

1 ВВЕДЕНИЕ

1.1 Постановка задачи

В результате формирования, передачи и преобразовании с помощью электронных систем, изображения могут быть подвержены различным искажениям, что в ряде случаев ухудшает качество изображения, с визуальной точки зрения, а так же скрывает некоторые участки изображений. Актуальность задач шумоподавления изображений, полученных с помощью фотокамер, видеокамер, рентгеновских снимков или другим не искусственным методом, растет с каждым годом по мере развития информационных технологий.

На текущем этапе современных средств компьютерной техники можно выделить несколько направлений. Распознавание образов - обнаружение на изображении объектов с определенными характеристиками, свойственных некоторому классу объектов. Обработка изображений - преобразует некоторым способом изображение. Визуализация - генерирование изображения на основе некоторого описания. Важную роль играют системы автоматизации всех этих процессов.

Первостепенной задачей такой системы является улучшение качества изображения. Это в первую очередь достигается за счет уменьшения количества шума на изображениях. На данный момент не существуют универсальных алгоритмов, которые позволят это сделать. Поэтому исследования в этой области не прекращаются и по сей день.

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.[1]

Целью данной квалификационной работы является изучение следующих алгоритмов шумоподавления: BM3D, Non-Local Means, Guided, Bilateral, Total Variation, Markov Random Field. Так же необходимо провести сравнительный

анализ данных алгоритмов. Дополнительной задачей стоит улучшения алгоритма основанного на случайных марковских полях.

Дипломная работа состоит из четырех разделов. В первом описаны модели шумов, классификация алгоритмов шумоподавления, описание выборки изображений, взятых для исследования. Во втором разделе подробно описаны изучаемые методы шумоподавления и подобраны оптимальные параметры для каждого. В третьем разделе приводится описание модификации алгоритма основанного на случайных марковских полях. В четвертом разделе сравниваются алгоритмы.

2 Проблема шумоподавления

При шумоподавлении особенную роль играет его природа. Почему он возник, зависит ли шум от изображения, является он аддитивным или мультипликативным, а так же модель шума.

Источники шума[2]:

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

Типы шума

- Аддитивный шум
- Мультипликативный шум

Кроме всего прочего, так же различают и модели шума.

- Гауссовский шум
- Белый шум
- Импульсный шум
- Спекл-шум
- Пуассоновский шум

В подавляющем числе случаев шум на цифровых изображениях является аддитивным гауссовым. Так как именно он зачастую появляется при формировании изображения. Он характеризуется добавлением какого-то значения из

нормального распределения с конечным среднеквадратичным отклонением. Наложение шума на изображение можно описать следующим образом.

$$y(i, j) = x(i, j) + n(i, j) \quad (1)$$

где

- y - зашумленное изображение
- x - оригинальное изображение
- n - шум имеющий распределение гаусса
- i, j - координаты пикселя

В свою очередь распределение гаусса можно задать формулой приведенной ниже.

$$G(x) = \frac{N}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left(-\frac{(x - \mu)^2}{\sigma^2}\right) \quad (2)$$

- σ - дисперсия
- μ - среднеквадратичное отклонение

Задачей шумоподавления является нахождения такого изображения x' , которое было бы максимально похоже на оригинальное изображение x . Наиболее простыми методами являются, так называемые, линейные или локальные фильтры. Они основаны на следующей идее, пиксели в некоторой окрестности с наибольшей вероятности имеют приблизительно одинаковые значения. К ним относятся алгоритмы, которые берут информацию о новом значении из пикселей в некоторой окрестности: Вох фильтра, фильтр гаусса и медианный фильтр. Данные фильтры не применяются на практике, так как после фильтрации изображения значительно теряется и теряется информация о краях.

2.1 Классификация фильтров

В данной ВКР исследуются алгоритмы отнесенные к следующим классам методов шумоподавления:

- Нелокальные: Bilateral, Guided, Non-Local Means.
- Вейвлет-преобразования: BM3D.
- На основе апостериорной вероятности: Markov Random Field.
- На основе вариаций функции: Total variation.

