

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

УДК 004.4:004.032.26

Жук
Дмитрий Сергеевич

Программное средство для раскрашивания
черно-белых фотографий

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра технических наук
по специальности 1-40 80 05– Компьютерная инженерия

Научный руководитель
Азаров И.С.
д.т.н., профессор

Минск 2024

Введение

Фотография, имеет долгую и насыщенную историю, начинающуюся задолго до появления цифровых технологий. С момента изобретения в начале XIX века фотография прошла впечатляющую эволюцию. Изначально, из-за технических ограничений, фотографии были черно-белыми, но уже тогда существовали различные способы добавления цвета, такие как ручная раскраска, химические процессы, окрашивание и тонирование.

С развитием технологий появились новые способы раскрашивания (цветизации) черно-белых фотографий. В XX веке цифровая обработка изображений и компьютерная графика изменили процесс цветизации, предоставляя художникам, фотографам и исследователям новые возможности. Современные программные средства и алгоритмы, от традиционных методов ручной раскраски до современных алгоритмов глубокого обучения, продолжают развиваться, предлагая новые инструменты для творчества и исследований.

Раскрашивание черно-белых фотографий с использованием нейронных сетей является перспективной областью в компьютерном зрении и обработке изображений. Развитие глубокого обучения и искусственного интеллекта сделало нейронные сети эффективным инструментом для автоматизации цветизации. Эти алгоритмы обучаются на больших наборах данных цветных изображений, что позволяет им предсказывать цвета для черно-белых фотографий с высокой точностью.

Одним из ключевых преимуществ нейронных сетей является их способность учитывать контекст изображения, что позволяет достигать более естественных и реалистичных результатов. Большие объемы данных и вычислительные мощности способствуют обучению глубоких моделей, которые могут анализировать структуру и содержание изображения, интерпретируя объекты и их оттенки для точной цветизации.

Исследования и разработки также сосредоточены на создании интерактивных инструментов для цветизации, которые позволяют пользователям вносить коррективы в процесс автоматической цветизации. Это позволяет комбинировать автоматические и ручные методы для достижения наилучших результатов. Например, пользователи могут задавать начальные цвета или корректировать оттенки, чтобы добиться желаемого эффекта.

Разработка программного средства для цветизации черно-белых фотографий имеет не только научную, но и практическую значимость. Восстановление и цветизация старых фотографий вносят вклад в сохранение культурного наследия, делая исторические материалы более доступными и понятными. Цветные изображения вызывают больший эмоциональный отклик, что делает их более привлекательными для зрителей.

Таким образом, цель данного исследования – создание эффективной и точной нейронной сети для автоматической цветизации черно-белых

фотографий, используя новейшие достижения в области глубокого обучения и искусственного интеллекта. Это улучшит качество и реалистичность цветизации и расширит возможности использования цветизированных изображений в различных областях.

Актуальность темы исследования

Раскрашивание черно-белых фотографий — это актуальная и значимая тема. Применение этой технологии охватывает различные области, от культурного наследия до современных мультимедийных технологий.

Многие исторические фотографии и документы, запечатлевшие важные моменты прошлого, существуют только в черно-белом формате. Автоматическое раскрашивание позволяет восстановить и оживить эти изображения, делая их более доступными и понятными для современного зрителя. Цветные фотографии могут вызвать более сильный эмоциональный отклик и помочь в интерпретации исторических событий и культурных контекстов.

Цветизация черно-белых изображений полезна в научных исследованиях, таких как анализ исторических данных, географических и экологических изменений. Например, раскрашенные аэрофотоснимки могут улучшить радиометрические свойства изображений и поддерживать дальнейшие исследования в таких областях, как картирование земельного покрова и семантическая сегментация.

В индустрии развлечений и медиа цветизация черно-белых фильмов и фотографий помогает оживить старые киноленты и архивные материалы, делая их более привлекательными для современной аудитории. Это также позволяет создавать новые художественные произведения на основе старых черно-белых снимков, открывая новые возможности для творчества и ремастеринга фильмов.

Использование глубокого обучения и нейронных сетей в цветизации изображений демонстрирует значительный прогресс в области искусственного интеллекта и компьютерного зрения. Современные алгоритмы позволяют автоматически и с высокой точностью предсказывать цвета для черно-белых фотографий, что значительно сокращает время и усилия по сравнению с ручной раскраской. Эти достижения стимулируют дальнейшие исследования и разработки в области автоматизации обработки изображений.

