

# ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА РОЗПІЗНАВАННЯ НОМЕРІВ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

**Подорожняк Андрій Олексійович**

К.т.н., с.н.с., доцент, доцент

**Любченко Наталія Юріївна**

к.т.н., доцент, доцент

**Онщенко Даніїл Павлович**

студент

Національний технічний університет “Харківський політехнічний інститут”

Тільки за 2020 рік в Україні було зареєстровано понад 150 тисяч дорожньо-транспортних пригод (ДТП) [1], 35 тисяч з яких тільки у Києві. ДТП є однією з найвагоміших проблем нашого часу. Можливо знайти різні способи запобігти ДТП, один з яких – створення системи відео фіксації транспортного руху. Такі системи зможуть самостійно (без участі людини) збирати та аналізувати інформації, зокрема – навантаження автомагістралей, особливо небезпечні ділянки на дорогах, причини дорожньо-транспортних пригод. Однією з особливостей даних систем є можливість автоматичного реагування на події на дорогах, наприклад, ДТП, зміна погодних умов, природні катаклізми, тощо. При виявленні ДТП автоматизована система зможе самостійно викликати поліцію та/або швидку допомогу. Такі автоматизовані системи не можуть існувати без підсистеми розпізнавання автомобільних номерів.

Метою доповіді є дослідження інтелектуальної системи розпізнавання номерів автотранспортних засобів, яка базується на методах обробки зображення з використанням нейромережових технологій глибокого навчання.

У даний час на дорогах України знаходяться 9,7 мільйонів автомобілів [2]. Усі ці транспортні засоби мають унікальний ідентифікаційний номер в якості основного розпізнавального знаку. Ідентифікаційний номер транспортного засобу фактично є реєстраційним номером, що дає законне право на участь у дорожньому русі. В Україні усі типи та основні розміри, вимоги до інформаційного змісту, правила застосування номерних знаків транспортних засобів установлює Держстандарт ДСТУ 4278:2019 [3].

Найбільш поширений тип дорожніх знаків (тип 1), має такі основні характеристики: висота – 112 мм; довжина – 520 мм; кількість цифр – 4; кількість літер – 4; колір поля знаків – білий; колір цифр, літер та ребра жорсткості знаків – чорний.

Приклад номерного знаку транспортного засобу (тип 1) можна побачити на рис. 1.



Рисунок 1. Номерний знак типу 1.

На сьогоднішній день існує велика кількість різноманітних систем розпізнавання автомобільних номерів, серед яких існують два типи – апаратні та програмні. Апаратні системи розпізнавання автомобільних номерів, це системи, які обробляють дані безпосередньо вбудованими засобами самої системи (як правило – камери). Характеристики деяких камер можна побачити в табл. 1 [4-8].

Таблиця 1.  
Характеристики камер з можливістю обробки автономерів

Назва виробника	Реєстрація виробника	Камера	Відстань розпізнавання, м	Швидкість автомобіля до, км/год
HikVision	Китай	DS-2CD7A26G0/P-IZHS	до 25	120
Dahua	Китай	ITC215-PW4I-IRLZF27135	3-8	40
Hanwha	Південна Корея	SNO-6095RH	до 40	80
Axis	Швеція	AXIS Q1700-LE	50-100	130
NedAp	Нідерланди	ANPR Lumo	2-10	130

При використанні програмних засобів розпізнавання автомобільних номерів інформація передається на інший прилад (найчастіше – сервер), який і виконує всі необхідні операції обробки. Цей підхід може бути більш вдалим, якщо мова йде про заощадження коштів на системі розпізнавання номерів, оскільки для розгортки такої системи не потрібне дороге обладнання камер. Для таких цілей (захоплення зображення та його передача) підійдуть камери середнього сегменту.

Основні характеристики таких систем проявляються в частці правильно розпізнаних номерів (у %), кути нахилу номерного знаку (у °), відстані розпізнавання (у м) та швидкості руху автомобіля (у км/год). Деякі системи розпізнавання та їх характеристики можна побачити в таблиці 2 [9-11].

Таблиця 2.

