

ОЦЕНКА ШУМОВ ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПОСЛЕ АВТОМАТИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ МЕТОДОМ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ГИСТОГРАММЫ

Пухова Е., Горелик А.

Московский политехнический университет

Abstract

Analyzing the noise appearing as a result of automatic correction using histogram conversion method. Different methods of image noise analysis are shown to identify its type and to select effective noise reduction algorithms. Shown that in the corrected images the noise corresponds to the Gauss law, and impulse posterization noises appears. Measured the influence of automatic correction by histogram conversion method on the noise level in images produced with different specified exposure. Considered the possibility of noise suppression in automatic mode after correction depending on degree of correction.

Key words: *image noise, automatic correction, histogram, signal-to-noise ratio, noise in pixels exposure, noise reduction.*

Шумовые структуры являются неотъемлемой частью цифровых изображений, что обусловлено процессом получения изображений, каналами передачи, и обработкой. На разных этапах получения изображения могут возникать разные типы шумовых структур.

Предполагается, что для сенсоров устройств регистрации в условиях малого освещения или высоких температур характерны шумовые структуры, подчиняющиеся распределению Гаусса и Пуассона. Импульсные шумы возникают в результате неправильной коммутации. Такие шумы часто не зависят от пространственных координат и не коррелируют с изображением [1, 2]. Что касается процессов коррекции, которая может проводиться как в самих устройствах получения изображений, так и во внешних программах, то из-за большого разнообразия методов и степени их воздействия шумы могут описываться более сложными зависимостями [3]. Например, шумы постеризации, характерные для некоторых видов коррекции, имеют корреляцию с элементами изображения [1].

В данной статье рассмотрено влияние автоматической коррекции, осуществляемой гистограммным методом, на уровень и тип шума. Это

позволит усовершенствовать хорошо себя показавший метод автоматической коррекции через приведение гистограммы изображения по нормальному закону распределения (ПГНР) [4-6].

Такая коррекция применяется для изображений, полученных при различных условиях съемки, и компенсирует искажения передачи тонов, возникающие при экспозициях отличающихся от оптимальной.

Для анализа шумов, возникающих после применения рассматриваемой коррекции, необходимо первоначально оценить шум, возникающий в изображениях при разных экспозициях [7]. Уровень экспозиции для недоэкспонированных и переэкспонированных изображений выбирается таким образом, чтобы не было заметной потери деталей в светах и тенях изображения.

В студийных условиях проведена съемка тест-объекта (шкала ColorChecker 24) с разной экспозицией, оптимальное время экспонирования 0,008 с. при диафрагме 5,6.

Оценка шумов проводится по пиковому отношению сигнал/шум (PSNR) и по гистограмме серого поля тест-объекта [7]. Показатель PSNR определяет уровень шума в изображении, а гистограмма равномерного поля позволяет определить тип шума через сопоставление формы гистограммы с распространенными функциями плотности распределения вероятностей [1].

На рисунке 1 представлены значения PSNR для тест-объекта, полученные в трех цветовых каналах R, G, B и светлотном канала L.

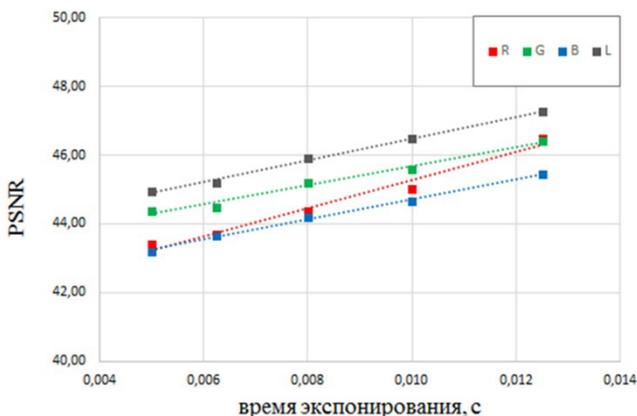


Рис. 1. Значение PSNR в каналах цветного изображения при разной экспозиции

При сравнении гистограмм с функциями плотности распределения вероятностей очевидно, что они соответствуют Гауссову распределению (Рис.2), что подтверждает известные данные [1, 3].

