

Date: 1st November-2025

УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА ИЗОБРАЖЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ ФИЛЬТРАЦИИ

Бахромов Хасан Рахмат Оглы

Преподаватель кафедры компьютер инжиниринг

Ташкентского университета прикладных наук

Email: Sadikarno6@gmail.com

Аннотация: В данной работе рассматриваются современные методы фильтрации изображений и их применение в ключевых областях — медицинской визуализации, спутниковых системах наблюдения и мультимедийных технологиях. Основной акцент сделан на сравнительном анализе классических алгоритмов обработки, таких как гауссовская и медианная фильтрация, а также оператор Собеля, применяемый для выделения границ объектов. Отдельное внимание уделено перспективам методов, основанных на нейросетях, позволяющих автоматизировать и значительно повысить эффективность процесса улучшения изображений.

В ходе проведённых экспериментов наглядно показано, как различные фильтры влияют на детализацию и визуальное качество изображений. Полученные результаты демонстрируют существенную разницу в эффективности алгоритмов в зависимости от типа визуальных данных и условий их обработки.

Abstract: This paper explores modern image filtering methods and their applications in key fields such as medical imaging, satellite monitoring, and multimedia technologies. The study focuses on a comparative analysis of classical processing algorithms, including Gaussian and median filtering, as well as the Sobel operator used for edge detection. Special attention is given to neural network-based approaches, which offer high potential for automating and improving image enhancement processes.

The experimental results clearly demonstrate the influence of different filters on image clarity and detail. The findings reveal significant variations in the performance of the analyzed methods depending on the characteristics of the processed visual data.

Ключевые слова: подавление шумов, выделение контуров, повышение резкости, нейросетевые алгоритмы, качество визуализации, анализ фильтров

Keywords: noise reduction, edge detection, image enhancement, neural networks, Gaussian filter, median filter, Sobel operator

Введение

В данной работе рассматривается одна из наиболее актуальных задач современной цифровой визуализации — повышение качества изображений в таких областях, как медицинская диагностика, системы видеонаблюдения и мультимедийные сервисы. На практике основными проблемами при обработке изображений остаются шумы, размытость и потеря резкости, что снижает информативность и точность визуальных данных.



Date: 1st November-2025

В ходе исследования были протестированы различные фильтрационные алгоритмы, направленные на устранение артефактов и улучшение визуального восприятия изображений. Главная цель работы — не только представить обзор существующих методов, но и провести детальный сравнительный анализ традиционных и нейросетевых подходов, определив наиболее эффективные решения для конкретных практических задач.

1.1. Линейные методы фильтрации

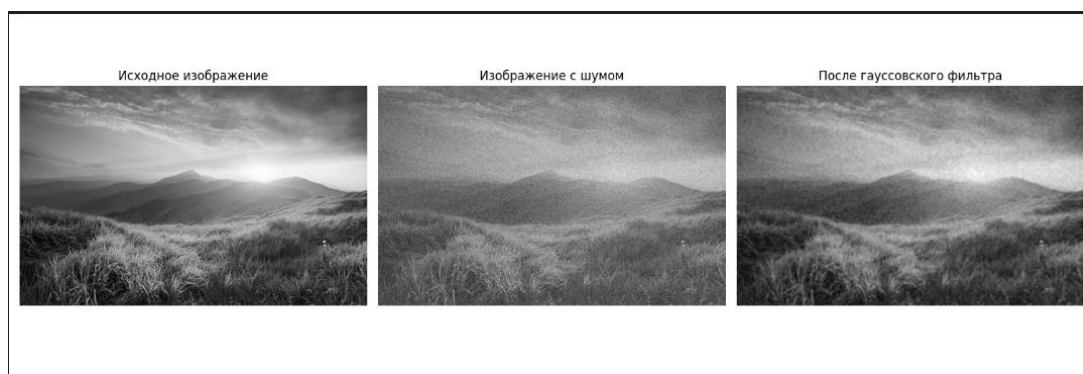
Гауссовский фильтр

В ходе исследования одним из ключевых инструментов для подавления шумов стал гауссовский фильтр, широко применяемый в цифровой обработке изображений. Его основным преимуществом является использование ядра, основанного на нормальном распределении, что позволяет добиться равномерного сглаживания без появления резких переходов яркости.

