

Интерпретируемая многомасштабная гибридная сеть внимания (MSHAN) для объяснимой классификации аритмий ЭКГ

Источник: Frontiers in AI — Medicine

Оригинал: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frai.2026.1867173>

ЭКГ

диагностика

интерпретируемость ИИ

кардиология

нейросети

объяснимый ИИ

Искусственный интеллект (ИИ) обладает потенциалом трансформировать помощь пациентам в здравоохранении, однако повсеместное внедрение ИИ в секторе здравоохранения сдерживается проблемами, обусловленными отсутствием прозрачности и доверия к моделям ИИ. Мы отметили недостаток доверия к системам искусственного интеллекта, работающим совместно с кардиологами, которые можно рассматривать как «чёрные ящики». Это наблюдение привело к идее включения интерпретируемости непосредственно в архитектуру модели, что достигается за счёт ключевой инновации — многомасштабной абстракции признаков и иерархических механизмов внимания. Предложена новая архитектура, а именно MSHAN (Multi-Scale Hybrid Attention Network — многомасштабная гибридная сеть внимания), предназначенная для решения данной критической задачи, с общей точностью 96,25% при обнаружении аритмий по ЭКГ (электрокардиограмме). Для экспериментов использовалась база данных аритмий MIT-BIH. Предложенная модель продемонстрировала хорошие показатели дискриминации и классификации для межпациентного тестового набора DS2: макросредняя чувствительность превысила 95,34%, макросредняя точность — 95,01%, а специфичность — 98,36% для всех классов аритмий. Дискриминативная способность также была подтверждена ROC-анализом (анализом рабочей характеристики приёмника) на основе

вероятностей со средним значением AUC (площади под кривой) 0,980. Результаты сравнительного анализа показали превосходство метода MSHAN по сравнению с традиционными методами, включая ResNet-1D (92,14%) и 1D CNN (одномерная свёрточная нейронная сеть; 88,73%), а также объяснение предсказаний, сделанных MSHAN, в режиме межпациентной оценки. Мы провели неформальное клиническое наблюдение, согласно которому визуализации процесса принятия решений моделью, основанные на SHAP (SHapley Additive exPlanations — аддитивные объяснения на основе значений Шепли), помогли кардиологам лучше понимать и проверять корректность предсказаний модели; формальная клиническая проверка и валидация являются темами, которые будут изучены в дальнейшем. Широкий спектр экспериментов с различными архитектурами показал, что модули канального и временного внимания в сочетании с параллельными свёрточными путями обеспечивают наилучшую производительность. Помимо своей роли в обучении интерпретации ЭКГ, результаты данного исследования представляют собой основу для проектирования интерпретируемых систем в других приложениях, связанных с анализом временных рядов с использованием ИИ.

Перевод выполнен: 25.09.2026 | ai4med.ru

Машинный перевод. Рекомендуем сверять с оригиналом при клиническом использовании.