

Секция 4 «Автоматизация научных исследований»
(моделирование вычислительного процесса, распределенные системы,
нейросети и машинное обучение)

Председатели:

Демиденко Олег Михайлович, д-р техн. наук, профессор
Воруев Андрей Валерьевич, канд. техн. наук, доцент

Н. А. Аксенова, Д. С. Сыч

Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины,
г. Гомель, Республика Беларусь

**ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЛЬТРАЦИИ ПО ГАУССУ
ДЛЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ
КОНТУРНОГО ТИПА**

Введение. Предварительная обработка изображений является важным этапом перед сложным процессом трехмерного конструирования твердотельных объектов в Blender. В большинстве случаев для улучшения визуального качества изображений требуется шумоподавление, которое позволяет усилить общую четкость и сгладить дефекты.

В данной статье рассматривается фильтрация по Гауссу для изображений контурного типа, таких как, например, проекции, чертежи, эскизы, архитектурные планы застройщика. Данное изображение импортируется в среду моделирования Blender, где осуществляется предварительная обработка с помощью дополнительного программного модуля. Blender предоставляет возможность расширять свой функционал с помощью программных дополнений (аддонов). Данная технология позволяет использовать элементы компьютерного зрения и ускорить процесс 3D-моделирования объектов на основе ключевых особенностей входных изображений. В статьях [1–3] описывается способ построения трехмерных структур на основе особых точек углов. В данной статье исследуется фильтрация входных изображений для моделирования твердотельных объектов по их контурам.

Целью данного исследования является разработка и тестирование аддона фильтрации по Гауссу. Фильтрация шума – это концепция применения маски к изображению для получения окончательно отфильтрованного изображения. Шум можно удалить путем сглаживания усреднением либо с помощью сглаживания по Гауссу.

Математическое описание фильтра Гаусса. Среднее арифметическое определяется как число, равное сумме всех чисел множества, деленное на их количество. Простое среднее арифметическое вычисляется по формуле (1):

$$I = \frac{I_1 + I_2 + \dots + I_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n I_i}{n}. \quad (1)$$

Взвешенное среднее арифметическое предполагает собой, что при сложении всех чисел множества им будут придаваться некоторые веса путем умножения числа множества на соответствующий вес:

$$I = \frac{I_1 w_1 + I_2 w_2 + \dots + I_n w_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n I_i w_i}{n}, \quad (2)$$

где w_n – вес n -го члена множества.

При применении фильтра Гаусса к изображению для определения шума используется взвешенное среднее арифметическое.

Ниже приведены формулы для одномерного (см. формулу (3)) и двумерного (см. формулу (4)) изображения, где $g(x)$ – маска гауссового фильтра для определенного пикселя.

$$g(x) = e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}} \quad (3)$$

$$g(x, y) = e^{-\frac{(x^2 + y^2)}{2\sigma^2}} \quad (4)$$

Фильтр Гаусса основан на математической концепции распределения Гаусса и применяется для сглаживания изображений путем уменьшения различий между значениями пикселей. Он работает путем замены каждого пикселя изображения средним значением его соседних пикселей, взвешенным по расстоянию. Этот метод позволяет сгладить фрагменты изображения, устраняя тем самым небольшие дефекты и шумы [4].

Экспериментальная часть. Для экспериментально исследования был создан набор данных из 112 изображений. Для репрезентативности в выборку были добавлены синтетические изображения: зашумленные, размытые, содержащие высвеченные области.

Методика сравнительного анализа проводилась по скорости обработки. Использовались маски фильтра 3x3 и 5x5 и дисперсии 0,5; 2; 5; 10. Программный модуль предварительной обработки реализован на языке Python с использованием библиотеки OpenCV.

На рисунке 1 представлен пример зашумленного входного изображения, а на рисунке 2 – его вид после предварительной обработки.

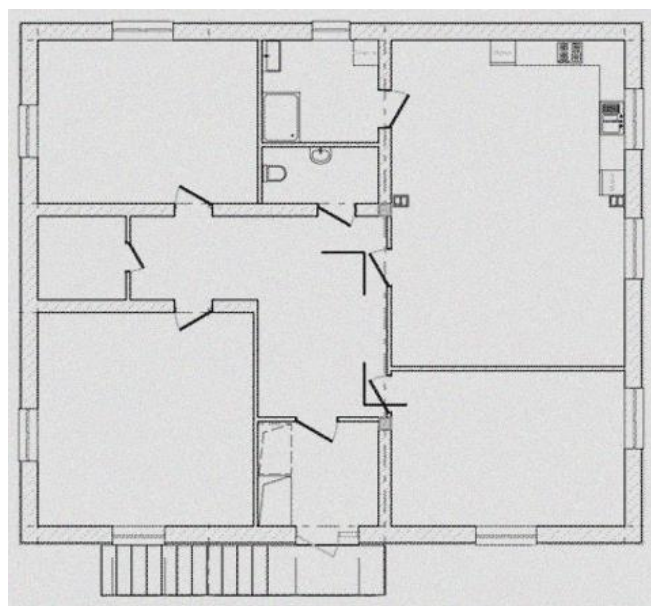
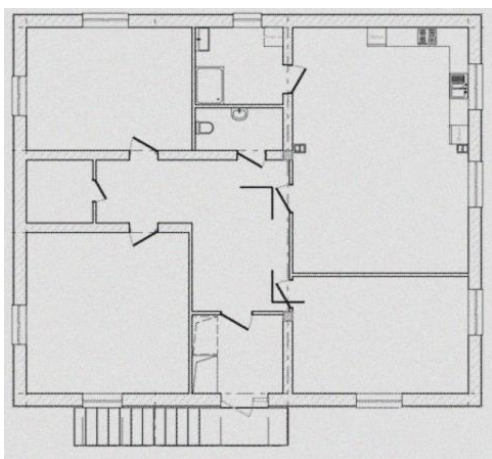


