

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ДІАБЕТИЧНОЇ РЕТИНОПАТІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ МАШИННОГО НАВЧАННЯ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

В даній роботі наведено порівняльну характеристику методів раннього визначення діабетичної ретинопатії за допомогою машинного навчання та запропоновано власну систему діагностики захворювання.

Ключові слова: діабетична ретинопатія, машинне навчання, нейронні мережі.

Abstract

This paper provides a comparative description of the methods of early detection of diabetic retinopathy using machine learning and offers a proprietary system for diagnosing the disease.

Keywords: diabetic retinopathy, machine learning, neural networks.

Вступ

У світі сучасної медицини, де дані розвиваються з несподіваною швидкістю, виявлення та ефективного лікування захворювань вимагає новаторських підходів. Одним із ключових аспектів є діагностика діабетичної ретинопатії - серйозного ускладнення, що може призвести до втрати зору. У цьому контексті, методи визначення цієї патології розвиваються шляхом інтеграції передових технологій, зокрема, машинного навчання. В даній роботі ми дослідимо і аналізуємо сучасні методи визначення діабетичної ретинопатії за допомогою технологій машинного навчання, що відкривають нові перспективи у ранньому виявленні та лікуванні цього захворювання.

Метою роботи є аналіз існуючих методів виявлення діабетичної ретинопатії та порівняння їх із запропонованою системою.

Результати дослідження

Були проаналізовані такі роботи [1-7] для визначення найкращого правила для системи підтримки прийняття рішень.

Цей метод, представлений у дослідженні [1], оцінювався за допомогою таких показників класифікації, як AUC (площа під кривою ROC), F1 (гармонічний середній між точністю і чутливістю) та коефіцієнт Cohen's kappa, які знаходилися відповідно в діапазонах від 0.725 до 0.943, від 0.383 до 0.95 і від 0.378 до 0.832.

У роботі [2], цей метод був оцінений лише за показником F1, який коливався від 64.16% до 90.3%.

Дослідження [3] вказує на використання цього методу з точністю, що коливається від 79.5% до 97.3%.

Згідно з дослідженням [4], метод оцінювався за допомогою AUC, точності, чутливості та специфічності, зі значеннями відповідно в діапазонах від 0.88 до 0.91, від 0.92 до 0.97, від 0.8 до 0.82 і від 0.82 до 0.9.

Цей метод, який представлений у [5], був оцінений за допомогою індексів узгодження та інтегрованих оцінок Браєра, зі значеннями відповідно в діапазонах від 0.754 до 0.846 та від 0.153 до 0.241.

Згідно з дослідженням [6], цей метод був оцінений за допомогою AUC та точності, зі значеннями відповідно в діапазонах від 0.897 до 0.928 та від 0.921 до 0.959.

У [7], цей метод був оцінений за допомогою чутливості, специфічності, достовірності та F1, зі значеннями відповідно в діапазонах від 0.56 до 0.97, від 0.4 до 0.99, від 0.48 до 0.84 і від 0.15 до 0.9.

Поточний підхід [8]: Оцінка класичної нейронної мережі, згорткової нейронної мережі та глибокої нейронної мережі проводилась з використанням таких показників, як чутливість, точність, достовірність та специфічність, зі значеннями відповідно в діапазонах від 55.7% до 84.6%, від 61.2% до 87.7%, від 63.4% до 91.6% та від 57.1% до 84%.

Принциповими відмінностями вищеописаних методів є різниця у підході до попередньої обробки досліджуваних біомедичних зображень, а також у використанні різних типів нейромереж та баз даних із відмінними наборами зображень очного дна. Порівняльна характеристика проаналізованих методів наведена у таблиці 1.

Таблиця 1. Порівняльна характеристика методів діагностики діабетичної ретинопатії

Ім'я	Назва методу	Показник оцінки класифікації	Значення
Li, Wenlong, та ін. [1]	ConvNeXt	AUC	0.725–0.943
		F1	0.383–0.95
		Cohen's kappa	0.378–0.832
Kumar, N., та ін.[2]	Архітектури на основі згорткових нейронних мереж+ трансформер+ Змішані архітектури	F1	64.16–90.3
Vandana, & Laxmi, V. [3]	DenseNet 121, гібридна архітектура	Точність	79.5–97.3
Sanamdikar, S. T., та ін. [4]	Глибокі згорткові нейронні мережі	AUC	0.88–0.91
		Точність	0.92–0.97
		Чутливість	0.8–0.82
		Специфічність	0.82–0.9
Dai, Ling, та ін. [5]	Глибока нейронна мережа плюс	Індекси узгодження	0.754–0.846
		Інтегровані оцінки Браєра	0.153–0.241
Zago, Gabriel, та ін. [6]	Згорткова нейронна мережа	AUC	0.897–0.928
		Precision	0.921–0.959
Qummar, Sehrish, та ін. [7]	Згорткова нейронна мережа	Чутливість	0.56–0.97
		Специфічність	0.4–0.99
		Достовірність	0.48–0.84
		F1	0.15–0.9
Поточний підхід [8]	Класична нейронна мережа, згорткова нейронна мережа, глибока нейронна мережа	Чутливість	55.7–84.6
		Точність	61.2–87.7
		Достовірність	63.4–91.6
		Специфічність	57.1–84

