

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

Институт радиоэлектроники и информационных технологий – РТФ
Школа бакалавриата

ОТЧЕТ

По проекту
«Разработка модели машинного обучения для сегментации КТ-снимков пе-
чени»

по дисциплине «Проектный практикум»

Заказчик: Ильинский А.Д.

Куратор: Ильинский А.Д.

Студенты команды bug web crack

Болонкин И.О.

Лавров В.А.

Екатеринбург, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
Цель работы.	3
Задачи.	3
Актуальность.	3
Область применения.	3
Ожидаемые результаты.	3
ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ	4
Информация о работе каждого участника в отдельности.	4
Разбор требований заказчика к программному продукту и составление плана действий по достижению цели (backlog).....	4
Анализ и сопоставление аналогов разрабатываемого продукта.	4
Обзор архитектуры модели машинного обучения.....	5
Обзор архитектуры веб-сервиса.....	5
Методология разработки.....	5
Планирование деятельности в ходе разработки.....	6
Распределение ролей участников команды.....	6
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	7
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	8
ПРИЛОЖЕНИЕ А (Справочное) Дополнительные материалы.....	9

ВВЕДЕНИЕ

Цель работы.

Создание веб-сервиса для сегментации снимков КТ печени и выделения её контура с помощью модели, обученной на данных предоставленных КТ снимков реальных пациентов одной из клиник г. Екатеринбург.

Задачи.

- 1) Сбор и предобработка данных для последующего обучения модели.
- 2) Обучение модели и её тестирование: обучить несколько видов модель на предобработанных данных, выбрать модель с лучшим результатом.
- 3) Проектирование интерфейса: Создать визуальную часть UFI¹ сервиса.
- 4) Разработка frontend и backend частей сервиса.
- 5) Подготовка отчетности о проделанной работе.

Актуальность.

Печень – один из самых важных органов и требует точной диагностики. Компьютерная томография (КТ) – один из основных методов визуализации, но ручная разметка контура печени занимает много времени. Автоматическая сегментация с помощью ИИ ускоряет анализ и повышает точность измерений.

Область применения.

- 1) Медицинские ВУзы
- 2) Мед. Учреждения

Ожидаемые результаты.

- 1) Точность определения моделью контура печени IoU² > 0.90.
- 2) Среднее время обработки изображения в сервисе <1 секунды.
- 3) Веб-сервис выложен на хостинг.

¹ UFI – User Friendly Interface

² IoU – Intersection over Union

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Информация о работе каждого участника в отдельности.

Информация о работе каждого участника в отдельности представлена в Приложении А п.1 в виде ссылки на Google таблицу.

Разбор требований заказчика к программному продукту и составление плана действий по достижению цели (backlog).

По требованиям заказчика нужно было обучить модель машинного обучения, имеющую достаточное пороговое значение по выбранной метрике. Плюсом была упаковка решения в сервис и докер.

Был составлен план по достижению требований заказчика, он представлен в Приложении А п.1 в виде ссылки на Google таблицу.

Помимо требований заказчика, было реализовано редактирование контура печени.

Анализ и сопоставление аналогов разрабатываемого продукта.

Анализ и сопоставление аналогов приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Обзор аналогов

№	Названия моделей	IoU (%)	Описание	Редактирование контура	Web-сервис	User friendly	Открытый код
1	Clara AI Liver Tumor Segmentation Operator	95	Модель от NVIDIA для точной сегментации опухолей печени	Есть	Нет	Средне	Нет
2	nnU-Net	92	Автонастраиваемая модель сегментации, победитель многих медицинских конкурсов	Нет	Нет	Низкое	Да
3	Unet-LiTS-2D	89	2D-модификация U-Net, обученная на наборе данных LiTS	Нет	Нет	Средне	Да
4	Liver-Tumor-Seg	87	Лёгкая модель сегментации печени и опухолей	Нет	Нет	Средне	Нет
5	MedSeg-Cloud	>90	Облачная платформа для сегментации медицинских изображений	Есть	Да	Высокое	Нет
6	Наш сервис	91	Пользовательский сервис с возможностью редактирования и онлайн-доступом	Есть	Да	Высокое	Да

Более подробная аналитика представлена в Приложении А п.2.

