CAFM v4: каскадная модель с доминантной якорной остаточной слиянием для классификации опухолей мозга множественного масштаба по данным МРТ

Источник: Frontiers in AI — Medicine

Оригинал: https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frai.2026.1937548

МРТ | диагностика | классификация | нейросети | онкология | радиология

Введение

Классификация опухолей головного мозга с использованием магнитно-резонансной томографии (МРТ) имеет критическое значение для диагностики и планирования лечения в нейроонкологии. В рамках данного исследования представлена структура CAFM v4, включающая новый механизм слияния с доминированием якоря (Anchor-Dominant Residual Fusion, ADRF) для классификации МРТ-снимков опухолей головного мозга.

Методы

Структура CAFM v4 объединяет архитектуры ConvNeXt V2, Swin-Base и EfficientFormerV2-S0 для извлечения признаков с использованием глубокого обучения с учителем (deep supervision), дистилляции знаний, сбалансированной по классам фокальной функции потерь (class-balanced focal loss) и прогрессивного обучения. Для поддержки оптимизации, стабильности обучения и достижения высоких показателей на контрольных выборках применяются усреднение весов на стохастической основе (stochastic weight averaging) и аугментация данных на этапе тестирования

(test-time augmentation). Предложенная структура была оценена на пяти публичных наборах данных МРТ опухолей головного мозга: Br35H (бинарная классификация), Fig(3 класса), 4 класса, 15 классов и 30 классов.

Результаты

Предложенная структура CAFM v4 достигла точности классификации 99,78%, 98,01%, 96,75%, 95,79% и 97,73% на наборах данных Br35H, Fig, 4 класса, 15 классов и 30 классов соответственно. Модель продемонстрировала высокие контрольные показатели на пяти наборах данных, обученных независимо, с различными распределениями классов, объемами выборок и сложностью классификации. Изученные вентили слияния показали схожие сходящиеся значения в ходе различных циклов обучения, что указывает на согласованную интеграцию информации из трех базовых сетей (backbone networks).

Обсуждение

Структура CAFM v4 продемонстрировала высокие показатели по сравнению с большинством современных структур на основе сверточных нейронных сетей (CNN), трансформеров и гибридных архитектур. Результаты указывают на то, что предложенная стратегия слияния поддерживает как бинарную, так и многоклассовую классификацию опухолей головного мозга. Однако эти эксперименты с контрольными выборками, проведенные на независимых наборах данных, не подтверждают внешнюю или межучрежденческую обобщаемость. Необходима дальнейшая валидация на уровне пациентов с использованием независимых многоцентровых наборов данных перед определением клинической полезности.

Перевод выполнен: 31.10.2026 | ai4med.ru

Машинный перевод. Рекомендуем сверять с оригиналом при клиническом использовании.