

КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА РОЗПОДІЛУ РЕСУРСІВ РЕАБІЛІТАЦІЇ З ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИМ АНАЛІЗОМ ДАНИХ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі досліджуються принципи побудови розподіленої інформаційної системи для оптимізації управління ресурсами реабілітації в умовах воєнного стану. Основна увага приділяється використанню методів інтелектуального аналізу даних для пріоритезації пацієнтів та архітектурним рішенням на базі проміжного сервера для забезпечення стійкості та швидкодії системи.

Ключові слова: інтелектуальний аналіз даних, реабілітація, розподілена архітектура, штучний інтелект, медичні ресурси.

Abstract

The work explores the principles of constructing a distributed information system to optimize rehabilitation resource management under martial law. The focus is on using data mining methods for patient prioritization and architectural solutions based on an intermediate server to ensure system resilience and performance.

Keywords: data mining, rehabilitation, distributed architecture, artificial intelligence, medical resources.

Вступ

Стрімкий розвиток інформаційних технологій спостерігається сьогодні в кожній галузі людської діяльності. Сучасна медицина активно впроваджує інформатизацію у всіх сферах надання послуг та опрацювання даних, що, своєю чергою, ставить нові рівні вимог до адаптації та опанування навичок фахівців галузі охорони здоров'я. Розвиток та впровадження технологій штучного інтелекту (ШІ) змінює вектор надання медичних послуг, відкриває нові можливості в методах лікування, в діагностиці, в опрацюванні даних та ухваленні клінічних рішень, розробці новітніх лікарських препаратів. До того ж для систем ШІ характерне постійне навчання та поповнення бази знань, що породжує неосяжні для людини перспективи. Безумовно, це нова ера розвитку медицини, що покликана на боротьбу з тяжкими захворюваннями і зміну загальних показників захворюваності та смертності. Наразі в Україні як і у всьому світі активно досліджується використання технологій штучного інтелекту у галузі медицини. Хоч ШІ не може замінити кваліфікованого спеціаліста, проте може значною мірою полегшити йому роботу, зекономити час, що може бути приділений безпосередньо пацієнтам.[1]

Соціально-економічна значущість та актуальність системи в умовах війни в Україні

Повномасштабна війна проти України спричинила безпрецедентне навантаження на систему охорони здоров'я, зокрема на сектор фізичної та психологічної реабілітації. Кількість пацієнтів із мінно-вибуховими травмами, складними ампутаціями та політравмами зросла в десятки разів, що висуває нові вимоги до швидкості та якості надання медичної допомоги. У цих умовах розробка комп'ютерної системи розподілу ресурсів реабілітації з використанням методів інтелектуального аналізу даних стає стратегічно важливим завданням.

Головною соціальною метою функціонування подібних систем є забезпечення принципу справедливості та медичної доцільності при наданні реабілітаційних послуг. Інтелектуальні системи здатні аналізувати великі масиви даних про стан пацієнта значно швидше за людину, що є критичним в умовах обмеженого часу. Використання прогностичного аналізу дозволяє виявити «терапевтичне вікно» — період, коли реабілітаційні заходи будуть найбільш ефективними для конкретного індивіда. Автоматизація цього процесу мінімізує вплив суб'єктивного фактору та забезпечує доступ до дефіцитного необхідного обладнання найбільш пріоритетним групам пацієнтів.[2, 3]

Економічна значущість розробки полягає у раціональному використанні обмеженого державного та волонтерського ресурсу. Оскільки кількість кваліфікованих фахівців та потрібного обладнання обмеженою, виникає потреба в інструментах точного планування. Впровадження інтелектуального аналізу дозволяє:

- мінімізувати час простою обладнання за рахунок динамічного перегляду графіків у реальному часі;

- скоротити загальний термін перебування пацієнта в стаціонарі завдяки персоналізованим програмам, що базуються на успішних історичних даних подібних випадків;
- сприяти швидшому відновленню людського капіталу країни.

В умовах воєнного стану медична інфраструктура постійно перебуває під загрозою фізичних руйнувань та кібератак. Використання розподіленої архітектури (Distributed Architecture) забезпечує високу життєздатність системи. У разі втрати зв'язку або працездатності одним із вузлів мережі (реабілітаційним центром), система здатна оперативно перерозподілити потоки даних та пацієнтів між іншими компонентами. Крім того, багаторівнева структура сервера дозволяє впровадити надійні методи шифрування та захисту конфіденційної медичної інформації, що є пріоритетом національної безпеки.[4]

Принципи функціонування та логіка розподіленої інформаційної системи

Ефективність управління обмеженими ресурсами в медичній сфері безпосередньо залежить від архітектурної надійності та логічної структури інформаційної системи. Функціонування розробленої системи базується на принципах розподіленої архітектури (Distributed Architecture), що забезпечує високу доступність сервісів та швидкість обробки даних у режимі реального часу[5]

В основу системи покладено багаторівневу структуру, що дозволяє відокремити інтерфейс користувача від складних обчислювальних процесів. Як показано на структурній схемі, ключовим елементом архітектури є проміжний сервер (Intermediate Server), який виконує роль інтелектуального шлюзу (API Gateway) між клієнтською частиною та сервісами аналітики.

