

прочитати певну інформацію про кліп, його виконавця або історію створення. На рис. 1 наведений ескіз головної сторінки веб-додатку.



Рис. 1. Головний екран веб-додатку

**Висновки.** Під час розробки веб-додатку для прослуховування радіостанцій було досліджено етапи створення веб-додатку, пошук серверу з радіостанціями. Створено додаток, за допомогою якого можна прослуховувати радіостанції, а також переглядати тренди Ютуба.

### Література

1. Эспозито Д. Разработка современных веб-приложений: анализ предметных областей и технологий. Москва: Диалектика-Вильямс, 2017. 464 с.
2. Bootstrap. URL : <https://getbootstrap.com>.

УДК 004.4:004.89:004.93:004.942:517.4

## БІБЛІОТЕКИ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ ТА ПРОБЛЕМИ КЕРУВАННЯ ТРАНСПОРТНИМИ ЗАСОБАМИ

*К. С. Черненко, М. В. Макаров, Ю. С. Антонов*

Ще декілька десятиліть тому автомобіль, що рухається без участі людини, здався фантастикою, але зараз технології стрімко розвиваються і навіть відкриваються перші у світі сервіси з безпілотними таксі. Один із великих проривів у цій галузі пов'язаний із застосуванням машинного навчання, зокрема нейронних мереж [1]. Хоча технологія ще дуже молода, вона дуже перспективна. Як свідчить статистика, більшість ДТП, що спричинили смерть людей, пов'язані з алкоголем, медпрепаратами та людською неухважністю [2]. Таким чином, зменшивши або взагалі прибравши людський фактор, можна зменшити рівень ДТП. Для транспортних засобів з автопілотом рівень смертності на дорогах може зменшитись принаймні на 75% [3], що може не тільки зберегти життя і здоров'я багатьох людей, а також заощадити гроші, що були б витрачені при пошкодженні самого транспортного засобу, інфраструктури або будівель після ДТП.

Існує декілька рівнів автоматизації керування транспортним засобом [1], де нульовий рівень представляє собою тільки систему застереження водія при критичних ситуаціях, а

п'ятий – транспортний засіб, що не потребує руля для пересування. У даній роботі розглядаються дві системи, що задовольняють нульовому та другому рівню відповідно. Під другим рівнем розуміється контроль руля автоматизованою системою, але водій повинен слідкувати за рухом і бути готовим втрутитися. Був проведений аналіз підходів до вирішення поставлених задач з урахуванням специфіки розглянутої теми та висунутих обмежень.

Через специфіку розглянутої галузі (а саме, робота у реальному часі та потреба миттєво реагувати на зміни) алгоритми та методи підбиралися таким чином, щоб забезпечити достатню швидкодію програмного забезпечення. Машинне навчання володіє такими якостями [4, 5]. У першому наближенні життєвий цикл моделей у машинному навчанні можна розділити на два етапи: навчання та застосування. На етапі навчання потребується дуже багато даних та часу, але на етапі застосування моделі працюють дуже швидко, тому що зазвичай представляють собою направлені графи або дерева [5] зі сталими коефіцієнтами, отриманими після етапу навчання.

За методом навчання моделі машинного навчання можна розділити на навчання з підкріпленням та навчання з вчителем [4]. Навчання з підкріпленням представляє собою систему, що навчається в процесі взаємодії з навколишнім середовищем. При навчанні з вчителем, система примусово навчається на прикладах типу «стимул-реакція», що були завчасно підготовлені. Хоча перший тип навчання легший, він підходить для класифікації сутностей у системі. Другий тип потребує масивів розмічених певним чином даних, що може стати складною задачею, але дозволяє спроектувати масиви вхідних та вихідних сигналів.

У даній роботі було розроблено систему допомоги водієві та систему автономного керування транспортним засобом. В обох системах використовувалась відеокамера, сигнал з якої оброблявся відповідними програмними комплексами, що базуються на бібліотеці машинного зору OpenCV. Обидві системи виділяють на кадрі відео певні об'єкти (дорожні знаки, світлофор, пішоходи) та реагують на них.

Система нульового рівня автоматизації керування була реалізована у двох екземплярах перший на мові Java, а другий на мові Python. Обидві програми інформували водія про проблеми подачею відповідного звукового сигналу.

