



Tampere University of Technology  
Signal Processing Laboratory  
Karen Egiazarian (Eguiazarian), Professor  
E-mail: [karen.eguiazarian@tut.fi](mailto:karen.eguiazarian@tut.fi)

30/11/2018

## ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

**кандидата физико-математических наук Егиазаряна Карена Ониковича  
на диссертационную работу Юровой Александры Сергеевны  
«Методы автоматизированной сегментации КТ-изображений брюшной полости»,  
представленную на соискание учёной степени кандидата физико-математических  
наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные  
методы и комплексы программ»**

**Целью** диссертационной работы А.С. Юровой является разработка и программная реализация методов, позволяющих автоматизировать процесс сегментации изображений компьютерной томографии брюшной полости.

**Актуальность.** Проблема сегментации медицинских изображений имеет принципиальное значение для большого количества задач, решение которых требует использования персонифицированных геометрических моделей анатомии пациентов.

Многие известные подходы к решению данной задачи применяют анализ интенсивностей КТ-изображений. Использование этой концепции при сегментации КТ-изображений брюшной полости не является эффективным в связи с большой вариативностью интенсивностей одних и тех же анатомических структур на разных снимках. Развитие подходов, использующих анатомические атласы (наборы корректно просегментированных КТ-изображений), для задач сегментации КТ-изображений брюшной полости осложняется, в частности, наличием в открытом доступе лишь небольшого числа атласов.

Таким образом, разработка новых методов автоматизированной сегментации является важной и актуальной задачей.

**Новизна.** В диссертационной работе А.С. Юровой предложен новый метод сегментации КТ-изображений брюшной полости, основанный на анализе текстуры КТ-

изображений. Метод является универсальным для получения персонифицированных моделей различных органов брюшной полости.

**Научная и практическая значимость.** Настоящая работа является не только необходимым и важным шагом в развитии методов сегментации, но и значительным вкладом в развитие многочисленных технологических цепочек, использующих персонифицированные анатомические модели.

**Другие достоинства работы.** Работу отмечает обширный обзор существующих подходов к сегментации, анализируется опыт их применения для сегментации КТ-изображений брюшной полости. Кроме того, приведены интересные сведения из истории развития моделей человеческой анатомии. Проблемы автоматизации процесса сегментации, причины использования сформулированных на входные данные ограничений и результаты работы предложенного метода проиллюстрированы убедительными примерами на реальных данных.

В основе разработанного метода лежат особенности отображения сегментируемых анатомических структур на КТ-данных. В работе приводится достаточно подробное обоснование этих особенностей с точки зрения анатомии и радиологии.

Работа отличается хорошим русским языком.

**Содержание работы.** Работа состоит из введения, пяти глав, заключения и изложена на 159 страницах. Список литературы включает 110 наименований.

Во введении описываются цели и задачи исследования, его актуальность, теоретическая и практическая значимость.

В первой главе приведен краткий исторический обзор проблемы, описаны основные особенности входных данных, рассмотрены и проанализированы существующие подходы к сегментации.

Во второй главе описаны методы сегментации, которые были предложены и реализованы автором на начальных этапах работы, приведен их анализ.

В третьей главе подробно описан разработанный автором новый метод сегментации, основанный на анализе текстуры КТ-изображений брюшной полости. Приведено теоретическое обоснование метода, проведена валидация метода на реальных данных по разработанным методикам. Для расчета текстурных признаков по КТ-изображениям реализован параллельный алгоритм.

В четвертой главе рассматривается приложение разработанного метода сегментации к практической задаче — персонализированному моделированию ЭКГ. Результаты проведенных численных экспериментов совпали с референтными.

Пятая глава посвящена описанию реализованных алгоритмов.

В заключении сделаны выводы, сформулированы основные результаты.

**Обоснованность и достоверность научных положений и выводов подтверждаются** результатами валидации метода на КТ-данных реальных пациентов — экспертной оценкой результатов работы предложенного метода и сравнением с результатами других научных групп. Результаты исследования представлены в двух работах, рекомендованных ВАК, и пяти работах, проиндексированных в международных системах цитирования Scopus и Web of Science. Результаты диссертационной работы докладывались автором на научных семинарах, российских и международных научных конференциях.

**Соответствие содержания диссертации специальности.** Содержание и результаты работы полностью соответствуют паспорту специальности 05.13.18 — Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, поскольку основными результатами работы являются реализованные программно вычислительные методы, позволяющие в автоматизированном режиме получать персонифицированные модели органов брюшной полости, и программная реализация математического моделирования ЭКГ.

#### **Замечания по работе.**

- валидация метода проведена на данных реальных пациентов; было бы целесообразно провести валидацию на большем числе наборов данных;

- при проведении качественной оценки метода использовалась предложенная автором шкала, однако непонятно, из каких соображений она была построена;

- в работе неоднократно (например, стр. 94) употребляются выражения, такие как «сегментация печени», что, исходя из введенного определения сегментации, является некорректным в данном контексте;

- в работе рассмотрены и продолжены для случая трехмерных медицинских изображений идеи анализа текстур, предложенные Хараликом; полезно было бы рассмотреть и другие подходы, например, текстурные признаки Лавса.

**Закключение.** Приведенные выше недостатки не меняют общего положительного впечатления от работы. В работе предложено оригинальное решение для актуальной, практически значимой задачи.

Диссертационная работа А.С.Юровой является законченным научным исследованием и удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к диссертациям, выполненным по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842, а ее автор достоин присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук.

Официальный оппонент:

кандидат физико-математических наук по специальности (01.01.09 — Дискретная математика и математическая кибернетика), Тамперский технологический университет, профессор, руководитель научного сообщества обработки изображений

**Адрес организации:** Tampere University of Technology, Korkeakoulunkatu 10, FI-33720 Tampere, FINLAND

**Телефон:** +358-408415663

**E-mail:** karen.eguiazarian@tut.fi

30 ноября 2018 г.



Карен Оникович Егиазарян

Личную подпись кандидата физико-математических наук Карена Ониковича Егиазаряна удостоверяю

*Virve Larmila*  
VIRVE LARMILA