

# ФИЛЬТРАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ

*К.В.Шипунова, студент группы 4 курса*

*г.Томск, ТУСУР, РТФ, shipunovakseniya@mail.ru*

## **Проект ГПО ТУ-1203 Интеллектуальные системы видеонаблюдения**

В процессе передачи и преобразования посредством радиотехнических систем, изображения подвергаются воздействию различных помех, что в ряде случаев приводит к ухудшению визуального качества и потере участков изображений. С широким внедрением цифровых систем связи, увеличивается актуальность решения задач восстановления изображений, полученных с помощью фото- и видеокамер, с целью фильтрации изображений. На практике часто встречаются изображения, искаженные шумом, который появляется на этапах формирования и передачи его по каналу связи.

Компьютерная графика разделяется на три основных направления: визуализация, обработка изображений и распознавание образов. Визуализация — это создание изображения на основе некоего описания (модели). Основная задача распознавания образов — получение семантического описания изображенных объектов. Обработка изображений отвечает за преобразование (фильтрацию) изображений. Развитие современных средств компьютерной техники и информационных технологий способствует широкому внедрению в практику систем автоматической обработки изображений.

Первостепенной задачей такой системы является улучшение качества изображения. Проблема шумоподавления является одной из самых актуальных и распространенных проблем в области обработки изображений. Самыми распространенными видами шумов являются Гауссов и импульсный шум, а также их комбинация.

Задачей обработки изображения может быть как улучшение (восстановление, реставрация) изображения по какому-то определенному критерию, так и специальное преобразование, кардинально меняющее изображение. В последнем случае обработка изображений может быть промежуточным этапом для дальнейшего распознавания изображения (например, для выделения контура объекта). Методы обработки изображения могут существенно различаться в зависимости от того, каким путем изображение было получено — синтезировано системой машинной графики, либо путем оцифровки черно-белой или цветной фотографии или видео. В том случае, если изображение было получено с помощью оцифровки, на них, как правило, присутствует шум.

Чаще всего шумоподавление служит для улучшения визуального восприятия, но может также использоваться для каких-то специализированных целей — например, в медицине для увеличения четкости изображения на рентгеновских снимках, в качестве предобработки для последующего распознавания и т.п. Также шумоподавление играет важную роль при сжатии изображений. При сжатии сильный шум может быть принят за детали изображения, и это может отрицательно повлиять на результирующее качество сжатого изображения.

Источники шума могут быть различными [1]:

1. неидеальное оборудование для захвата изображения — видеокамера, сканер и т.п.;
2. плохие условия съемки — например, сильные шумы, возникающие при ночной фото/видеосъемке;
3. помехи при передаче по аналоговым каналам — наводки от источников электромагнитных полей, собственные шумы активных компонентов (усилителей) линии передачи.

Виды шумов.

Соответственно, шумы тоже бывают разных видов. Наиболее адекватными с точки зрения использования в практических задачах являются модели аддитивного Гауссова и импульсного шума. Аддитивный Гауссов шум характеризуется добавлением к каждому пикселю изображения значений из соответствующего нормального распределения с нулевым средним значением. Такой шум обычно вводится на этапе формирования цифровых

изображений. Импульсный шум характеризуется заменой части пикселей на изображении значениями фиксированной или случайной величины. Такая модель шума связана, например, с ошибками при передаче изображений.

