

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

УДК 621.396.969:519.712

Бальцюкевич
Игнатий Казимирович

АЛГОРИТМ РЕТУШИ ГРАФИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание степени магистра
по специальности 1 - 40 80 02
«Системный анализ, управление и обработка информации»

Научный руководитель

Ломако Александр Викторович,
кандидат технических наук, доцент

Минск 2023

Нормоконтроль
А.В. Ломако

ВВЕДЕНИЕ

Современные технологии в области компьютерного зрения и развитие нейронных сетей открыли новые возможности для решения задачи ретуши графических изображений. Ретушь изображений является важным этапом обработки и улучшения графической информации, используемой в различных областях, включая фотографию, искусство, дизайн, медицину и многие другие. В современном мире с постоянным увеличением объема графических данных и растущими ожиданиями пользователей в отношении качества изображений, ретушь становится все более актуальной и востребованной задачей.

С появлением нейронных сетей и развитием компьютерного зрения открываются новые возможности для автоматизации и улучшения процесса ретуши изображений. Нейронные сети обладают способностью изучать сложные закономерности и характеристики изображений, что позволяет им эффективно обрабатывать и улучшать графическую информацию. Они могут автоматически обнаруживать дефекты и недостатки на изображении, удалять нежелательные объекты, улучшать цветовую гамму, текстуры и другие аспекты изображения, создавая впечатляющие результаты ретуши.

Целью данной диссертационной работы является разработка нового или модернизация существующего алгоритма ретуши на основе применения нейронных сетей. Объектом исследования выступают элементы, требующие удаления на графическом изображении, такие как нежелательные детали, дефекты или шумы, а также способы их удаления. Предметом исследования являются особенности архитектур нейронных сетей и базирующиеся на их использовании алгоритмы решения задач ретуши изображений.

Для достижения поставленной цели в работе были сформулированы следующие задачи

1. Проанализировать существующие алгоритмы ретуши графических изображений, включая алгоритмы, основанные на классических подходах и методах, и алгоритмы, основанные на методах глубокого обучения.
2. Разработать новый улучшенный либо модернизировать и улучшить существующий алгоритм.
3. Оценить работоспособность и качество полученного в результате исследований алгоритма.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования

В связи со все большим использованием изображений и цифровых фотографий в повседневной жизни растёт популярность графических редакторов, которые позволяют изменять внешний вид деталей, удалять нежелательные объекты и улучшать качество изображений. Поэтому задача ретуширования изображений получила значительное внимание в последние несколько лет и стала очень востребованным направлением в обработке графических изображений.

Концепция ретуширования изображений на самом деле происходит от древнего метода реставрации картин. Основная цель данной задачи - восстановить недостающие области так, чтобы это не было обнаружено человеческим глазом. В повседневной жизни существуют различные приложения для цифровой обработки изображений, такие как восстановление поврежденных видео и изображений, восстановление поврежденной старой печати и старых фотографий, удаление специальных эффектов, таких как пятна и царапины на изображениях, редактирование файлов мультимедиа, коррекция эффекта красных глаз, удаление объектов на цифровых фотографиях, удаление наложенного текста, такого как субтитры, даты, времени и т.д.

Процесс ретуширования может использоваться для удаления любого типа искажений во входном изображении, обеспечивая возможность улучшения внешнего вида и восстановления ценных исторических или личных фотографий. Благодаря развитию методов глубокого обучения и нейронных сетей, такие задачи ретуши стали более эффективными и достигают высокого качества результатов. С использованием компьютерного зрения и алгоритмов машинного обучения можно автоматизировать процесс ретуширования и обеспечить более быструю и точную работу с изображениями. Такие технологии находят применение в различных областях, включая фотографию, дизайн, искусство, медицину и даже криминалистику.

Цель и задачи исследования

Целью диссертационной работы является разработка нового или модернизация существующего алгоритма ретуши графических изображений.

Поставленная цель работы определяет следующие основные *задачи*:

1. Изучить существующие алгоритмы ретуши графических изображений;
2. Разработать новый либо модернизировать существующий алгоритм;
3. Оценить работоспособность и качество полученного алгоритма.

Область исследования

Содержание диссертации соответствует образовательному стандарту высшего образования второй ступени (магистратуры) ОСВО 1-40 80 02-2020 специальности 1-40 80 02 «Системный анализ, управление и обработка информации».

Теоретическая и методологическая основа исследования

В основу диссертации легли работы зарубежных исследователей в области ретуши графических изображений, а также технические нормативные правовые акты по тематике проводимых исследований.

Информационная база диссертационной работы сформирована на основе технической литературы, открытой информации, технических нормативно-правовых актов, сведений из электронных ресурсов, а также материалов научных конференций и семинаров.

Научная новизна

Научная новизна диссертации заключается в разработке и оптимизации модифицированной архитектуры алгоритма AOT-GAN для ретуши изображений. Внесенные изменения, такие как модификация нейронных слоев, функций активации, добавление нормализации и оптимизация гиперпараметров, значительно улучшили быстродействие и производительность алгоритма. Это делает усовершенствованный AOT-GAN наиболее эффективным вариантом для обработки и ретуши изображений.

Теоретическая значимость работы заключается в нахождении путей и способов решения поставленной задачи, заключающейся в усовершенствовании алгоритма ретуширования графических изображений. В частности, проведенный анализ существующих подходов и использование теории нейронных сетей

позволили оптимизировать набор нейронных слоёв, функций активации, состав элементов и гиперпараметров, а также добавить нормализацию.

