

ОТЗЫВ официального оппонента
о диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
Хвостикова Александра Владимировича
на тему: «Математические методы обработки и анализа слаботекстурированных
медицинских изображений» по специальности 05.13.18 - «Математическое
моделирование, численные методы и комплексы программ»

Представленная диссертационная работа посвящена разработке математических методов обработки и анализа слаботекстурированных медицинских изображений различных модальностей, их алгоритмической и программной реализациям для решения задач повышения качества, классификации и сегментации медицинских изображений.

В работе рассматривается объединение классических математических методов моделирования и современных нейронных сетей, что делает работу крайне актуальной, особенно принимая во внимание стремительное развитие методов глубокого обучения. Кроме того, в работе предлагается ряд подходов решения практических задач диагностики и анализа медицинских изображений, что делает разработанные в диссертации подходы востребованными для медицинских специалистов.

Диссертационная работа состоит из введения, четырёх глав, заключения и списка литературы.

Во введении обосновывается актуальность работы и кратко перечисляются рассматриваемые в работе задачи.

Первая глава посвящена разработке методов компьютерной диагностики фиброза печени по ультразвуковым изображениям и данным эластографии. Предлагаемый в ней подход основан на анализе текстур ультразвуковых изображений, описании каждого изображения вектором признаков и их классификацией. Также в этой главе рассматривается модель спекл-шума, характерного для ультразвуковых изображений, и сравнивается подавление спекл-шума двумя методами: регуляризирующим методом, основанном на минимизации функционала полной вариации изображения, разработанным автором, и методом, основанном на применении уравнения анизотропной диффузии, используемом в работе для сравнения. Для обоих методов разработан алгоритм автоматического выбора параметра подавления спекл-шума (количество итераций фильтрации в случае метода анизотропной диффузии и параметра регуляризации в случае метода

полной вариации).

В второй главе диссертационной работы рассматриваются две задачи медицинской компьютерной диагностики: задача определения стадии болезни Альцгеймера по трёхмерным изображениям магнитно-резонансной томографии и диффузионно-тензорной магнитно-резонансной томографии и задача сегментации слизистых желез на гистологических изображениях. Обе этих задачи рассматриваются в одной главе, так как для их решения строятся нейросетевые модели, позволяющие классифицировать и сегментировать изображения. В работе предлагаются подходы, позволяющие существенно уменьшить количество параметров в нейросетевой архитектуре AlexNet и адаптировать её к задаче компьютерной диагностики болезни Альцгеймера. Также автором разработана модификация нейросетевой архитектуры Unet с использованием многомасштабного анализа входного изображения, внедрением нелокальных блоков на самых глубоких слоях сети, а также функцией потерь, принимающей во внимание контуры сегментируемых объектов. Все эти модификации улучшают результаты сегментации желёз на гистологических изображениях.

Третья глава посвящена разработке гибридного метода сегментации гистологических изображений. Идея метода заключается в тесной интеграции классических вариационных моделей активных контуров с сегментирующими свёрточными нейронными сетями. Основное отличие от классической модели заключается в том, что нейронная сеть используется для предсказания полей внутренней и внешней энергии контура в каждой точке изображения, а процесс обучения подобной нейронной сети рассматривается как структурное предсказание с минимизацией функционала максимального отдаления. Таким образом, разработанный метод позволяет производить поточечную оценку параметров вариационной модели активного контура.

В четвёртой главе описывается программный комплекс, разработанный в рамках диссертационной работы, и содержится описание основных реализованных программных модулей.

Теоретическая и практическая значимость исследования заключается в том, что разработанные алгоритмы предобработки, классификации и сегментации медицинских изображений могут применяться как независимо при проведении медицинских исследований, так и могут быть реализованы в виде связанных модулей системы медицинской компьютерной диагностики.

Достоверность и обоснованность полученных результатов обеспечена широкой теоретической базой, строгой математической обоснованностью алгоритмов, многочисленными вычислительными экспериментами и тестированием

разработанных алгоритмов на реальных медицинских изображениях.

В качестве замечаний по содержанию и оформлению данной работы можно отметить следующее:

1. В главе 1 «Методы предобработки и текстурного анализа ультразвуковых медицинских изображений» не проанализированы в полной мере методы компьютерной диагностики фиброза печени, основанные на глубоком обучении.
2. Во второй главе недостаточно подробно проанализирован метод классификацию с помощью остаточных сетей (например, широко используемой архитектуры HighRes3DNet). Методы предотвращения переобучения нейронной сети могли бы быть также освещены более обстоятельно.
3. Способ выбора точек начального положения активных контуров на изображении (глава 3, параграф 3.1.5) требует более подробной конкретизации.

Вместе с тем, указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 05.13.18 - «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» (по физико-математическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1 - 2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова, а также оформлена, согласно приложениям № 5, 6 Положения о диссертационном совете Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Таким образом, соискатель Хвостиков Александр Владимирович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 - «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Официальный оппонент:

Рычагов Михаил Николаевич

Уч. степень, уч. звание: доктор физ.-мат. наук, профессор

Шифр и наименование специальности, по которой защищена диссертация: 01.04.06

– акустика

Место работы, подразделение и должность: Московский филиал корпорации «Алаин
Технологии Ресерч энд Девелопмент, Инк», старший менеджер по разработке
программного обеспечения

Индекс, почтовый адрес места работы: 117105, Москва, Варшавское шоссе, д.9, стр.
1Б

Рабочий e-mail, рабочий телефон: mrychagov@aligntech.com

Рычагов М.Н.

26 ноября 2019 г.

Подпись Рычагова Михаила Николаевича удостоверяю:

Суркова Наталья Викторовна
Виктор по поручению



Сурков
26 ноября 2019