

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования  
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

УДК 004.896

Хоменко  
Артем Сергеевич

СРЕДСТВА СЕМАНТИЧЕСКОЙ СЕГМЕНТАЦИИ  
ТОМОГРАФИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание степени магистра  
по специальности 1 – 40 80 06 «Искусственный интеллект»

Научный руководитель  
канд. техн. наук, доцент  
Ивашенко Валерьян Петрович

Минск 2021

## ВВЕДЕНИЕ

Анализ томографических медицинских изображений включает в себя сегментацию или разделение этих изображений по некоторым признакам. Большое значение для анализа изображения имеют его характеристики: наличие границ, их четкость, контрастность, яркость и форма. При выполнении сегментации ставится задача отделить объект медицинского исследования от фона, который может быть, как контрастным, так и сливаться с объектом, что значительно усложнит процедуру сегментации, как и в случае отсутствия четкого контура у объекта исследования. Поэтому важнейшей проблемой сегментации медицинских изображений является подбор правильного метода, который с одной стороны позволит получать качественные точные результаты, а с другой стороны – иметь высокую скорость работы и производительность, не требуя при этом больших вычислительных ресурсов. Используемые сегодня методы отвечают заявленным требованиям частично, поэтому разработка усовершенствованного алгоритма сегментации медицинских изображений является очень актуальной.

В настоящее время активно развиваются медицинские интеллектуальные системы, экспертные системы и платформы поддержки принятия диагностических и терапевтических решений на базе методов искусственного интеллекта, глубокого обучения, телемедицины и обработки разнородных медицинских данных. Одним из видов медицинских данных являются сегментированные томографические изображения, используемые для предварительной диагностики, подготовки и для контроля над результатами лечения. Технология OSTIS, решающая проблемы совместимости баз знаний из различных предметных областей, позволяет интегрировать базы медицинских знаний с любыми другими базами знаний. Поэтому актуальным является разработка средств подготовки и импортирования в семантическую память знаний в виде сегментированных томографических изображений и соответствующих им диагнозов, с целью накопления и дальнейшего использования в медицинских интеллектуальных системах.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### **Цель и задачи исследования**

**Целью** диссертации является повышение точности и быстродействия алгоритмов сегментации томографических изображений. Импорт сегментированных томографических изображений в базы знаний.

Поставленные цели работы определяют следующие **задачи**:

Рассмотреть особенности томографических изображений. Провести обзор существующих методов сегментации изображений. Разработать улучшенный алгоритм сегментации изображений, повышающий точность сегментации. Провести экспериментальную проверку точности разработанного алгоритма. Для повышения быстродействия разработанного алгоритма применить параллельные вычисления с использованием кроссплатформенного стандарта параллельных вычислений OpenCL.

Разработать способ представления сегментированных изображений в семантической памяти. Разработать программные средства для импортирования сегментированных изображений в семантическую память интеллектуальных систем.

**Объект** исследования – средства семантической сегментации томографических изображений.

**Предмет** исследования – методы повышения точности и быстродействия алгоритмов сегментации томографических изображений. Способы представления сегментированных изображений в семантической памяти. Средства импорта сегментированных изображений в семантическую память.

### **Научная новизна**

1. Алгоритм нечетких С-средних с модифицированной мерой расстояния, использующей трехмерные данные. Переход к трехмерному пространству и использование модифицированной меры расстояния, позволил скорректировать шум, поскольку томографические изображения включают в себя в основном органы, которые имеют совмещенные воксели одного и того же типа ткани в трехмерном пространстве.

2. Способ представления на базе теоретико-множественной интерпретации сегментированного изображения как множества всех пикселей изображения, которое разбивается на непересекающиеся подмножества, являющиеся сегментами изображения.

### **Положения, выносимые на защиту**

1. Разработана версия алгоритма нечетких С-средних с модифицированной мерой расстояния, использующей трехмерные данные. Переход к трехмерному пространству и использование модифицированной меры расстояния позволил скорректировать шум, поскольку томографические изображения включают в себя в основном органы, которые имеют совмещенные воксели одного и того же типа ткани в трехмерном пространстве.

