УДК: 004.41

ПОСТРОЕНИЕ МАСОК ПЛОТНОСТИ ТКАНЕЙ НА ОСНОВЕ КТ СНИМКОВ СЕРДЕЦ

И.П. Аккуратов, Е.С. Иванова, студенты
Научный руководитель – А.А. Тайлакова, к.т.н., доцент
Кузбасский государственный технический университет
имени Т. Ф. Горбачева
Россия, г. Кемерово

По данным Росстата за 2022 год, наибольшее число смертей в Российской Федерации пришлось на болезни сердечно-сосудистой системы [1]. Даже несмотря на современные разработки в области медицины, данная проблема остро стоит не только на нашей родине, но и по всему миру. Кардиологи всех стран стараются решить эту проблему, и мы тоже хотим внести свою лепту в борьбу с этой напастью.

Наш проект должен упростить один из этапов в диагностировании и подготовки к лечению – этап выделения областей сердца на снимках компьютерной томографии. Данная процедура зачастую выполняется вручную, и это занимает долгие часы. Стоит упомянуть, что уже есть программное обеспечение, упрощающее этот аспект, например, «Materialise Mimics». Mimics – это программное обеспечение для моделирования в сферах медицины: ортопедия, стоматология, кардиология и другие [2]. В нём есть инструменты, которые автоматически выделяют области на основе расставленных заранее точек, но без должного опыта, знаний и изображений хорошего качества, сложно получить удовлетворительный результат, не прибегая к ручным корректировкам.

Целью нашего проекта является автоматизировать этот процесс, используя нейронную сеть сегментации. Однако данная статья посвящена первой половине разработки, так сказать фундаменту будущего приложения. В настоящее время наша разработка может читать снимки в формате DICOM, извлекать из них метаданные, а на основе плотности тканей сердца формировать цветные маски областей разной плотности.

Стоит начать с основ, с языка программирования. После неудачной попытки на языке C#, по причинам низкой производительности с изображениями, мы решили, что больше всего нам подойдет Python. Этот выбор обоснован несколькими факторами: имеется множество библиотек для различных нужд – от чтения DICOM-файлов до обучения нейросетей, язык обеспечивает высокую скорость работы с изображениями без глубокого познания в нюансах языка и наличие у нас опыта в разработке на этом языке.

Основная задача, стоявшая на данном этапе – разобраться, как работать с DICOM-файлами. DICOM представляет собой международный стандарт для хранения и передачи медицинских изображений. Помимо самих снимков, этот формат включает сопутствующую информацию, например, ФИО пациента,

сведения о враче, адрес медицинского учреждения, дата и время выполнения снимков, плотность тканей и многое другое. Широкое внедрение данного стандарта способствовало упрощению обмена данными между больницами и исследовательскими центрами по всему миру [3].

Из данных файлов нам были необходимы сами КТ снимки и параметры, которые содержат плотность тканей и позволят привести ее к стандартному виду. К таким параметрам относятся: данные пикселей (Pixel Data) – содержат сырые значения плотности, для работы с ними требуется дополнительная обработка. Коэффициент пересчёта (Rescale Slope) и смещение пересчёта (Rescale Intercept) – параметры, необходимые для стандартизации.

Данная процедура необходима, чтобы различные учреждения с разным оборудованием могли свободнее оперировать данными своих коллег. К примеру, для КТ-снимков стандартные параметры – это:

- Вода = 0 HU.
- Воздух = -1000 HU.
- Кость ≥ 1000 HU.

Для которых HU – это Hounsfield Units (единицы Хаунсфилда), шкала для измерения плотности тканей. Итоговые значения рассчитываются по простой формуле (1):

$$HU_{i,j} = PD_{i,j} * RS + \text{RI} \quad (1)$$

Где:

- $HU_{i,j}$ – плотность ткани в пикселе (i,j).
- $PD_{i,j}$ – сырая плотность ткани в пикселе (i,j).
- RS – коэффициент пересчёта.
- RI – смещение пересчёта.

Для дальнейшего повествования необходимо рассказать о основных библиотеках, которыми мы воспользовались.

- Pydicom – содержит в себе инструменты для работы с DICOM-файлами. Данное средство позволяет не только просматривать медицинские снимки, но и конвертировать их в другие форматы и извлекать метаданные.
- Numpy – известная библиотека для удобной и быстрой работы с большими массивами данных.
- Pillow – представляет собой мощный и удобный инструмент для обработки и редактирования изображений.
- Tk – стандартная библиотека для создания графических пользовательских интерфейсов

Используя Pydicom, мы извлекаем из DICOM файлов сырые изображения сердец и значения плотности ткани. Затем выгружаем данные в матрицу с помощью Numpy. Извлечённые изображения отображаем на интерфейсе, созданном с помощью Tk. После обработки данных плотности мы с использованием Pillow создаём изображения на основании заданных параметров масок.