Обзор архитектуры модели машинного обучения.

В ходе тестирования различных моделей нейронных сетей, была выбрана модель DeepLabV3Plus, так как она показала наилучшие результаты среди протестированных моделей-аналогов (SegNet, Mask R-CNN, U-Net), благодаря своей эффективной архитектуре «энкодер-декодер».

Энкодер использует предобученный backbone для извлечения признаков, применяя атрокусные (дырявые) свертки и модуль ASPP, что позволяет анализировать контекст на разных масштабах без потери разрешения.

Декодер восстанавливает детализацию: комбинирует skip-connections с ранними признаками, повышает разрешение и уточняет границы объектов.

Модель остается полностью сверточной, поддерживает любой размер изображения и обеспечивает баланс между глобальным контекстом и четкой сегментацией границ.

Обзор архитектуры веб-сервиса.

Веб-сервис был разработан на стеках:

- 1) React JavaScript (Frontend)
- 2) FastAPI Python (Backend)
- 3) PostgreSQL (Хранилище данных)
- 4) ObjectStorage S3 (Хранилище статичных файлов)
- 5) Redis (Хранилище кэш-данных)

Методология разработки.

Разработка осуществлялась по методологии Agile. Задачи разбивались на 3 спринта. Так как команда состояла из 2 участников, то не было доски с задачами, а сами задачи проговаривались на частых онлайн-встречах. Обговаривался фронт работ на конкретный спринт, далее шла разработка и выполнение обсужденных задач, затем давалась обратная связь каждого участника по проделанной работе. Веб-сервис тестировался вручную на каждом этапе разработки.

Планирование деятельности в ходе разработки.

Все задачи ставились на онлайн-встречах с командой. Созвоны осуществлялись каждый день, за исключением моментов, когда все задачи по спринту были выполнены. Также осуществлялись онлайн-встречи с заказчиком раз в две недели, на которых была получена обратная связь по выполненным задачам, с помощью которой исправлялись все недочеты. Также была создана папка в Google Disk с артефактами проекта, в которую загружались в основном видео, презентации, документации, нужные для сдачи контрольных точек.

Распределение ролей участников команды.

Болонкин Иван Олегович – Frontend-разработчик, тимлид, дизайнер, аналитик.

Лавров Владислав Александрович – Backend-разработчик, тестировщик, DevOps, ML-инженер.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках работы создан веб–сервис автоматической сегментации печени на КТ–снимках, полностью соответствующий требованиям заказчика, в котором модель DeepLabV3Plus достигает на тестовой выборке показателей Jaccard Index и IoU около 0.91. Инструмент позволяет загружать изображения, быстро получать контуры органа и визуализировать результаты, что значительно упрощает и ускоряет работу специалистов. А также встроено редактирование контура печени пользователем, что перевыполняет требования заказчика и идеально подходит для пользователей, так как они могут исправлять неточности модели, а также полезно команде разработчиков для переобучения модели, с целью повышения IoU. В дальнейшем планируется внедрить трехмерную визуализации печени.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Zheng, Y. Automatic liver segmentation based on appearance and context information [Электронный ресурс]: Научная статья, 2017. – URL: <https://biomedical-engineering-online.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12938-016-0296-5>
2. Fruitourist (никнейм автора статьи), Нейросеть для сегментации снимков со спутника [Электронный ресурс]: Хабр, 2023. – URL: https://habr.com/ru/articles/721414/#metrics_iou
3. Fruitourist (никнейм автора статьи), Remezova [Электронный ресурс]: репозиторий GitHub, 2023. – URL: <https://github.com/fruitourist/Remezova>
4. Grenishrai (никнейм автора статьи), ToastJS Documentation [Электронный ресурс]: NPMJS, 2023. – URL: <https://www.npmjs.com/package/@grenishrai/toastjs>

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Справочное

Дополнительные материалы

1. Документация (UserStory, Задачи, Рефлексия)

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1RCCSDpoutQK3AdwhuSldg-gOY0MwMMn9_7Ner7-BYgY/edit?gid=705383108#gid=705383108

2. Аналитика

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1j9rD1FjfVAqlN1fPT6sqlFYVHh7kkUjr/edit?gid=624933591#gid=624933591>