

## Отзыв

научного консультанта на диссертацию Юровой Александры Сергеевны «Методы автоматизированной сегментации КТ-изображений брюшной полости», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Диссертация Юровой Александры Сергеевны посвящена разработке методов для автоматизации процесса сегментации изображений компьютерной томографии брюшной полости.

В первой главе диссертационной работы вводятся определения используемых понятий, описываются основные особенности входных данных, приводятся сведения об истории моделей человеческой анатомии, а также приводятся краткие описания существующих методов сегментации и анализ их применимости к задаче сегментации медицинских данных. Делаются выводы о возможности использовать предложенные методы для сегментации реальных КТ-данных брюшной полости.

Во второй главе приводится описание некоторых методов сегментации, предложенных и реализованных в ходе данной работы. В частности, рассматриваются методы построения персонифицированной анатомической модели пациента путём преобразования «базовой» модели с учётом антропометрических данных пациента или с учётом анатомических особенностей внутренних органов, которые отмечаются пользователем в виде контрольных точек. Кроме того, рассматривается ряд подходов, в основе которых лежит обработка воксельной кластеризации, построенной по КТ-изображению. Проведённые эксперименты показали, что предложенные методы не являются универсальными.

Третья глава посвящена описанию метода сегментации, основанного на анализе текстуры входного изображения. Приводятся результаты проведённого анализа типичных КТ-изображений брюшной полости, в результате которого выявлены их ключевые особенности, существенно влияющие на корректность создаваемых на их основе воксельных моделей органов. Сформулированы ограничения на входные данные. На основе существующих статистических методов расчёта текстурных признаков для произвольных двумерных изображений был разработан и реализован программно подход для выявления особенностей текстуры трёхмерных медицинских изображений, их интерпретации и анализа. Для получения персонифицированных анатомических моделей органов брюшной полости к результатам текстурного анализа КТ-изображения применяется метод активных контуров. Предложенный метод может применяться для сегментации органов брюшной полости и таза, имеющих на КТ-изображениях равномерную текстуру. Качественная оценка работы метода проведена на анонимизированных КТ-данных пациентов Института диагностической и интервенционной радиологии Ростокского университета (Германия) и Сеченовского университета, количественная оценка проведена на КТ-данных проекта Visceral. Проведено сравнение результатов работы предложенного метода и автоматической функции для построения моделей печени одного из коммерческих пакетов, используемого для обработки КТ-изображений в Институте диагностической и интервенционной радиологии Ростокского университета (Германия). Сравнение показало превосходство результатов сегментации предложенным методом по качеству.

В четвёртой главе рассматривается одно из приложений методов, предложенных в диссертационной работе – задача прямого моделирования ЭКГ, в качестве входных данных для которой используется воксельная модель туловища. Была разработана программная реализация моделирования электрокардиографии с использованием существующих подходов. Для отладки



программной реализации была использована воксельная модель туловища, предоставленная рабочей группой Института экспериментальной сердечно-сосудистой медицины Фрайбургского университета (Германия) и референтное решение для этой модели. Результаты моделирования, полученные в результате работы совпадают с результатами рабочей группы Фрайбургского университета. Также были проведены численные эксперименты, позволяющие сделать выводы о необходимости включения моделей некоторых органов брюшной полости в модель туловища при моделировании ЭКГ. Результаты экспериментов также совпадают с результатами рабочей группы Фрайбургского университета.

В пятой главе описан разработанный комплекс программ, включающий в себя модули для сглаживания входных данных, анализа текстуры входного изображения (в т.ч. с использованием параллельных вычислений), получения трёхмерных моделей органов брюшной полости и расчёта ошибки с использованием различных метрик (для валидации).

Заключение содержит основные результаты и выводы диссертации.

Во время нашей совместной работы Юрова Александра Сергеевна показала себя вдумчивым и инициативным исследователем, способным применять теоретические знания на практике, а также разбираться и ориентироваться в современной литературе по тематике исследования и смежным областям. Исследование проблемы автоматизации сегментации КТ-изображений брюшной полости, разработка метода сегментации, основанного на анализе текстуры КТ-изображений, его программная реализация и валидация проведены Юровой Александрой Сергеевной лично.

На 58 научной конференции МФТИ доклад Юровой Александры Сергеевны по теме диссертации был отмечен почетным дипломом.

Считаю, что диссертационная работа Юровой Александры Сергеевны «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», удовлетворяет всем требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», а ее автор заслуживает присуждения искомой степени.

Научный консультант:  
чл.-корр. РАН,  
доктор физико-математических наук,  
профессор,  
зам. директора по науке ИВМ РАН

Василевский Юрий Викторович

Подпись Василевского Юрия Викторовича удостоверяю.  
Ученый секретарь ИВМ РАН,  
доктор физико-математических наук, профессор

28.09.2018г.



Виктор Петрович Шутяев