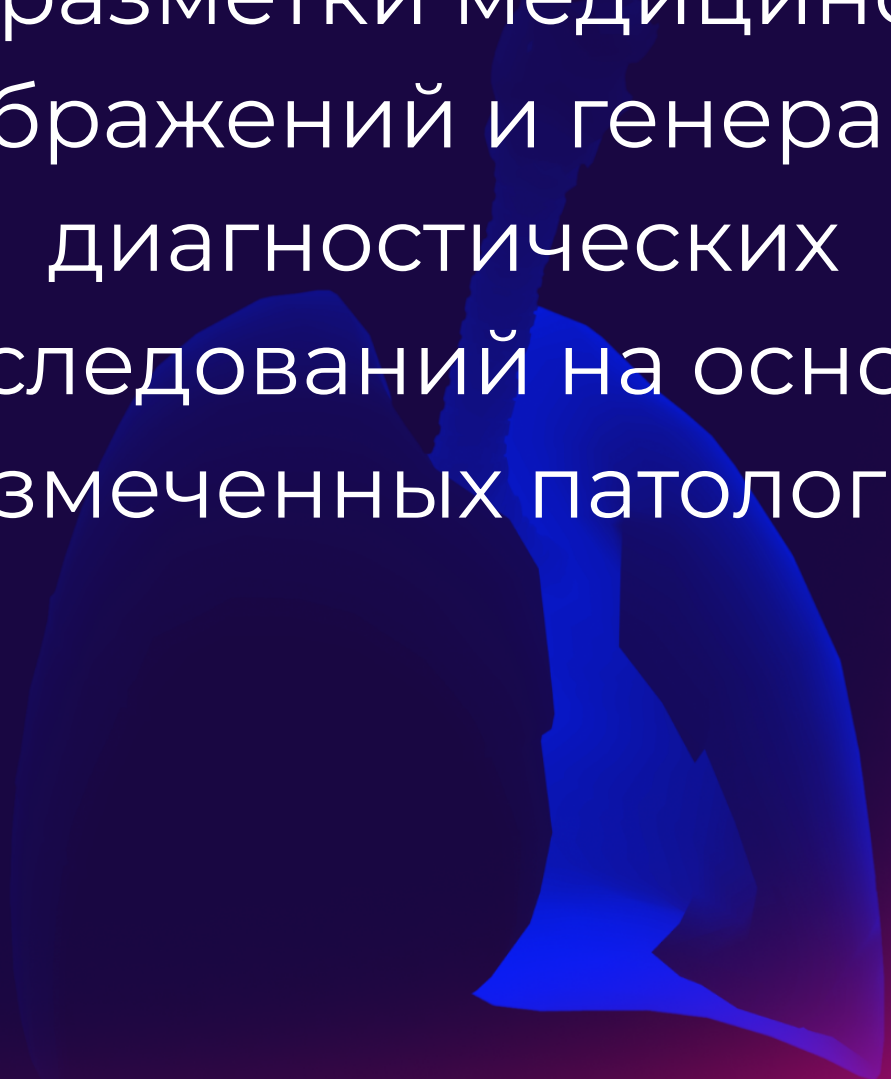


ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

Задача 09. Веб-платформа для разметки медицинских изображений и генерации диагностических исследований на основе размеченных патологий



1. Актуальность задачи

Цифровизация лучевой диагностики и активное внедрение алгоритмов искусственного интеллекта (ИИ) нуждаются в качественно и на многих уровнях размеченных наборах данных. Как правило процесс разметки медицинских изображений требует больших трудозатрат. Для ускорения подготовки наборов размеченных изображений необходимо применение инструментов полу- и автоматической маркировки, а для устранения дисбаланса классов – аугментации данных (в том числе генерация диагностических исследований). Полученные наборы данных могут использоваться разработчиками алгоритмов и систем поддержки принятия врачебных решений (СППВР), а также медицинскими образовательными учреждениями и центрами повышения квалификации врачей.

Данная платформа станет востребованным образовательным инструментом для врачей как московских, так и региональных клиник, а также позволит создать уникальный набор данных для тестирования решений, применяющих технологии ИИ, и повысит качество работы алгоритмов медицинской диагностики.

2. Постановка задачи

Разработать сервис, который позволит:

- 1.** Осуществлять разметку компьютерной томографии органов грудной клетки с возможностью масштабирования на другие модальности и типы исследований.
- 2.** Генерировать новые исследования с патологическими изменениями (осуществлять инъекцию патологических паттернов заболеваний лёгких на КТ-исследования органов грудной клетки, не имеющих признаков патологии).

