta.com/tools/detectron2/>.
6. AIA / Automate.org. “Machine Vision on Packaging Lines.” <https://www.automate.org/vision/industry-insights/machine-vision-on-packaging-lines>.
7. EPIC Systems. “Would High Speed OCR Label Inspection Work For Your Products?” <https://epicsysinc.com/blog/high-speed-label-inspection/>.
8. Oucheikh, R., et al. “Product verification using OCR classification and Mondrian conformal prediction.” *Expert Systems with Applications*, 2022. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417421012963>.
9. Pettersson, T.; Riveiro, M.; Löfström, T. “Multimodal fine-grained grocery product recognition using image and extracted OCR text.” *Machine Vision and Applications*, 2024. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00138-024-01549-9>.
10. GS1. “GS1 Digital Link — Standardised web-enabled identifiers.” <https://www.gs1.org/standards/gs1-digital-link>.

doi: 10.32403/2411-3611-2025-2-48-55-61

OVERVIEW OF COMPUTER VISION TECHNOLOGIES FOR PRODUCT LABELING

R. S. Zatserkovna¹, R. H. Zatserkovnyi², V. O. Stepanets¹

¹*Lviv Polytechnic National University,
19, Pid Holoskom St., Lviv, 79020, Ukraine*

²*Lviv University of Trade and Economics,
10, Tuhan-Baranovskyi St., Lviv, 79008, Ukraine*

In today's world of globalized trade and e-commerce, product labeling is becoming increasingly important. It ensures product traceability throughout the supply chain, provides information and protection, and influences consumer confidence. Traditional methods of checking and reading labels are based on manual control or the use of simple barcode scanners, which often prove ineffective in conditions of increasing data processing volumes.

The issue of marking automation is particularly relevant for the food and pharmaceutical industries, where inaccuracies in data reading can lead to serious risks to consumer health. The use of computer vision technologies can significantly improve the accuracy and speed of information processing, reduce the negative impact of the human factor, and integrate labeling with digital quality control systems.

In this context, there is a need for a comprehensive analysis of modern tools and approaches that automate the processes of reading and verifying product labeling using computer vision algorithms.

In this paper, computer vision technologies used for automated product labeling are discussed. The essence of optical character recognition (OCR) technologies, barcode and QR code reading, and print quality control systems are outlined. An overview of open libraries (Tesseract, EasyOCR, OpenCV), cloud services (Google Vision API, AWS Textract), and tools for mobile applications is provided. The advantages and disadvantages of using these solutions in logistics, retail, and manufacturing are described.

Keywords: *product labeling, computer vision, OCR, QR codes.*

Стаття надійшла до редакції 02.10.2025.

Received 02.10.2025.