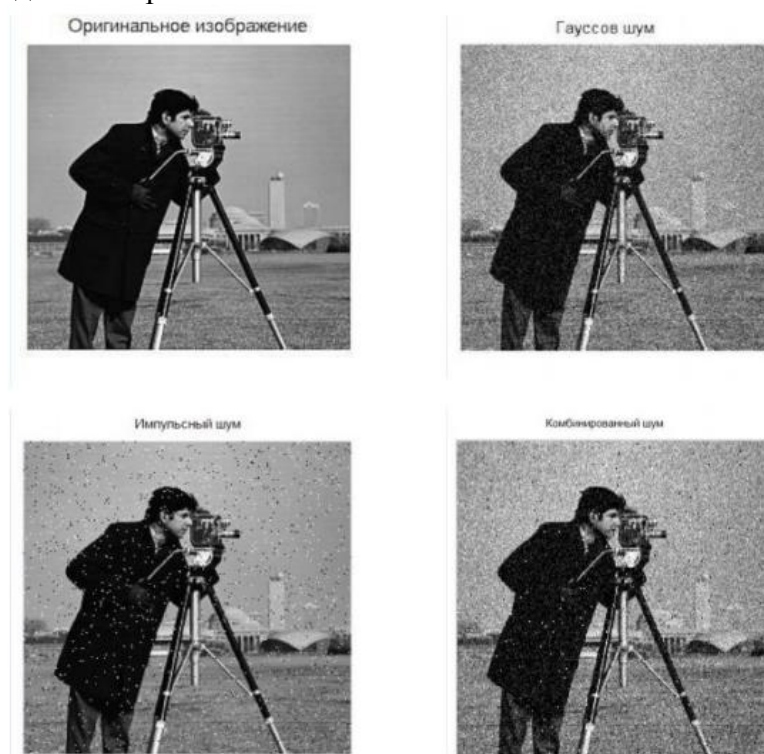


Рис. 1 – Примеры шумов

Методы удаления шумов.

Алгоритмы шумоподавления обычно специализируются на подавлении какого-то конкретного вида шума. Не существует пока универсальных фильтров, детектирующих и подавляющих все виды шумов. Однако многие шумы можно довольно хорошо приблизить моделью белого Гауссова шума, поэтому большинство алгоритмов ориентировано на подавление именно этого вида шума.

Самые распространенные методы удаления шумов [2]:

1. сглаживающие фильтры;
2. фильтры Винера;
3. медианные фильтры;
4. ранжирующие фильтры.

Для подавления Гауссова шума используются как линейные, так и нелинейные фильтры. Линейный фильтр определяется вещественнозначной функцией (ядром фильтра), заданной на растре. Сама фильтрация производится при помощи операции дискретной свертки (взвешенного суммирования). При линейной сглаживающей фильтрации [5] значение интенсивности в каждой точке усредняется по некоторой сглаживающей маске.

$$A_1 = \frac{1}{9} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}, \quad A_2 = \frac{1}{10} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix},$$

$$A_3 = \frac{1}{16} \begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{pmatrix}.$$

Рис. 2 – Примеры масок

В первом случае значению интенсивности в центральной точке присваивается среднее значение интенсивностей соседей. В других случаях — взвешенное среднее в соответствии с коэффициентами.

Потенциально лучшие результаты обработки изображения, в частности, результаты фильтрации, достигаются при использовании фильтра Винера [3]. Его применение связано с предположением о стационарности изображения. Поскольку наличие краев изображения служит нарушением стационарности, то винеровская фильтрация не является строго оптимальной. Однако при размерах кадра, значительно превышающих интервал корреляции изображения, влияние границ является малым. Технически фильтр Винера реализуется при помощи дискретного преобразования Фурье в частотной области.

Но использование методов линейной фильтрации не позволяет получить приемлемое решение в ряде практически важных задач. Следует принимать во внимание нелинейный характер самих процессов передачи, кодирования и восприятия информации, например, датчиков информации, канала связи, зрительной системы человека и т.п.

С целью расширения спектра задач, решаемых средствами цифровой обработки изображений, и преодоления ограничений, присущих методам линейной фильтрации, в настоящее время активно внедряются методы нелинейной цифровой фильтрации [4].

В отличие от теории линейной фильтрации, построение единой теории нелинейной фильтрации вряд ли возможно. Каждый из перечисленных классов имеет свои преимущества и область применения. Так, например, известно, что 9 лучшие результаты для сохранения перепадов оттенков, различных границ и локальных пиков яркости на искаженных импульсным шумом изображениях может дать применение медианной фильтрации [5].

