

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники

УДК 004.032.26:611.84

Каракулько  
Андрей Александрович

АЛГОРИТМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ ГЛАЗНИЦЫ  
ЧЕЛОВЕКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МНОГОСЛОЙНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

АВТОРЕФЕРАТ  
на соискание академической степени магистра  
по специальности 1-59 80 01 – Охрана труда и эргономика

Научный руководитель  
Осипович Виталий Семенович  
кандидат технических наук, доцент

Минск 2020

## ВВЕДЕНИЕ

Глубокое обучение – совокупность широкого семейства методов машинного обучения, основанных на имитации работы человеческого мозга в процессе обработки данных и создания паттернов, используемых для принятия решений. Как правило, глубокое обучение предназначено для работы с большими объемами данных и использует сложные алгоритмы для обучения модели. На больших датасетах глубокое обучение показывает более высокую точность результатов в сравнении с традиционным машинным обучением. Впервые глубокие нейронные сети привлекли всеобщее внимание в 2012 году, когда Алекс Крижевски благодаря им выиграл конкурс ImageNet. Сегодня глубокие нейронные сети лежат в основе услуг многих компаний: Facebook использует нейронные сети для алгоритмов автоматического проставления тегов, Google – для поиска среди фотографий пользователя, Amazon – для генерации рекомендаций товаров, Pinterest – для персонализации домашней страницы пользователя, а Instagram – для поисковой инфраструктуры. Но самый популярный вариант использования данных нейронных сетей – это обработка изображений. Для достижения максимальных результатов в сегментации изображений используются свёрточные нейронные сети, так как результат работы данных алгоритмов превосходит человеческий по скорости и по точности.

Данная работа направлена на быстрое нахождение объектов на изображении и подсчета объема задетектированных объектов. Наиболее эффективными средствами классификации объектов на изображении на данный момент являются свёрточные нейронные сети.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность данной работы заключается в необходимости упрощения и ускорения хирургической подготовки к операциям.

Объектом исследования является desktop приложение.

Предметом исследования являются алгоритмы автоматизации расчета параметров глазницы человека с использованием многослойной нейронной сети.

Целью работы является разработка алгоритмов сегментирования объектов на томографических снимках.

На основе поставленной цели можно выделить следующие задачи:

- анализ предметной области рассматриваемой проблемы, анализ аналогичных систем и выделения их основных недостатков;
- разработка архитектуры нейронной сети;
- сбор данных;
- разработка ПО для подготовки данных к обучению;
- испытание разработанных алгоритмов.

Практическая значимость работы заключается в том, что внедрение разработок позволит врачам повысить эффективность и скорость подготовки к операциям.

## КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе были проанализированы основные технологии разработки нейронных сетей и рассмотрены существующие архитектуры решающие задачи сегментации.

Во второй главе подробно рассказываются этапы подготовки данных, разработки архитектуры нейронной сети и тестирование результатов.

Представлены архитектуры полученных сетей. Описаны характеристики, использованные при обучении архитектур. Показаны графики обучение различных архитектур на одинаковых наборах данных и результаты обученных сетей.

Предоставлен сценарий информационного взаимодействия пользователя и системы.

Библиотека БГУИР

## СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1 Каракулько, А.А. Алгоритмы автоматизации расчета параметров глазницы человека с использованием многослойной нейронной сети / А.А. Каракулько // Материалы 56-й НК аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР. Сер.56: Сборник материалов 56-й СНТК за 2020 г. – 2020.– № 56. – С. 113.

2 Каракулько, А.А. Deep Learning in Processing Medical Images and Calculating the Orbit Volume / А.А. Каракулько // Part of the IFMBE Proceedings book series (IFMBE, volume 77 ). – P. 519-522.

3 Каракулько, А.А. Использование нейронных сетей в обработке медицинских изображений / А.А. Каракулько // Шестая Международная научно-практическая конференция «BIG DATA and Advanced Analytics. BIG DATA и анализ высокого уровня» – 2020. – № 1. – С. 294-303.

