

Ростислав Приступа, Михайло Паславський*

¹ НЛТУ України, Львів, Україна, 122.24prystupa.r@nltu.lviv.ua

² НЛТУ України, Львів, Україна, mykhailo.paslavskyi@nltu.edu.ua

Інтелектуальна система автоматичного розпізнавання номерних знаків із використанням методів глибокого навчання

***Анотація.** Робота присвячена розробці програми для автоматичної ідентифікації номерних знаків автомобілів. Основною метою роботи є створення програмного забезпечення, що забезпечує високу точність розпізнавання номерних знаків. Для досягнення цього використано мову програмування Python та бібліотеки OpenCV і Tesseract OCR. В процесі роботи було проаналізовано існуючі системи ідентифікації, обрано оптимальні технологічні рішення та реалізовано програму з інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом. Тестування показало високу ефективність та надійність розробленої системи.*

***Ключові слова** – ідентифікація номерних знаків, обробка зображень, OCR, OpenCV, Tesseract OCR, Python.*

Вступ. Актуальність роботи обумовлена зростаючими потребами в автоматизації процесів контролю дорожнього руху. Системи автоматичного розпізнавання номерних знаків стають важливими для забезпечення безпеки на вулицях і в громадських місцях. Розвиток технологій обробки зображень та штучного інтелекту відкриває нові можливості для покращення точності розпізнавання номерів автомобілів. Ідентифікація автомобілів за номерними знаками дозволяє підвищити ефективність систем паркування та контролю трафіку. Використання методів глибокого навчання забезпечує інтелектуальну обробку даних та високу точність розпізнавання символів. Практичне застосування системи автоматичного розпізнавання номерних знаків може сприяти покращенню управління транспортними потоками у містах.

Розробка інтелектуальної системи. Мета роботи – розробка та реалізація інтелектуальної системи для автоматичного розпізнавання номерних знаків автомобілів на основі зображень. Система автоматичного розпізнавання номерних знаків транспортних засобів є різновидом інтелектуальних систем машин-

ного зору, призначених для ідентифікації транспортних засобів за їх державними номерними знаками. В основі роботи таких систем лежить обробка зображень та відео, отриманих із камер спостереження або інших відеореєструвальних пристроїв з подальшим розпізнаванням символів за допомогою алгоритмів комп'ютерного зору та оптичного розпізнавання символів OCR (Optical Character Recognition).

Важливим підходом для виявлення номерного знаку автомобіля є перетворення Хафа, яке використовується для виявлення ділянок різних форм на зображенні, таких як коло, еліпс, пряма. На вхід перетворення Хафа подається бінарне зображення з виділеними вертикальними та горизонтальними краями. На виході перетворення отримуємо набір прямих ліній, які обмежують допустиму область номерного знака.



Рисунок 1. Алгоритм перетворення Хафа

Після того, як номерна пластина локалізована, виконується операція виявлення символів. Для усунення надлишкової інформації застосовується алгоритм бінаризації. Вибір порогу здійснюється на основі гістограми яскравості зображення, яка є одномірним масивом, де в кожній комірці міститься кількість точок зображення, що мають значення інтенсивності.

Автомобільний номер має таку властивість: середня площа всіх символів становить близько 23 % від площі всього номера, який має форму прямокутника. Для різних номерів відхилення від цього значення не перевищують 5 %.

Наступним кроком є пошук окремих символів. Для цього використовується метод, що базується на побудові проекції середньої інтенсивності. Суть цього підходу полягає в наступному. Обчислюється середня інтенсивність у

кожному стовпці в тих місцях, де відсутній символ, середня інтенсивність суттєво відрізнятиметься. Потім, виконуючи аналогічну операцію по рядках, отримують набір окремих символів, які вже можна розпізнавати.

На етапі навчання використовувався повний еталонний набір бінарних зображень символів зображення всіх допустимих символів. Підрахунок числа пікселів, що належать до кожної зони, здійснювався шляхом голосування чорних пікселів. При цьому кожен піксель розглядається як квадрат розміром 1×1 , положення меж зон розраховується з точністю субпіксельної, кожен чорний піксель голосує на користь тих зон, з якими він перетинається з вагою, рівним площі перетину. При аналізі кожного символу виконуються такі операції: формування вектора зонного опису, формування вектора відстаней, класифікація символу з урахуванням вектора відстаней.



Рисунок 2. Етапи розпізнавання номерного знака автомобіля

Типовий процес розпізнавання номерного знаку складається з трьох основних етапів. Детекція номерного знаку на зображенні: на цьому етапі використовується алгоритм виявлення області, в якій розташовано номерний знак. Сегментація символів: після детекції самої таблички необхідно виділити окремі символи з її зображення. Розпізнавання символів: на завершальному етапі відбувається класифікація символів літер та цифр, що складають номерний знак.

Для успішного розпізнавання номерних знаків необхідно застосовувати математичні операції для попередньої обробки зображень, що дозволяють покращити їх якість та підготувати для подальшого аналізу.



Рисунок 3. Процес розпізнавання номерних знаків

Після локалізації номерного знака та його сегментації на окремі символи, настає етап розпізнавання цих символів.