Медианный фильтр в отличие от сглаживающего фильтра реализует нелинейную процедуру подавления шумов. Медианный фильтр представляет собой скользящее по полю изображения окно  $w$ , охватывающее нечетное число отсчетов. Центральный отсчет заменяется медианой всех элементов изображения, попавших в окно. Медианой дискретной последовательности называется средний по порядку член ряда, получающегося при упорядочении исходной последовательности.

Как и сглаживающий фильтр, медианный фильтр используется для подавления аддитивного и импульсного шумов на изображении. Характерной особенностью медианного фильтра, отличающей его от сглаживающего, является сохранение перепадов яркости (контуров). При этом если перепады яркости велики по сравнению с дисперсией аддитивного белого шума, то медианный фильтр дает лучшие результаты, чем оптимальный линейный фильтр. Особенно эффективным медианный фильтр является в случае импульсного шума.

Ранжирующий фильтр [6], как и сглаживающий, использует для преобразования изображения маску. Маска может включать или не включать центральный пиксель. Значения элементов, попадающих в маску, можно расположить в упорядоченный ряд и упорядочить по возрастанию (или убыванию), и вычислить определенные моменты этого ряда, например, среднее значение интенсивности и дисперсии. Выходным значением фильтра, которым заменяется центральный отсчет, является взвешенная сумма интенсивности центрального пикселя и медианы получившегося ряда. Коэффициенты обычно связаны определенной зависимостью со статистикой пикселей в окне фильтра.

Сравнение методов.

Целью восстановления искаженного изображения  $z(x)$  является получение из него при помощи некоторой обработки изображения, которое близко к идеальному изображению  $y(x)$  по заданному критерию. Получающееся в результате обработки изображение  $y_2(x)$  будем называть оценкой исходного (идеального) изображения  $y(x)$ . Определим ошибку оценивания в каждой точке изображения:  $\varepsilon(x) = y_2(x) - y(x)$ ,  $x \in X$ , а также среднюю квадратичную ошибку (СКО) через ее квадрат, то есть дисперсию ошибки:

$$\text{СКО} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_2(x_i) - y(x_i))^2.$$

Критерий минимума квадрата СКО является наиболее универсальным и распространенным критерием качества восстановления при проектировании алгоритмов фильтрации изображений из-за математической простоты. Однако этот критерий имеет недостаток, заключающийся в том, что он не всегда согласуется с субъективным (психовизуальным) критерием качества, основанным в основном на точности передачи контуров. Указанный критерий является конструктивным и позволяет теоретически рассчитывать оптимальные (дающие минимумы квадрата СКО) алгоритмы фильтрации при рассмотренных моделях наблюдения. Классическое сравнение основано на шумовом моделировании: берется изображение хорошего качества, добавляется шум, и затем рассматривается изображение, восстановленное от шума каждым из методов.

В данном докладе были рассмотрены различные виды шумов, методы их удаления и сравнения этих методов. В дальнейшем планируется реализовать алгоритм по удалению данных шумов, также адаптировать известные подходы для обработки не только черно-белых, но и цветных изображений. Планируется создание гибридных алгоритмов, совмещающих эффективные составляющие новых и стандартных алгоритмов.

#### Литература

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. – М.: Техносфера, 2005
2. Buades, A., V. Coll, and J.M. Morel, "A review of image denoising algorithms, with a new one," SIAM Multiscale Modeling and Simulation, vol. 4, pp. 490.530, 2005.
3. Калинкина Д., Д. Ватолин, Проблема подавления шума на изображениях и видео и различные подходы к ее решению. URL: <http://cgm.computergraphics.ru>, дата обращения 17.11.2015 (доступ свободный)
4. Грузман И.С, В.С. Киричук, В.П. Косых, Г.И. Перетягин, А.А.Спектор. Цифровая обработка изображений в информационных системах: Учебное пособие.— Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2000. — 168.
5. Бухтояров С. С., Удаление шума из изображений нелинейными цифровыми фильтрами на основе ранговой статистики. – Москва, 2007
6. Апальков И.В., Хрящев В.В. Удаление шума из изображений на основе нелинейных алгоритмов с использованием ранговой статистики. — Ярославский государственный университет, 2007.