

VMamba-QAG-net: пятиэтапный конвейер для вычисления индекса SYNTAX и поддержки принятия решений в интервенционной кардиологии на основе рентгеновской ангиографии

Источник: Frontiers in AI — Medicine
Дата публикации: 2024-05-01
Оригинал: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frai.2026.1903775>

VMamba	глубокое обучение	диагностика	интервенционная кардиология
кардиология	рентгеновская ангиография	сегментация	

Ишемическая болезнь сердца (ИБС) остается значительной проблемой для здравоохранения во всем мире, что делает точную оценку тяжести заболевания необходимой для планирования лечения. Индекс SYNTAX, полученный из изображений рентгеновской коронароангиографии (РКА), играет ключевую роль в принятии решений о лечении. Однако ручное оценивание является трудоемким, субъективным и подвержено межисследовательской вариабельности, что обуславливает необходимость разработки объективной и надежной системы. Мы предложили VMamba-QAG-Net — новую пятиэтапную схему, предназначенную для оценки индекса SYNTAX непосредственно по изображениям РКА.

Этап 1 выполняет бинарную сегментацию сосудов для разрешения проблемы экстремального дисбаланса классов, используя предварительную обработку с применением двусторонней фильтрации, адаптивной гистограммной эквализации (CLAHE) и нерезкого маскинга для улучшения границ сосудов, а

также блок EfficientSS2D с параллельным визуальным сканированием в пяти направлениях и квантовым затвором внимания (QAG) для сохранения дальних сосудистых связей.

Этап 2 выполняет многоклассовое анатомическое обозначение 27 различных сегментов коронарных артерий с использованием четырехканального входного сигнала, поддерживаемого банком прототипов сосудов с метрическим обучением и центроидно-взвешенной потерей скелета для тонких дистальных структур.

Этапы 3 и 4 извлекают упорядоченные центроиды сосудов посредством скелетонизации, вычисляют процент стеноза диаметра с помощью перпендикулярного лучевого проецирования и обнаруживают стенозирующие поражения различной степени тяжести с использованием оптимизатора Aquila.

Этап 5 объединяет информацию о стенозе для расчета индекса SYNTAX и поддержки решений о лечении при реваскуляризации.

Предложенная модель была оценена на наборе данных ARCADE и достигла коэффициента Дайса 0,9070 и точности 0,9841 для бинарной сегментации. Для сегментации коронарных артерий в 27 классах достигнут коэффициент Дайса 0,7512, точность 0,9514 и средний коэффициент Дайса по классам 0,8214. Эти результаты демонстрируют эффективность предложенной схемы и ее потенциал для поддержки кардиологов в клиническом принятии решений.