ОТЗЫВ официального оппонента
о диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
Довганича Андрея Артуровича
«Адаптивные методы обработки медицинских изображений»
по специальности 05.13.18 - «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

Представленная диссертационная работа посвящена разработке адаптивных методов обработки медицинских изображений различной модальности, их алгоритмической и программной реализации для решения задач повышения качества изображений, сегментации, прогнозирования течения болезни, оценки качества и классификации. Актуальность таких исследований в настоящее время только возрастает.

В работе рассматривается объединение классических методов обработки изображений, математического моделирования и современных нейронных сетей, что делает работу крайне актуальной, особенно принимая во внимание тот факт, что качественное улучшение результатов работы методов глубокого обучение невозможно без предобработки и оценки качества изображений, входящих в массив данных, применяемый для обучения моделей. Кроме того, в работе предлагается рад подходов для решения практических задач диагностики и анализа медицинских изображений.

Диссертационная работа содержит 103 страницы текста, состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы. Список литературы содержит 68 наименований.

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

Первая глава посвящена обработке и анализу изображений иммунофлюоресцентной микроскопии тканей кожи при диагностировании пузырных кожных заболеваний. В качестве данных для анализа применяется база изображений, собранная медиками из ГБУЗ МО МОНИКИ во время диагностирования пациентов в отделении дерматологии. Обработка и анализ изображений иммунофлюоресцентной микроскопии тканей кожи состоит из предобработки, сегментации, выделения хребтовых структур на участке эпидермиса и анализа полученной карты хребтовых структур с помощью алгоритма «сопротивлений». Перед выполнением анализа карта хребтовых структур бинаризуется и с неё удаляются связные компоненты малого радиуса. Описана разработка математической модели, базирующейся на алгоритме «сопротивлений», также описана разработка самого алгоритма. Для всех разрабатываемых в главе алгоритмов рассмотрен вопрос выбора значений параметров и приведены используемые при тестировании значения.

Во второй главе диссертационной работы развивается идея важности предобработки и оценки качества изображений. Для этого рассматривается классический алгоритм подавления шума на изображениях – алгоритм нелокального

среднего. Высокой степенью влияния на качество получаемого результата здесь обладает применяемая при оценке схожести блоков метрика. В диссертационной работе производится разработка модифицированной метрики структурного сходства. Данная метрика, основана на человеческом восприятии качества изображений и может применяться и как отдельная метрика для оценки качества изображений, так и в качестве составной части модифицированного алгоритма шумоподавления. Подобная универсальность достигается за счет изменения параметров алгоритма метрики, которые позволяют варьировать влияние на итоговое значение различных компонентов изображения (яркость, контрастность, структура). На основе данной метрики разрабатывается модифицированный алгоритм шумоподавления. Проводится тестирование разработанного метода на открытой международной базе изображений TID2013.

Третья глава посвящена разработке метода контроля качества рентгеновских снимков легких и его применения для улучшения качества классификации с использованием сверточных нейронных сетей. Метод контроля качества рентгеновских снимков легких сочетает в себе эмпирический подход при построении алгоритмов (он обобщает в виде алгоритма опыт рентгенологов при оценке качества снимков) и чисто математический подход, основанный на анализе производных и поведения функций в окрестностях точек экстремума (метод анализа хребтовых структур и его модификация). Такой подход позволяет проанализировать рентгеновские снимки легких с точки зрения введенного понятия «жесткости» снимков и провести фильтрацию исходных наборов данных по этому параметру. Для тестирования эффективности разработанного метода и обоснования его прикладного значения в диссертационной работе производится разработка нейросетевого классификатора рентгеновских снимков легких и оценивается его эффективность в связке с методом оценки качества рентгеновских снимков. В завершении главы строятся различные модели классификаторов как по сложности их внутреннего устройства (однокомпонентная или двухкомпонентная модель), так и по объему и качеству данных, применяемых для их обучения. Проводится валидация построенных моделей.

Четвертая глава посвящена описанию программного комплекса, разработанного в рамках диссертационной работы, и содержит описание основных реализованных программных модулей.

Заключение содержит основные результаты работы.

Научная и практическая значимость работы состоит в разработке математических моделей, позволяющих прогнозировать развитие пузырных кожных заболеваний, выполнять оценку качества изображений с учетом человеческого восприятия и анализировать качество рентгеновских снимков легких, учитывая «жесткость» полученных снимков. Разработанные методы анализа и обработки медицинских изображений позволяют увеличить точность диагностики, с применение компьютерных систем.

Достоверность результатов обусловлена высокой степенью математической обоснованности, достоверностью итогов многочисленных вычислительных экспериментов и тестированием разработанных методов на реальных медицинских

изображениях, а также многократной апробацией работы в статьях и докладах автора на различных научных конференциях.

Основные результаты работы опубликованы в 9 статьях, из них 4 работы в журналах WoS, Scopus, RSCI и в изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ им. М.В. Ломоносова по специальности 05.13.18 .

В целом работа представляет собой сбалансированное исследование, сочетающее в себе классические детерминированные математические методы обработки изображений и нейросетевые подходы. Представленные технологии имеют хороший потенциал развития и практического применения. Несомненным достоинством работы является использование при разработке и валидации алгоритмов большого количества стандартных медицинских изображений. Отдельный теоретический интерес представляет рассмотрение при обучении нейросетей карт активации. Важным является и то, что предложенные алгоритмы реализованы в программном продукте.

К тексту диссертационной работы есть ряд замечаний.

1.Наличие некорректностей в тексте.

Например, на стр.19, в пояснениях к формуле есть фраза «L — изображение содержащее только низкочастотный сигнал», при том, что параметр L стоит в знаменателе дроби.

На стр. 28 в формуле (1.3) определяется функция активации $y(vi)$. Непосредственно после этого в формуле (1.6) указывается, что «φ' — производная функции активации, которая остается неизменной». Кроме того, не ясно, что остается неизменным – функция или ее производная.

При описании алгоритма нелокального среднего, в п.2.3, начиная со стр.51 в левой части формул встречается величина « $'y'$ » не введенная до этого, и нигде больше не встречающаяся.

Есть и другие примеры, стр.53 и пр.

2. Построение карты расстояний (гл.1) следовало бы провести более точно. Например, на стр. 37 формула (1.9) нуждается в пояснениях.

3. Используемые и модифицируемые в главе 2 индексы подобия и структурного сходства требуют более детального обсуждения

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 университетом имени М.В. Ломоносова, а также оформлена согласно приложениям № 5, 6 Положения о диссертационном совете Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Считаю, что соискатель Довганич Андрей Артурович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Официальный оппонент:
доктор физико-математических наук, доцент,
профессор кафедры вычислительных методов
факультета Вычислительной математики и кибернетики
ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова».
Мухин Сергей Иванович

03.06.22

Контактные данные:
тел.: +7(495)939-2195, e-mail: vmmus@cs.msu.ru
Специальность, по которой официальным оппонентом защищена диссертация:
05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Адрес места работы:
119991, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 52,
ФГБОУ ВО Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова,
факультет Вычислительной математики и кибернетики
тел.: +7 (495) 939-30-10; e-mail:cmc@cs.msu.su
Подпись сотрудника МГУ имени М.В. Ломоносова
С.И.Мухина удостоверяю:

Подпись
Специалиста
03.06.

Ревина