

AGMNet: объяснимая затворная мультимодальная система, объединяющая гетерогенность МРТ и дофаминергическую асимметрию для классификации болезни Паркинсона

Источник: Frontiers in AI — Medicine

Оригинал: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frai.2026.1849408>

МРТ

диагностика

интерпретируемость ИИ

нейродегенеративные заболевания

нейросети

онкология

Введение

Болезнь Паркинсона (БП) — это неврологическое расстройство, которое прогрессирует со временем и характеризуется межполушарной асимметрией, дофаминергической дегенерацией и структурными изменениями в головном мозге.

Методы

В данной статье представлен новый подход: AGMNet — адаптивная затворная мультимодальная сеть (Adaptive Gated Multimodel Network), представляющая собой объяснимую затворную мультимодальную глубокую обучающуюся сеть, которая объединяет структурную магнитно-резонансную томографию (МРТ), визуализацию транспортера дофамина (DaT), представления, учитывающие асимметрию, и признаки биомаркеров для надежной классификации БП. В предлагаемый фреймворк AGMNet интегрирован метод Grad-CAM для повышения интерпретируемости модели путем выявления областей изображений, влияющих на решения классификации. Производительность фреймворка AGMNet была оценена с

использованием пятикратной перекрестной проверки (five-fold cross-validation) и сравнена с известными архитектурами глубокого обучения, включая VGG16, VGG19, InceptionV3 и Xception.

Результаты

Предложенная AGMNet достигла точности (accuracy) 0,8318, сбалансированной точности (balanced accuracy) 0,8278, чувствительности 0,8556, специфичности 0,8000, площади под ROC-кривой (AUC) 0,711 и коэффициента корреляции Мэтьюса (MCC) 0,6458. Предложенная модель AGMNet продемонстрировала конкурентоспособные результаты классификации по сравнению с оцененными базовыми архитектурами. Комбинация визуализации DaT, признаков, учитывающих асимметрию, и представлений биомаркеров в предлагаемой модели способствовала формированию слитого представления в большей степени, чем только признаки МРТ.

Обсуждение

Полученные данные указывают на то, что адаптивное мультимодальное слияние в фреймворке AGMNet может улучшить интеграцию комплементарной структурной, функциональной, связанной с асимметрией и биомаркерной информации для классификации БП. Наученные веса затворов дополнительно демонстрируют релевантность функциональной и учитывающей асимметрию информации в рамках предложенного фреймворка, тогда как Grad-CAM предоставляет дополнительные сведения о принятии решений моделью. Таким образом, фреймворк AGMNet предлагает потенциально полезный и интерпретируемый подход для мультимодальной классификации болезни Паркинсона.