

CA2PNet: контекстно-зависимая многомасштабная архитектура с адаптивным вниманием и прогрессивными расширенными свертками для сегментации биомедицинских изображений

Источник: Frontiers in AI — Medicine

Оригинал: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frai.2026.1802033>

биомедицинская визуализация

глубокое обучение

диагностика

компьютерное зрение

сегментация изображений

Введение и цели

Точная **сегментация медицинских изображений** остается сложной задачей в области компьютерной диагностики из-за сложности и вариативности биомедицинских данных, выраженных в анатомической сложности, межиндивидуальной неоднородности пациентов, дисбалансе классов и нерегулярных морфологических паттернах.

Методы

В данной работе предлагается **контекстно-зависимая адаптивная прогрессивная сеть (Context Aware Adaptive Progressive Network, CA2PNet)**. Базовая архитектура CA2PNet вдохновлена моделями **DeepLabV3+** и **FusionNet** и включает четыре ключевых модификации путем внедрения: (a) **модуля пространственного внимания (spatial attention module, SAM)** для выделения дискриминативных пространственных областей, (b) **глобального пулинга по максимуму (Global Max Pooling)** для усиления контекстуального представления и подавления фонового

шума, (c) **улучшенного пространственного пирамидального пулинга (Spatial Pyramid Pooling)** для надежного многомасштабного извлечения признаков и (d) **прогрессивных расширенных сверток (progressive dilated convolutions)** для расширения рецептивного поля при сохранении мелких структурных деталей. Внедрение этих модулей позволяет одновременно совершенствовать процесс извлечения локальных признаков и сохранять глобальный контекст.

Результаты

CA2PNet показала средний показатель **коэффициента пересечения над объединением (intersection over union, IoU)** на уровне 85,15% и 82,78% для наборов данных **Kvasir-SEG** и **BUSI** соответственно, превзойдя современные модели (**state-of-the-art**). Статистические тесты также подтверждают устойчивость предложенной модели.

Выводы

Предложенная работа демонстрирует, что внедрение многомасштабных признаков на каждом этапе кодировщика наряду с разделенным декодированием помогает преодолеть ограничение потери разрешения, характерное для классических архитектур сегментации; это приводит к превосходному соблюдению границ и инвариантной к масштабу сегментации.