## Характеристики систем розпізнавання автономерів

Програмна система розпізнавання	VEZNA	CarGo Enterprise	NumberOK
Частка правильно розпізнаних номерів, %	до 99	до 96	більше 95
Максимальний кут нахилу номерної пластини, град	–	менше 20	менше 30
Відстань розпізнавання	–	11-20	12-22
Швидкість руху автомобіля	до 250	до 150	до 240

В процесі дослідження було створено макет інтелектуальної системи розпізнавання номерів автотранспортних засобів, який цілком реалізовано засобами мови Python. Дана мова програмування є інтерпретованою та має великий набір різних інструментів. Python зараз використовується у більшості задач обробки зображення, комп'ютерного зору, машинного навчання, аналізу даних, тощо. Популярність цієї мови обумовлена простим та зрозумілим синтаксисом та легкою читабельністю коду. Також важливим моментом при використанні цієї мови є те, що вона підтримує мову C/C++ (більшість низькорівневих модулів написана саме на C++). Python підтримує велику кількість сторонніх модулів серед яких:

1) Numpy – бібліотека з відкритим вихідним кодом для Python, що надає підтримку багатовимірних масивів і високорівневих математичних функцій, призначених для роботи з багатовимірними масивами;

2) OpenCV – бібліотека комп'ютерного зору і машинного навчання з відкритим вихідним кодом. У неї входять понад 2500 алгоритмів, в яких є як класичні, так і сучасні алгоритми для комп'ютерного зору і машинного навчання;

3) SciPy – відкрита бібліотека високоякісних наукових інструментів для мови програмування Python. SciPy містить модулі для оптимізації, інтегрування, спеціальних функцій, обробки сигналів, обробки зображень, генетичних алгоритмів, розв'язування звичайних диференціальних рівнянь та інших задач, які розв'язуються в науці і при інженерній розробці;

4) TensorFlow – відкрита програмна бібліотека для машинного навчання цілій низці задач, розроблена компанією Google для задоволення її потреб у системах, здатних будувати та тренувати нейронні мережі для виявлення та розшифрування образів та кореляцій, аналогічно до навчання й розуміння, які застосовують люди. Застосовується як для досліджень, так і для розробки продуктів Google;

5) PyTorch – відкрита бібліотека машинного навчання на основі бібліотеки Torch, що використовують для таких застосувань, як комп'ютерне бачення та

обробка природної мови. Розробляє її переважно група дослідження штучного інтелекту компанії Facebook;

б) Matplotlib – один з найпопулярніших пакетів Python, що використовується для візуалізації даних. Це кроссплатформова бібліотека для створення 2D графіків на основі даних в масивах. Matplotlib написано на Python і використовує NumPy.

Програмна реалізація інтелектуальної системи розпізнавання номерів автотранспортних засобів використовує методи глибокого навчання (згорткові нейронні мережі) [12-14]. Весь процес визначення автономеру можна записати як послідовність алгоритмів попередньої обробки зображення, вибірка даних, на основі зображення, та аналіз зібраних даних [15]. Структурна схема реалізованого макету системи розпізнавання номерів (рис. 2) повністю визначається основними етапами автоматичного розпізнавання [16].

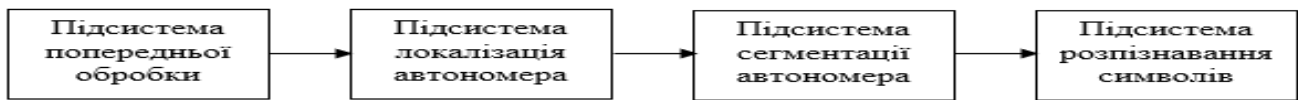


Рисунок 2. Структурна схема інтелектуальної системи розпізнавання номерів

Оцінка якості роботи інтелектуальної системи розпізнавання номерів автотранспортних засобів проводилася на тестовій вибірці. У якості критерію ефективності було обрано оцінку ймовірності правильного розпізнавання всіх символів автономеру, яка оцінювалася як відношення кількості правильно розпізнаних автомобільних номерів на зображеннях з вибраним кутом зйомки до загальної кількості зображень з вибраним кутом зйомки на тестовій вибірці (складалася з 800 фотозображень автомобілів, по 100 зображень для кутів зйомки 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70) градусів. Результиуюча якість класифікації досліджуваної системи склала 96 відсотків для кутів зйомки менше 60 градусів [17].