Библиотека БГУИР

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках магистерской диссертации разработаны алгоритмы автоматизации расчета параметров глазницы человека с использованием нейронных сетей.

Во время разработки алгоритмов сделан обзор и анализ современных технологий инструментов для разработки нейронных сетей. Проведен анализ существующих архитектур сегментации. Анализ показал, что на данный момент существует большое количество архитектур нейронных сетей, решающих задачу сегментации объектов на изображениях. Но ни одна из них не справляется с поставленной задачей, из чего был сделан вывод о разработке собственной нейронной сети. На основе анализа были поставлены задачи на магистерскую диссертацию.

На этапе разработки была экспериментально выведена новая архитектура нейронной сети, разработано программное обеспечение для обработки размеченных данных, собран набор данных для обучения и тестирования нейронных сетей. В разработанной нейронной сети в качестве инкодера мы используем одну из новейших сверточных нейронных сетей EfficientNet. Для части инкодера разработаны сверточный и остаточные блоки, в которых в качестве функции активации используем LeakyReLU и для ускорения и улучшения обучения добавлены слои batchnormalization.

На этапе апробация результата разработки было проведено тестирование разработанного алгоритма, сравнения с первоначальными алгоритмами. Доказано превосходство разработанной технологии. Кроме того, разработанное программное средство апробировано при расчете объемов глазниц и дистопии десяти пациентов. Установлено, что программное средство верно рассчитывает эти параметры.

При использовании методики Давыдова для расчета объема поврежденной глазницы, которая по сути использует сумму объемов усеченных конусов, вписанных в глазницу, обнаружен следующий недостаток. В случае перелома медиальной кости глазницы при нетронутой нижней кости расчет объема глазницы по этой методике даёт ошибочный результат. Это связано с тем, что радиусы усеченных конусов должны быть определены по вертикальному сечению глазницы на уровне середины глазного яблока. Что подтверждается результатом расчета объема костной орбиты пациента.

При использовании методики Давыдова для расчёта дистопии глазных яблок не учитывается наклон и поворот головы пациента при проведении исследования на МСКТ. Поэтому, при наличии наклона головы пациента результаты расчёта дистопии глазных яблок по этой методике имеют погрешность. Ярко выражена погрешность по этой причине у нескольких пациентов.

Поставленные задачи решены в полном объеме, цель полностью достигнута.

Библиотека БГУИР

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Joe, Minichino. Learning. Joseph Howse, OpenCV 3 Computer Vision with Python.20;15, , ISBN: 9781785289774. / Minichino Learning Joe, Edition Second, Publishing Packt
2. Self, A. Fukushima Kunihiro Neocognitron: -organizing Neural Network Model for a Mechanism of Pattern Recognition Unaffected by Shift in. / A. Self, Cybernetics Biological
3. Сверточная нейронная сеть [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/309508/>. – Дата доступа: 25.05.2020
4. Huang, F. J. Y. LeCun, and Learning methods for generic object recognition with invariance to pose and lighting. Vision and Pattern Recognition, 2004. CVPR. / F. J. Huang, L. Bottou, In. Computer / Proceedings of the 2004 IEEE Computer Society Conference on; pages II–97. IEEE : 2004, 2004.
5. Reducing the Dimensionality of Data with Neural Networks. 28 JULY 2006 VOL 313 SCIENCE [Electronic resource]. – Mode of access: G.E.Hinton and R.R.Salakhutdinov– Дата доступа: 25.05.2020
6. Сверточные нейронные сети [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/348000/>– Дата доступа: 25.05.2020
7. Искусственный интеллект [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.tadviser.ru/>– Дата доступа: 25.05.2020
8. История машинного обучения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://abv24.com/istoriya-mashinnogo-obucheniya>– Дата доступа: 25.05.2020
9. Преимущества нейронных сетей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.neuropro.ru/neu3.shtml>– Дата доступа: 25.05.2020
10. Николенко, С. Глубокое обучение. / С. Николенко, А. Кадури, Е. Архангельская. – СПб. : Питер, 2018. – 480 с.
11. Машинное обучение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title>– Дата доступа: 25.05.2020
12. Классификация нейронных сетей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.aiportal.ru/articles/neural-networks/classification.html>– Дата доступа: 25.05.2020
13. Глубокое обучение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://deeplearning.net/>– Дата доступа: 25.05.2020
14. Сверточные нейронные сети [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/348000/>– Дата доступа: 25.05.2020



