

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

УДК 004.932+004.032.26

Шакун  
Роман Александрович

Программное средство шумоподавления на изображении на основе  
сверточных нейронных сетей

#### **АВТОРЕФЕРАТ**

на соискание степени магистра информатики и вычислительной техники  
по специальности 1-40 81 02 Технологии виртуализации и облачных  
вычислений

Научный руководитель

Лукашевич Марина Михайловна  
кандидат технических наук, доцент

Минск, 2020

# ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

## **Актуальность темы исследования**

С увеличением количества цифровых снимков, сделанных каждый день, спрос на более точные и визуально приятные изображения растет. Однако из-за влияния окружающей среды, канала передачи, физических ограничений, присущих различным записывающим устройствам и других факторов изображения неизбежно загрязняются шумом во время сбора, сжатия и передачи, что приводит к искажению и потере информации изображения.

С огромным ростом генерации цифровых изображений, часто получаемых в условиях плохой атмосферы / освещения, методы восстановления изображения стали незаменимыми инструментами в современную эпоху компьютерного анализа.

Из многочисленных типов шумов, преобладающих на изображениях разных типов, в литературе чаще всего обсуждаются аддитивный белый гауссовский шум (AWGN), импульсный шум (соль и перец), шум квантования, шум Пуассона и спекл-шум. AWGN в основном происходит в аналоговых схемах во время получения и передачи изображений. Преобладание шумов других типов, таких как шум квантования, импульсный шум, спекл-шум и шум Пуассона, происходит в основном из-за неправильного изготовления, битовой ошибки и неадекватного количества фотонов во время получения изображения.

Шум можно понимать как искажение сигнала, которое препятствует процессу наблюдения изображения и извлечения информации. Из-за присутствия шума могут возникнуть проблемы с последующими возможными задачами обработки изображения, такими как обработка видео, анализ изображения и отслеживание. Поэтому шумоподавление изображения играет важную роль в современных системах обработки изображений.

## **Цель и задачи исследования**

Целью данной работы является реализация программного средства шумоподавления на изображениях. Исходя из цели выдвинуты следующие задачи:

- анализ существующих архитектур сверточных нейронных сетей, которые используются для шумоподавления на изображениях;
- анализ технологий, применяемых в машинном обучении и работе с изображениями;
- определение наиболее оптимальной сети, которая позволяет решать задачу шумоподавления;

– проведение экспериментов с целью определить параметры, с которыми сеть даёт наилучший результат.

**Объектом** исследования работы выступают цифровые изображения.

**Предметом** исследования являются архитектуры и методы обучения нейронных сетей.

**Область исследования.** Содержание диссертационной работы соответствует образовательному стандарту высшего образования второй ступени (магистратуры) специальности 1-40 81 02 «Технологии виртуализации и облачных вычислений».

### **Теоретическая и методологическая основа исследования**

В основу диссертации легли результаты известных исследований российских и зарубежных исследователей в области шумоподавления на изображениях с помощью сверточных нейронных сетей.

Эксперименты с нейронными сетями проводились с использованием фреймворка машинного обучения PyTorch и библиотеки OpenCV на базе облачного сервиса Google Colaboratory.

**Научная новизна** работы заключается в разработке программного средства шумоподавления на изображении на базе сверточной сети FFDNet.

### **Основные положения, выносимые на защиту**

1. Анализ методов шумоподавления на изображениях, которые в своей основе используют глубинное обучение нейронных сетей.
2. Структура сверточных нейронных сетей, которые подходят для шумоподавления на изображениях.

**Теоретическая значимость диссертации** заключается в том, что проведен анализ сверточных нейронных сетей и подходов шумоподавления на изображениях.

**Практическая значимость диссертации** состоит в том, что разработан программный модуль шумоподавления на изображениях.

### **Апробация и внедрение результатов исследования**

Результаты исследования были представлены на 56-ой научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР.

### **Публикации**

Основные положения работы и результаты диссертации изложены в двух опубликованных работах.

### **Структура и объем работы**

Структура диссертационной работы обусловлена целью, задачами и логикой исследования. Работа состоит из введения, пяти глав и заключения, библиографического списка и приложений. Общий объем диссертации – 68 страниц. Работа содержит 38 рисунков. Библиографический список включает 38 наименований.

Библиотека БГУИР

## ВВЕДЕНИЕ

Получение качественных изображений является актуальной задачей нашего времени. Для каких бы целей они не были необходимы: семейное фото, обложка сайта, УЗИ изображение – желание видеть качественное, четкое изображение является основной причиной огромных умственных затрат в этой области.

Цифровые изображения находятся под воздействием шумов различного типа, которые возникают из-за способов получения изображения, технологий передачи информации, а также методов оцифровывания данных.

Цифровой шум – дефект изображения, вносимый фотосенсорами и электроникой устройств, которые их используют (цифровой фотоаппарат, видеокамеры и т. п.), проявляющийся в виде случайным образом расположенных элементов раstra (точек), имеющих размеры близкие к размеру пикселя. Шум отличается от изображения более светлым или тёмным оттенком серого и цвета (яркостный шум) и/или по цвету (хроматический шум).