Результати дослідження можуть бути застосовані при розробці нових, та модифікації існуючих систем розпізнавання номерів транспортних засобів

#### Список літератури:

1. Статистика. Патрульна поліція України. [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://patrol.police.gov.ua/statystyka/>.

2. Три факта об автопарке Украины в 2019 году: инфографика - Auto24 (24tv.ua). [Електронний ресурс] Режим доступу: [https://auto.24tv.ua/ru/tri\\_fakta\\_ob\\_avtoparke\\_ukrainy\\_v\\_2019\\_godu\\_infografika\\_n19433](https://auto.24tv.ua/ru/tri_fakta_ob_avtoparke_ukrainy_v_2019_godu_infografika_n19433).

3. ДСТУ 4278:2019 Дорожній транспорт. Знаки номерні транспортних засобів. Загальні вимоги. Чинний від 16.03.2020. – Київ: ДП “УкрНДНЦ”, 2020. – 31 с.

4. IP камеры Hikvision. [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://hikvision.co.ua/kamery-videonablyudeniya/ip-kamery/>.

5. Камеры видеонаблюдения Dahua (dahua-technology.com.ua). [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://dahua-technology.com.ua/videokamery/>.
6. Архивы Домашние камеры – Hanwha Techwin Europe Limited (hanwha-security.eu). [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.hanwha-security.eu/ru/home-security/smart-home-camera-ru/>.
7. Сетевые камеры Axis Communications. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.axis.com/ru-ru/products/network-cameras>.
8. Cameras - Nedap (nedapidentification.com). [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.nedapidentification.com/product-type/cameras/>.
9. Розпізнавання номерних знаків (vezha.io). [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://vezha.io/products/alpr>.
10. Определение номеров автомобилей. Распознавание номеров всех типов. Компания Инттекс. (intteks.com.ua). [Электронный ресурс] Режим доступа: [intteks.com.ua/component/content/article?id=552](http://intteks.com.ua/component/content/article?id=552).
11. Продукт NumberOk (number-ok.com) [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://number-ok.com/ru/product-line/>.
12. Li H. Toward end-to-end car license plate detection and recognition with deep neural networks / H. Li, P. Wang, C. Shen // IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems. – 2019. – Vol. 20, Is. 3. – pp. 2351–2363. doi: <https://doi.org/10.1109/TITS.2016.2639020>.
13. Zhu L. License Plate Recognition in Urban Road Based on Vehicle Tracking and Result Integration / Liping Zhu, Shang Wang, Chengyang Li, Zhongguo Yang // Journal of Intelligent Systems, Vol. 29, Is. 1, pp. 1587–1597, doi: <https://doi.org/10.1515/jisys-2018-0446>.
14. Raza M.A. An Adaptive Approach for Multi-National Vehicle License Plate Recognition Using Multi-Level Deep Features and Foreground Polarity Detection Model / M.A. Raza, C. Qi, M.R. Asif, M.A. Khan // Applied Sciences. – 2020. – Vol. 2165, Is. 10. doi: <https://doi.org/10.3390/app10062165>.
15. Любченко Н.Ю. Метод автоматизированной идентификации автомобильных номеров на основе обработки одноракурсных изображений / Н.Ю. Любченко, А.А. Наконечный, А.О. Подорожняк // Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету. Збірник наукових праць. – Харків: ХНАДУ. – Вип. 61-62 – 2013. – С. 292-295.
16. Liubchenko N. Automation of vehicle plate numbers identification on one-aspect images / N. Liubchenko, O. Nakonechnyi, A. Podorozhniak, H. Siulieva // Advanced Information Systems. – Kharkiv: NTU "KhPi". – 2018 – Vol.2, N.1. – pp. 52 – 55. – doi: <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2018.1.10>.
17. Подорожняк А.О. Нейромережева система розпізнавання автономера / А.О. Подорожняк, Н.Ю. Любченко, Г.В. Гейко // Системи управління, навігації та зв'язку. – Полтава: ПНТУ ім. Ю. Кондратюка. – Вип. 4 (62). – 2020. – С. 88 – 92. doi: <https://doi.org/10.26906/SUNZ.2020.4.088>.