

УДК 004.8

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА МОДЕЛЕЙ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ В ЗАДАЧАХ МОНІТОРИНГУ СТАНУ ВОДІЯ

Совяк Артем Ігорович

к.т.н., доцент Ніколенко Анатолій Олександрович  
Національний університет “Одеська Політехніка”, УКРАЇНА

**АНОТАЦІЯ.** Дослідження спрямоване на розробку кроссплатформеної системи моніторингу стану драйверів у режимі реального часу, з використанням глибокого навчання. Система базується на CNN для детектування зображень, виділення ознак, класифікації стану водія та генерації попереджень в разі виявлення небезпеки

**Вступ.** ДТП є причиною загибелі приблизно 1.5 мільйонів людей щорічно. Причиною 20% усіх ДТП є сонливість водія. На даний момент у розробці знаходиться велика кількість систем, що намагаються зменшити кількість аварій, однак більшість з них оснований на дуже специфічному обладнанні, що інтегроване у самий транспортний засіб, тому й не є уніфікованими. Таким чином, установка й підтримка таких систем є досить дорогим і не завжди дієвим способом зменшення дорожньо-транспортних пригод. Деякі винахідники зосередились на розробці двигунів з підтримкою алгоритмів машинного навчання для детектування сонливості водія, однак більшість з них все ще страждають від проблем знаходження/розпізнання водія.

Потужність процесорів є ще однією серйозною проблемою в системах виявлення сонливості водія. Штучні нейронні мережі, які зазвичай використовуються для цієї мети, зазвичай потребують ресурсів і потребують потужних систем обробки для надійної роботи в режимі реального часу. Це робить розробку моделей машинного навчання доцільною задачею.

**Мета роботи.** Метою дослідження є розробка механізму моніторингу залучення водія у режимі реального часу, що не залежить від операційної системи автомобіля. Механізм базуватиметься на CNN для виявлення, виділення ознак, класифікації зображень та генерації попереджень.

**Основна частина роботи.** Використовується датасет Closed Eyes in the Wild (CEW)[1]. Набір даних містить 3876 зображень лівого та правого ока в різних відкритих або закритих станах/ Потім зображення розділяються на ліві/праві та відкриті/закриті по міткам. Потім вони піддаються нормалізації шляхом попередньої обробки в сірі зображення. Після цього кожне з зображень з RGB-палітри переходить до сірих зображень і демасштабується до розміру 24x24 пікселі.

Модель побудована на основі звичайної згорткової нейронної мережі. Вона складається з 4 слоїв згортання і двох щільних шарів. У першому шарі маємо 32 фільтри 3x3, і використовуємо Rectified Linear Unit (ReLU) як функцію активації. У другому шарі маємо 24 фільтри 3x3 разом із 2x2 фільтрами максимального об'єднання 2x2. Також були вжиті заходи проти перенавчання.

Окрім виявлення та класифікації зображень за фізичним станом драйверів, дані датчиків можна інтегрувати в моделі на основі зору. Дослідники порівнюють моделювання на основі зору за допомогою CNN і порівнюють його з моніторингом водія на основі зору та датчиків за допомогою LSTM-RNN. Модель змішаних даних значно підвищує продуктивність системи до 85% точності порівняно з 62% моделювання лише зображення. Система відволікання може використовувати багатофункціональні дані, збираючи дані з кількох типів датчиків, таких як фізіологічні датчики та візуальні датчики[2].

Щоб визначити найбільш підходящий оптимізатор для наших цілей, було порівняно чотири алгоритми оптимізатора. Це SGD, Adam, Adadelata та Adagrad. Усі інші змінні постійні, змінюється лише оптимізатор[3].

Оптимізована модель SGD досягла 90% точності тесту, тоді як оптимізовані модель Adam, та моделі Adagrad та Adadelata досягла 96% точності тесту. На основі цих графіків було вирішено використати оптимізовану модель Adam як навчену модель з найвищою точністю.

Дані про точність тренування і валідацію моделей наведені на наступних рисунках (1, 2,а,б):

