

**С.В. Павлов
Ю.О. Пилипець**

ІННОВАЦІЙНІ РІШЕННЯ В ТЕЛЕМЕДИЦИНІ: ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ТА МАШИННОГО НАВЧАННЯ В ДІАГНОСТИЦІ Й ЛІКУВАННІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Останні досягнення в галузі штучного інтелекту (ШІ) та телемедицини трансформують систему надання медичних послуг, особливо в місцевостях та громадах з недостатнім рівнем медичного обслуговування. Доступ до якісних медичних послуг залишається постійною проблемою через географічну ізоляцію, обмежену інфраструктуру охорони здоров'я та нестачу медичних працівників, що призводить до нерівності в результатах лікування. Ці виклики стимулювали інновації у сфері охорони здоров'я, а штучний інтелект (ШІ), машинне навчання і телемедицина стали трансформаційними рішеннями для вирішення цих проблем. Всі три технології мають потенціал для подолання прогалин у наданні медичної допомоги, підвищення точності діагностики та покращення результатів лікування пацієнтів; однак необхідне глибше розуміння їхньої ефективності та впливу на діагностику та лікування пацієнтів.

Ключові слова: штучний інтелект; ШІ; телемедицина; телеохорона здоров'я; застосування телемедичних технологій, система охорони здоров'я, діагностика, лікування.

Вступ. Штучний інтелект революціонував різні аспекти охорони здоров'я, уможлививши прогностичну аналітику, персоналізовані плани лікування та оптимізувавши клінічні робочі процеси [2]. Алгоритми машинного навчання підтримують раннє виявлення захворювань, а системи підтримки прийняття рішень на основі ШІ допомагають медичним працівникам оптимізувати якість медичної допомоги. Аналогічно, телемедицина - завдяки віртуальним консультаціям, дистанційному моніторингу та її платформам - розширила доступ до основних медичних послуг, мінімізуючи потребу в поїздках і забезпечуючи безперервність догляду за пацієнтами в районах з недостатнім рівнем обслуговування [1,3]. Незважаючи на свій потенціал, впровадження штучного інтелекту і телемедицини стикається з низкою проблем, серед яких обмежений доступ до широкосмугового зв'язку, бар'єри цифрової грамотності та занепокоєння щодо конфіденційності даних. Крім того, безпосередній вплив на якість охорони здоров'я - такі як клінічні результати, задоволеність пацієнтів та ефективність надання медичної допомоги - залишаються фрагментарними в різних дослідженнях і контекстах [3]. Щоб заповнити ці прогалини, необхідно дослідити основні концепції та аспекти в існуючій літературі застосування ШІ, машинного навчання та телемедицини в діагностиці й лікуванні.

Мета дослідження. Дослідження використання діагностичних інструментів і телемедичних платформ на основі штучного інтелекту в діагностиці та лікуванні.

Основні матеріали досліджень. В той час, як у сфері охорони здоров'я люди більше, ніж будь-коли, залежать від людини, алгоритми вкрай необхідні, щоб допомогти їм. Проте інтеграція людського і штучного інтелекту (ШІ) в медицині лише розпочалася.

Якщо зазирнути глибше, то в охороні здоров'я існують помітні, давні недоліки, які є причиною того, що вона стає все менш ефективною. До них відносяться велика кількість серйозних діагностичних помилок, помилки в лікуванні, величезна втрата ресурсів, неефективність робочого процесу, нерівність і недостатній час між пацієнтами і лікарями [3,4]. Прагнучи до вдосконалення, лідери в галузі охорони здоров'я та вчені в галузі комп'ютерних наук стверджують, що ШІ може зіграти певну роль у вирішенні всіх цих проблем. Можливо, з часом так воно і буде, але дослідники перебувають на початковому етапі використання нейронних мереж для вирішення проблем медицини. У цьому огляді я зібрав більшу частину існуючої бази даних про використання ШІ в медицині, виклавши можливості та підводні камені.

Майже кожен лікар, від лікаря-спеціаліста до фельдшера, в майбутньому буде використовувати технологію ШІ, і зокрема глибоке навчання, в своїй роботі. Це значною мірою пов'язано з розпізнаванням образів за допомогою глибоких нейронних мереж (DNN), які можуть допомогти інтерпретувати медичні скани, патологічні слайди, ураження шкіри, зображення сітківки ока, електрокардіограми, ендоскопічні знімки, обличчя і життєвоважливі ознаки. Інтерпретацію нейронної мережі зазвичай порівнюють з оцінками лікарів, використовуючи графік співвідношення істинно позитивних і хибнопозитивних результатів, відомий як робоча характеристика приймача (ROC), для якої використовується площа під кривою (AUC), щоб виразити рівень точності. На рис. 1 наведено приклади застосування ШІ протягом усього життя людини [5]

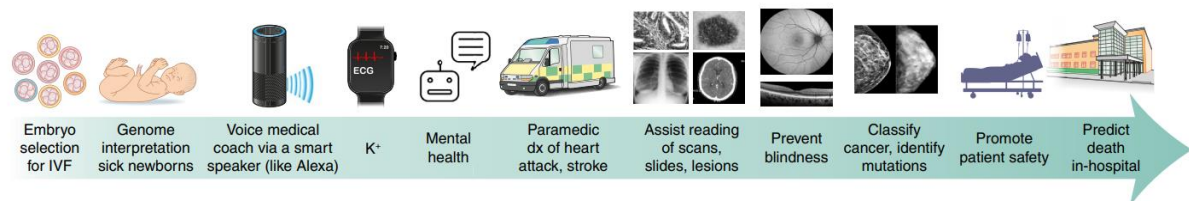


Рисунок 1 – Приклади застосування ШІ протягом усього життя людини. dx - діагностика; IVF - екстракорпоральне запліднення K⁺ - рівень калію в крові