Перейдём к самому приложению. Интерфейс состоит из трёх областей: оригинальные снимки, построенные маски и область управления (Рис. 1).

Текущий вид необходим лишь для функционала; в будущем планируется усовершенствовать его, добавив новые параметры и дополнительные проекции.

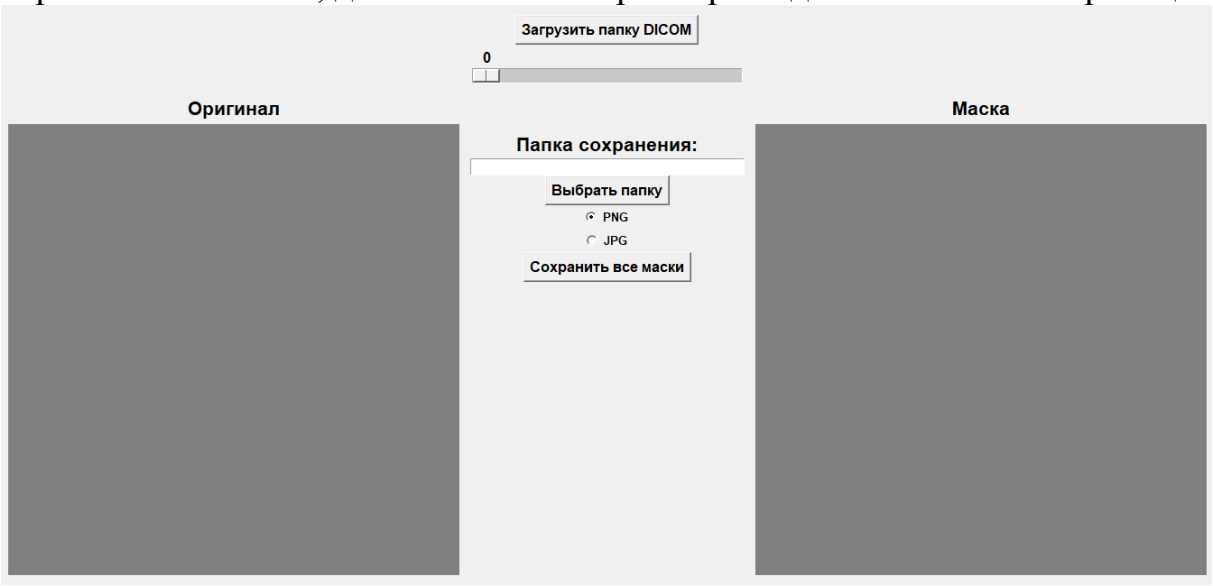

Рисунок 1 – Интерфейс программы без данных

Нажав на кнопку “Загрузить папку DICOM” (Рис. 1), открывается окно выбора файлов операционной системы Windows. Выбрав папку, на экран выводятся стандартный набор слоёв (Рис. 2). Также появляются изображения на экране, возможность переключать изображения из папки посредством ползунка и сохранять настройки масок.

