

УДК 004.8:004.932:616-073.75

*Прокоп'єв Д.М., магістрант,
Тітов С.В., к.т.н., доцент*

Харківський національний університет радіоелектроніки

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ ТА МОНІТОРИНГУ СТАНУ ПАЦІЄНТА

Сучасна медицина характеризується стрімким зростанням обсягів даних, що потребують оперативного аналізу для прийняття життєво важливих рішень. Традиційні методи діагностики, хоча і є надійними, часто залежать від суб'єктивного фактору та кваліфікації лікаря, що створює ризики людської помилки. Впровадження інтелектуальних систем, заснованих на алгоритмах машинного навчання та нейронних мережах, дозволяє автоматизувати процес моніторингу та підвищити точність виявлення патологій на ранніх стадіях.

Мета роботи – розробка та дослідження компонентів інтелектуальної системи, що інтегрує методи аналізу фізіологічних сигналів (ЕКГ), візуальних даних та клінічних параметрів для комплексної діагностики та прогнозування стану пацієнта.

Запропонована система має модульну структуру, що забезпечує гнучкість та можливість повторного використання компонентів:

– Модуль збору та попередньої обробки даних: виконує агрегацію даних із різних джерел (архіві ЕКГ, результати аналізів, зображення) та їх нормалізацію для подальшого аналізу.

– Діагностичний модуль: базується на ансамблях моделей машинного навчання (Random Forest, Gradient Boosting) та нейронних мережах для ідентифікації критичних станів, таких як інфаркт міокарда.

– Модуль моніторингу та прогнозування: використовує гібридні моделі (згорткові нейронні мережі та мережі глибинного навчання) для прогнозування розвитку хронічних захворювань, наприклад, стадій цукрового діабету або ретинопатії.

– Система підтримки прийняття рішень: використовує алгоритми нечіткої логіки для обробки невизначеності в медичних даних та надання рекомендацій лікарю.

Інтеграція різних архітектур глибинного навчання у єдину модель дозволяє значно підвищити точність діагностики на основі візуальних даних (наприклад, оптичної когерентної томографії). Для оцінки точності використовуються метрики Dice Coefficient та AUC. Моніторинг стресових станів: Система включає компоненти для розпізнавання психофізіологічного стану пацієнта (стресу), що є важливим для профілактики серцево-судинних ускладнень.

Експериментальні дослідження показали, що використання гібридних моделей забезпечує високу точність класифікації станів пацієнта. Зокрема, моделі дерев рішень дозволяють ефективно виділяти найбільш значущі ознаки (вік, рівень холестерину, артеріальний тиск) для прогнозування ризиків. Програмна реалізація системи виконана мовою Python з використанням бібліотек Scikit-learn та TensorFlow, що забезпечує високу швидкість обробки даних.

Під час експериментальних досліджень було проведено порівняльний аналіз класифікаторів. Моделі градієнтного бустингу (Gradient Boosting) показали кращі результати на табличних даних (анамнез, аналізи). У задачах розпізнавання стресових станів на основі варіабельності серцевого ритму було досягнуто точності 94% при використанні Random Forest. Дані пацієнтів проходять процедуру деідентифікації перед відправкою на сервер. Також розглядається використання Federated Learning – методу навчання моделей на місцях (у лікарнях) без передачі персональних даних у центральне сховище. Запропонована інтелектуальна система демонструє високу ефективність як інструмент «другої думки» для лікаря. Вона дозволяє мінімізувати пропуски критичних станів та оптимізувати робочий час медичного персоналу. Подальші дослідження будуть спрямовані на інтеграцію з державними реєстрами медичних даних та розширення переліку нозологій, які система здатна розпізнавати в автоматичному режимі.

Розроблена інтелектуальна система дозволяє скоротити час на встановлення діагнозу та забезпечити безперервний моніторинг стану пацієнта. Використання комбінованого підходу (ML + нечітка логіка + DL) робить систему адаптивною до різних типів медичних даних, що є критично важливим для клінічної практики та покращення якості надання медичної допомоги.

Список використаних джерел:

1. Коваленко С. О. Діабетична ретинопатія: сучасні методи діагностики та лікування: монографія. Київ: Здоров'я, 2020. 250 с.
2. Шевченко М. О. Машинне навчання в медичних дослідженнях: основи та застосування. Львів: Львівський національний університет, 2021. 330 с.
3. Тітов С. В., Тітова О. В., Чорна О. С. Метод знаходження апроксимацій приблизних множин з використанням систем числення. Системи обробки інформації. 2023. № 2 (173). С. 58-62. <https://doi.org/10.30748/soi.2023.173.07>