Висновки

Результати аналізу методів визначення діабетичної ретинопатії з використанням машинного навчання свідчать про значний прогрес у цій галузі медицини. Дослідження показали, що різноманітні архітектури нейронних мереж, такі як ConvNeXt, DenseNet 121, глибокі згорткові нейронні мережі та згорткові нейронні мережі, продемонстрували високу ефективність у виявленні діабетичної ретинопатії.

Встановлено, що запропонований підхід дозволяє підвищити загальну точність діагностики діабетичної ретинопатії у порівнянні із існуючими системами. Однак, для практичного застосування в клінічній практиці необхідно провести додаткові дослідження та валідацію цих методів на великих наборах даних.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Li, Wenlong, et al. "Interpretable Detection of Diabetic Retinopathy, Retinal Vein Occlusion, Age-Related Macular Degeneration, and Other Fundus Conditions." *Diagnostics*, vol. 14, no. 2, Jan. 2024, p. 121, doi: <https://doi.org/10.3390/diagnostics14020121>.
2. Kumar, N., Balasubramanian, R. K., & Phirke, M. (2023). Image Transformers for Diabetic Retinopathy Detection from Fundus Datasets. *Revue D'intelligence Artificielle*, 37(6), 1617–1627. <https://doi.org/10.18280/ria.370626>.
3. Vandana, & Laxmi, V. (2023). The Detection and Classification of Diabetic Retinopathy using the Architectures of Deep Learning. *International Journal for Multidisciplinary Research*, 5(6). <https://doi.org/10.36948/ijfmr.2023.v05i06.10837>.
4. Sanamdikar, S. T., Patil, S. A., Patil, D. R., & Borawake, M. P. (2023). Enhanced detection of diabetic retinopathy using ensemble Machine Learning: A comparative study. *Ingénierie Des Systèmes D'information*, 28(6), 1663–1668. <https://doi.org/10.18280/isi.280624>.
5. Dai, Ling, et al. "A Deep Learning System for Predicting Time to Progression of Diabetic Retinopathy." *Nature Medicine*, Jan. 2024, doi: <https://doi.org/10.1038/s41591-023-02702-z>.
6. Zago, Gabriel, et al. "Diabetic Retinopathy Detection Using Red Lesion Localization and Convolutional Neural Networks." *Computers in Biology and Medicine*, vol. 116, Jan. 2020, p. 103537, <https://doi.org/10.1016/j.compbimed.2019.103537>.
7. Qummar, Sehrish, et al. "A Deep Learning Ensemble Approach for Diabetic Retinopathy Detection." *IEEE Access*, vol. 7, Jan. 2019, pp. 150530–39, <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2947484>.
8. Orken Mamyrbayev, Waldemar Wójcik, Sergii Pavlov, Oleksandr Karas, Yosip Saldan, Kymbat Momynzhanova, Iryna Shvarts, Iryna Baranovska, Saule Rakhmetulina, Beibut Amirgaliyev, "Optical method of investigating eye diseases and system for diagnosing diabetic retinopathy," *Proc. SPIE 12985, Optical Fibers and Their Applications 2023*, 129850J (20 December 2023); <https://doi.org/10.1117/12.3023434>

Карась Олександр Володимирович – доктор філософії, старший викладач кафедри біомедичної інженерії та оптико-електронних систем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: karas2014.o.11@gmail.com.

Гомолінський Віктор Олексійович – старший викладач кафедри біомедичної інженерії та оптико-електронних систем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: gomolinskiy@vntu.edu.ua.

Білий Руслан Ігорович— асистент кафедри біомедичної інженерії та оптико-електронних систем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

ANALYSIS OF METHODS FOR DETERMINING DIABETIC RETINOPATHY USING MACHINE LEARNING

Karas Oleksandr Volodymyrovych – Senior Lecturer of BMEOES Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: karas2014.o.11@gmail.com.

Homolinskyi Viktor Oleksiiovych– Senior Lecturer of BMEOES Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: gomolinskiy@vntu.edu.ua.

Biliy Ruslan Igorovich — assistant of BMEOES Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ram13b.biliy@gmail.com.