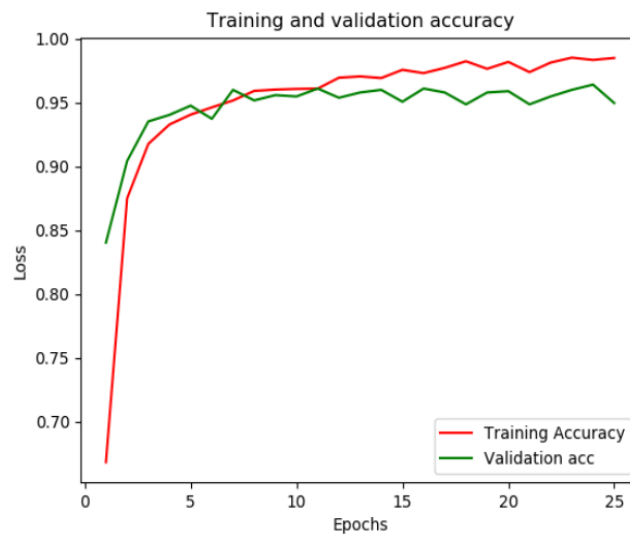


Рисунок 1 - Графік залежності точності від кількості епох у моделі Adam

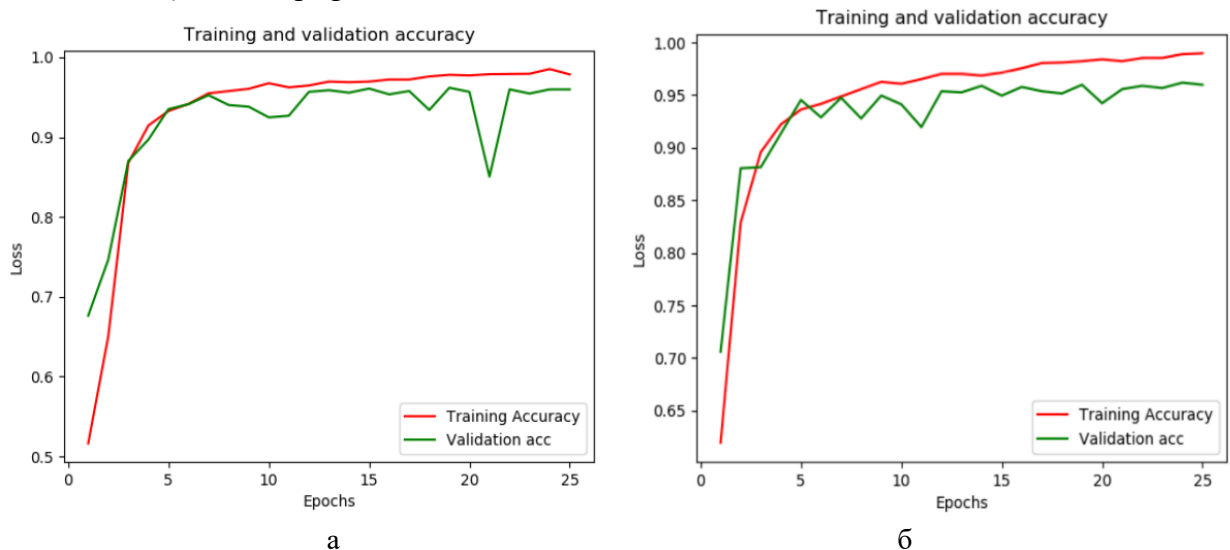


Рисунок 2 - Графіки залежностей точності від кількості епох у моделей Adagrad (а) та Adadelta (б)

У таблиці 1 наведено результати порівняння ефективності різних моделей.

Таблиця 1. Порівняння ефективності нейронних мереж

Архітектура	Точність	Обчислювальна вимога
DBN	96.7%	Висока
CNN (Adam)	96%	Помірна

Цій моделі вдалося досягти майже такої ж точності. Однак система, про яку йде мова, використовує DBN або Deep Belief Network[4], яка вимагає більше обчислень порівняно з нашою моделлю CNN. Саме через це ми й отримуємо переваги. Також ми можемо використати вільну обчислювальну силу з іншою метою - наприклад, збільшити частоту огляду ока[5,6].

**Висновки:** У роботі представлено систему моніторингу водія в реальному часі, засновану на глибокому навчанні. CNN досягла точності 96%, подібно до системи Deep Belief Network, але була дешевшою з точки зору обчислень.

Продуктивність системи можна потенційно покращити, використовуючи такі моделі, як Mobile Net, і використання ІЧ-камер, доступних на передній панелі смартфонів для

біометричного розблокування обличчям. Цю камеру можна використовувати замість основної фронтальної камери, і вона може забезпечувати набагато кращу продуктивність у складних умовах освітлення.

Аналіз зорових аспектів можна поєднати з виявленням інших показників, таких як поза обличчя, виявлення погляду та виявлення позіхання. Поєднання цих показників може призвести до більш точного виявлення та зменшити помилкові спрацьовування.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. F. Song, X. Tan, X. Liu, and S. Chen, "Eyes closeness detection from still images with multi-scale histograms of principal oriented gradients," *Pattern Recognition.*, vol. 47, no. 9, pp. 2825–2838, Sep. 2014, doi: 10.1016/j.patcog.2014.03.024
2. F. Omerustaoglu, C. O. Sakar, and G. Kar, "Distracted driver detection by combining in-vehicle and image data using deep learning," *Appl. Soft Comput.*, vol. 96, p. 106657, Nov. 2020, doi: 10.1016/J.ASOC.2020.106657.
3. L. Xu, S. Li, K. Bian, T. Zhao, and W. Yan, "Sober-drive: A smartphone-assisted drowsy driving detection system," in *2014 International Conference on Computing, Networking and Communications, ICNC 2014*, 2014, pp. 398–402, doi: 10.1109/ICCNC.2014.6785367
4. M. Gjoreski, M. Z. Gams, M. Luštrek, P. Genc, J. U. Garbas, and T. Hassan, "Machine Learning and End-to-End Deep Learning for Monitoring Driver Distractions from Physiological and Visual Signals," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 70590–70603, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2986810.
5. B. Reddy, Y. H. Kim, S. Yun, C. Seo, and J. Jang, "Real-Time Driver Drowsiness Detection for Embedded System Using Model Compression of Deep Neural Networks," in *IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops*, Aug. 2017, vol. 2017-July, pp. 438–445, doi: 10.1109/CVPRW.2017.59.
6. Tsmots Ivan G., Berezsky O. M., Berezky M. O. "Methods and hardware to accelerate the work of a convolutional neural network". *Applied Aspects of Information Technology*. Publ. Nauka i Tekhnika. Odessa: Ukraine. 2023; Vol.6 No.1: 13–27. DOI: <https://doi.org/10.15276/aait.06.2023.1>

### RESEARCH AND DEVELOPMENT OF NEURAL NETWORK MODELS IN DRIVER STATE MONITORING PROBLEMS

Artem Sovyak

PhD, Associate Professor Anatoly Nikolenko  
National University "Odesa Polytechnic", UKRAINE

**ABSTRACT.** The research is aimed at the development of a cross-platform system for monitoring the status of drivers in real time, using deep learning. The system is based on CNN to detect images, extract features, classify the driver's condition and generate warnings in case of danger