

Объяснимое многомодальное глубокое обучение для прозрачной диагностики рака: интеграция радиологии, клинических признаков и визуализации решений

Источник: Frontiers in AI — Medicine

Оригинал: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frai.2026.1767612>

глубокое обучение

диагностика

многомодальное обучение

объяснимый ИИ

онкология

радиология

Введение

Хотя диагностические модели рака на основе искусственного интеллекта продемонстрировали высокую прогностическую эффективность, их недостаточная прозрачность и опора на данные одной модальности продолжают ограничивать клиническое доверие и внедрение. Эффективная интеграция многомодальных данных с интерпретируемым принятием решений остается ключевой проблемой.

Методы

Мы предлагаем объяснимый многомодальный фреймворк глубокого обучения, который интегрирует радиологические изображения и структурированные клинические признаки с использованием слияния на основе внимания. Объяснения на уровне изображений генерируются с помощью Grad-CAM++, в то время как SHAP используется для количественной оценки вклада клинических признаков, что обеспечивает унифицированную и кросс-модально согласованную интерпретацию, а не независимые уни-модальные объяснения. Фреймворк был оценен на

общедоступных наборах данных, включая маммографию CBIS-DDSM, MPT рака молочной железы из Duke и когорты TCGA (BRCA, LUAD и GBM), включающие в общей сложности 3 842 изображения от 2 917 пациентов.

Результаты

Предложенная модель последовательно превосходила уни-модальные подходы и базовые методы простого слияния, достигая улучшенного баланса между чувствительностью и специфичностью. Слияние на основе внимания продемонстрировало превосходную производительность по сравнению с конкатенацией признаков, а интеграция объяснимости не компрометировала прогностическую точность. Визуальные и клинические объяснения выделили диагностически значимые области опухоли и установленные онкологические факторы риска. Стабильная производительность across наборов данных указывает на сильную способность к обобщению.

Обсуждение

Эти результаты демонстрируют, что объяснимое многомодальное обучение может эффективно сочетать точность, интерпретируемость и надежность, поддерживая разработку надежных систем поддержки принятия решений на основе ИИ для диагностики рака.

Перевод выполнен: 21.03.2026 | ai4med.ru

Машинный перевод. Рекомендуем сверять с оригиналом при клиническом использовании.