

ЗАСТОСУВАННЯ ГЛИБОКИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБЛИЧЧЯ ВОДІЯ У ВІДЕОПОТОЦІ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ВОДІЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі розглядається застосування методів глибокого навчання, зокрема комбінації згорткових та рекурентних нейронних мереж, для розпізнавання обличчя водія у відеопотоці. Основна увага приділяється розробці підходу, що забезпечує високу точність та швидкість розпізнавання для інтеграції в системи безпеки транспортних засобів. Запропонований метод використовує CNN для обробки окремих кадрів відео з метою виділення ознак обличчя та RNN для аналізу часових залежностей, таких як моргання та тривалість закриття очей, а також для прогнозування напрямку погляду.

Ключові слова: нейронні мережі, відеопотік, розпізнавання обличчя, безпека, CNN, RNN.

Abstract

The paper considers the application of deep learning methods, in particular a combination of convolutional and recurrent neural networks, for driver face recognition in a video stream. The main focus is on developing an approach that provides high accuracy and recognition speed for integration into vehicle safety systems. The proposed method uses CNNs to process individual video frames for facial feature extraction and RNNs to analyze temporal dependencies, such as blinking and eye closure duration, as well as to predict gaze direction.

Keywords: neural networks, video stream, face recognition, security, CNN, RNN.

Вступ

Безпека на дорогах є однією з найважливіших проблем сучасного суспільства. Розробка інтелектуальних систем допомоги водієві та систем активної безпеки відіграє ключову роль у зниженні кількості ДТП. В останні роки значного розвитку набули методи комп'ютерного зору та глибокого навчання, які відкривають нові можливості для аналізу поведінки водія на основі відео. Одним з важливих завдань у цьому контексті є розпізнавання обличчя водія, щоб проаналізувати його стан для виявлення сонливості або відволікання. Метою даної роботи є дослідження застосування глибоких нейронних мереж, а саме комбінації згорткових (CNN) та рекурентних (RNN) мереж, для ефективного розпізнавання обличчя водія у відеопотоці в контексті систем безпеки транспортних засобів.

Структура нейронної мережі

Запропонована система розпізнавання обличчя водія базується на комбінованому використанні згорткових та рекурентних нейронних мереж. Для ефективного аналізу застосовується багаторівнева архітектура, що включає наступні основні компоненти:

1. Блок виділення ознак обличчя на основі CNN: На початковому етапі кожен кадр відеопотоку обробляється згортковою нейронною мережею, спеціально навченою для виявлення та виділення ключових ознак обличчя. Особлива увага приділяється областям очей як важливим індикаторам стану водія.

- 2.

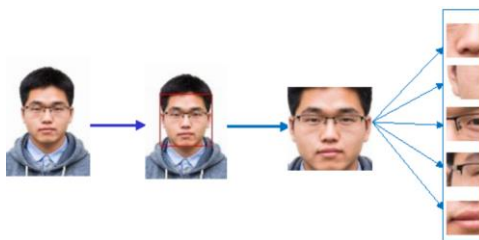


Рисунок 1- Виявлення та виділення ключових ознак обличчя

3. Блок часового аналізу на основі RNN: Виділені ознаки з послідовності кадрів передаються до рекурентної нейронної мережі, яка аналізує часові залежності між кадрами. Це дозволяє відстежувати динаміку моргань, тривалість закриття очей та інші часові характеристики, що можуть свідчити про стан водія.

4. Блок прогнозування напрямку погляду на основі CNN: Окремо (або спільно з блоком виділення ознак) може використовуватися ще одна гілка згорткової нейронної мережі для прогнозування напрямку погляду водія. Цей блок може аналізувати зображення всього обличчя або окремі області очей для визначення куди спрямований погляд водія.

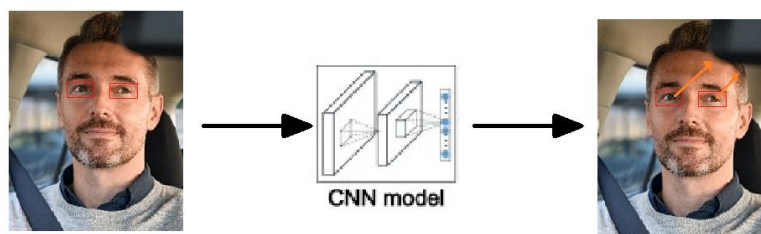


Рисунок 2 – Приклад роботи згорткової мережі

Комбінування цих блоків дозволяє не лише ідентифікувати обличчя водія, але й отримувати інформацію про його стан, що є важливим для систем безпеки транспортних засобів.