2.2 Dataset

Для исследования были подобраны изображения различных типов, для определения, к каким классам изображения какие фильтры применять изображения. Имеются: фотографии архитектуры, текстуры, изображения с низкой освещенностью, портреты людей, а так же комбинация некоторых. Все изображения взяты с сайта <https://pixabay.com/images/search/people/>. Ниже приведены экземпляры изображений. Изображение архитектуры:



Рис. 1: изображение типа архитектура



Рис. 2: изображение типа плохое освещение



Рис. 3: изображение типа портрет

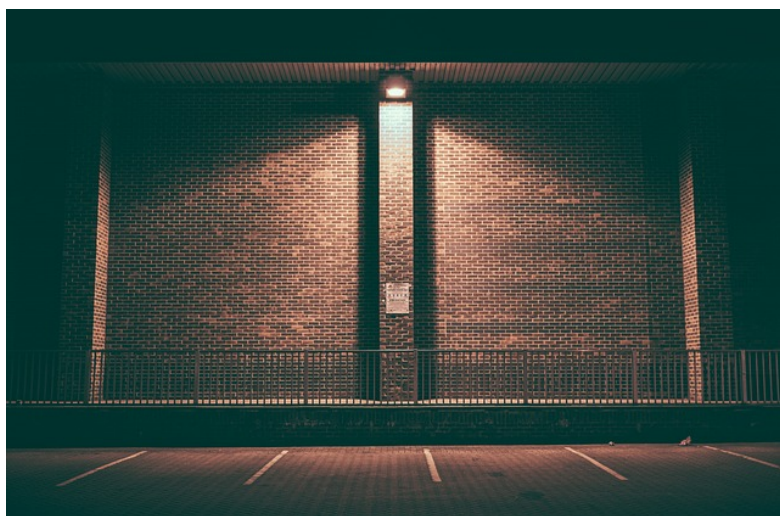


Рис. 4: изображение типа текстура



Рис. 5: изображение типа текстура

3 Описание алгоритмов

3.1 Bilateral

Основная идея билатерального фильтра заключается в том, что на текущий пиксель, влияние соседних пикселей снижается как с увеличением расстояния, так и с увеличением разницы в цветовом плане.

$$x(u) = \frac{\sum_{p \in N(u)} W_c(\|p - u\|) W_s(|y(u) - y(p)|) y(p)}{\sum_{p \in N(u)} W_c(\|p - u\|) W_s(|y(u) - y(p)|)} \quad (3)$$

где

- $x(u)$ - новое значение пикселя
- u - пиксель, для которого высчитывается новое значение
- $y(u)$ и $y(p)$ - значения пикселей в исходном изображении
- $N(u)$ - окрестность пикселя u
- W_c - весовая функция расстояния с параметров $\sigma_c = \exp(\frac{-x^2}{2\sigma_c^2})$
- W_s - весовая функция цвета с параметров $\sigma_s = \exp(\frac{-x^2}{2\sigma_s^2})$

Весовая функция подбирается в зависимости от природы шума. В данном случае выбрана функция Гаусса.

Сохранение краёв на изображении достигается за счёт весовой функции цвета. Если мы считаем новый цвет оказавшись на "темной стороне т.е. где пиксели принимают низкие значения интенсивности, то как раз "темные" пиксели будут вносить больший вклад, в то время как более "светлые" пиксели, практически не будут влиять на результат. Диапазон интенсивности, который будет влиять на итоговое значение задаётся параметром σ_s , при чем зависимость эта прямо пропорциональная. Параметр σ_c определяет радиус окрестности, которая будет влиять на итоговое значение. На практике окрестность пикселя, т.е. её радиус $= 2\sigma_c$.

Рассчитаем сложность алгоритма. Для каждого пикселя, необходимо проверить все пиксели в определенном радиусе. В таком случае сложность алгоритма $= O(nr)$, где n - количество пикселей в изображении, r - радиус.

Попытаемся подобрать оптимальные параметры, для каждого типа изображений. В дальнейшем будем считать, что среднеквадратичное отклонение шума равно 0.05. В приложении А будут приведены полученные изображения.

Список литературы

- [1] Д. Калинкина, Ватолин Д. Проблема подавления шума на изображениях и видео и различные подходы к ее решению. 2005. <http://masters.donntu.org/2013/fknt/lashchenko/library/ni.pdf> дата обращения 02.05.2019.
- [2] Р. Гонсалес, Р. Вудс. Цифровая обработка изображений. М.: Техносфера, 2005. 1072 с.

**

A Name of Appendix A