Заслуговує на увагу використання інструментів ШІ для поглиблення розуміння того, як розвивається рак, шляхом застосування алгоритму перенавчання до мультирегіональних даних секвенування пухлин, а також машинного зору для аналізу живих ракових клітин з роздільною здатністю однієї клітини за допомогою мікрофлюїдної ізоляції. Обидва ці нові підходи в кінцевому підсумку можуть бути корисними як для стратифікації пацієнтів за ступенем ризику, так і для призначення терапії. З дескриптором ШІ нейронних мереж не дивно, що існує двонаправлене нагнітання: біологічні нейронауки впливають на ШІ і навпаки. Кілька прикладів на дрозоді заслуговують на увагу. Дослідники [5] зняли відео з 400 000 мух і використовували машинне навчання та машинний зір для створення карти фенотипу з експресією генів і нейроанатомією. Були створені карти всього мозку для руху, жіночої агресії та багатьох інших ознак. В іншому дослідженні було використано аналіз найближчих сусідів, щоб зрозуміти, як запахи відчуються мухами, тобто їхній алгоритм нюху.

Висновки. Використання діагностичних інструментів і телемедицинських платформ на основі штучного інтелекту та машинного навчання в діагностиці та лікуванні, безумовно, багатообіцяючі. Все це відкриває нові горизонти для сучасної охорони здоров'я. Ці технології вже сьогодні демонструють високу ефективність у задачах діагностики, прогнозування захворювань, персоналізованого лікування та автоматизації рутинних клінічних процесів. Особливо перспективними є системи підтримки клінічних рішень, аналіз медичних зображень та електронних медичних записів.

Втім, повна автономізація медичних рішень без участі людини наразі є малоімовірною. Основними викликами залишаються питання етичного характеру, захисту даних, відповідальності за помилки, а також необхідність високоякісного навчального набору даних. Отже, майбутнє телемедицини — це симбіоз людського досвіду та потужності штучного інтелекту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Natsheh, Q.; S^{al}agean, A.; Zhou, D.; Edirisinghe, E. Automatic Selective Encryption of DICOM Images. Appl. Sci. 2023, 13, 4779. <https://doi.org/10.3390/app13084779>
2. Monika, R.; Dhanalakshmi, S.; Rajamanickam, N.; Yousef, A.; Alroobaea, R. Coefficient-Shuffled Variable Block Compressed Sensing for Medical Image Compression in Telemedicine Systems. Bioengineering 2024, 11, 1101. <https://doi.org/10.3390/bioengineering11111101>
3. Lin, C.-C.; Lin, Y.-H.; Chu, E.-T.; Tai, W.-L.; Lin, C.-J. VUF-MIWS: A Visible and User-Friendly Watermarking Scheme for Medical Images. Electronics 2025, 14, 122. <https://doi.org/10.3390/electronics14010122>
4. Ferreira, F.; Pires, I.M.; Ponciano, V.; Costa, M.; Villasana, M.V.; Garcia, N.M.; Zdravetski, E.; Lameski, P.; Chorbev, I.; Mihajlov, M.; et al. Experimental Study on Wound Area Measurement with Mobile Devices. Sensors 2021, 21, 5762. <https://doi.org/10.3390/s21175762>
5. Eric J. Topol: High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. Nature Medicine? 2019, 25, 44-56. <https://gwern.net/doc/ai/nn/2019-topol.pdf>

Пилипець Юлія Олександрівна – аспірант кафедри біомедичної інженерії та оптико-електронних систем, Вінницький національний технічний університет, e-mail: :00-24-043.stud@vntu.edu.ua

Pavlov S.V., Pylypets Y.O.

INNOVATIVE SOLUTIONS IN TELEMEDICINE: USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND MACHINE LEARNING IN DIAGNOSTICS AND TREATMENT

Abstract

Recent advances in artificial intelligence (AI) and telemedicine are transforming healthcare delivery, especially in underserved areas and communities. Access to quality healthcare remains an ongoing challenge due to geographic isolation, limited healthcare infrastructure, and a shortage of healthcare professionals, leading to inequalities in health outcomes. These challenges have spurred innovation in healthcare, and artificial intelligence (AI), machine learning, and telemedicine have emerged as transformative solutions to address these issues. All three technologies have the potential to bridge gaps in care, improve diagnostic accuracy, and improve patient outcomes; however, a deeper understanding of their effectiveness and impact on patient diagnosis and treatment is needed

Keywords: artificial intelligence; AI; telemedicine; telehealth; application of telemedicine technologies, healthcare system, diagnostics, treatment.

Pavlov Sergii - Doctor of Technical Sciences, Professor, Vinnytsia National Technical University, e-mail: psv@vntu.edu.ua

Pylypets Yuliia - postgraduate student, Department of Biomedical Engineering and Optoelectronic Systems, Vinnytsia National Technical University, e-mail:00-24-043.stud@vntu.edu.ua