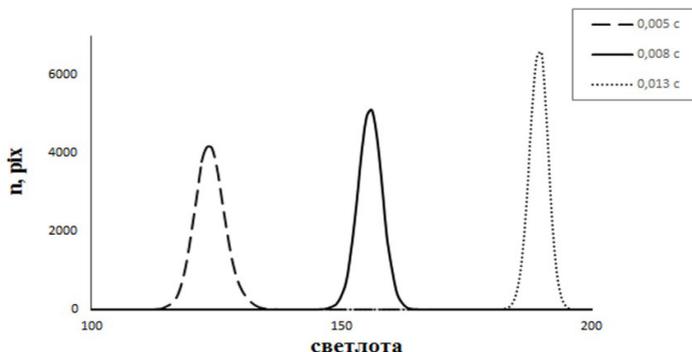


Рис. 2. Гистограммы синего канала равномерного серого поля при разных экспозициях

После проведения коррекции недоэкспонированных и переэкспонированных изображений методом ПГНР оценены уровень шума и гистограммы равномерного серого поля (Рис. 3, 4).

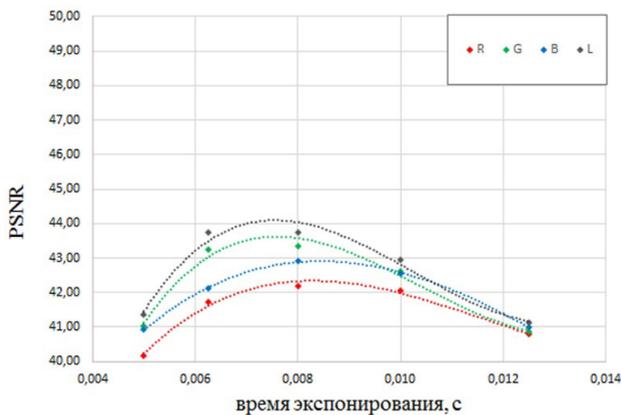


Рис. 3. Значение PSNR в каналах цветного изображения после коррекции методом ПГНР

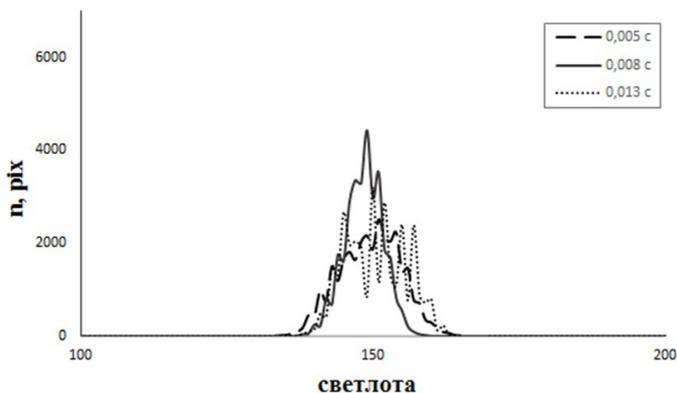


Рис. 4. Гистограммы синего канала равномерного серого поля после коррекции методом ПГНР

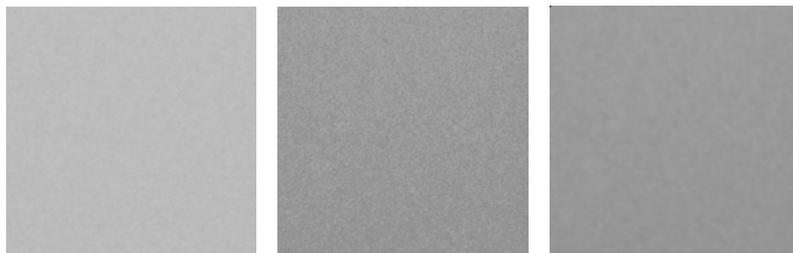
В результате коррекции недоэкспонированных и переэкспонированных изображений уровень шума заметно увеличивается, при этом наблюдается связь со степенью воздействия коррекции. Наименьший уровень шума наблюдается для изображения, полученного при оптимальном времени экспонирования, так как данное изображение в меньшей степени подвержено коррекции.

Гистограммы откорректированных изображений смещаются в область тонов, соответствующих выбранному полю тест-объекта, что характерно для коррекции, при которой исправлены искажения тонов недоэкспонированных и переэкспонированных изображений. Распределение данных в гистограмме соответствует Гауссову, но заметно увеличение стандартного отклонения относительно гистограмм некорректированных изображений, и появление пиков, характерных для импульсных шумов и шумов постеризации [1].

Для устранения шумов после коррекции изображений методом ПГНР необходимо выбрать методы, эффективно устраняющие шумы Гаусса и импульсные шумы, которые были определены в процессе анализа.

Исходя из того, что уровень шума изменяется в зависимости от степени коррекции, для автоматизации процесса предполагается применять адаптивные методы шумоподавления, которые рассчитываются исходя из таких параметров, как среднее значение и дисперсия, связанных с корректируемым изображением [1].

