

Prior-Enhanced Axial TransUNet: интеграция приоритетов MedSAM и разреженного внимания, учитывающего регион, для сегментации почки и опухоли

Источник: Frontiers in AI — Medicine

Дата публикации: 2024-01-01

Оригинал: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frai.2026.1848075>

диагностика

компьютерное зрение

нейросети

онкология

радиология

сегментация

Точная сегментация почек и почечных опухолей представляет собой сложную задачу, поскольку размер, локализация, морфология и контрастность границ образований существенно варьируются в зависимости от компьютерной томографии (КТ) брюшной полости. Большинство существующих методов опираются на единственный вид локальных признаков и испытывают трудности с восстановлением границ небольших образований при сохранении глобальной анатомической согласованности. В данной статье предлагается Prior-Enhanced Axial TransUNet (PEAT), который объединяет широкие медицинские репрезентации фундаментальных моделей с дискриминативным обучением, специфичным для конкретной задачи.

PEAT включает три основных компонента:

* **Bottleneck Semantic Alignment (BSA, выравнивание семантики на узком месте сети):** использует замороженный кодировщик изображений MedSAM в качестве эталона признаков на этапе обучения и направляет семантическую организацию представления узкой части сети задачи посредством ограничения выравнивания L1.

* **Dual-path Attention-enhanced Fusion (DAF, слияние с усилением внимания по двум путям):** адаптивно объединяет локальные признаки сверточных нейронных сетей (CNN) с глобальными контекстуальными признаками MaxViT путем каскадного соединения координатного внимания и SENetV2.

* **Bi-granular Region-Aware Attention (BRA, двузернистое внимание, учитывающее регион):** обеспечивает эффективное моделирование нелокального контекста посредством маршрутизации окон Top-k и разреженного взаимодействия на уровне патчей.

Ветвь MedSAM участвует только в процессе обучения, а во время вывода (инференса) работает только сеть, специфичная для задачи. В условиях, когда все сравниваемые методы используют одинаковый протокол предобработки и оценки, PEAT достигает показателей коэффициента Дайса (Dice score) для почек и опухолей на уровне 97,69% и 91,83% соответственно на наборе данных KiTS21, а также 96,80% и 92,58% на KiTS23.

По всем четырем задачам PEAT демонстрирует наивысший коэффициент Дайса среди сравниваемых методов; исследования абляции (ablation studies) дополнительно показывают, что прогрессивное внедрение BSA, DAF и BRA дает последовательное улучшение результатов, при этом полная модель превосходит все одиночные и попарные конфигурации. Эти результаты свидетельствуют о том, что сочетание широкого руководства по признакам на этапе обучения с обучением репрезентаций, специфичных для задачи, эффективно улучшает сегментацию почек и почечных опухолей и предоставляет жизнеспособный путь для согласованного проектирования приоритетов фундаментальных моделей и легких сетей для конкретных задач.