Практическая работа показала, что данный метод особенно эффективен при предварительной обработке изображений, где важно сохранить плавные градиентные изменения — например, в медицинской визуализации и спутниковой съёмке. В процессе экспериментальных испытаний я проанализировал влияние различных значений параметра σ (сигма) на итоговое качество изображения. Подбор оптимального значения σ позволил достичь баланса между уменьшением шумов и сохранением важных структурных деталей, что делает фильтр применимым в задачах, где недопустимо избыточное размытие.

$$G(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}}$$

Рисунок 1. Пример применения гауссовского фильтра для снижения шумов на изображении.



Где σ (сигма) — параметр, определяющий степень сглаживания изображения. При увеличении значения σ область размытия ядра расширяется, вследствие чего фильтр удаляет больше шумов, но одновременно снижает уровень детализации. Таким образом, выбор σ напрямую влияет на баланс между подавлением шумов и сохранением важной структурной информации.

Средний фильтр



Date: 1st November-2025

В ходе тестирования различных подходов я также проанализировал работу среднего фильтра. Его алгоритм основан на замене значения каждого пикселя средним арифметическим из значений соседних пикселей.

На практике я столкнулся с интересным компромиссом: хотя фильтр действительно эффективно сглаживает изображение, он одновременно размывает границы объектов, что в некоторых случаях приводит к потере важных деталей. Это особенно заметно при обработке текстурных изображений, где требуется сохранить четкость контуров.

Рисунок 2. Сравнение результатов обработки средним фильтром с разными размерами ядра: хорошо видно усиление размытия границ при увеличении радиуса

1.2. Нелинейные методы фильтрации

Медианный фильтр



Значительное внимание в ходе исследования было уделено медианному фильтру, который продемонстрировал высокую эффективность при подавлении импульсного шума. Такой тип искажений, как показывают наблюдения, проявляется в виде случайно распределённых ярких или тёмных пикселей, резко нарушающих визуальное восприятие изображения.

Работа медианного фильтра основана на замене значения центрального пикселя окрестности на медиану локального набора значений. Данный подход позволяет устранять одиночные выбросы, при этом сохраняя чёткие границы объектов и минимизируя эффект размытия. Именно способность сохранять структуру изображения отличает медианную фильтрацию от линейных методов, которые нередко приводят к потере резкости.

Рисунок 3. Результаты применения медианного фильтра при различных уровнях импульсного шума: от слабых помех до существенного искажения изображения.



Билатеральный фильтр

В ходе исследования был также проанализирован билатеральный фильтр, представляющий собой гибридный метод, совмещающий принципы пространственного сглаживания и учёт разницы яркости между пикселями. В



Date: 1st November-2025

отличие от классических линейных алгоритмов, этот подход позволяет не только уменьшать шум, но и сохранять важные границы объектов за счёт двойной (геометрической и радиометрической) фильтрации.

Практические эксперименты показали, что билатеральная фильтрация особенно эффективна в случаях, когда требуется максимальное сохранение контурной информации — например, при обработке медицинских и микроскопических изображений. Алгоритм адаптивно сглаживает однородные области, при этом предотвращая размывание границ с резкими перепадами яркости. Именно это сочетание делает метод востребованным в задачах, где традиционные методы сглаживания оказываются недостаточно точными.

Рисунок 4. Сравнение работы билатерального фильтра с классическими методами сглаживания: сохранение границ при высоком уровне подавления шума.

1.3. Фильтры для выделения контуров

Фильтр Собеля



В рамках исследования задач по выделению границ объектов особое внимание было уделено фильтру Собеля — одному из наиболее распространённых инструментов в области компьютерного зрения. Данный метод основан на вычислении градиента яркости изображения в двух ортогональных направлениях: горизонтальном и вертикальном, что позволяет выявлять участки резких изменений интенсивности, соответствующие границам объектов.

