

Обнаружение стеноза коронарных артерий сердца методами глубокого обучения

Е. Ю. Щетинин¹*

¹*Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Москва, Россия
riviera-molto@mail.ru*

Аннотация. Ишемическая болезнь сердца – опасное заболевание сердца, причиной которого является поражение коронарных артерий. В клинической практике для диагностики коронарных заболеваний основным методом визуализации является рентгеновская коронарная ангиография. Высокая стоимость и сложность анализа ее результатов кардиохирургом сделала необходимостью автоматизацию процесса обработки изображений и диагностики стенозов коронарных артерий. В работе рассмотрены модели глубокого детектирования, локализации и определения характеристик стенозов с использованием популярных моделей SSD, R-FCN, Faster-RCNN, RetinaNet, EfficientDet. Модели были предварительно обучены на наборе изображений COCO и варьировались по архитектуре базовой нейронной сети. На используемых данных коронарной ангиографии проведены компьютерные эксперименты по обнаружению стеноза по рентгеновским изображениям. Данные состоят из 9378 клинически полученных видеопоследовательностей в результате проведенной инвазивной коронарной ангиографии в формате DICOM и размеченных на отдельные кадры для каждой видеозаписи, содержащие стеноз коронарной артерии. Всего аннотировано 1593 последовательности изображений с разрешением (512×512) пикселей. Проведен сравнительный анализ моделей по основным показателям их производительности: средняя точность mAP, время обработки изображения, количество параметров модели. Полученные результаты позволяют утверждать, что модели Faster R-CNN (ResNet101) и EfficientDet D4 (ResNet101) являются детекторами выбора в задаче обнаружения стеноза коронарных артерий. Они обладают высокой точностью детектирования и скоростью обработки изображений, а также относительно невысокими весами параметров по сравнению с другими моделями. Сравнительный анализ их характеристик с результатами других исследователей показал превосходство или сравнимые результаты, полученные в данной работе.

Ключевые слова: коронарная ангиография, стеноз коронарных артерий, обнаружение объектов, модели глубокого обучения

Для цитирования: Щетинин Е. Ю. Обнаружение стеноза коронарных артерий сердца методами глубокого обучения // Прикладная информатика. 2024. Т. 19. № 4. С. 94–106. DOI: 10.37791/2687-0649-2024-19-4-94-106

Heart coronary arteries detection by deep learning methods

E. Shchetinin^{1*}

¹Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia

*riviera-molto@mail.ru

Abstract. Coronary artery disease is the most dangerous heart disease caused by coronary artery disease. In clinical practice, X-ray coronary angiography is the main imaging method used to diagnose coronary artery disease. High cost and complexity of analysis of a large amount of data by a cardiac surgeon made it necessary to automate the process of image processing and diagnosis of stenoses. In this paper we considered models of deep detection, localisation and characterisation of stenoses using popular models SSD, R-FCN, Faster-RCNN, RetinaNet, EfficientDet. The models were pre-trained on the COCO image set and varied on the underlying neural network architecture. Computational experiments on stenosis detection from X-ray images were performed on the coronary angiography data used. The data consist of 9378 clinically acquired video sequences from invasive coronary angiography performed in DICOM format and labelled into individual frames for each video containing coronary artery stenosis. A total of 1593 image sequences with a resolution of (512×512) pixels were annotated. A comparative analysis of the models in terms of the main performance indicators: mAP accuracy, image processing time, number of model parameters was carried out. The obtained results allow us to state that the Faster R-CNN (ResNet101) and EfficientDet D4 (ResNet101) models are the detectors of choice in the detection of coronary artery stenosis. They have high detection accuracy and image processing speed compared to other models, as well as relatively low weights of parametrics. Comparative analysis of their performance with the results of other researchers showed superior or comparable results obtained in this work.

Keywords: coronary angiography, coronary artery stenosis, objectdetection, deep learning models

For citation: Shchetinin E. Heart coronary arteries detection by deep learning methods. *Prikladnaya informatika*=Journal of Applied Informatics, 2024, vol.19, no.4, pp.94-106 (in Russian). DOI: 10.37791/2687-0649-2024-19-4-94-106

Введение

По данным Всемирной организации здравоохранения, на сердечно-сосудистые заболевания приходится более 30% смертности [1, 2]. Современная клиническая практика оценки наличия и степени распространенности ИБС опирается на медицинские изображения, полученные с помощью различных диагностических процедур. В клинической практике для диагностики коронарных заболеваний основным методом визуализации является рентгеновская коронарная ангиография [3, 4].

Автоматическое определение стеноза коронарных артерий на рентгеновских изображениях имеет важное значение для диагностики ишемической болезни сердца. Обычные методы не могут точно определить все участки стеноза из-за сердцебиения, дыхательных движений и слабых сосудистых особенностей на однокадровых контрастных изображениях. Автоматизировав обнаружение и классификацию сосудистых поражений коронарных артерий, можно ожидать, что это упростит работу медицинских работников, сократив вероятность неправильной интерпретации и ускорив процесс