

Легковесный фреймворк арбитража на уровне областей интереса с использованием поиска сложных отрицательных примеров и слияния с учетом уверенности для обнаружения переломов у детей

Источник: Frontiers in AI — Medicine

Оригинал: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frai.2026.1807189>

детская медицина

диагностика

компьютерное зрение

обнаружение переломов

радиология

Точное обнаружение переломов у детей на рентгенограммах остается сложной задачей из-за едва уловимых визуальных признаков и высокой распространенности ложноположительных результатов, выдаваемых автоматизированными системами. Чтобы устранить это ограничение, мы предлагаем легковесную структуру арбитража **областей интереса (Region of Interest, ROI)**, которая функционирует как модуль верификации второго этапа для уточнения кандидатов, сгенерированных детектором.

Предложенная структура интегрирует итеративный поиск сложных отрицательных примеров (**hard-negative mining**) с объединением оценок с учетом достоверности (**confidence-aware score fusion**) для подавления анатомически сходных областей, таких как зоны роста и перекрывающиеся структуры. В отличие от подходов сквозного обнаружения (**end-to-end detection**), данный метод разработан для работы в качестве модульного этапа уточнения после обнаружения, что позволяет повысить надежность принятия решений без изменения базовой архитектуры детектора.

Каждая область интереса (**ROI**) оценивается с помощью компактной сети арбитража, обусловленной достоверностью детектора, а окончательные прогнозы получаются с помощью откалиброванной стратегии объединения. Структура оценивается на общедоступном наборе данных детских рентгенограмм **GRAZPEDWRI-DX** с использованием разделения на обучающую, валидационную и отложенную тестовую выборки на уровне пациентов для обеспечения непредвзятой оценки производительности.

Экспериментальные результаты демонстрируют, что предложенный подход снижает количество ложноположительных обнаружений, сохраняя при этом высокую чувствительность. В выбранной рабочей точке метод достигает **F1-меры** 0,88 и **mAP@0.5** (средняя средняя точность при пороге пересечения 0,5) 0,887, превосходя базовый уровень, состоящий только из детектора, в идентичных условиях оценки.

Кроме того, для обеспечения визуальных объяснений на уровне областей интереса используется картирование активации на основе градиентов (**Grad-CAM**), что поддерживает интерпретируемость решений арбитража. Предложенная структура сохраняет низкие вычислительные затраты, что делает её пригодной для интеграции в реальные клинические рабочие процессы в качестве компонента поддержки принятия решений.

Перевод выполнен: 15.05.2026 | ai4med.ru

Машинный перевод. Рекомендуем сверять с оригиналом при клиническом использовании.