Степень разработанности проблемы

Исследование и развитие методов раскрашивания черно-белых фотографий прошли долгий путь и достигли значительного прогресса благодаря развитию технологий глубокого обучения и искусственного интеллекта. Последние достижения в области глубокого обучения и нейронных сетей привели к революции в методах цветизации. Современные

алгоритмы могут обучаться на больших наборах данных цветных изображений, что позволяет им предсказывать цвета для черно-белых фотографий с высокой точностью. Основные достижения включают:

- Сверточные нейронные сети (CNN). Использование CNN для цветизации изображений стало основным методом благодаря их способности учитывать пространственные особенности изображения. CNN могут эффективно анализировать и интерпретировать содержимое изображения, что позволяет достигать более точных результатов;

- U-Net и Hyper-U-NET. Архитектуры нейронных сетей, такие как U-Net и её модификации (например, Hyper-U-NET), показали высокую эффективность в задачах цветизации. Эти сети используют объединенные связи для улучшения точности предсказания цветов, что особенно полезно для работы с историческими изображениями и аэрофотоснимками;

- Интерактивные инструменты. Современные исследования сосредоточены также на разработке интерактивных инструментов, которые позволяют пользователям вносить коррективы в автоматическую цветизацию. Это сочетание автоматических и ручных методов позволяет достигать наилучших результатов и повышает гибкость использования алгоритмов.

Одним из недостатков исследований, представленных в современных аналогах, является некачественная детализация редких объектов, закрытый исходный код и неудобство для повсеместного использования.

Цели и задачи исследования

Целью данного исследования является разработка программного средства для автоматической цветизации черно-белых фотографий, используя современные достижения в области глубокого обучения и искусственного интеллекта. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- анализ существующих методов и технологий;
- разработки нейронной сети;
- обучение нейронной сети;
- проверка и оценка результата.

Структура и объем работы

Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложения. В первой главе исследуется предметная область, рассматриваются существующие алгоритмы обработки изображений и существующие аналоги. Во второй главе описана подготовка данных: способ выбора изображения и их преобразование в оттенки серого, а также нормализация изображений. В третьей главе описан выбор архитектуры нейронной сети и проектирование

самого программного средства. В четвертой главе представлено обучение модели. В заключительной части происходит оценка полученного результата.

Заключение

Общий объем магистерской диссертации составляет 42 страницы, включая в себя 14 иллюстраций, библиографический список из 33 наименований и 1 приложения.

В данной работе была разработана и обучена модель на основе генеративно-сопоставительных сетей (GAN) для автоматического раскрашивания черно-белых фотографий. Основная цель состояла в создании системы, способной генерировать реалистичные цветные изображения из черно-белых входных данных. Процесс включал несколько ключевых этапов, от сбора данных до обучения модели, что позволило добиться значительных результатов в автоматической цветизации.

На первом этапе были собраны наборы данных, включающие как черно-белые, так и цветные изображения. Для обеспечения высокого качества обучения и точности цветизации особое внимание уделялось разнообразию и качеству изображений в наборах данных. Далее изображения были предобработаны: нормализованы, масштабированы и преобразованы в формат, пригодный для обучения модели. Этот процесс включал в себя разбиение данных на тренировочные, валидационные и тестовые наборы.

На втором этапе была разработана архитектура нейронной сети на основе генеративно-сопоставительных сетей (GAN). GAN-сети состоят из двух основных компонентов: генератора, который создает цветные изображения из черно-белых входных данных, и дискриминатора, который оценивает реалистичность сгенерированных изображений. Важным аспектом разработки было правильное выбор архитектуры и гиперпараметров модели. В результате нескольких экспериментов и тестов были выбраны оптимальные параметры, обеспечивающие высокую точность цветизации и минимизацию артефактов.

Третий этап включал процесс обучения модели, который проводился на подготовленных наборах данных. Обучение GAN-модели требует значительных вычислительных ресурсов и времени. В процессе обучения генератор и дискриминатор постоянно совершенствовались, соревнуясь друг с другом, что позволило модели обучиться генерировать реалистичные цвета. Использование современных методов оптимизации и регуляризации способствовало улучшению стабильности и качества модели.

После обучения модель прошла тестирование на различных наборах данных. Результаты показали, что предложенная модель способна генерировать цветные изображения с высокой степенью реалистичности и точности. Сравнение с другими методами цветизации и ручной раскраской продемонстрировало конкурентные преимущества разработанной модели, включая более естественные цвета и минимальные искажения.

Данное исследование внесло значительный вклад в область автоматической цветизации черно-белых изображений, продемонстрировав потенциал использования генеративно-состязательных сетей для этой задачи. Разработанная модель может найти широкое применение в различных областях, таких как реставрация и сохранение культурного наследия, мультимедиа и развлекательная индустрия, а также в научных исследованиях.