IFI-ML: новая система, сочетающая нечеткий вывод и машинное обучение для классификации болезни Паркинсона

Источник: Frontiers in AI — Medicine

Оригинал: https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frai.2026.1949960

болезнь Паркинсона | голосовые биомаркеры | диагностика | машинное обучение | неврология | нечеткая логика

Раннее выявление болезни Паркинсона (БП) остается сложной задачей из-за сложности вокальных сигналов и серьезного дисбаланса данных, что требует от моделей машинного обучения (МО) обеспечения более высокой точности классификации. Настоящее исследование направлено на преодоление систематической обратной зависимости между чувствительностью и специфичностью при классификации БП на основе голосовых данных. Мы представляем структуру Intelligent Fuzzy Inference and Machine Learning (IFI-ML) — архитектуру, учитывающую неопределенность, которая использует разбиение на основе энтропии, гибридные классификаторы и систему нечеткого вывода Сугено типа-2 (FIS). В то время как традиционные структуры применяют глобальные методы ресэмплинга, такие как синтетическая техника оверсэмплинга меньшинства (SMOTE) или случайный оверсэмплинг (ROS), ко всему набору данных, предлагаемая структура IFI-ML использует кластеризацию, управляемую информационной выгодой, для сегментации образцов на чувствительные (неопределенная граница) и нечувствительные разделы. Структура оптимизирует традиционные классификаторы МО на стабильных, нечувствительных кластерах, направляя критические образцы границы в систему FIS типа-2 для обработки локального перекрытия классов без искажения общего распределения данных. Мы оценили нашу структуру на двух публичных наборах данных с

дисбалансом из репозитория машинного обучения Калифорнийского университета в Ирвайне (UCI): Набор данных 1 (D1) голоса пациентов с болезнью Паркинсона и Набор данных 2 (D2). Предлагаемая структура достигает точности 97% на D1 и 92,17% на D2, одновременно повышая специфичность до 94–95% на D1 и 75–88% на D2. Коэффициент корреляции Мэтьюса (MCC) улучшается до 0,93 и 0,77 соответственно. Кроме того, IFI-ML снижает уровни ложноположительных и ложноотрицательных результатов до 3–7% на D1 для всех классификаторов и ограничивает уровень ложноположительных результатов до 11–12% для модели k-ближайших соседей (KNN) на D2. В рамках строгой схемы 10-кратной перекрестной проверки (10 CV) структура последовательно превосходит 15 базовых моделей машинного обучения. Эти результаты бенчмаркинга демонстрируют клиническую надежность и устойчивость предлагаемого подхода, устанавливая передовой стандарт для неинвазивных вокальных биомаркеров.

Перевод выполнен: 31.10.2026 | ai4med.ru

Машинный перевод. Рекомендуем сверять с оригиналом при клиническом использовании.