Рисунок 1 – Пример входного зашумленного изображения

Проведенное исследование показало, что фильтр Гаусса достаточно быстро работает на изображениях большого разрешения. Однако, его применение на сильно зашумленных изображениях приводит к потере детализации и тонких контуров. На рисунке 3 приведен фрагмент изображения, на котором не были определены тонкие контуры при использовании детектора границ Кэнни [5]. В таких случаях, применение фильтра Гаусса является не эффективным и требуется применение других методов фильтрации.



а)



б)



в)



г)

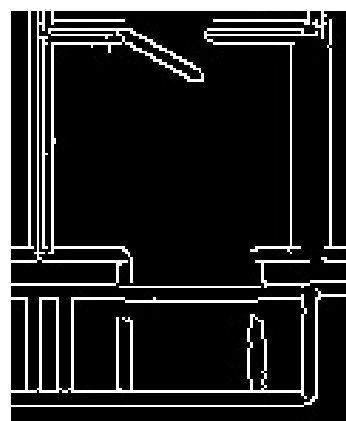
Рисунок 2 – Изображение после фильтрации Гаусса: (а) дисперсия $\sigma = 0,5$; (б) дисперсия $\sigma = 2$; (в) дисперсия $\sigma = 5$; (г) дисперсия $\sigma = 10$



а)



б)



в)

Рисунок 3 – Пример потери детализации после фильтрации Гаусса (а) фрагмент исходного изображения, (б) фрагмент после фильтрации Гаусса $\sigma = 10$, (в) фрагмент после определения границ детектором Кэнни

Закключение. В ходе исследования фильтрации по Гауссу для предварительной обработки изображений контурного типа было установлено, что данный метод эффективно минимизирует шум и сглаживает изображения, сохраняя при этом основные контурные характеристики объектов. Применение гауссового фильтра позволяет устранить мелкие артефакты, однако приводит к потере детализации тонких контуров для сильно зашумленных изображений.

Результаты исследований показывают, что при правильном выборе параметров фильтрации можно достичь значительных улучшений в качестве изображений, что в свою очередь способствует более точному анализу и интерпретации данных. Также были рассмотрены различные настройки фильтра и их влияние на итоговые характеристики обработанных изображений, что подтверждает необходимость индивидуального подхода в выборе параметров в зависимости от специфики задач.

Литература

1. Demidenko, O. M. Development of a Machine Vision System for Image Recognition of Design Estimates / O. M. Demidenko, N. A. Aksionova // *Nonlinear Phenomena in Complex Systems*. – 2022. – Vol. 25, № 2. – P. 159–167. DOI: <https://doi.org/10.33581/1561-4085-2022-25-2-159-167>.
2. Aksionova, N. A. Method of construction of three-dimensional structures based on key corner points / N. A. Aksionova, D. S. Sych, A. V. Varuyeu // *Izvestia of F. Skorina Gomel State University*. – 2021. – № 6(141). – P. 69–75.
3. Demidenko, O. M. 3D-modeling of Augmented Reality objects using Shi-Tomasi corner detection algorithms. / O. M. Demidenko, N. A. Aksionova, A. V. Varuyeu // *J. Phys. CS*. 2091. – 2021. – P. 012058. DOI: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2091/1/012058>.
4. Аксенова, Н. А Сравнительный анализ алгоритмов фильтрации для изображений архитектурных планов / Н. А. Аксенова // *Проблемы физики, математики и техники*. – 2024. – №3 (60). – С. 86–91.
5. Modification of the Canny Edge Detector for Recognition of Image Markers of Architectural Plans / N. A. Aksionova, O. M. Demidenko, A. V. Varuyeu, D. S. Sych // *7th International Conference on Information, Control, and Communication Technologies (ICCT)*. Astrakhan, Russian Federation – 2023. – DOI: <https://doi.org/10.1109/ICCT58878.2023.10347056>.

А. А. Воевода

Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины,
г. Гомель, Республика Беларусь

РАСПРЕДЕЛЕННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ СБОРА ДАННЫХ О КОМПЬЮТЕРАХ ЛОКАЛЬНОЙ СЕТИ

Введение. Сбор данных о компьютерах является полезным и необходимым действием при администрировании локальной сети. Это позволяет иметь полное и актуальное представление о состоянии сетевых устройств, а так же возможность быстро реагировать на внештатные ситуации.

Для реализации сбора данных необходимо несколько компонентов, каждый из которых будет выполнять свою функцию: сбор данных о компьютере, хранение и систематизация данных, представление данных конечному пользователю. В результате будут получена распределенная система для сбора данных о компьютерах локальной сети.