

Санкт-Петербургский государственный университет

Кафедра системного программирования

Группа 22.М07-мм

# Разработка программных средств анализа МРТ для проведения структурного анализа головного мозга

*Нигматулин Максим Владиславович*

Отчёт по учебной практике  
в форме «Производственное задание»

Научный руководитель:  
старший преподаватель кафедры системного программирования, Е. К. Куликов

Консультант:  
заместитель заведующего кафедрой по научной работе СПбГЭТУ «ЛЭТИ», д.т.н., проф.,  
Ю. А. Шичкина

Санкт-Петербург  
2022

# Оглавление

<b>Введение</b>	<b>3</b>
<b>1. Постановка задачи</b>	<b>5</b>
<b>2. Обзор</b>	<b>6</b>
2.1. BrainVoyager . . . . .	6
2.2. FreeSurfer . . . . .	6
2.3. Slicer3D + Arctic . . . . .	7
<b>3. Заключение</b>	<b>9</b>
<b>Список литературы</b>	<b>10</b>

# Введение

В современной науке исследования головного мозга – важная составляющая медицины. Такие исследования дают нам понимание того, как работают те или иные отделы, как различные вещества могут влиять на работу мозга, чем именно отличается мозг человека с расстройствами психики от нормального, позволяют использовать имеющуюся информацию о связях, составе мозга для улучшения качества жизни людей.

Головной мозг – закрытая и невероятно сложная структура, что делает его исследование неординарной задачей. Для исследования *in vivo* требуются неинвазивные методы получения данных, что породило большое количество сложных технологических решений из которых стоит выделить магнитно-резонансную томографию.

Магнитно-резонансная томография (МРТ) является одним из наиболее современных методов нейровизуализации, который позволяет получать трехмерные изображения с высокой межтканевой контрастностью [4]. Однако из-за того, что в снимках МРТ содержится огромное количество информации, ее полная интерпретация без использования специальных инструментов сильно осложнена.

Морфометрия мозга – это подраздел как морфометрии, так и наук о мозге, связанный с измерением структур мозга и их изменений во время развития, старения, обучения, болезней и эволюции. Морфометрические данные получаются после обработки снимков МРТ специальными алгоритмами, их результаты представляются в цифровом виде что позволяет анализировать изображения мозга с помощью математических и статистических методов, таких как количественная оценка формы или многомерный анализ. Такие методы помогают исследователям количественно оценить анатомические особенности мозга с точки зрения формы, массы, объема и получить более конкретную информацию, такую как, плотность серого вещества и связность белого вещества, толщина коры или количество спинномозговой жидкости. Затем эти переменные можно сопоставить в объеме мозга или на поверхности

мозга, обеспечивая удобный способ оценить и сравнить их характер и степень во времени, у разных людей[6].

Внедрение технологии МР-морфометрии в клиническую практику позволяет количественно определять степень атрофии вещества мозга, из-за возможности проведения исследования во времени, технологии помогают диагностировать и контролировать нейропсихиатрические расстройства, такие как болезнь Альцгеймера, деменцию, болезнь Паркинсона, и психиатрические заболевания, такие как шизофрения и маниакально-депрессивный психоз[5].

Однако из-за несовпадения анатомических свойств разных людей проведение сравнительных исследований мануальным методом практически не возможно. Таким образом, для сопоставления и оценки во времени данных МРТ нескольких пациентов требуется ПО, способное сравнивать и оценивать такие данные.

# 1. Постановка задачи

Целью работы является создание модуля для анализа структурных данных МРТ для интеграции в программу исследования МРТ для НИИ Алмазова.

Для её выполнения были поставлены следующие задачи:

1. найти способ визуализации данных по слайсам;
2. доработать пайплайны проведения исследований;
3. совместить различные модальности (веб, корегистрация);
4. объединить функциональности в один веб-сервис;
5. доработать визуализатор;
6. внедрить групповой анализ;
7. внедрить статистическую обработку.

