

УДК: 004.8

МЕТОДЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В РАДИОМИКЕ ДЛЯ АНАЛИЗА КАРДИОВАСКУЛЯРНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Д.С. Саматов, А.В. Мочула

Научный руководитель: доцент, к.ф.-м.н. Б.С. Мерзликин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: denissamatov470@gmail.com

MACHINE LEARNING METHODS IN RADIOMICS FOR THE ANALYSIS OF CARDIOVASCULAR IMAGES

D.S. Samatov, A.V. Mochula

Scientific Supervisor: Ass. Pr., PhD, B.S. Merzlikin

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: denissamatov470@gmail.com

Abstract. *This article outlines the idea of applying machine learning techniques in nuclear medicine to analyze cardiovascular images. The work includes segmentation of the affected area of the heart on the polar map, isolation of radiomic indicators from the ROI, and classification of patients into healthy individuals and patients with abnormalities. The article also presents some of the results of the initial study and the first stage of work.*

Введение. Радиомика является относительно молодой областью радиологии [1], которая ставит своей целью извлечение количественных признаков из медицинских изображений [2]. Методы машинного обучения и искусственного интеллекта в широком смысле представляют собой набор вычислительных алгоритмов, которые изучают закономерности в предоставленных данных и позволяют делать прогнозы на основе этих закономерностей. Радиомика, в сочетании с методами машинного обучения и искусственного интеллекта, позволяет не только извлекать численные характеристики медицинских изображений, но и обрабатывать большие объемы полученных данных, которые затруднительны для анализа традиционными статистическими методами [3].

В данной работе рассмотрены примеры извлечения и первичной обработки численных характеристик планиметрических изображений, полученных методом перфузионной сцинтиграфии миокарда [4]. На сегодняшний день, данный метод является наиболее востребованным в ядерной кардиологии. Сбор и первичная обработка медицинских изображений, включая их анонимизацию, были проведены с использованием рабочей станции Xeleris на базе НИИ Кардиологии РАН в г. Томске. Отметим, что ежегодно данное обследование проходят около трёх тысяч человек. В связи с этим существует огромная потребность в систематизации и обработке полученной в ходе исследования информации. Современные методы машинного обучения и искусственного интеллекта позволяют не только провести обработку данной информации, но и разработать на её основе рекомендательную систему для врача-кардиолога, которая будет с высокой долей вероятности определять тяжесть заболевания пациента и рекомендовать дальнейшее инвазивное или неинвазивное лечение, а также проводить исследование влияния лечебной практики на пациентов.

Цель работы – создание на основе методов машинного обучения математической модели, применимой для анализа медицинских изображений на предмет патофизиологических особенностей тканей миокарда. В работе уделяется значительное внимание автоматизации процесса обработки медицинских изображений с помощью методов машинного обучения для извлечения количественной информации из диагностических медицинских изображений, включая сложные и трудно распознаваемые шаблоны.

Экспериментальная часть. В ходе выполнения работы была решена задача классификации пациентов на здоровых и с отклонениями. Ниже будет описан ход решения данной задачи.

При выполнении работы был подготовлен набор кардиологических изображений рис.1. На языке программирования Python был создан алгоритм первичной обработки полученного набора изображений, и был создан датасет изображений, представленных на рис.2, для дальнейшего анализа. Была выполнена сегментация области, представляющей интерес, рис.3. Также, при помощи пакета PyRadiomics, были вычислены некоторые радиомические показатели, включая параметры первого порядка, характеристики, основанные на форме, характеристики матрицы совпадения уровня серого, характеристики матрицы длины пробега уровня серого, характеристики матрицы разности соседних оттенков серого, характеристики матрицы зависимости уровня серого.

Таким образом, для каждой полярной карты было получено 105 числовых признаков. Далее был применен метод главных компонент (PCA) для уменьшения размерности признакового пространства. В результате было выбрано 10 новых главных компонент, которые объясняют 90% всей дисперсии.

На полученных после обработки данных была обучена модель – RandomForestClassifier. Для повышения надежности модели была использована кросс-валидация методом k-fold с 5 группами. Результаты тестирования модели представлены в таблице 1.