3. Технические задачи

Веб-платформа для разметки медицинских изображений

Обязательные требования

- 1.** Реализовать возможность загрузки диагностических исследований с локального компьютера
- 2.** Реализовать возможность просмотра однослойных и многослойных диагностических изображений в формате DICOM.
- 3.** Реализовать возможность масштабирования, панорамирования, изменения яркости и контрастности изображения, просмотра в стандартных окнах.
- 4.** Реализовать возможность выполнения контурной разметки с возможностью редактирования контуров.
- 5.** Обеспечить возможность сохранения результатов разметки в формате json.
- 6.** Реализовать возможность загрузки файла разметки с локального компьютера.

Дополнительные требования

1. Реализовать возможность облачного хранения диагностических изображений.
2. Реализовать инструмент «линейка» и «ROI», изменение окна просмотра исследования window level/window width (WL/WW)
3. Реализовать возможность мультипланарной реконструкции и просмотра изображений по 3 осям.
4. Разработать инструменты разметки регионов интереса (например, инструмент наращивания региона, инструмент, предотвращающий «утечку контуров» при наращивании региона, наращивание региона одновременно на нескольких плоскостных реконструкциях).
 - a. Инструмент сегментации – «Кисть»
 - b. Инструмент «Заполнение пространства»
 - c. «Пороговый» инструмент сегментации
 - d.* Аналог «Волшебная палочка» из Photoshop
5. Реализовать возможность добавления слоёв разметки
6. Реализовать возможность тегирования исследований и указание статуса (новое, в работе, завершено и т.п.).
7. Сохранение произведенной разметки патологических паттернов в виде маски (например, форматы nrrd или nifti) в базе данных на сервере.
8. Реализовать инструмент умной разметки, например, как RITM interactive segmentation SmartTool – Supervisely Ecosystem или аналогичный, упрощающий разметку 2D контуров
9. Реализовать возможность автоматического сохранения изменений при разметке (например, каждые 5 минут или в режиме реального времени, аналог Google Документы).
10. Обеспечить возможность менеджмента процесса разметки (контроль за стадией разметки, постановка задач для конкретных разметчиков, обеспечить хронометраж разметки и т.п.).

Генератор медицинских изображений с патологическими изменениями

Генерация медицинских изображений с патологическими изменениями должна быть в соответствии с параметрами таблицы

Таблица 1

Варианты параметров генерации медицинских изображений с наличием патологии

Тип патологии	Локализация	Количество	Размеры
COVID-19	Верхняя доля правого лёгкого	Единичное (1-3)	5 мм
Рак лёгкого	Средняя доля правого лёгкого	Немногочисленные (4-10)	5-10 мм
Метастатическое поражение лёгких	Нижняя доля правого лёгкого	Многочисленные (>10)	10-20 мм
	Верхняя доля левого лёгкого		>20 мм
	Нижняя доля левого лёгкого		

Пояснение к таблице: Каждая патология может быть сгенерирована в верхней, средней и нижней доле правого легкого, верхней или нижней доле левого легкого или в нескольких долях одновременно. Количество очагов данной патологии может быть единичным (1-3), немногочисленным (4-10) или многочисленным (> 10) во всем исследовании. Размеры могут варьироваться <5 мм, 5-10 мм, 10-20 мм, >20 мм.

Обязательные требования

Реализовать возможность генерации медицинских изображений с наличием патологии на основании заранее выбранных командой параметров. Обязательна генерация хотя бы ОДНОЙ комбинации параметров (генерация большего количества вариантов-комбинаций приветствуется и будет конкурентным преимуществом).

Примеры возможных вариантов, возможен любой другой:

- COVID-19; все доли; многочисленные; размер любой
- COVID-19; Нижняя доля правого лёгкого, Нижняя доля левого лёгкого;

Немногочисленные; 10-20 мм

- Рак лёгкого; Нижняя доля правого лёгкого, Единичное; 10-20 мм
- Рак лёгкого; Средняя доля правого лёгкого, Единичное; >20 мм
- Рак лёгкого; Нижняя доля левого лёгкого, Единичное; 10-20 мм
- Рак лёгкого; Верхняя доля правого лёгкого, Единичное; 5-10 мм
- Рак лёгкого; Верхняя доля левого лёгкого, Единичное; 5-10 мм
- Метастатическое поражение лёгких; Все доли; Многочисленные; 5-10 мм
- Метастатическое поражение лёгких; Все доли; Многочисленные; 10-20 мм
- Метастатическое поражение лёгких; Все доли; Немногочисленные; 5-10 мм

Дополнительные требования

1. Реализовать возможность настройки параметров генерации и выбора любой возможной комбинации признаков из таблицы 1. Выбор доли лёгкого, типа патологии, количества и размера. Обеспечить возможность комбинированной генерации (несколько долей лёгких и разные типы патологий).