Практическая значимость диссертации заключается в реализации разработанных положений в виде компьютерной модели и апробации на модели модифицированного алгоритма ретуширования. Проведенные модельные эксперименты показали улучшение производительности алгоритма в 1.94 раза при сравнимом качестве сгенерированных изображений. Это свидетельствует о более высокой эффективности усовершенствованного алгоритма по заданным метрикам по сравнению с оригинальным алгоритмом и существующими аналогами. Полученные результаты демонстрируют применимость и практическую применимость разработанного алгоритма в задаче ретуширования изображений, что может способствовать улучшению качества графической обработки и ускорению процесса ретуширования в различных приложениях и индустриях, таких как фотография, дизайн и медиа.

Личный вклад соискателя

Соискателем выполнены все изложенные в работе разработки и исследования. Постановка задач и обсуждение результатов проводились совместно с научным руководителем и сотрудниками кафедры информационных технологий автоматизированных систем Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники. Обработка, интерпретация данных, а также выводы сделаны автором самостоятельно.

Диссертация в целом выполнена самостоятельно, проверена в системе «Антиплагиат». Как видно из Приложения Б, процент оригинальности соответствует норме, установленной кафедрой. Цитирования обозначены ссылками на публикации, указанные в «Списке использованных источников».

Опубликованность результатов диссертации

Изложенные в диссертации основные положения и выводы опубликованы в двух печатных работах в сборниках конференций аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР. Общий объём публикаций по теме диссертации составляет 6 страниц.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Научная диссертация посвящена алгоритмам ретуши графических изображений, исследованию их особенностей и возможностям улучшения. Ретушь изображений является важной задачей в области компьютерного зрения и графической обработки, поскольку позволяет улучшить качество и внешний вид изображений путем устранения дефектов, коррекции цветового баланса, удаления шумов и других артефактов.

В работе предложен улучшенный алгоритм ретуши графических изображений, основанный на генеративно-состязательной сети *AOT-GAN*. Данная сеть обладает новой архитектурой, которая позволяет достичь значительно лучшей производительности с сохранением сопоставимого качества работы в сравнении с оригинальной моделью.

В первой главе работы исследуется понятие и применение нейронных сетей, а также их архитектура и принцип работы. Особое внимание уделяется области применения нейронных сетей в задачах ретуши изображений, а также их преимуществам и ограничениям. Кроме того, рассматривается компьютерное зрение в контексте ретуши изображений, включая определение компьютерного зрения, задачи, тренды и методы этой области, а также применение компьютерного зрения для ретуши изображений.

Во второй главе работы проводится анализ существующих подходов и методов ретуши графических изображений. Рассматриваются классические методы ретуши, основанные на традиционных подходах, а также методы, основанные на глубоком обучении. Подробно анализируются такие алгоритмы, как *Gatedconv*, *Patch-based image inpainting with GANs*, *Deepfill v1*, *Partialconv*, *Edgeconnect*.

Третья глава работы посвящена усовершенствованию алгоритма ретуши графических изображений. В этой главе описывается генеративно-состязательная сеть *AOT-GAN* и ее архитектура. Производится анализ особенностей алгоритма *AOT-GAN*. Также рассматриваются подходы к усовершенствованию алгоритма и улучшение его архитектуры.

В четвертой главе работы описывается процесс обучения усовершенствованного алгоритма ретуши изображений и его экспериментальная оценка. Рассматривается подготовка датасета и аугментация данных для обучения нейронной сети. Описываются тренировочные параметры и особенности обучения *AOT-GAN*. В главе также представлены метрики для оценки качества и производительности алгоритма. Проводится экспериментальная оценка качества и производительности, включая тестирование полученной модели и демонстрацию результатов сравнительного анализа разработанного алгоритма с альтернативными решениями.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной диссертации были исследованы нейронные сети, их архитектура и принцип работы в контексте ретуширования изображений. Также были изучены существующие подходы к ретуши изображений, включая классические методы и методы на основе глубокого обучения.

В ходе исследования было выяснено, что методы на основе глубокого обучения, особенно генеративно-сопоставительные сети (*GAN*), обладают высокой эффективностью и качеством в ретушировании изображений. Однако выбранная первичная архитектура *AOT-GAN*, которая была рассмотрена, имела некоторые недостатки, включая низкую скорость работы и длительное время обучения.

Для преодоления этих недостатков было предложено усовершенствование алгоритма *AOT-GAN* путем изменения его архитектуры и оптимизации гиперпараметров. В результате были внесены определенные модификации, которые значительно улучшили быстродействие алгоритма. Количество и размерность нейронных слоев были изменены, а также были применены новые функции активации и слои нормализации. Некоторые элементы оригинальной архитектуры были удалены для сокращения числа параметров и ускорения обучения.

Экспериментальная оценка усовершенствованной архитектуры была проведена с использованием различных метрик качества и производительности. Результаты экспериментов показали, что модифицированный *AOT-GAN* имеет лучшую в 1.94 раза производительность и достигает сопоставимого качества сгенерированных изображений по метрикам *L1*, *PSNR*, *SSIM* и *FID*. Это подтверждает преимущества предложенного усовершенствования алгоритма *AOT-GAN* в задаче ретуширования изображений.

Исходя из результатов исследования, можно сделать вывод, что применение нейронных сетей и компьютерного зрения в ретушировании изображений является эффективным подходом. Усовершенствованный алгоритм *AOT-GAN* позволяет достичь высокого качества ретушированных изображений при значительном сокращении времени работы, что делает его эффективным вариантом для практического применения.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

[1–А.] Бальцюкевич, И.К. Обзор алгоритмов ретуши графических изображений / И.К. Бальцюкевич // 58-я научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР. – 2022. – С.22.

[2–А.] Бальцюкевич, І.К. Метады паляпшэння алгарытму рэтушы графічных відарысаў / І.К. Бальцюкевич // 59-я навуковая канферэнцыя аспірантаў, магістрантаў і студэнтаў БДУІР. – 2023. – С.140.