15. AlexNet [Electronic resource]. – Mode of access: <https://neurohive.io/ru/vidy-nejrosetej/alexnet-svjortochnoj-nejronnoj-set-dlja-raspoznavanija-izobrazhenij/>– Дата доступа: 25.05.2020
16. U-net [Electronic resource]. – Mode of access: <https://lmb.informatik.uni-freiburg.de/people/ronneber/u-net/>– Дата доступа: 25.05.2020
17. GoogleNet [Electronic resource]. – Mode of access: <https://habr.com/ru/post/301084/>– Дата доступа: 25.05.2020
18. How Mask-RCNN Works [Electronic resource]. – Mode of access: <https://developers.arcgis.com/python/guide/how-maskrcnn-works/>– Дата доступа: 25.05.2020
19. Evaluating image segmentation models [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.jeremyjordan.me/evaluating-image-segmentation-models/>– Дата доступа: 25.05.2020
20. EfficientNet: как масштабировать нейросеть с использованием AutoML [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://neurohive.io/ru/novosti/efficientnet-kak-masshtabirovat-nejroseti-s-romoshhju-automl/>– Дата доступа: 25.05.2020
21. Method, A. Adam: for Stochastic Optimization сетей [Electronic resource]. – Mode of access: <https://arxiv.org/abs/1412.6980>– Дата доступа: 25.05.2020
22. Комплекты для компьютера для обучения нейронных сетей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://zen.yandex.ru/media/id/5b96aea65960b700aa686c0e/sborka-pk-dlia-neironnyh-setei-nebolshie-tonkosti-5bc04cbdd0d8c800ab168cda>– Дата доступа: 25.05.2020
23. Unet with EfficientNet Encoder in Keras [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.kaggle.com/meaninglesslives/unet-with-efficientnet-encoder-in-keras>– Дата доступа: 25.05.2020
24. JetBrains PyCharm [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.jetbrains.com/pycharm/>– Дата доступа: 25.05.2020
25. TeraNet: U-Net with VGG11 Encoder Pre-Trained on ImageNet for Image Segmentation [Electronic resource]. – Mode of access: <https://arxiv.org/abs/1801.05746>– Дата доступа: 25.05.2020
26. Системные требования Anaconda [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.anaconda.com/anaconda-enterprise/system-requirements/>– Дата доступа: 25.05.2020
27. Стратегия развития информатизации в Республике Беларусь на 2016–2022 годы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://e-gov.by/zakony-i>

dokumenty/strategiya-razvitiya-informatizacii-v-respublike-belarus-na-2016-2022-gody. – Дата доступа: 25.05.2020

28. Об информации, информатизации и защите информации [Электронный ресурс] : Закон Республики Беларусь от 10 ноября 2008 г. № 455–З. // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2020. – Дата доступа: 25.05.2020

29. Требования при работе с видеодисплейными терминалами и электронно-вычислительными машинами : Санитарные нормы и правила [Электронный ресурс] : утв. постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 27 декабря 2012 г. № 206 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2020. – Дата доступа: 25.05.2020

30. О развитии цифровой экономики [Электронный ресурс] : Декрет Президента Республики Беларусь от 21 декабря 2013 г. № 8 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2020. – Дата доступа: 25.05.2020

Библиотека БГУИР