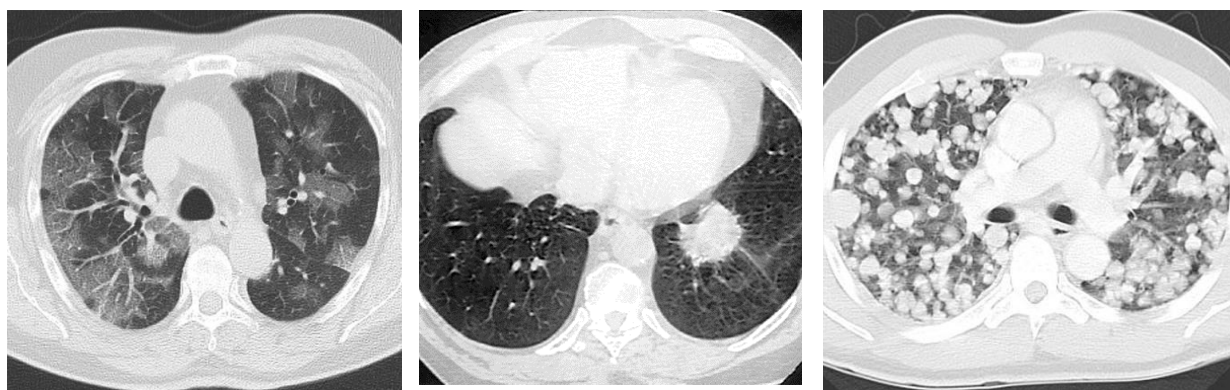
2. Обеспечить возможность загрузки исследования в формате DICOM с локального компьютера. Так же обеспечить возможность использовать демонстрационные исследования, которые предварительно были загружены на веб-платформу.

3. Генерация патологического исследования на основе моделей глубокого обучения. Данное требование подразумевает генерацию исследования, при которой патологическая область будет инъецирована в диагностические изображения и будет иметь минимальные отличия от реальных диагностических изображений.

4. Обеспечить возможность экспорта сгенерированного исследования в формате DICOM.

5. Под патологическим паттерном подразумевается патологическая находка, определяемая врачом-рентгенологом при описании исследований данного типа. В качестве патологического паттерна в рамках настоящего конкурса необходимо использовать КТ-признаки COVID-19, злокачественного образования лёгкого и метастатического поражения лёгких.

6. * Осуществлять автоматическую разметку патологических изменений на сгенерированных исследованиях.



А

Б

В

Примеры КТ-исследований с патологическими находками:

А – COVID-19,

Б – периферическое образование левого лёгкого,

В – множественные образования обоих лёгких (метастатическое поражение)

4. Возможный пользовательский путь

Разметка исследований

1. Пользователь заходит на сайт платформы и выбирает раздел «Разметка исследований».
2. Выбирает исследование из списка неразмеченных.
3. Если нужного исследования нет, пользователь выбирает файл, который необходимо загрузить.
4. Во время разметки пользователь использует инструменты разметчика («линейка», ROI и т.п.) и проводит сегментацию выявленных патологий с помощью инструментов разметчика, при необходимости, использует тегирование исследования.
5. После завершения разметки пользователь сохраняет результаты на сервере или на локальном компьютере и переходит к следующему исследованию.

Генерация исследований

1. Пользователь заходит на сайт платформы и выбирает раздел генерация исследований.
2. Выбирает тип исследования (для конкурса используется только КТ органов грудной клетки).
3. Загружает своё исследование без признаков патологии в формате DICOM с локального компьютера или выбирает из предзагруженных исследований.
4. Выбирает тип патологии и параметры генерации исследования.
5. Запускает процесс генерации.
6. После завершения генерации исследование сохраняется в списке сгенерированных исследований, а у пользователя появляется возможность скачивания исследования на локальный компьютер.

5. Целевая аудитория

Врачи, врачи-ординаторы. Разметка медицинских исследований актуальная задача для многих разработчиков алгоритмов ИИ, а также медицинских организаций, внедряющих технологии ИИ. Как правило, в разметке исследований от этих организаций участвуют врачи, которые не имеют специальных знаний в области ИТ, поэтому для них проще было бы работать с инструментом, имеющим удобный графический интерфейс. При этом, работа по разметке исследований может иметь распределенный характер, т.е. одновременно с этим инструментом могут работать несколько пользователей (в т. ч. с одним исследованием). По этой причине оптимальным является веб-инструмент. Разметка исследований является трудоемкой работой, поэтому размеченные исследования представляют большую ценность. В этой связи необходимым условием является возможность развертывания платформы на локальных ресурсах данной организации и обеспечение контроля доступа.