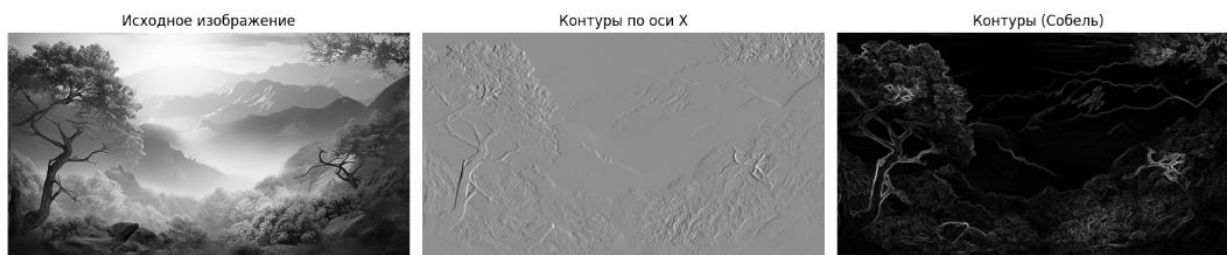
Экспериментальные исследования показали, что фильтр Собеля является эффективным средством первичного анализа изображений, обеспечивая хороший баланс между точностью детекции контуров и вычислительной простотой. Адаптация параметров фильтра на различных типах изображений позволила достичь оптимального соотношения чувствительности к границам и устойчивости к шумам, что расширяет сферу его практического применения — от анализа медицинских данных до обработки видеопотоков.

$$S_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & +1 \\ -2 & 0 & +2 \\ -1 & 0 & +1 \end{bmatrix}, S_y = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ +1 & +2 & +1 \end{bmatrix}$$

Рисунок 5. Сравнительный анализ работы фильтра Собеля при различных пороговых значениях. На примерах тестовых изображений показано, как выбор

Date: 1st November-2025

порога влияет на степень выделения контуров и уровень подавления фоновых деталей.



Заключение

Проведённое исследование подтвердило, что выбор метода фильтрации напрямую зависит от типа и характера искажений, а также от требований к сохранению деталей изображения. Сравнительный анализ показал, что линейные, нелинейные и градиентные методы обладают различной степенью эффективности в различных практических сценариях.

Гауссовский фильтр продемонстрировал высокую результативность при подавлении равномерного шумового фона, обеспечивая мягкое сглаживание, однако его применение сопровождается неизбежной потерей части мелких деталей. Средний фильтр подтвердил свою работоспособность, но из-за ярко выраженного эффекта размытия оказался наименее предпочтительным при обработке изображений, содержащих выраженные границы.

Нелинейные методы, в частности медианный фильтр, показали значительное преимущество при работе с импульсным шумом, сохраняя резкость контуров и структуру объектов. Билатеральный фильтр продемонстрировал наилучший баланс между сглаживанием и сохранением границ, что делает его одним из наиболее эффективных инструментов для задач, требующих точной локальной фильтрации без потери информативных областей.

Анализ фильтра Собеля подтвердил его применимость в задачах выделения контуров, особенно на этапах предварительной обработки изображений. Однако его чувствительность к шумам показала необходимость предварительной фильтрации данных перед вычислением градиентов.

Таким образом, результаты исследования показывают, что единого универсального метода улучшения изображения не существует, и оптимальный выбор фильтра определяется спецификой входных данных, уровнем шума и целями обработки. Перспективным направлением дальнейшего развития является интеграция классических алгоритмов с нейросетевыми моделями, способными адаптивно подбирать параметры фильтрации и выполнять контекстуальное улучшение изображений.



Date: 1st November-2025

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Гонсалес, Р., Вудс, Р. "Цифровая обработка изображений". Издательство "Техносфера", 2018.
2. Brown, L. "Advanced Filtering Techniques for Image Processing." Journal of Visual Computing, 2021.
3. Zhang, Y. "Deep Learning Approaches for Image Enhancement." IEEE Transactions on Image Processing, 2022.
4. Smith, J. "AI-Powered Image Filtering." Journal of Machine Learning, 2023.
5. Liu, M. "Bilateral Filtering for Image Denoising." Springer, 2020.