

АВТОМАТИЧНЕ РОЗПІЗНАВАННЯ ТА ЗАХИЩЕНА ОБРОБКА ДАНИХ КОРИСТУВАЧІВ В ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМАХ

Коба А.О., Педан С.І.

Навчально-науковий інститут телекомунікаційних систем

КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна

E-mail: artemkoba04@gmail.com, stas.pedan@gmail.com

AUTOMATIC RECOGNITION AND SECURE PROCESSING OF USER DATA IN LOGISTICS SYSTEMS

The article explores the integration of automated systems for recognizing and processing handwritten recipient addresses and postal codes in modern logistics. A hybrid approach using image processing, OCR with LSTM architecture and Levenshtein distance ensures precise recognition and fuzzy matching of postal codes despite potential input errors. The proposed solution emphasizes secure data processing through encryption and localized deployment on Unix systems, safeguarding sensitive recipient information while optimizing logistics operations.

Сучасні логістичні системи дедалі більше залежать від автоматизації процесів, включаючи ідентифікацію та обробку даних отримувача. Однією з ключових проблем є розпізнавання рукописних адрес та поштових індексів отримувачів, що часто містять помилки або мають нечітке написання. Впровадження автоматизованих систем розпізнавання адрес отримувачів поштових відправлень дозволяє скоротити час їх обробки, знизити кількість помилок і підвищити ефективність логістичних операцій.

В роботі розглядається проблема автоматизованого розпізнавання та обробки рукописних адрес та індексів отримувачів у логістичних системах. Для вирішення цієї задачі необхідно проаналізувати сучасні методи оптичного розпізнавання символів (OCR) та їх застосування у логістиці, дослідити методи шифрування та захищеної передачі розпізнаних приватних даних, до яких відноситься адреса та поштовий індекс отримувача, а також розробити схему фізичної реалізації методу та його інтеграції в існуючу логістичну інфраструктуру.

На рис.1 представлений запропонований метод автоматичного розпізнавання та захищеної обробки даних користувачів в логістичних системах. Першим етапом є сканування отриманого поштового відправлення. В результаті створюється зображення, на якому присутній рукописний текст з адресою отримувача поштового відправлення.

Для покращення точності подальшого оптичного розпізнавання текстових даних, зображення проходить через послідовність алгоритмів обробки, таких як:

1. Перетворення у режим градацій сірого.
2. Обробка методом Оцу [1], який виконує зведення сірого зображення до бінарного зображення.

3. Видалення шумів зображення з послідовним використанням таких операцій математичної морфології, як розширення (дилатація) і стиснення (ерозія) [2].