6. Необходимые данные

1. Знание формата хранения цифрового медицинского исследования (DICOM)
2. Опыт работы с алгоритмами глубокого обучения (ML)
3. Опыт работы с библиотеками компьютерного зрения (CV)
4. Web-разработка, backend-разработка
5. Опыт работы с базами данных

7. Источники данных

Примеры ПО для просмотра DICOM-изображений:

- Иннобитек DICOM-просмотрщик <https://inobitec.com/downloads/dicomviewer/>
- RadiAnt DICOM Viewer <https://www.radiantviewer.com/ru/>

Примеры разметчиков медицинских изображений:

- MedSeg - free medical segmentation online <https://www.medseg.ai/>
- Supervisely: unified OS for computer vision <https://supervise.ly/>
- ITK-SNAP <http://www.itksnap.org/>
- Computer Vision Annotation Tool <https://www.cvat.ai/>
- 3D Slicer image computing platform <https://www.slicer.org/>

Примеры КТ исследований с целевыми патологиями:

- Набор данных КТ органов грудной клетки с признаками COVID-19
<https://mosmed.ai/datasets/covid191110/>
- Набор данных КТ органов грудной клетки с признаками рака лёгкого и метастатического поражения лёгких:
<https://data.mendeley.com/datasets/bhmdr45bh2/1>; <https://zenodo.org/record/3723295>;
<https://www.cancerdata.org/resource/doi:10.17195/candat.2017.02.1>

ВАЖНО! В соответствии с ФЗ РФ № 152 «О персональных данных» от 27.07.2006 и в случае использования собственных медицинских данных, все данные должны быть деперсонализированы.

8. Требования к решению

1. Обязательным условием является наличие сопроводительной документации к решению задачи. В ней необходимо описать:

- протестированные гипотезы;
- используемые модели решения и причины такого выбора;
- используемые методы обработки данных;
- какие введены условия и ограничения внутри решения.

2. Решение должно быть жизнеспособно, применимо к пользователям и технически реализуемо.

3. Исполнитель должен предоставить открытый, без применения методов обфускации, исходный код.

4. Сложные технические и логические детали решения должны сопровождаться комментариями.

5. Взаимодействие с сервисом должно осуществляться через API, выполненном в соответствии с архитектурным стилем RESTful. Для описания методов API должна быть использована спецификация OpenAPI в формате YAML или JSON. Пример спецификации можно посмотреть по ссылке <https://editor.swagger.io/>. Решение может быть любым на усмотрение команды с использованием любых открытых библиотек и языков

6. Веб-платформа должна обладать следующим функционалом:

Dicom Viewer

- Загрузка и отображение файлов DICOM с локального компьютера
- *Наличие возможности облачного хранения медицинских изображений на своих серверах
- Возможность масштабирования и панорамирования изображений
- Наличие стандартных и настраиваемых окон просмотра изображений (Bone, Lung и т.д.)

- Изменение контрастности и яркости
- *Наличие инструмента линейка
- *Наличие инструмента ROI
- *Возможность мультипланарной реконструкции
- *Возможность изменения окна просмотра исследования window level/window width (WL/WW)

Ручная разметка

- Векторная разметка с помощью полигона (2D)
- Векторная разметка кривыми (2D)
- Возможность изменения сформированного полигона (сдвинуть часть точек, подвинуть весь полигон) 2D
 - *Растровый инструмент разметки – «Кисть» - создание новой или исправление текущей сегментации попиксельно
 - *Растровый инструмент «Заполнение пространства» (2D) (в том числе заполнение Clear Label – удаление сегментации)

Полуавтоматическая разметка

- *3D инструмент сегментации по диапазону порогов
- *3D аналог «Волшебная палочка» из Photoshop - задается область или области внутри области сегментации, производится автоматическая заливка области сегментации по определенному алгоритму (выбирается командой)
- *2D инструмент умной разметки

Способ хранения, представления при редактировании данных разметки

- *Сохранение разметки в виде объектов или слоев
- Сохранение данных разметки, в том числе, в векторном виде для возможности дальнейшего исправления
- *Сохранение данных разметки в растровом виде в форматах nrrd или nifti
- *Реализация автосохранения прогресса разметки

Управление процессом разметки

- *Возможность тегирования исследований и указание статуса процесса (новое, в работе, завершено и т.п.).
- *Наличие инструментов для менеджмента процесса разметки

9. Требования к UX/UI

1. Интерфейс веб-платформы должен быть лаконичным со сдержанной цветовой палитрой.
2. Веб-платформа должна адаптироваться к десктопным мониторам разных разрешений.
3. Интерфейс веб-платформы должен быть интуитивно понятен.

