

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники

УДК 004.[932.4+891]

Момотова  
Юлия Олеговна

Алгоритмы анализа медицинских изображений больных COVID-19

**АВТОРЕФЕРАТ**

на соискателя степени магистра технических наук  
по специальности 1-40 80 01 «Компьютерная инженерия»

Научный руководитель  
Лихачев Денис Сергеевич  
доцент, кандидат технических наук

Минск 2021

## **ВВЕДЕНИЕ**

Новый коронавирус 2019 (COVID-19), который впервые появился в китайском городе Ухань в декабре 2019 года, быстро распространился по миру и стал пандемией. Это оказало разрушительное воздействие как на повседневную жизнь, так и на здоровье населения и мировую экономику.

Последние статистические данные показывают, что число людей, у которых диагностировано заболевание COVID-19, растет в геометрической прогрессии и болезнь распространяется во многие страны мира.

Для предотвращения стремительного распространения болезни необходимо как можно быстрее ее диагностировать. Из-за этого потребность во вспомогательных диагностических инструментах возросла, так как на данный момент отсутствуют точные и автоматизированные способы обнаружения. Недавние результаты, полученные с использованием методов радиологической визуализации, предполагают, что такие изображения содержат важную информацию о вирусе COVID-19.

Улучшение качества выявления заболевших очень актуально в наше время в условиях пандемии. Возможность получать более точные и надежные данные положительно скажется на скорости диагностирования заболевания COVID-19. Это значительно облегчит работу врачей, снизит с них нагрузку и компенсирует их нехватку в отдаленных регионах.

В данной работе рассматривается внедрение этапа предварительной обработки рентгеновских изображений грудной клетки, как способ улучшения диагностики заболевания COVID-19.

Таким образом данная магистерская диссертация посвящена анализу существующих алгоритмов обработки рентгеновских изображений для определения наиболее эффективного метода, как этапа предварительной обработки изображений, для определения больных COVID-19. Основным критерием сравнения эффективности алгоритмов будет повышение процента точности распознавания улучшенной системы, включающей этап предварительной обработки, относительно базовой.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

*Актуальность темы исследования* обусловлена нарастающей пандемией заболевания COVID-19 и необходимостью компенсировать нехватку медицинского персонала, ускорив процесс определения заболевания посредством автоматизации. Также существует необходимость в повышении точности автоматической диагностики.

*Цель исследования:* анализ методов и алгоритмов обработки медицинских изображений для определения их эффективности в качестве этапа предварительной обработки для классификации больных COVID-19. Критерием эффективности является процент верного определения больных.

*Задачи исследования:*

- проанализировать существующие подходы для обработки медицинских изображений;
- проанализировать существующие подходы для классификации больных COVID-19;
- разработать общую структуру полной системы классификации, включающую этап предварительной обработки;
- реализовать облегченную систему классификации больных;
- реализовать наиболее эффективные алгоритмы как этап предварительной обработки для классификации;
- провести сравнительный анализ разработанной полной системы с облегченной.

*Объект исследования:* методы обработки изображений.

*Предмет исследования:* методы и алгоритмы обработки медицинских изображений больных COVID-19.

Структура магистерской диссертации обусловлена целью, задачами и логикой исследования. Работа состоит из введения, четырех глав и заключения, библиографического списка и двух приложений. Общий объем диссертации 61 страница. Работа содержит 27 рисунков. Список использованной литературы включает 46 наименования.

*Ключевые слова:* обработка изображения, классификация, COVID-19, глубокое обучение, рентгеновские снимки.

## КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

*Общая характеристика работы* содержит описание цели, задач, объекта и предмета исследования. Также дано краткое описание общей структуры и содержимого диссертации.

*Введение* демонстрирует актуальность выбранной темы. Рассматривается существующая потребность автоматизации диагностирования больных на основе рентгеновских снимков. Приводится описание предложенной концепции по улучшению качества диагностики: внедрение этапа предварительной обработки медицинских изображений.

В *первой главе* описываются существующие подходы к созданию системы классификации рентгеновских снимков больных COVID-19. Представлен анализ существующих подходов к обработке медицинских изображений для решения таких проблем как: устранение шума и выравнивание контрастности. На основании проведенного исследования отбираются наиболее эффективные алгоритмы для использования их при реализации улучшенной системы диагностики в качестве этапа предварительной обработки.

Проводится сравнительный анализ подходов к классификации медицинских изображений. Исходя из исследованных данных выбирается наиболее эффективная модель нейронных сетей глубокого обучения.

