

УДК 53.047.1

АЛГОРИТМЫ ОБРАБОТКИ И АНАЛИЗА КТ-ИЗОБРАЖЕНИЙ

Супрунов В.В.¹, Пустовая Л.В.¹

Кубанский государственный университет «КубГУ», e-mail: ya.suprunov2012@yandex.ru

Изучение интенсивности плотности КТ-изображений имеет большую актуальность в настоящее время, так как дает возможность в полной мере исследовать быстро меняющиеся параметры и психофизиологические процессы в организме, а также может помочь в диагностике и лечении различных заболеваний. Целью данной работы является изучение и анализ алгоритма обработки кт-изображений. Предложенный план разработки алгоритма является обобщенным и не учитывает особенности направления исследований конкретных частей организма

Ключевых слова: алгоритм, обработка кт-изображений, сегментация, преобразование форматов, программирование Python, Jupyter Notebook, программный код.

ALGORITHMS FOR PROCESSING AND ANALYZING KT- IMAGES

Suprunov V.V.¹, Pustovaya L.V.¹

Kuban State University "Kubgu" , e-mail: ya.suprunov2012@yandex.ru

Studying the intensity and density of CT images is of great relevance at the present time, as it makes it possible to fully investigate rapidly changing parameters and psychophysiological processes in the body, and can also help in the diagnosis and treatment of various diseases. The purpose of this work is to study and analyze the CT image processing algorithm. The proposed algorithm development plan is generalized and does not take into account the specifics of the research area of specific parts of the body.

Keywords: algorithm, ct image processing, segmentation, format conversion, Python programming, Jupyter Notebook, program code.

Создание нового эффективного алгоритма обработки и анализа КТ-изображений требует тщательного подхода и учета различных факторов, включая качество исходных данных, цели анализа и требования к производительности.

Перед началом работы важно убедиться, что данные высокого качества и готовы к обработке. Это включает следующие шаги:

1. Преобразование форматов.

Изображения, представленные в разных форматах, нужно привести к единому стандарту (например, DICOM). Также необходимо обеспечить одинаковые диапазоны значений пикселей для всех изображений.

Часто применяют фильтры для устранения шумов и артефактов, вызванных физическими процессами получения снимков.

2. Сегментация

Сегментация — это процесс выделения интересующих объектов на изображении. Для КТ-изображений часто выделяют такие структуры, как легкие, сердце, сосуды и кости. Эффективная сегментация может включать: Методы машинного обучения - использование сверточных нейронных сетей (CNN), таких как U-Net или ResNet, для автоматического определения границ органов. Морфологические операции - применение морфологических фильтров для улучшения контуров выделенных областей.

3. Классификация и диагностика

После сегментации следующим этапом является классификация обнаруженных структур и выявление патологий. Это, прежде всего, анализ текстур - изучение характеристик текстуры тканей для выявления аномалий.

Использование признаков - введение количественных показателей, таких как объем органа, плотность ткани и другие параметры, которые могут указывать на наличие заболеваний.

Обучение моделей классификации - создание и обучение классификаторов, таких как RandomForest или SVM, для автоматической диагностики патологий.

4. Визуализация и интерпретация результатов

Важной частью любого медицинского анализа является представление результатов в удобном для врачей формате. Это может включать: 3D-визуализацию - построение трехмерных моделей органов на основе сегментов.

Генерация отчетов - автоматическое создание медицинских заключений с указанием выявленных патологий и рекомендаций.

Подчеркнем, данный план разработки алгоритма является обобщенным и не учитывает особенности направления исследований конкретных частей организма. Однако некоторые органы и системы организма человека требуют особого подхода к созданию алгоритма обработки изображения.

Выявление особенностей плана алгоритма для различных органов и систем

Для анализа КТ-изображения сердца необходима сегментация сердца и его камер, а также сегментация крупных сосудов. Их сегментация помогает определить состояние кровотока и

выявить возможные патологии. Акцент смещается на функциональные характеристики сердца, его анатомические детали и динамику сокращения.

Исследование изображения КТ мозга требует произвести нормализацию яркости: мозговые ткани имеют сложную структуру, и нормализация яркости поможет выровнять интенсивность пикселей, улучшив видимость деталей. Для точности последующих этапов обработки важным является исключение артефактов. Методы машинного обучения отлично подходят для сегментации мозговых структур, таких как кора, мозжечок, гиппокамп и желудочки, давая наиболее точный и полный результат. Морфология помогает уточнить границы объектов после сегментации, особенно при наличии сложных анатомических структур. Текстуриный анализ мозга помогает выявить нарушения, такие как атрофия коры или образование опухолей. Использование параметров объема мозга и соотношение белого и серого вещества позволяют выявить болезнь Альцгеймера или Паркинсона.

Процесс анализа КТ снимка легких является более сложным из-за разнообразия воздушных и тканевых структур. Машинное обучение может быть необходимым для точной сегментации. Важен текстуриный анализ для выявления заболеваний, таких как пневмония или опухоли. Весомыми являются объемные измерения и анализ плотности тканей. Также полезна для данного исследования 3D-визуализация, которая может помочь в понимании распространения заболеваний и планировании хирургических вмешательств.

Для обследования печени простая пороговая сегментация может быть достаточной с целью отделения печени от окружающих тканей. Здесь наиболее важен анализ текстуры для выявления цирроза или опухолевых образований, а также полезны будут измерения объема и плотности органа.