Клієнтська частина системи реалізується на базі сучасних вебфреймворків (зокрема Qwik), що використовують концепцію відновлюваності (Resumability). Це дозволяє мінімізувати час завантаження інтерактивних дашбордів для лікарів та адміністраторів, забезпечуючи миттєвий відгук інтерфейсу навіть при роботі з великими масивами аналітичних даних.

Логіка функціонування системи відходить від лінійних алгоритмів на користь методів інтелектуального аналізу (Data Mining). Процес прийняття рішення щодо розподілу ресурсу складається з кількох послідовних етапів, відображених у «Ядрі інтелектуального аналізу» на схемі Векторизація вхідних даних: Медичні показники пацієнта, анамнез та поточний фізіологічний стан трансформуються у цифровий вектор ознак.

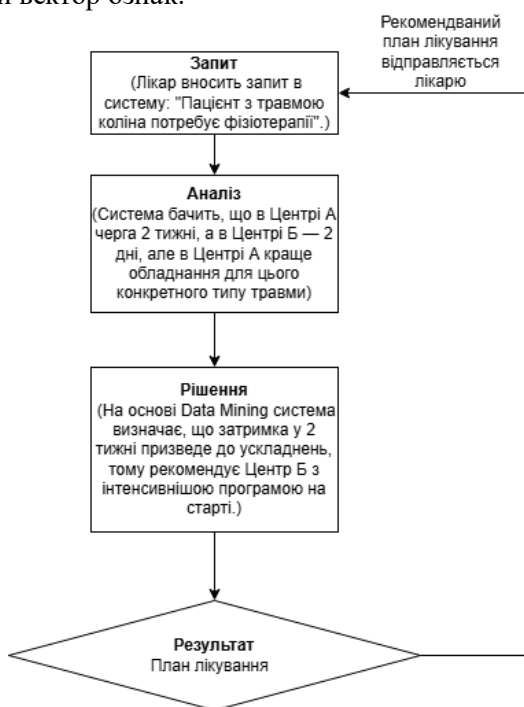


Рисунок 1 - Структура системи для розподілу ресурсів реабілітації

Висновки

Інформаційні технології стають не лише допоміжним засобом, а фундаментом сучасної медицини, відкриваючи шлях до нових можливостей. Незважаючи на те, що класичні методи управління залишаються базовими, впровадження інтелектуального аналізу даних надає значно швидші та ефективніші підходи до розподілу обмежених ресурсів. З кожним етапом впровадження штучного інтелекту ми наближаємося до максимально ефективного відновлення здоров'я громадян, що робить такі системи стратегічним інструментом для майбутнього розвитку національної медицини та економіки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ScienceDirect [-Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.sciencedirect.com/book/edited-volume/9780128184387/artificial-intelligence-in-healthcare>
2. Український медичний часопис [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://umj.com.ua/uk/publikatsia-257497-tehnologiyi-shtuchnogo-intelektu-v-suchasnij-meditsini-vprovadzhennya-ta-problematika>
3. Wezom [-Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://wezom.com.ua/ua/blog/shi-v-meditsini-zastosuvannya-perevagi-ta-novi-mozhlivosti>
4. І.А. Лисенко. Дослідження інструментів штучного інтелекту для інтелектуального аналізу даних / І.А. Лисенко, Р.М. Минайленко, С.А. Смірнов, К.О. Буравченко, Н.М. Якименко, О.А. Смірнов // Журнал Київського університету імені Бориса Грінченка, -2025. – Випуск 31. С. 227-241 <https://csecurity.kubg.edu.ua/index.php/journal/article/view/1022/856>
5. Edilo [-Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://edilo.com.ua/blog/vykorystannya-shtuchnogo-intelektu-v-medyczyni/>
6. Колесник І. С. Система розпізнавання напрямку руху за допомогою комп'ютерного зору / І. С. Колесник, О. С. Городецька, Н. В. Добровольська // Вісник Вінницького політехнічного інституту, – 2025. – Випуск 2. – С. 187-194. <https://doi.org/10.31649/1997-9266-2025-179-2-187-194>
7. Kyrylashchuk, S., Horodetska, O., Voitsekhovska, O., Zakharchenko, S. (2024). Order Forecasting System for Vehicles Based on Previous Statistics Requests. In: Babichev, S., Lytvynenko, V. (eds) Lecture Notes in Data Engineering, Computational Intelligence, and Decision-Making, Volume 1. ISDMCI 2024. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 219. Pages 116-131 Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-70959-3_6

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

Ковальчук Василь Олександрович – студент групи 2КІ-22б, факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: vasya.kovalchuk20@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

Kovalchuk Vasyl Oleksandrovych - student of group 2KI-22b, faculty of information technologies and computer engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: vlad75269@gmail.com