

# Разработка программного комплекса диагностики зубочелюстных аномалий с применением нейронных сетей

А.В. Колсанов<sup>1</sup>, Н.В. Попов<sup>1</sup>, И.О. Аюпова<sup>1</sup>, К.С. Добратулин<sup>2</sup>, А.В. Гайдель<sup>3,4</sup>,  
А.И. Ивлева<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Самарский государственный медицинский университет, Чапаевская 89, Самара, Россия, 443099

<sup>2</sup>Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», Ленинский проспект 4, Москва, Россия, 119049

<sup>3</sup>Самарский национальный исследовательский университет им. академика С.П. Королева, Московское шоссе 34а, Самара, Россия, 443086

<sup>4</sup>Институт систем обработки изображений РАН - филиал ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН, Молодогвардейская 151, Самара, Россия, 443001

<sup>5</sup>Самарский федеральный исследовательский центр РАН, Институт проблем управления сложными системами РАН, Садовая, 61, Самара, Россия, 443020

## Аннотация

В данной статье описываются цели и задачи разработки программного комплекса для планирования лечения зубочелюстных аномалий, архитектура программного комплекса как взаимодействующих компонентов для планирования лечения, а также принцип применения алгоритмов, использующих сверточные нейронные сети, в рамках программного комплекса для компонента, решающего задачу расшифровки телерентгенографического снимка.

## Ключевые слова

Нейронные сети, компьютерное зрение, цефалометрический анализ, телерентгенография, ортодонтия

## 1. Введение

Социальное значение диагностики и лечения зубочелюстных аномалий обусловлено их высокой распространенностью, тенденцией к увеличению количества пациентов с данной патологией, нарушениями со стороны других органов и систем организма, связанных с данными патологиями [1-3]. Основным методом исследования в ортодонтии для диагностики аномалий и планирования лечения является цефалометрический анализ телерентгенографических снимков в боковой проекции [4]. Данный анализ – трудоемкий и времязатратный метод исследования, требующий должного опыта и квалификации врача [5].

На сегодняшний день становится возможным оптимизировать процесс с помощью программных технологий и алгоритмов, использующих подходы из области искусственного интеллекта, а именно – сверточные нейронные сети, что и послужило целью разработки программного комплекса [6].

## 2. Используемые технологии

Для разработки программы выбраны технологии:

1. В качестве основного языка программирования – язык Python [7];
2. Загрузка и предварительная обработка изображений осуществляется с помощью подключаемой библиотеки компьютерного зрения OpenCV [8];
3. Программная библиотека TensorFlow как одна из библиотек, предоставляющих реализацию алгоритмов компьютерного зрения и сверточных нейронных сетей [9];
4. Сохранение результата локализации анатомических ориентиров реализовано с помощью библиотек: OpenCV для сохранения результата локализации в виде изображения;

pandas [10], предоставляющую структуры для хранения и выгрузки данных; Matplotlib [11], используемую для визуализации данных.

### 3. Заключение

В результате разработки программного комплекса, основанного на применении алгоритмов, использующих сверточные нейронные сети, описаны архитектурные решения и получены оценки параметров цикла разработки и эксплуатации, такие как: время обучения сверточной нейронной сети для формирования файла параметров (весов); средняя скорость выполнения программы при применении алгоритма с использованием сверточной нейронной сети для анализируемого изображения; размер файла параметров (весов), используемого в программном комплексе, позволяющий сделать вывод о перспективности разработки программного комплекса для встраиваемых систем. Полученные результаты показательны при интеграции программного комплекса в промышленную среду.

Актуальность, научная новизна и практическая значимость работы поддержана учебными, научно-исследовательскими, диагностическими и медицинскими учреждениями государственной и частной форм собственности, которые предоставили письма поддержки и материально-техническую базу, материалы и специалистов для разработки, внедрения и апробации результатов исследования. Работа велась при поддержке ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России, лаборатории анализа и моделирования сложных систем ИПУСС РАН, Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П. Королева, центра рентген-диагностики «Пикассо», клинической больницы «РЖД Медицина», диагностического центра ALPHA 3D, ООО «ММК «Гелиосмед»» и других. Получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2020660640 от 24.08.2020.

### 4. Литература

- [1] Персин, Л.С. Ортодонтия. Диагностика и лечение зубочелюстных аномалий: руководство для врачей / Л.С. Персин. – М.: Издательство "Медицина", 2015. – 640 с.
- [2] Хорошилкина, Ф.Я. Телерентгенометрия в ортодонтии / Ф.Я. Хорошилкина, Л.С. Персин, А.Г. Чобанян. – М.: Издательство "Советская кубань", 2012. – 21 с.
- [3] Eslamipour, F. Prevalence of malocclusion in permanent dentition of Iranian population: a review article / F. Eslamipour, Z. Afshari, A. Najimi // Iranian journal of public health. – 2018. – Vol. 47(2). – P. 178.
- [4] Vasamsetti, S. Automatic landmark identification in lateral cephalometric images using optimized template matching / S. Vasamsetti // Journal of Medical Imaging and Health Informatics. – 2015. – Vol. 5(3). – P. 458-470.
- [5] Levy-Mandel, A.D. Knowledge-based landmarking of cephalograms / A.D. Levy-Mandel, A.N. Venetsanopoulos, J.K. Tsotsos // Computers and Biomedical Research. – 1986. – Vol. 19(3). – P. 282-309.
- [6] LeCun, Y. Convolutional networks for images, speech, and time series / Y. LeCun // The handbook of brain theory and neural networks. – 1995. – Vol. 3361(10). – P. 1995.
- [7] Van Rossum, G. Python programming language / G. Van Rossum // USENIX annual technical conference. – 2007. – Vol. 41. – 36 p.
- [8] Библиотека обработки изображений OpenCV [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://opencv.org> (25.01.2021).
- [9] Abadi, M. TensorFlow: A System for Large-Scale Machine Learning / M. Abadi // 12th USENIX Symposium on Operating Systems Design and Implementation (OSDI). – 2016. – P. 265-283.
- [10] Pandas - Python Data Analysis Library [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pandas.pydata.org/> (дата обращения: 25.01.2021).
- [11] Matplotlib: Python plotting [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://matplotlib.org/> (дата обращения: 25.01.2021).