

ВИЯВЛЕННЯ ДІАБЕТИЧНОЇ РЕТИНОПАТІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ МАШИННОГО НАВЧАННЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Діабетична ретинопатія (ДР) є основною причиною погіршення зору та сліпоти в усьому світі, особливо серед дорослих працездатного віку. Раннє виявлення та лікування мають вирішальне значення для запобігання незворотній втраті зору. Традиційні методи діагностики ґрунтуються на ручному дослідженні зображень сітківки клініцистами, що може зайняти багато часу та залежати від різних спостерігачів. Зростання поширеності діабету та ДР спонукало до розробки автоматизованих комп'ютерних діагностичних систем, які використовують технології машинного навчання.

Ключові слова: діабетична ретинопатія, зображення очного дна, згортоква нейронна мережа, обробка та аналіз зображень.

Ранні підходи до виявлення ДР (Рис. 1) використовували класичні методи комп'ютерного зору, такі як морфологічні операції та ручне виділення ознак для ідентифікації таких уражень, як мікроаневризми, крововиливи та ексудати на зображеннях сітківки. Хоча ці методи були основоположними, вони часто мали проблеми з мінливістю якості зображення та вигляду уражень.



Рисунок 1 – Зображення сітківки людини хворої на діабетичну ретинопатію

Трансферне навчання стало поширеною стратегією виявлення ДР, коли моделі, попередньо навчені на великих наборах даних (таких як ImageNet), точно налаштовуються на набори даних зображень сітківки. Цей підхід ефективно вирішує проблему обмежених позначених медичних зображень і прискорює конвергенцію моделі.

Нещодавня стаття дослідників, які вивчають квантове трансферне навчання, демонструє, як до цієї області застосовуються навіть більш просунуті методи трансферного навчання [1].

Поява глибокого навчання, особливо згорткових нейронних мереж (CNN), ознаменувала значні зміни. CNN автоматично вивчають ієрархічні характеристики з необроблених даних зображення, перевершуючи традиційні методи як у виявленні уражень, так і в завданнях класифікації ДР. CNN стали домінуючою архітектурою для виявлення ДР завдяки їхній чудовій продуктивності у великомасштабному аналізі зображень [2].

Технології глибокого навчання зробили революцію в галузі виявлення діабетичної ретинопатії, пропонуючи потужні інструменти для ранньої діагностики та лікування. Цей огляд зосереджений саме на передових архітектурах глибокого навчання та методологіях, які використовуються для автоматичного виявлення ДР.

Застосування глибокого навчання для виявлення ДР значно розвинулося від ранніх класичних методів комп'ютерного зору до складних архітектур нейронних мереж. Ця еволюція різко зменшила потребу в розробці функцій вручну, одночасно підвищивши точність діагностики [2].

Кілька попередньо навчених архітектур CNN продемонстрували виняткову продуктивність у виявленні ДР: **ResNet**, **DenseNet**, **Inception**, **MobileNet** [3]. CNN залишаються основою більшості систем виявлення діабетичної ретинопатії через їхню ефективність у захопленні просторових особливостей зображень сітківки. Також останнім часом досить добре себе показують системи виявлення діабетичної ретинопатії на основі нейронних мереж трансформерів, які навіть переважають за кількісними оцінками класифікації звичайні згорткові нейронні мережі.

Висновок

Підходи до глибокого навчання, зокрема CNN та нові архітектури на основі трансформерів, значно вдосконалили автоматичне виявлення діабетичної ретинопатії. Сфера продовжує розвиватися завдяки інноваційним архітектурним рішенням та спеціалізованим методам виявлення уражень.

Ці технології мають величезні перспективи для покращення доступності, узгодженості та точності скринінгу ДР у всьому світі, що зрештою допомагає зменшити тягар втрати зору внаслідок діабетичної ретинопатії, якій можна запобігти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Parvathi, R., and U. Vignesh. "Diabetic Retinopathy Detection Using Transfer Learning." *AI and IoT-Based Technologies for Precision Medicine*, edited by Alex Khang, IGI Global, 2023, pp. 177-204. <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-0876-9.ch011>
- [2] Harisha, Manoj & Bhosale, Arya & M, Narender. (2024). Deep learning-powered segmentation and classification of diabetic retinopathy for enhanced diagnostic precision. *Artificial Intelligence in Health*. 1. 2783.
- [3] Yousefi, Mohammad & Bakrani, Ali & Dehghani, Amin. (2025). Early detection of diabetes through transfer learning-based eye (vision) screening and improvement of machine learning model performance and advanced parameter setting algorithms.

Павлов Сергій Володимирович – д.т.н., професор, професор кафедри БМІОЕС, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: psv@vntu.edu.ua.

Карась Олександр Володимирович – старший викладач кафедри БМІОЕС, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: karas2014.o.11@gmail.com.

Тимчик Микола Сергійович – магістрант групи РТ-24м, кафедри ІРТС, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

DIABETIC RETINOPATHY DETECTION USING MACHINE LEARNING

Abstract

Diabetic retinopathy (DR) is a leading cause of vision impairment and blindness globally, particularly among working-age adults. Early detection and intervention are critical to prevent irreversible vision loss. Traditional diagnostic methods rely on manual examination of retinal images by clinicians, which can be time-consuming and subject to inter-observer variability. The increasing prevalence of diabetes and DR has motivated the development of automated, computer-aided diagnostic systems leveraging computer vision and machine learning technologies.

Keywords: diabetic retinopathy, fundus imaging, neural network, image processing and analysis.

Pavlov Serhii Volodymyrovych – Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of BMEOEES Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: psv@vntu.edu.ua.

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

Tymchyk Mykola Serhijovych - master's student of PT-24m group, Department of IRTS, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.