Методика збору та підготовки даних

Для навчання та оцінки розробленої нейронної мережі планується використання різноманітного набору даних, що включає відеозаписи обличчя водіїв у різних умовах освітлення, з різних ракурсів та емоційними станами. Особлива увага приділятиметься наявності в даних чітких зображень очей та їхньої поведінки. Джерелами даних можуть слугувати як загальнодоступні datasets, що містять інформацію про обличчя, рухи очей та напрямок погляду, так і спеціально зібрані відеоматеріали, які фіксують поведінку водіїв у різних станах (бадьорий, сонний, відволічений). Процес підготовки даних розпочнеться з виявлення обличчя на кожному кадрі. Далі відбудеться детальне виділення областей обличчя, зокрема очей, та їх нормалізація, що може включати зміну розміру, вирівнювання за ключовими точками та приведення до єдиного формату. Для аналізу напрямку погляду може знадобитися додаткова розмітка даних із зазначенням орієнтації погляду водія. Для аналізу стану стомленості особливу увагу буде приділено розмітці даних щодо моргання та тривалості закриття очей. Для підвищення стійкості моделі до різних умов буде застосовано розширення набору даних за допомогою таких технік, як випадкові повороти, зсуви, зміна яскравості та контрастності.

Висновки

Очікується, що розроблена система на основі глибоких нейронних мереж (CNN та RNN) забезпечить високу точність розпізнавання обличчя водія у відеопотоці в режимі реального часу. Застосування комбінованої архітектури дозволить ефективно обробляти як статичні характеристики обличчя, так і динамічні зміни, пов'язані зі станом водія, такі як моргання та напрямок погляду. Результати дослідження можуть бути використані для інтеграції в існуючі та нові системи безпеки транспортних засобів, сприяючи підвищенню безпеки дорожнього руху та зменшенню кількості аварій, спричинених людським фактором. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на оптимізацію архітектури мережі, розширення функціоналу системи для виявлення інших факторів ризику (наприклад, втоми, відволікання) та тестування на реальних даних.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. What is an Artificial Neural Network? [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.databricks.com/glossary/artificial-neural-network>
2. An Introduction to Convolutional Neural Networks (CNNs) [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.datacamp.com/tutorial/introduction-to-convolutional-neural-networks-cnns>
3. Real time detection of driver fatigue based on CNN-LSTM [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://ietresearch.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1049/ipr2.12373>
4. Real-Time System for Driver Fatigue Detection Based on a Recurrent Neuronal Network [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.mdpi.com/2313-433X/6/3/8>

5. Deep CNN: A Machine Learning Approach for Driver Drowsiness Detection Based on Eye State [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://www.researchgate.net/profile/U-Srinivasulu-Reddy/publication/338251837_Deep_CNN_A_Machine_Learning_Approach_for_Driver_Drowsiness_Detection_Based_on_Eye_State/links/5f012fc192851c52d619b0cb/Deep-CNN-A-Machine-Learning-Approach-for-Driver-Drowsiness-Detection-Based-on-Eye-State.pdf
6. Order Forecasting System for Vehicles Based on Previous Statistics Requests Svitlana Kyrylashchuk, Oksana Horodetska, Olena Voitsekhnovska, Serhii Zakharchenko // Lecture Notes in Data Engineering, Computational Intelligence, and Decision-Making, Volume 1 2024 International Scientific Conference "Intelligent Systems of Decision-Making and Problems of Computational Intelligence", Proceedings, Springer 2024, Pages 116-131 https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-70959-3_6
7. Розпізнавання палаючих об'єктів у відеопотоці з використанням нейронних мереж для систем пожежної безпеки / В. П. Поляков, О. С. Городецька // Матеріали ЛІІІ науково-технічної конференції факультету інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії. Вінниця 2024 р. 3 с. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fitki/all-fitki-2024/paper/view/20911/17312>

Городецька Оксана Степанівна - к.т.н., доцент кафедри обчислювальної техніки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: horodecka.os@gmail.com

Огірчук Олег Сергійович – студент групи 2СП-21б, факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: olegogircuk@gmail.com

Городецька Софія Віталіївна – учениця 10-М1 класу, комунальний заклад «Подільський науковий ліцей» Вінницької обласної Ради, e-mail: horodetska.s@gmail.com.

Horodetska Oksana Stepanivna - Ph.D., Associate Professor of the Computer Engineering Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: horodecka.os@gmail.com

Ogircuk Oleg Serhiyovych - student of group 2SP-21b, faculty of information technologies and computer engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: olegogircuk@gmail.com

Horodetska Sofiia – lyceum student of the 10-M1 class, Municipal Institution "Podilskyi Scientific Lyceum" of the Vinnytsia Regional Council, e-mail: horodetska.s@gmail.com.