Алгоритм обработки КТ снимков костей и костных структур может исключать этап удаления артефактов, так как в данном случае они имеют минимальное влияние и не мешают визуализации. В общих случаях для исследования костей не требуется сложный анализ текстурных особенностей - структура является относительно однородной. Достаточно измерения линейных размеров и формы, без необходимости в сложных признаках. 3D-визуализация может быть полезной для оценки переломов или деформации костей, но не всегда необходима.

Учитывая все вышеперечисленные особенности, можно составить наиболее эффективный алгоритм обработки и анализа КТ-изображений для каждого интересующего органа или структуры.

Программная реализация

Для реализации алгоритма анализа и обработки изображений, полученных с помощью КТ, удобно использовать язык программирования Python, так как он является очень гибким. В данной работе был использован инструмент Jupyter Notebook, входящий в дистрибутив языков программирования Python Anaconda. Он включает набор популярных свободных библиотек, объединённых проблематиками науки о данных и машинного обучения.

```
import SimpleITK as sitk
import numpy as np
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
from skimage.measure import label, regionprops

# Этап 1: Чтение изображения
img = sitk.ReadImage(название_файла.gz)

# Этап 2: Преобразование изображения в массив NumPy
img_array = sitk.GetArrayFromImage(img)

# Этап 3: Пороговая сегментация для выделения сердца
thresholded_img = sitk.OtsuThreshold(img, 0, 255, 200)

# Этап 4: Пост-обработка для удаления мелких объектов
cleaned_img = sitk.BinaryMorphologicalClosing(thresholded_img, [3, 3, 3], sitk.sitkBall)

# Этап 5: Сегментация сердца и его камер
# Используем комбинацию пороговой сегментации и морфологического закрытия
heart_segmentation = cleaned_img

# Этап 6: Сегментация крупных сосудов
# Определяем крупные сосуды, такие как аорта и легочная артерия
vessel_segmentation = sitk.BinaryMorphologicalOpening(heart_segmentation, [3, 3, 3], sitk.sitkBall)

# Этап 7: Измерение свойств сердца и сосудов
label_image = label(heart_segmentation)
regions = regionprops(label_image)

results = []
for props in regions:
    results.append({
        'area': props.area,
        'bbox_area': props.bbox_area,
        'perimeter': props.perimeter,
        'centroid': props.centroid,
        'major_axis_length': props.major_axis_length,
        'minor_axis_length': props.minor_axis_length,
        'equivalent_diameter': props.equivalent_diameter,
        'eccentricity': props.eccentricity,
        'solidity': props.solidity
```

```

})

df=pd.DataFrame(results)

# Этап 8: Визуализация результатов
fig, ax =plt.subplots(1,2,figsize=(12,6))
ax[0].imshow(img_array[img_array.shape[0]//2,:,:],cmap='gray')
ax[0].set_title('Original Slice')
ax[1].imshow(heart_segmentation[heart_segmentation.shape[0]//2,:,:],cmap='gray')
ax[1].set_title('Heart Segmentation')
plt.show()

# Этап 9: Генерация отчета
report =df.describe().to_html()
withopen('heart_analysis_report.html','w')asfile:
file.write(report)

```

Рисунок 1 - программный код для исследования КТ-изображения сердца: язык программирования Python, использован инструмент Jupyter Notebook.

Заключение

Исследованы основы компьютерной томографии, некоторые методы и средства обработки КТ-изображений, а также визуализация и диагностика, интерпретация результатов. Предложен алгоритм программной обработки данных для исследования КТ-изображения сердца: язык программирования Python, использован инструмент Jupyter Notebook.

Показано, что используя данный алгоритм возможно изучать не только сердце но и мозг.

Выявлено, что исследуемая область деятельности несет большую ценность для медико-биологических исследований функций и состояний организма, а также имеет большую перспективность.

Список литературы

1. М. Н. Устинин, С. Д. Рыкунов, М. А. Поликарпов, А. Ю. Юренин, С. П. Наурзаков, А. П. Гребенкин, В. Я. Панченко // Математическая биология и биоинформатика. – 2018. – Т. 13, № 2. – С. 480–489.
2. Кучинская, О. В. Собственные физические поля человека / О. В. Кучинская, Ю. А. Бумай // Новые направления развития приборостроения : материалы 11-й Международной научно-технической конференции молодых ученых и студентов (Минск, 18-20 апреля 2018 г.) – Минск : БНТУ, 2018. – С. 361.
3. Куис, В. С. Электрические и магнитные поля в организме человека / В. С. Куис // Актуальные проблемы современной медицины и фармации: сборник тезисов

докладов LXXI Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых (Минск, 17–19 апреля 2017 г.)–Минск : БГМУ, 2017. –С. 717.

4.Масленников, Ю. В. Магнитометрические системы на основе СКВИДов для биомедицинских применений: специальность 05.11.17 :автореферат диссертации на соискание учёной степенидоктора технических наук / Масленников Юрий Васильевич; Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана. – Москва, 2017.– 32 с.

5.Магнитокардиографическая технология исследования сердца человека / М. А. Примин, Ю.В.Масленников, И.В.Недайвода, Ю.В.Гуляев //Биомедицинская радиоэлектроника. – 2016. – № 3. – С. 3–22.

6.Алмабаева, Н. М.Магнитные свойства тканей организма. Физические основы магнитобиологии / Н. М. Алмабаева,З. Н.Омиралиева,

7.Магнитоэнцефалография – новейший метод функционального картирования мозга человека / А.Н.Шестакова, А.В.Буторина, А.Е.Осадчий, Ю.Ю.Штыров // Экспериментальная психология. – 2012.– Т. 5, № 2.– С. 119–134.