Рисунок 4. Розпізнавання символів номерного знака

Експериментальна частина. Інтерфейс інтелектуальної системи представлено нижче.

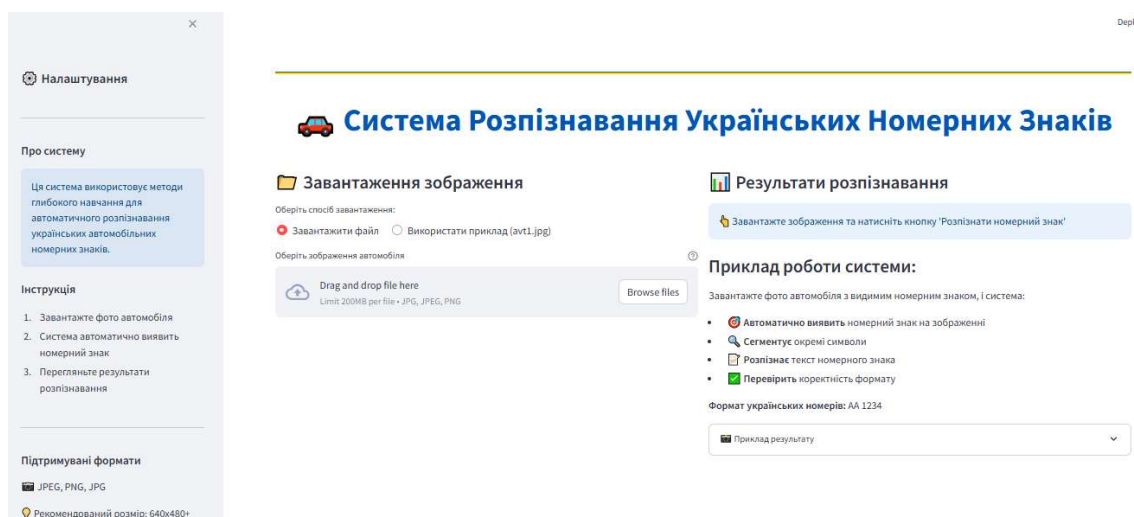


Рисунок 5. Інтерфейс інтелектуальної системи

В бічній панелі описано призначення системи та основні інструкції з використання. На головному екрані потрібно обрати зручний спосіб завантаження зображення. Можна або завантажити власний файл з комп'ютера, або скористатися готовим тестовим зображенням. Для завантаження власного фото потрібно вибрати опцію "Завантажити файл" та обрати зображення у підтримуваному форматі JPG, JPEG або PNG.

Для запуску процесу розпізнавання треба натиснути кнопку "Розпізнати номерний знак". Під час обробки можна спостерігати за прогрес-баром, який наочно відображає хід аналізу зображення. Після завершення обробки система автоматично перенаправить увагу на праву частину екрана з результатами.

Розпізнаний номерний знак буде представлений у великому форматі у полі з кольоровим оформленням української символіки. Тут представлено показники якості розпізнавання, які включають рівень впевненості системи, кількість успішно ідентифікованих символів та загальну оцінку якості обробки.

У розділі візуалізації процесу представлено оригінальне зображення з виділеним номерним знаком та окремо відображена вирізана область номера. Додатково можна ознайомитися з сегментованими символами, які система виокремила на номерному знаку під час аналізу.

Висновок. У роботі успішно розроблено інтелектуальну систему автоматичного розпізнавання номерних знаків, яка демонструє точність обробки зображень завдяки використанню сучасних методів глибокого навчання. Використання архітектури YOLOv5 для детекції номерних знаків та Tesseract OCR для розпізнавання символів забезпечило ефективну роботу системи в умовах, близьких до реальних. Система здатна адаптуватися до різноманітних умов зйомки, включаючи зміни освітлення, ракурсу та наявності перешкод, що підтверджено результатами тестування. Практичне значення роботи полягає у можливості впровадження системи в таких сферах, як контроль дорожнього руху, системи паркування, логістика та безпека.

Список використаних літературних джерел

- [1] Zheng, L., Zhao, H., & Yang, X. (2020). License plate recognition based on deep learning. International journal of computer vision and image processing. Vol. 10, №2, p. 45-62.
- [2] Silva, S., & Jung, C. (2018). License plate detection and recognition in unconstrained scenarios. IEEE transactions on intelligent transportation systems. Vol. 19, №5, p. 1500-1513.
- [3] Wang, J. (2019). An end-to-end deep learning approach for license plate detection and recognition. Pattern recognition letters. Vol. 117, p. 27-33.

Intelligent automatic license plate recognition system using deep learning methods

Rostyslav Prystupa, Mykhailo Paslavskyi

The work is devoted to the development of a program for automatic identification of car license plates. The main goal of the work is to create software that provides high accuracy of license plate recognition. To achieve this, the Python programming language and the OpenCV and Tesseract OCR libraries were used. In the process of work, existing identification systems were analysed, optimal technological solutions were selected, and a program with an intuitive interface was implemented. Testing showed high efficiency and reliability of the developed system.