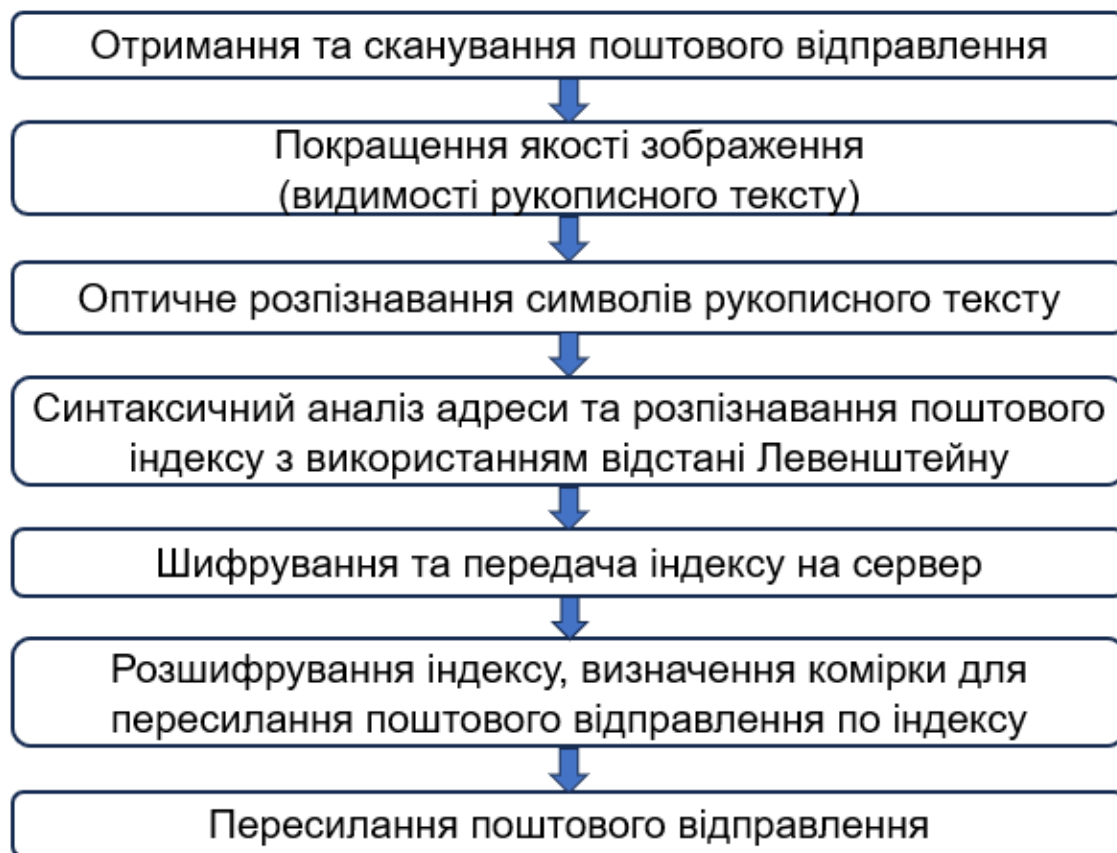


Рис. 1. Метод автоматичного розпізнавання та захищеної обробки даних користувачів в логістичних системах.

Оброблене зображення поступає на оптичне розпізнавання символів (OCR). Сучасні OCR-системи використовують алгоритми машинного навчання, зокрема згорткові нейронні мережі (CNN), рекурентні нейронні мережі (RNN) та трансформери. Їх поєднання дозволяє підвищити точність розпізнавання навіть для нерозбірливого почерку.

Для розпізнавання рукописного тексту з адресою одержувача, що включає в себе числовий поштовий індекс, може бути застосоване рішення з відкритим кодом Tesseract [3], що базується на використанні рекурентної нейронної мережі з архітектурою Довга короткочасна пам'ять (Long Short-Term Memory, LSTM) [4]. Однією з ключових особливостей LSTM є здатність "запам'ятовувати" довготривалі залежності завдяки своїм осередкам пам'яті, що робить її ідеальною для розпізнавання символів у послідовності. У рішенні Tesseract LSTM навчена обробляти текст із різними шрифтами, розмірами та умовами, забезпечуючи адаптацію до "складних" даних, включно з рукописними текстами чи спотвореннями.

Наступним етапом є синтаксичний аналіз адреси та розпізнавання поштового індексу з використанням відстані Левенштейна [5]. Відстань

Левенштейна є фундаментальною концепцією в задачах нечіткого пошуку тексту. Ця метрика вимірює "відстань" між двома текстовими рядками, визначаючи мінімальну кількість операцій (вставок, видалень або заміन символів), необхідних для перетворення одного рядка в інший. У задачах нечіткого пошуку вона використовується для знаходження найбільш схожих записів у словнику даних, навіть якщо текстовий ввід містить помилки або варіації. Використання такого підходу дозволяє знайти в розпізаному тексті адреси одержувача значення поштового індексу, що міститься в словнику, не дивлячись на вміст однієї або декількох помилок оптичного розпізнавання тексту.

В логістичній системі сервіс по обробці зображення, оптичному розпізнавання тексту та пошуку поштового індексу повинен бути розгорнутий на Unix системі на базі Raspberry Pi, оскільки дані отримувача відносяться до конфіденційної інформації, що потребує підвищеного захисту та мінімізації передачі таких даних за межі пристрою, що їх зберігає.

Фінальними етапами автоматизації процесу передачі відправлень є захищена передача розпізаного поштового індексу на сервер, що визначає траєкторію подальшого руху відправлення.

Таким чином, розроблений метод автоматичного розпізнавання рукописних адрес та індексів отримувачів демонструє високу ефективність у вирішенні задач логістичних систем. Застосування сучасних OCR-алгоритмів, зокрема LSTM-моделей, дозволяє досягти точності розпізнавання навіть у випадках нечіткого або спотвореного написання. Використання відстані Левенштейна забезпечує коректне визначення поштових індексів, знижуючи вплив помилок розпізнавання. Локалізація обробки даних на базі пристроїв Raspberry Pi гарантує безпеку конфіденційної інформації, що є критично важливим у логістиці. Запропоноване рішення має потенціал для подальшої інтеграції та вдосконалення, відкриваючи нові можливості для автоматизації в логістичних процесах.

Література

1. M. Sezgin & B. Sankur (2004). Survey over image thresholding techniques and quantitative performance evaluation. *Journal of Electronic Imaging*. **13** (1): 146 - 65. doi:10.1117/1.1631315
2. Методи класифікації об'єктів, що рухаються/ Пашко А.О.: Електронне видання, 2019, 52 с.
3. Tesseract OCR. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://github.com/tesseract-ocr/tesseract>
4. Klaus Greff; Rupesh Kumar Srivastava; Jan Koutník; Bas R. Steunebrink; Jürgen Schmidhuber (2015). LSTM: A Search Space Odyssey. arXiv:1503.04069
5. Клещ, К. О., & Царьов, М. О. (2023). МОДИФІКАЦІЯ АЛГОРИТМІВ НЕЧІТКОГО ПОШУКУ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ ТАБЛИЦІ ПОДІБНОСТІ СИМВОЛІВ. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*, (3), 21-28. <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2023.3.3>