У системі другого рівня автоматизації керування, визначення об'єкта і реакція на нього є більш складними. Для реалізації знаходження об'єкта було розглянуто три підходи для виділення якісних характеристик об'єктів на зображеннях: НОГ (гістограма орієнтованих градієнтів), принцип дії якої полягає у підрахунку напрямків градієнтів в локальних точках зображення [7]; LBP (локальні бінарні шаблони), що спирається на опису окіла пікселя у бінарному форматі [8]; Каскади Хаара, що використовують для класифікації набори так званих ознак Хаара [9]. Після проведеного дослідження, було прийняте рішення використовувати локальні бінарні шаблони та каскади Хаара, через їх швидкодію та ефективність [6]. Реакція системи, а саме керування транспортним засобом, здійснюється за допомогою згорткової нейронної мережі (Convolutional neural network, CNN). Нейронні мережі є потужним інструментом для виділення якісних ознак об'єктів на великих масивах даних [3, 5, 10, 11]. Згорткові нейронні мережі є підтипом нейронних мереж, що складаються з комбінації великої кількості певних наборів шарів нейронів:

1. Вхідний шар, що отримує зображення.
2. Згорткові шари (convolutional layers), що застосовують до входу операцію згортки, чим імітують реакцію кожного окремого нейрону на зоровий стимул [10,11].
3. Шари активації, що використовуються для відсічення від'ємної частини скалярної величини, що призводить до спрощення та прискорення обчислень [10,11].
4. Агрегуючі шари (Pooling layers), що об'єднують виходи кластерів нейронів одного шару до одного нейрону наступного шару, чим ущільнюють ознаки [10,11].
5. Повноз'єднані шари, що з'єднують кожен нейрон одного шару з кожним нейроном наступного шару та слугують для збереження отриманих раніше ознак у нейронній мережі [10, 11].

Застосування CNN для моделювання автономних транспортних засобів широко використовується та визнано дуже ефективним [2, 5, 10], тому для даної задачі було обрано саме цю модель.

Проведені дослідження показали, що алгоритми та підходи які використовувались у системі другого рівня автоматизації керування є більш ефективними ніж у системі нульового рівня.

### Література

1. Self-driving car. URL : [https://en.wikipedia.org/wiki/Self-driving\\_car](https://en.wikipedia.org/wiki/Self-driving_car). Заголовок з екрана.
2. MIT 6.S094: Convolutional Neural Networks for End-to-End Learning of the Driving Task. URL : <https://www.youtube.com/watch?v=U1toUkZw6VI&t>. Заголовок з екрана.
3. How Safe Is Safe Enough for Self-Driving Vehicles? URL : <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/risa.13116>. — Заголовок з екрана.
4. Machine learning. URL : [https://en.wikipedia.org/wiki/Machine\\_learning](https://en.wikipedia.org/wiki/Machine_learning). Заголовок з екрана.
5. Хайкин, Саймон. Х15 Нейронные сети: полный курс, 2-е издание : Пер. с англ. М. : Издательский дом «Вильямс», 2006. 1104 с. : ил. Парал. тит. Англ.
6. A comparative study between LBP and Haar-like features for Face Detection using OpenCV. URL : <https://ieeexplore.ieee.org/document/8500159>. Заголовок з екрана.
7. Histogram of oriented gradients. URL : [https://en.wikipedia.org/wiki/Histogram\\_of\\_oriented\\_gradients](https://en.wikipedia.org/wiki/Histogram_of_oriented_gradients). — Заголовок з екрана.
8. Local Binary Patterns. URL : [https://en.wikipedia.org/wiki/Local\\_binary\\_patterns](https://en.wikipedia.org/wiki/Local_binary_patterns). Заголовок з екрана.
9. Haar-like feature. URL : [https://en.wikipedia.org/wiki/Haar-like\\_feature](https://en.wikipedia.org/wiki/Haar-like_feature). Заголовок з екрана.
10. A Comprehensive Guide to Convolutional Neural Networks—the ELI5 way. URL : <https://towardsdatascience.com/a-comprehensive-guide-to-convolutional-neural-networks-the-eli5-way-3bd2b1164a53>. Заголовок з екрана.
11. Convolutional neural network. URL : [https://en.wikipedia.org/wiki/Convolutional\\_neural\\_network](https://en.wikipedia.org/wiki/Convolutional_neural_network). Заголовок з екрана.

## Підсекція фізико-математичних наук (прикладна математика)

УДК 519.688:004.02:004.9

### ЕФЕКТИВНІСТЬ АЛГОРИТМУ ПОБУДОВИ ВИПАДКОВОГО ЛАТИНСЬКОГО КВАДРАТУ

*А. С. Акоюн, О. С. Вєтров, К. М. Довбня*

Латинський квадрат порядку  $n$  – це квадратна таблиця  $n \times n$ , складена з  $n$  будь-яких елементів таким чином, що кожний елемент повторюється в кожному рядку і кожному стовпці лише один раз. Елементами латинського квадрату можуть бути числа (букви, картинки тощо), але в алгоритмічному сенсі варто розглядати лише випадок числового заповнення таблиці, розуміючи латинський квадрат як квадратну матрицю із вказаною властивістю.