*Вторая глава* содержит подробную постановку задачи. В ней описывается упрощенная структура улучшенной системы классификации, включающей этап предварительной обработки. Приводится подробное теоретическое описание принципов работы выбранных методов и алгоритмов, выбранный в предыдущей главе.

В *третьей главе* описывается разработка улучшенной системы для классификации изображений. Имеется полное описание структуры разрабатываемой системы. Содержится подробное описание работы и реализации каждого их этапов разрабатываемой улучшенной системы.

В главе приводится подробное описание реализации выбранных алгоритмов, их применение с различными входными параметрами, влияющими на интенсивность обработки исходного медицинского изображения, и примеры использования описанных алгоритмов.

*Четвертая глава* содержит описание проведенных исследований. В начале главы приведены особенности исследования характеристик разработанной улучшенной системы.

Описаны проведенные исследования эффективности каждого из выбранных алгоритмов в качестве этапа предварительной обработки в сравнении с базовой версией системы, в которой отсутствует этот

этап. Эффективность рассматривалась как итоговый процент правильной диагностики разработанной системы (улучшенной и базовой).

Исследование каждого алгоритма проводилось изолированно с использованием двух наборов входных параметров, характеризующихся степенью интенсивности воздействия на исходное изображение (Low и High). Каждая конфигурация системы, как полная, так и базовая тестировалась три раза. В качестве итогового результата рассматривалось среднее значение.

В результате было определено, что алгоритмы из группы устранения шума оказались малоэффективны в заданных условиях и ухудшали итоговый процент относительно результата базовой системы. Алгоритмы группы выравнивания контрастности, напротив, оказались более эффективными и в определённых условиях увеличивали итоговое значение процента диагностики.

Таким образом в результате исследований была найдена наиболее эффективная конфигурация улучшенной системы, повышающая процент верного определения больных COVID-19.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате написания магистерской диссертации была разработана улучшенная система классификации больных COVID-19 на основе рентгеновских снимков легких. Отличительной особенностью данной системы является разработанный этап предварительной обработки, повышающий процент классификации.

Для реализации этого этапа были проанализированы алгоритмы обработки изображений относящиеся к двум группам, решающим следующие задачи: устранение шума и выравнивание контрастности.

Для реализации этапа классификации были рассмотрены нейронный сети. На основе проведенного анализа была выбрана и реализована модель глубокого обучения CNN с помощью библиотеки TensorFlow.

Общая структура разработанной полной системы включает такие этапы, как получение данных, предварительная обработка изображения, подготовка изображений для передачи модели нейронной сети, обучение и тестирование модели и предоставление результатов. В облегченной системе отсутствует этап предварительной обработки.

Анализ эффективности алгоритмов, как этапа предварительной обработки, осуществлялся на наборах снимков рентгеновских легких реальных людей, размещенных в открытом доступе. Оценка эффективности производилась на основе сравнения итогового процента классификации модели нейронной сети после 25 эпох обучения, полученного после этапа тестирования модели с данными, отличными от использованных при обучении. Наборы входных данных составляют 500 рентгеновских изображений не больных COVID-19 и 125 с подтвержденным диагнозом. Для тестирования эффективности использовалась пятая часть входного набора.

После проведенного исследования было получено, что наиболее эффективным в поставленных условиях оказался алгоритм CLANE. Его использование с определенными входными параметрами улучшает итоговый процент классификации больных на 1.6% относительно той же самой системы. Напротив, алгоритмы из группы устранения шума оказались малоэффективны для решения поставленных задач, ухудшая итоговый процент классификации.

Таким образом была представлена улучшенная система с использованием этапа предварительной обработки, увеличивающая эффективность диагностирования пациентов, больных COVID-19, на основе рентгеновских снимков легких.

## СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ

[1] Момотова, Ю. О. Facial emotion recognition / Ю. О. Момотова, А. С. Оверченко // Проблемы экономики и информационных технологий: сборник тезисов докладов 56-ой научной конференция аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, Минск, 18 – 20 мая 2020 г. — 2020.

[2] Момотова, Ю. О. Анализ этапов предобработки и сегментации медицинских изображений больных COVID-19 / Ю. О. Момотова // Вычислительные методы, модели и образовательные технологии 2020. – Брест: БрГУ. — 2020.

[3] Момотова, Ю. О. Анализ этапов предобработки и сегментации медицинских изображений больных COVID-19 / Ю. О. Момотова // Информационные технологии и системы 2020 (ИТС 2020) = Information Technologies and Systems 2020 (ITS 2020) : материалы международной научной конференции, Минск, 18 ноября 2020 г. — 2020. — С. 191 – 192.