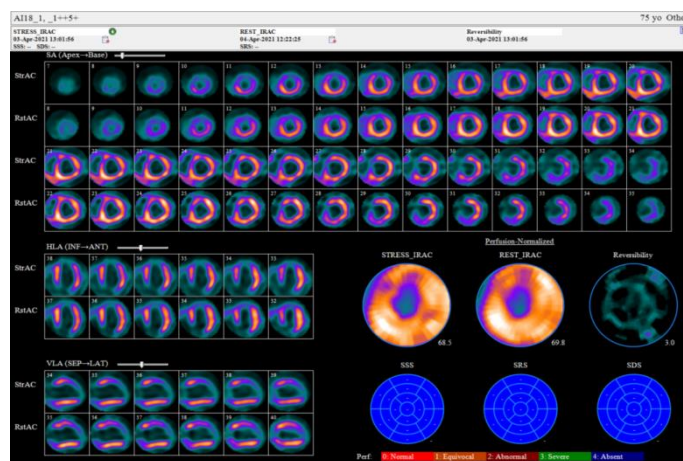


Рис. 1. Перфузионная сцинтиграфия сердца

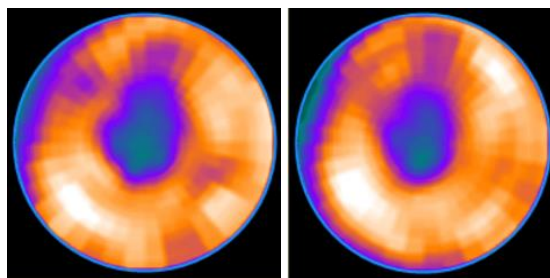


Рис. 2. Планиметрические изображения в покое и под нагрузкой

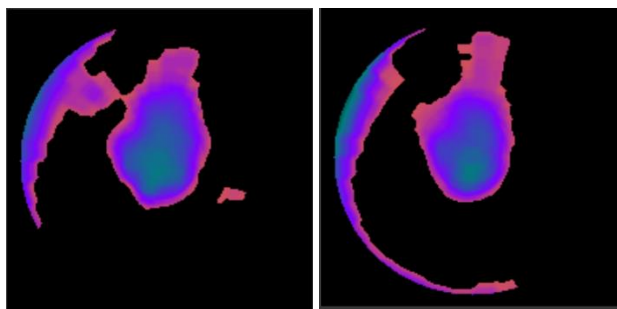


Рис. 3. Сегментация ROI в покое и под нагрузкой

Результаты. В ходе проделанной работы был обучен ряд моделей с разными параметрами, лучшие результаты которых представлены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты тестирования моделей

Модель	<i>accuracy</i>	<i>precision</i>	<i>recall</i>	<i>F1-score</i>
Random Forest Classifier	0,74	0,81	0,81	0,81
Decision Tree Classifier	0,71	0,80	0,69	0,74
Blending ensemble	0,68	0,74	0,81	0,77

Заключение. В результате обучения нескольких моделей была построена таблица результатов. Проанализировав полученные значения, можно сделать следующий вывод: лучшей моделью для классификации полярных карт миокарда является модель, обучена алгоритмом RandomForestClassifier.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kocak B., Durmaz E.S., Ates E., Kilickesmez O. Radiomics with artificial intelligence: a practical guide for beginners. Affiliation: Department of Radiology Istanbul Training and Research Hospital, İstanbul, Turkey, 2019 Nov, Vol. 25(6), pp. 485–495.
2. Mayerhoefer M.E., Materka A., Langa G., Häggström I., Szczypiński P., Gibbs P., Cook G. Introduction to Radiomics // Journal of Nuclear Medicine. – 2020. – Vol. 61(4). – P. 488-495.
3. Varghese B.A. , Cen S.Y. , Hwang D.H. , Duddalwar V.A. exture Analysis of Imaging: What Radiologists Need to Know // American Journal of Roentgenology. – 2019. – Vol. 212. – P. 520-528.
4. Hassani C. , Saremi F. , Varghese B.A. , Duddalwar V. Myocardial Radiomics in Cardiac MRI // American Journal of Roentgenology. – 2020. – Vol. 214. – P. 536-545.