В настоящее время доступно множество цифровых изображений, которые предоставляют ценную информацию в различных областях применения, таких как медицинская визуализация, дистанционное зондирование, военная техника, робототехника, искусственный интеллект, биометрия и криминалистика. Загрязнение этих изображений безвозвратно разрушает интерпретируемость изображения. Поэтому проблема шумоподавления является актуальной, особенно для систем оптической диагностики, интерферометрии и простой коррекции фотографий.

Целью данной работы является реализация приложения шумоподавления на изображениях. Исходя из цели выдвинуты следующие задачи:

- анализ существующих методов, которые используются для шумоподавления на изображениях ;
- анализ существующих архитектур нейронных сетей, которые используются для шумоподавления на изображениях;
- определение наиболее оптимальной сети, которая позволяет решать задачу шумоподавления при датасете небольшого размера;
- проведение экспериментов с целью определить параметры, с которыми сеть даёт наилучший результат.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении рассмотрено современное состояние проблемы шумоподавления на изображениях, определены основные направления исследований, а также дается обоснование актуальности темы диссертационной работы.

В общей характеристике работы сформулированы ее цель и задачи, показана связь с научными программами и проектами, даны сведения об объекте исследования и обоснован его выбор, представлены положения, выносимые на защиту, приведены сведения о личном вкладе соискателя, апробации результатов диссертации и их опубликованность, а также, структура и объем диссертации.

В первой главе рассматриваются существующие методы, используемые в шумоподавлении на изображениях. Также приведен обзор архитектур сверточных нейронных сетей используемых для шумоподавления на изображениях.

Во второй главе выделены основные блоки разрабатываемого программного модуля.

В третьей главе представлена архитектура FFDNet, ее сравнение с другой популярной архитектурой DnCNN, сравнение результатов с другими современными методами.

В четвертой главе описана реализация методов на языке Python с использованием PyTorch.

В пятой главе приведены эксперименты, проводимые с FFDNet, в которых выяснялось влияние на качество шумоподавления следующих факторов: наличие/отсутствие остаточного обучения, наличие/отсутствие слоев масштабирования, наличие/отсутствие регуляризации путем ортогонализации ядра каждого слоя, выбор функции ошибки.

В заключении приводится краткий обзор результатов, полученных на каждом из этапов исследования, приводится обоснование выбранных методов и инструментов, дается критический анализ разработанной системы.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения работы был проведён анализ существующих методов используемых в шумоподавлении на изображении. Было выявлено, что в настоящее время для решения проблем шумоподавления активно используются сверточные нейронные сети, например такие как DnCNN, FFDNet. Их производительность выгодно отличается от других современных алгоритмов как количественно, так и визуально.

Было решено реализовывать сеть FFDNet, так как в отличие от других существующих нейросетей, FFDNet обладает несколькими преимуществами, такими как быстрое время выполнения и потребление небольшого объема памяти, а также способность обрабатывать широкий диапазон уровней шума с помощью одной модели нейронной сети. Сочетание между качеством шумоподавления и невысокой вычислительной нагрузкой делает этот алгоритм привлекательным для практического использования.

Проведя анализ технологий, используемых в машинном обучении, принято решение использовать в качестве фреймворка PyTorch, так как он способен развивать огромную вычислительную мощность, использует вычислительную графическую абстракцию для создания моделей ИИ, содержит множество реализаций основных блоков, используемых при проектировании нейронных сетей, таких как слои, объекты, функции активации, оптимизаторы и множество инструментов, облегчающих работу с изображениями и текстовыми данными.

По результатам экспериментов было выявлено, что при использовании остаточного обучения в FFDNet результат хоть и не значительно, но выше, чем без остаточного обучения, при этом сложность алгоритма практически не увеличивается. Также на качество шумоподавления влияет выбор ошибки в функции потерь, и как показывают эксперименты при использовании функции ошибки L2 значения PSNR выше, чем при использовании L1. Также, по результат экспериментов было выявлено, что наличие слоев масштабирования положительно влияет на качество и скорость работы сети.

На основе данных экспериментов и анализа предметной области был разработан программный модуль шумоподавления на изображении на основе сверточной сети FFDNet.

## СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Шакур, Р. А. Основные этапы 3D распознавания лиц / Р. А. Шакур // Компьютерные системы и сети: 55-я юбилейная научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов, Минск, 22-26 апреля 2019 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. – Минск, 2019. – С. 76 – 78.

2. Шакур, Р. А. Шумоподавление на изображении с помощью FFDNet / Р. А. Шакур // Мониторинг техногенных и природных объектов: материалы Международной научно-технической конференции, Минск, 28 – 29 ноября 2019 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. – Минск: БГУИР, 2019. – С. 81 – 84

3. Шакур Р.А., Шумоподавление на изображении с помощью сверточных нейронных сетей / Компьютерные системы и сети: 56-я юбилейная научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов, Минск, 21-22 апреля 2020 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. – Минск, 2019. – С. 23 – 24.

4. Шакур Р.А., Фоменок, В. В. Мониторинг и прогнозирование усталости водителя за рулем / Компьютерные системы и сети: 56-я юбилейная научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов, Минск, 21-22 апреля 2020 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. – Минск, 2019. – С. 60 – 61.