2. Разработан способ представления на базе теоретико-множественной интерпретации сегментированного изображения как множе-

ства всех пикселей изображения, которое разбивается на непересекающиеся подмножества, являющиеся сегментами изображения. Разработано программное средство, позволяющее формировать структуру в виде дерева сегментов, и конвертировать ее в sc-код пригодный для добавления в базу знаний OSTIS системы.

### **Апробация и результатов диссертации**

Материалы работы докладывались на 56-й и 57-й Научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов учреждения образования «Белорусский Государственный Университет Информатики и Радиоэлектроники» (Минск, 2020, 2021).

## **КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

Во **введении** обоснована актуальность темы диссертационной работы, показана необходимость проведения исследования по данной теме.

В **общей характеристике работы** сформулированы цель и задачи диссертации, обозначена область исследований.

**Первая глава** состоит из 5 разделов.

В **первом разделе** осуществляется обзор программного обеспечения для сегментации томографических изображений.

Во **втором разделе** производится патентный поиск в области сегментации медицинских изображений.

В **третьем разделе** рассматриваются методы сегментации изображений.

В **четвертом разделе** сравниваются методы сегментации изображений.

В **пятом разделе** рассматриваются параллельные вычисления и вычислительные системы.

**Вторая глава** состоит из 3 разделов.

В **первом разделе** рассматриваются математические модели существующих методов кластеризации нечетких C-средних.

Во **втором разделе** разрабатывается улучшенный алгоритм кластеризации нечетких C-средних.

В **третьем разделе** производится выбор языка программирования для реализации разработанного алгоритма.

В **третьей главе** проводятся вычислительные эксперименты для проверки разработанного алгоритма и анализ их результатов.

В **четвертой главе** к разработанному алгоритму применяются методы повышения быстродействия с использованием кроссплатформенного стандарта параллельных вычислений OpenCL.

В **пятой главе** рассматриваются способы представления сегментированных изображений в семантической sc-памяти, программные средства для семантической разметки и описания томографических изображений с использованием онтологий медицинских понятий.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе проведенного в данной работе исследования, были рассмотрены и проанализированы существующие методы сегментации изображений. Было выявлено, что медицинские изображения обладают рядом особенностей, таких как: отсутствие четкого контура, проблемы, связанные с наличием шумов и четкостью изображений, поэтому они требуют особого подхода к сегментации. Кроме того, к алгоритмам сегментации выдвигается ряд требований: максимальное соответствие сегментированной области реальному объекту, работа в режиме реального времени, устойчивость к шуму, быстрота выполнения.

Был выбран нечеткий алгоритм С-средних, распространенный для анализа медицинских изображений, но чувствительный к шумам. Была взята его математическая модель, и на ее основе была разработана улучшенная версия алгоритма с применением оптимизации роя частиц и модифицированной меры расстояния, которая использует трехмерные данные. Переход к трехмерному пространству и использование модифицированной меры расстояния позволил скорректировать шум, поскольку томографические изображения включают в себя в основном органы, которые имеют совмещенные воксели одного и того же типа ткани в трехмерном пространстве. Данный алгоритм позволил получать изображения хорошего качества при уровне шума до 10%. Данный показатель является оптимальным, т.к. помехи и шумы, возникающие при томографии, не превышают величину в 9%. Для реализации был выбран язык Python, как один из наиболее мощных и востребованных языков высокого уровня. С целью ускорения работы алгоритма был использован кроссплатформенный стандарт параллельных вычислений OpenCL.

Был разработан способ представления сегментированных томографических изображений и их описаний в sc-памяти. Разработано средство подготовки и конвертации сегментированных томографических изображений в SC-код для последующего добавления в базу знаний системы на основе технологии OSTIS.

## СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Хоменко, А.С. Анализ показателей применяемых для оценки алгоритмов сегментации / А.С. Хоменко // 56-я научная конференция аспирантов, магистрантов, студентов учреждения образования "БГУИР" : материалы конференции по направлению 2: Информационные технологии и управления – г.Минск, 2020 – С. 22

2. Хоменко, А.С. Представление сегментированных изображений в семантической памяти / А.С. Хоменко // 57-я научная конференция аспирантов, магистрантов, студентов учреждения образования "БГУИР" : материалы конференции по направлению 2: Информационные технологии и управления / ред.кол. : Л.Ю. Шилин [и др.]. – Минск: БГУИР, 2021.(в печати)