Для устранения Гауссова шума используется фильтр Винера, для устранения импульсных шумов – медианный фильтр [1, 8, 9]. Данные фильтры последовательно применяются к изображениям. Влияние фильтрации показано на рисунках 5, 6.



а б в
 Рис. 5 Вид участка тест-объекта в синем канале, время экспонирования 0,005 с.
 а – исходное изображение; б – после коррекции ПГНР; в – после фильтрации

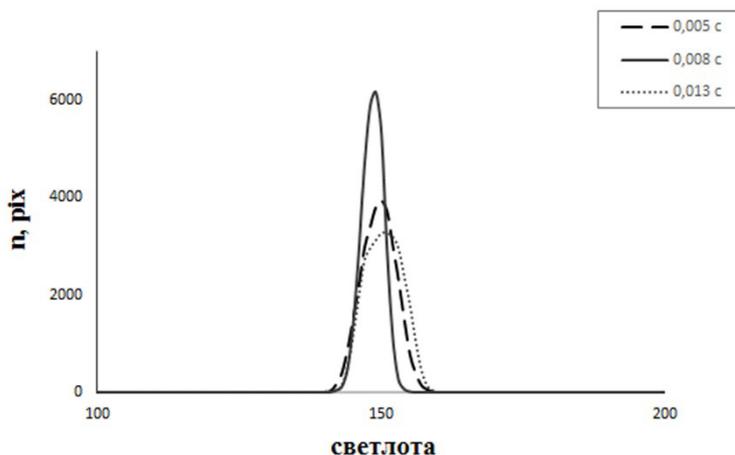


Рис. 6. Гистограммы синего канала равномерного серого поля после применения фильтров

Показано, что шумы в изображении уменьшились, гистограммы приобрели первоначальный вид, без выраженных пиков, и со значением стандартного отклонения, близким к исходному.

Рассмотрена также реализация коррекции методом ПГНР с последующим применением фильтров на реальных изображениях (Рис. 7)



*Рис. 7 Вид участка изображения
а – исходное изображение; б – после коррекции ПГНР;
в – после фильтрации*

При анализе изображений заметно уменьшение шумовой структуры, в том числе и частично шумов постеризации, хотя предложенные фильтры напрямую не рассматриваются как предназначенные для данного типа шумов [1].

Выбор фильтров на основании анализа условий получения изображений и типа шумов дал хороший результат. Планируется применение предложенных фильтров при реализации автоматической коррекции по методу ПГНР. Это позволит корректировать изображения с большими искажениями в передаче тонов и избежать появления шумов, которые характерны для таких преобразований.

Литература:

1. Гонсалес, Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений М.: Техносфера, 2006. ISBN 5-94836-028-8
2. A. Jezierska An EM approach for Poisson-Gaussian noise modeling *EU-SIPCO 19th*. 2011. V. 62. № 1. P. 13-30. ISSN: 2076-1465.

3. SukHwan Lim Characterization of noise in digital photographs for image processing *Proc. SPIE 6069, Digital Photography II, 60690O (10 February 2006)*, doi: 10.1117/12.65591
4. Пухова Е.А., Андреев Ю.С. Применение гистограммной коррекции для устранения градационных искажений при цифровой обработке изображений. *Известия высших учебных заведений. Проблемы полиграфии и издательского дела*, 2014, №6, с. 41-47. ISSN 2072-6775.
5. Пухова Е.А., Андреев Ю.С. Коррекция цвета изображений методом приведения гистограммы по закону нормального распределения. *Известия высших учебных заведений. Проблемы полиграфии и издательского дела*, 2017, №6, с. 335-347. ISSN 2072-6775.
6. Пухова Е.А., Андреев Ю.С. Материалы научно-практической конференции *Innovations of publishing, printing and multimedia technologies' Kaunas*, 2018, с. 113-121. ISSN 2029-4638.
7. IMATEST *Documentation Noise in photographic images* <http://www.imatest.com/docs>
8. Сизиков В.С., Экземпляров Р.А. Предшествующая и последующая фильтрация шумов в алгоритмах восстановления изображений *Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики*, 2014, №1(89), с. 112-122. ISSN 2226-1494.
9. Бондина Н. Н., Калмычков А. С., Кривенцов В. Э Сравнительный анализ алгоритмов фильтрации медицинских изображений *Вісник Національного технічного університету „Харківський політехнічний інститут“*. Збірник наукових праць. Серія: Інформатика та моделювання. – Харків: *HTU „XPI“*, 2012, № 38, с.14–25. ISSN 2079-0740