10. Критерии, учитываемые при проведении предварительной экспертизы

1. Подход коллектива к решению задачи

1.1 веб-платформа для разметки медицинских изображений

- Понимание поставленной задачи и план дальнейшей реализации
- Оригинальность подхода
- Степень реализации дополнительных задач

1.2. Генератор медицинских изображений с целевой патологией

- Понимание поставленной задачи и план дальнейшей реализации
- Оригинальность подхода
- Степень реализации дополнительных задач

2. Техническая реализация

2.1. #Веб-платформа для разметки медицинских изображений

- Качество сопроводительной документации.
- UX/UI-дизайн решения
- Наличие онлайн версии прототипа разметчика (либо доступ к виртуальной машине)

2.2. Генератор медицинских изображений с целевой патологией

- Качество сопроводительной документации.
- Наличие онлайн версии прототипа генератора (либо доступ к виртуальной машине)

3. Соответствие решения поставленной задаче

- Соответствие прототипа разметчика требованиям тз
- Соответствие прототипа генератора требованиям тз

4. Эффективность решения в рамках поставленной задачи

- Оценка эффективности, удобства использования инструментов разметчика
- Оценка качества генерации патологий

11. Критерии, учитываемые при проведении финальной экспертизы

1. Подход коллектива к решению задачи

1.1 Веб-платформа для разметки медицинских изображений

- Возможность масштабирования на другие модальности (отразить в документации)
- Удобство использования, понятность и эффективность алгоритмов разметки
- Модульность. Возможность расширения за счет дополнительных модулей (автоматической или полуавтоматической разметки) (отразить в документации)

1.2. Генератор медицинских изображений с целевой патологией

- Возможность дальнейшего улучшения качества алгоритмов генератора
- Использование методов глубокого обучения

2. Техническая реализация

2.1. Веб-платформа для разметки медицинских изображений

- Качество кода, соответствие стандартам оформления кода, масштабируемость кода, использование принципов объектно-ориентированного программирования
- Скорость работы алгоритмов разметки
- UX/UI-дизайн решения
- Стабильность работы платформы
- Качество сопроводительной документации

2. 2. Генератор медицинских изображений с целевой патологией

- Качество кода, соответствие стандартам оформления кода, масштабируемость кода, использование принципов объектно-ориентированного программирования
- Скорость генерации исследования
- Стабильность работы генератора
- Качество сопроводительной документации

3. Соответствие решения поставленной задаче

3.1. Соответствие веб-платформы для разметки медицинских изображений ТЗ

3.2. Соответствие генератора медицинских изображений с целевой патологией ТЗ

- Соответствие генерации изображений по заранее определенной комбинации параметров из Таблицы 1 (обязательная часть) ТЗ
- Соответствие генерации изображений по любым другим (отличным от обязательной части) параметрам из Таблицы 1 (дополнительная часть) ТЗ

4. Эффективность решения в рамках поставленной задаче

4.1. Эффективность и понятность инструментов веб-платформы для разметки медицинских изображений

- Dicom Viewer
- Алгоритмы ручной разметки
- Полуавтоматическая разметка
- Способ хранения и представления разметки при редактировании
- Управление процессом разметки

4.2. Оценка качества генерации медицинских изображений с целевой патологией по критериям согласованности с параметрами, а также критерию визуального сходства с настоящими исследованиями

- Оценка качества генерации изображений по заранее определенным комбинациям параметров из Таблицы 1 (обязательная часть)
- Оценка качества генерации изображений по любым другим (отличным от обязательной части) параметрам из Таблицы 1 (дополнительная часть)

5. Выступление на питч-сессии

- Понятность изложения
- Убедительность в выборе стратегии проекта и реализованных алгоритмов
- Качество слайдов презентации
- Представление о стратегии дальнейшего развития продукта

12. Требования к сдаче решений на платформе

1. Сопроводительная документация по использованию веб-платформы
2. Слайды с презентацией разработанного решения и его описанием
3. Ссылка на веб-платформу (либо доступ к виртуальной машине с развернутой веб-платформой)
4. Ссылка на репозиторий с кодом
5. Наличие readme по развёртыванию веб-платформы на сервере постановщика задачи