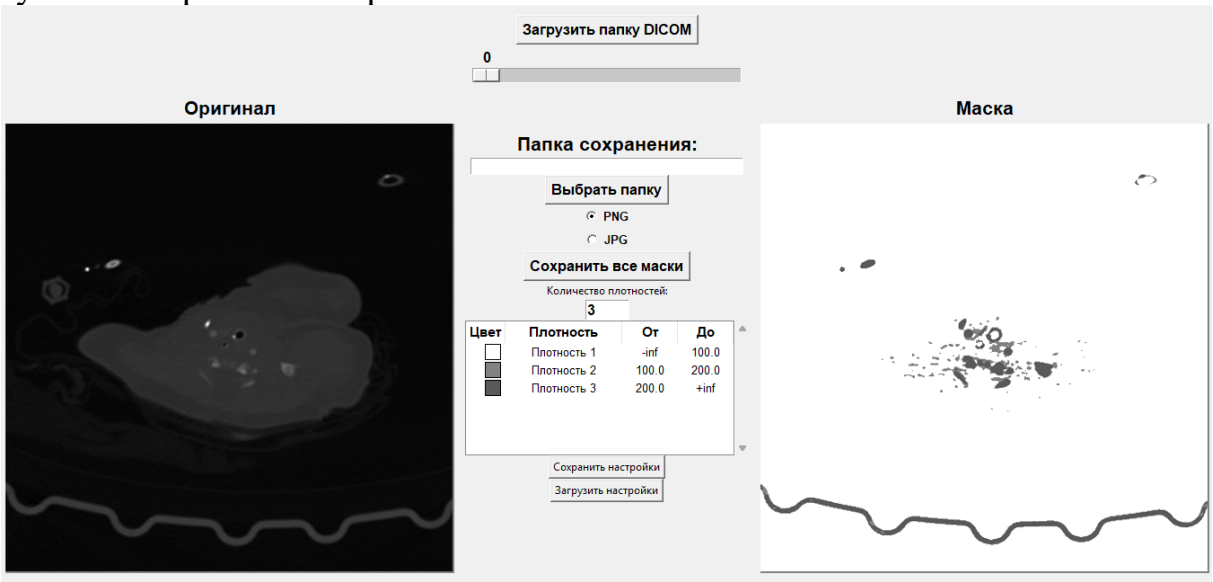

Рисунок 2 – Интерфейс программы с изображениями

Данный набор, к сожалению, мало информативен, поэтому нам требуется настроить его, изменив “количество плотностей” и заполнив значения “От” и “До” каждого из них. В результате получим такие изображения, на которых можно увидеть различные области (Рис. 3).

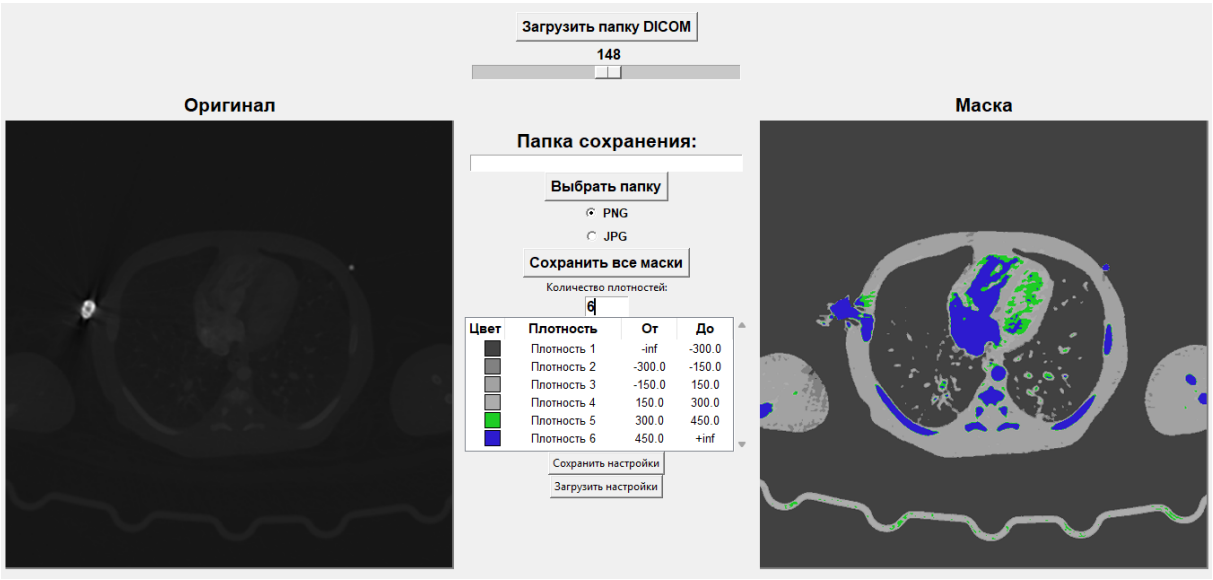

Рисунок 3 – Интерфейс программы с цветными масками

Эти настройки масок можно сохранить и загрузить, нажав соответствующие кнопки (Рис. 3). Как вы можете видеть, на масках появились искомые нами плотности. Маски можно сохранить в папку в формате PNG

В результате этого этапа мы построили основу для будущего полноценного приложения. Функции, ожидаемые в будущем: автоматизированная сегментация сердец с помощью нейронной сети и инструменты для ручной сегментации. Также, в долгосрочной перспективе – есть возможность реализовать распознавание патологий сердца, проявляющихся в виде структурных нарушений тканей и потенциально других видов аномалий на основе анализа снимков.

Список литературы:

1. Число умерших по основным классам причин смерти // Федеральная служба государственной статистики. URL: https://rosstat.gov.ru/folder/12781 (дата обращения: 15.11.2025).

2. Materialise. URL: https://www.materialise.com/en (дата обращения: 17.11.2025).

3. What is DICOM Image Format & Why is It Important in Radiology? // Intelerad. URL: https://www.intelerad.com/en/2023/02/23/handling-dicom-medical-imaging-data/ (дата обращения: 18.11.2025).