## 2. Обзор

Существует несколько программных продуктов, позволяющих осуществлять морфометрический анализ:

### 2.1. BrainVoyager

BrainVoyager — это мощный программный пакет для нейровизуализации, написанный на C++ и предназначенный для управления данными и их анализа. Он создавался как инструмент для анализа наборов данных анатомической и функциональной МРТ, но с годами превратился в инструмент мультимодального анализа данных (данные функционального, структурного анализа и данные трактографии). BrainVoyager поддерживает групповую и индивидуальную обработку и позволяет осуществлять обработку на нескольких ядрах, что позволяет значительно сократить время анализа

### 2.2. FreeSurfer

FreeSurfer — набор программ для анализа и визуализации структурных и функциональных данных нейровизуализации. FreeSurfer включает в себя[1]:

1. FreeView — инструмент для визуализации результатов обработки FreeSurfer, для отображения распространенных форматов МРТ-изображений;
2. TRACULA — инструмент для создания трактов в белом веществе с использованием диффузионных изображений;
3. FSFAST — инструмент для анализа функциональных данных МРТ;
4. XNem — инструмент, используемый для нормализации;
5. LGI — инструмент для подсчета локальной гирификации;

6. Matlab toolbox – свободный для распространения инструмент анализа данных продольной нейровизуализации.

FreeSurfer может управляться из командной строки, что позволяет полностью автоматизировать постобработку. Кроме того, он имеет различные графические интерфейсы пользователя (GUI) для визуализации, анализа и управления данными. Также FreeSurfer предлагает ряд инструментов для индивидуальной и групповой регистрации.

## 2.3. Slicer3D + Arctic

3D Slicer – бесплатное мультиплатформенное программное обеспечение с открытым исходным кодом для анализа (включая регистрацию и интерактивную сегментацию) и визуализацию (включая объемный рендеринг) медицинских изображений, а также для исследований в области терапии с использованием изображений. Slicer3D осуществляет поддержку плагинов для добавления функционала [3]. Одно из таких расширений – ARCTIC.

ARCTIC (аббр. Automatic Regional Cortical ThICkness) – это комплексное приложение, позволяющее проводить индивидуальный анализ толщины коры головного мозга [2]. Этот кроссплатформенный инструмент может быть запущен внутри Slicer3 как внешний модуль или непосредственно в командной строке.

Существует несколько инструментов для обработки данных МРТ, каждый из этих инструментов представляет по-своему уникальный функционал обработки и визуализации. Однако у каждого из инструментов есть свои минусы: BrainVoyager является платным, использует проприетарные структуры данных, которые затрудняют его использование как ядра для иной программы анализатора. Разработка и поддержка модуля ARCTIC не осуществляется уже несколько лет, вследствие чего ПО не работает на MacOS, требует длительной настройки на Windows и Linux. Также FreeSurfer и ARCTIC представляют собой лишь консольный интерфейс для обработки и выбора данных, используя отдельные

программы для визуализации результатов обработки, требуется значительное время, чтобы специалист, использующий программу, приобрел достаточные компетенции для комфортного использования ПО.

Также в каждой из вышеперечисленных программ отсутствует возможность совмещения данных различных исследований. Такая возможность требуется врачам для выявления закономерностей между изменениями структурных образований и функциональных связей головного мозга.



### **3. Заключение**

## Список литературы

- [1] FreeSurfer - Open Source Imaging. — <https://www.opensourceimaging.org/project/freesurfer/>.
- [2] Modules:ARCTIC-Documentation. — <https://www.slicer.org/wiki/Modules:ARCTIC-Documentation-3.6>.
- [3] Slicer3D Documentation. — <https://www.slicer.org/w/index.php?title=Documentation>.
- [4] Магонов Е. П. Катаева Г. В. Трофимова Т. Н. Современные методы автоматического вычисления объема внутричерепного пространства при МРТ-морфометрии головного мозга. — URL: <https://drive.google.com/drive/folders/1yyhnycFC-LpT6d6aIy9-lW7dM8lWkL7w?usp=sharing> (дата обращения: 26 декабря 2022 г.).
- [5] Морфометрия. — <https://ru.wikipedia.org/wiki/Морфометрия>.
- [6] Морфометрия головного мозга. — [https://www.hmong.press/wiki/Brain\\_morphometry](https://www.hmong.press/wiki/Brain_morphometry).