

Пространственная адаптивная многомасштабная структура ConvNeXt для надежной, калиброванной и статистически обоснованной многоклассовой классификации OCT сетчатки

Источник: Frontiers in AI — Medicine

Оригинал: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frai.2026.1898978>

OCT

диагностика

интерпретируемость

калибровка

классификация изображений

офтальмология

Точная классификация заболеваний сетчатки по изображениям оптической когерентной томографии (ОКТ) важна для поддержки принятия клинических решений. Однако многие исследования в области глубокого обучения уделяют основное внимание повышению точности и часто уделяют ограниченное внимание калибровке и устойчивости к изменениям в реальных условиях. В данной работе представлена улучшенная архитектура ConvNeXt-Tiny, включающая модуль пространственной адаптивной многомасштабной свёртки (SAMC) для классификации заболеваний сетчатки по данным ОКТ. Вместо введения новой операции свёртки, SAMC объединяет устоявшиеся принципы многомасштабной дилатированной свёртки и слияния признаков в лёгкой поэтапной конфигурации в рамках иерархии ConvNeXt для уточнения представлений аномалий сетчатки, возникающих на различных пространственных масштабах. Модель оценивается на наборе данных OCT-C8, содержащем восемь классов заболеваний сетчатки. Она достигает точности на тестовой выборке 98,39% и макро-показателя F1, равного 0,9839. Надёжность классификации также анализировалась путём измерения ожидаемой ошибки калибровки (ECE) и показателя Брайера. Масштабирование температуры применяется как пост-хок метод калибровки, в то время как Монте-Карло дропаут используется для оценки вариативности

предсказаний при стохастическом выводе. Устойчивость оценивается при воздействии шума, размытия и изменений освещения, где наблюдалось минимальное снижение производительности. Анализ вычислительной сложности проводится с точки зрения параметров модели, операций с плавающей запятой и эффективности вывода для оценки практичности предложенной архитектуры. Статистическая значимость подтверждается с помощью теста Макнемара. Анализ интерпретируемости с использованием Grad-CAM и LIME показывает, что модель обращает внимание на клинически значимые области сетчатки. В целом, предложенная архитектура ConvNeXt-SAMC достигает точной классификации заболеваний сетчатки, а дополнительные анализы калибровки, неопределённости, устойчивости, статистической значимости и интерпретируемости обеспечивают более широкую оценку поведения модели.

Перевод выполнен: 04.09.2026 | ai4med.ru

Машинный перевод. Рекомендуем сверять с оригиналом при клиническом использовании.