

# Нейросетевой анализ стенозов коронарных артерий: оценка точности и скорости перспективных архитектур

*К. Ю. Клышников<sup>1\*</sup>, Е. А. Овчаренко<sup>1</sup>, В. В. Данилов<sup>2</sup>, П. С. Онищенко<sup>1</sup>, В. И. Ганюков<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Кемерово, Россия

<sup>2</sup>ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Томск, Россия

\*klyshku@kemcardio.ru

**Аннотация.** Существенный интерес в области применения машинного обучения для анализа медицинских изображений стимулирует поиск перспективных алгоритмов для решения рутинных диагностических задач в кардиологии. Применительно к сердечно-сосудистым патологиям такой процедурой является коронарная ангиография, оценивающая состояние сосудистого русла и наличие участков стенозирования. В настоящей работе продемонстрирован пример применения современных моделей нейросетей SSD MobileNet V2, SSD ResNet-50, Faster-RCNN Inception ResNet V2 в задаче локализации однососудистого поражения коронарной артерии на наборе клинических данных (3200 изображений). Показано, что наиболее точной по выбранной метрике mAP[0,5:0,95] явилась модель Faster-RCNN Inception ResNet V2, достигшая показателя 0,9434 и 0,95 для валидационной и тестовой выборок соответственно. Однако скорость обработки данных составила 0,363 секунды на один кадр, что эквивалентно 2,8 кадров/сек, т. е. значительно ниже частоты записи коронарографии (15 кадров/сек). Нейросети с более «простой» архитектурой продемонстрировали неудовлетворительное качество локализации стенозов, выраженное в низкой характеристике mAP[0,5:0,95]. Результаты данного исследования демонстрируют ключевую проблему применения алгоритмов машинного обучения на графических данных – высокая точность, которая может быть приемлемая для медицинских диагностических процедур, «декомпенсируется» длительным анализом изображений, вследствие чего использование немодифицированных архитектур нейросетей не обеспечивает обработки данных в режиме реального времени.

**Ключевые слова:** сверточная нейронная сеть, ангиография коронарных артерий, стеноз коронарной артерии, однососудистый стеноз

**Для цитирования:** Клышников К. Ю., Овчаренко Е. А., Данилов В. В., Онищенко П. С., Ганюков В. И. Нейросетевой анализ стенозов коронарных артерий: оценка точности и скорости перспективных архитектур // Прикладная информатика. 2022. Т. 17. № 6. С. 68–80. DOI: 10.37791/2687-0649-2022-17-6-68-80

# Neural network analysis of coronary artery stenoses: assessment of the accuracy and speed of promising architectures

K. Klyshnikov<sup>1\*</sup>, E. Ovcharenko<sup>1</sup>, V. Danilov<sup>2</sup>, P. Onishchenko<sup>1</sup>, V. Ganyukov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases, Kemerovo, Russia

<sup>2</sup>National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia

\*klyshku@kemcardio.ru

**Abstract.** Significant interest in the field of application of machine learning for the analysis of medical images stimulates the search for promising algorithms for solving routine diagnostic problems in cardiology. In relation to cardiovascular diseases, such a procedure is coronary angiography, which assesses the state of the vascular network and the presence of stenotic areas. This paper demonstrates an example of using modern models of neural networks: SSD MobileNet V2, SSD ResNet-50, Faster-RCNN Inception ResNet for localizing a single-vessel coronary artery lesion on a set of clinical data (3200 images). It is shown that the Faster-RCNN Inception ResNet V2 model was the most accurate in terms of the chosen metric mAP[0.5:0.95], reaching 0.9434 and 0.95 for the validation and test sets, respectively. However, the data processing speed was 0.363 seconds per frame, which corresponds to a speed of 2.8 frames/sec, which does not correspond to the speed of coronary angiography (15 frames/sec). Neural networks with a more “simple” architecture demonstrated an unsatisfactory quality of stenosis localization, expressed in a low characteristic mAP[0.5:0.95]. The results of this study demonstrate a key problem in the application of machine learning algorithms on graphic data – high accuracy, which may be acceptable for medical diagnostic procedures, is “decompensated” by long-term image analysis, as a result, the use of unmodified neural network architectures does not provide real-time data processing.

**Keywords:** convolutional neural network, coronary angiography, stenosis of the coronary artery, single vessel stenosis

**For citation:** Klyshnikov K., Ovcharenko E., Danilov V., Onishchenko P., Ganyukov V. Neural network analysis of coronary artery stenoses: assessment of the accuracy and speed of promising architectures. *Prikladnaya informatika* = Journal of Applied Informatics, 2022, vol.17, no.6, pp.68-80 (in Russian). DOI: 10.37791/2687-0649-2022-17-6-68-80

## Введение

Автоматизация анализа результатов медицинских диагностических процедур является распространенной задачей прикладных направлений точных наук, прежде всего математики [1, 2]. Особенно актуальны подобные работы при рутинных исследованиях состояния человека (в онкологии, кардиологии, пульмонологии), продуцирующих большой массив графиче-

ских данных, которые необходимо быстро и точно проанализировать для принятия решения о дальнейшей тактике лечения [3]. Для сердечно-сосудистых заболеваний – лидера среди причин смертности населения в России и в мире [4] – такой рутинной процедурой является инвазивная ангиография. Процедура предполагает исследование состояния коронарных артерий – основных сосудов, обеспечивающих кровоснабжение миокарда