

ПРИМЕНЕНИЕ ГИСТОГРАММНЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ КОРРЕКЦИИ ЧЕРНО-БЕЛЫХ И ЦВЕТНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Пухова Е.А., Андреев Ю.С.

Московский политехнический университет

Abstract

The application is considered histogram processing for automating of correction of grayscale and color images with gradation and color distortions. It shows effectiveness of the method of correcting gradation of grayscale images by histogram conversion with Gaussian distribution, and also the possibility of extending this method to improve color images. Optimal color correction space is selected. The possibility of using histogram processing for correcting images with color distortions is evaluated by creating a histogram balance on RGB channels.

Key words: *image, correction, histogram processing, gradation distortions, color distortions.*

Одной из наиболее интересных и актуальных проблем при подготовке изображений к полиграфическому воспроизведению является автоматизация и унификация коррекции изображений, что в свою очередь направлено на ускорение и удешевление производства. На сегодняшний день распространены методы коррекции изображений, основанные на изменении формы градационной кривой. Основной недостаток этих методов — зависимость коррекции от семантики и имеющихся искажений изображения, что как следствие вызывает необходимость дополнительного анализа информации, усложняет или даже делает невозможным процесс автоматизации коррекции. Такие методы реализованы фирмой Adobe как методы коррекции в программном пакете Photoshop, меню Curves. Имеются также гистограммные методы коррекции, в алгоритмах которых применено выделение корректируемой части изображения. Эти методы более универсальны и позволяют одновременно анализировать изображения и корректировать их. Наиболее широко гистограммные методы представлены в монографии [1]. Распространенные решения при коррекции изображений — нормализация гистограммы, эквализация гистограммы, би-эквализация гистограммы, а также использование комбинированных методов с выделени-

ем локальных областей изображения. К недостаткам данных методов можно отнести сложность процесса выделения локальных областей, что фактически приводит к индивидуальному подходу к каждому изображению в зависимости от семантики, воспроизведения тонов, частотных характеристик.

Рассматриваются также варианты программной обработки с сегментацией изображений выделением светлотной составляющей. Коррекция светлотной составляющей чаще всего осуществляется методом градационных кривых. Примерами таких алгоритмов могут служить алгоритмы, реализованные в Adobe Photoshop CS, пункт меню «Shadow/Highlight», метод Retinex и его модификации.

В данной работе рассмотрены другие возможности применения гистограммных методов для автоматизации процесса коррекции черно-белых и цветных изображений, имеющих изначально градационные и цветовые искажения.

Показана эффективность метода коррекции градации черно-белых изображений приведением гистограммы изображения по закону нормального распределения. Этот метод далее сокращенно именуется методом ПГНР. Коррекция согласно этому методу позволяет, не проводя предварительного анализа оригинала, при любой его семантике осуществлять эффективную коррекцию тонов полученных из различных источников изображений и получать сбалансированные по градационному содержанию репродукции.

Основной идеей такой коррекции является формирование гистограммы откорректированного изображения на основе исходной путем приведением ее по закону нормального распределения.

В результате такой коррекции сохраняется специфика распределения информации внутри тонового диапазона, характерная для исходного изображения, но при этом изменяются статистические параметры гистограммы такие как среднее значение и стандартное отклонение, параметры такой коррекции зависят от параметров функции нормального распределения, заданной, как функция приведения.

Показано преимущество предложенного метода по сравнению с коррекцией по градационным кривым [2] и по сравнению с другими возможными методами гистограммной коррекции [3].

Полученные положительные результаты позволили рассмотреть возможность распространения этого метода на коррекцию цветных изображений. Решение задачи применения метода ПГНР для коррекции цветных изображений усложняется необходимостью выбора цветового пространства коррекции.

Так как при градационных искажениях в первую очередь необходимо компенсировать светлотную составляющую, то целесообразно рассмотреть в качестве пространства коррекции цветового пространства с выделенной в отдельный канал светлотной составляющей. Такими пространствами являются HSV, HSL, HSI, CIELab.

В литературе для градационной коррекции рекомендуется использовать пространства HSI и CIELab [1, 4, 5]. Следовательно, целесообразно рассмотреть возможность применения для коррекции по методу ПГНР светлотных каналов этих цветовых пространств.

Оценка результатов коррекции проводилась по шкале ColorChecker24, которая фотографировалась цифровым фотоаппаратом с разной экспозицией (рис. 1), и потом подвергалась коррекции для устранения градационных искажений. Исходные данные соответствуют паспорту шкалы, все измерения проводились в пространстве CIELab.

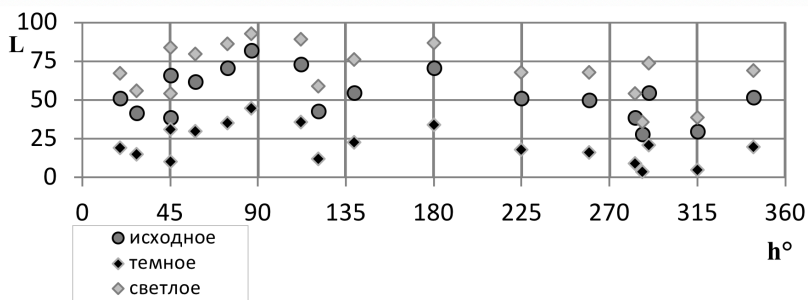


Рис. 1. Значение светлот полей исходного, темного и светлого изображения в соответствии с их расположением на цветовом круге

После проведения коррекции по методу ПГНР в светлотных каналах цветовых пространств CIELab и HSI проведена оценка компенсации искажений светлоты рис. 2, 3.

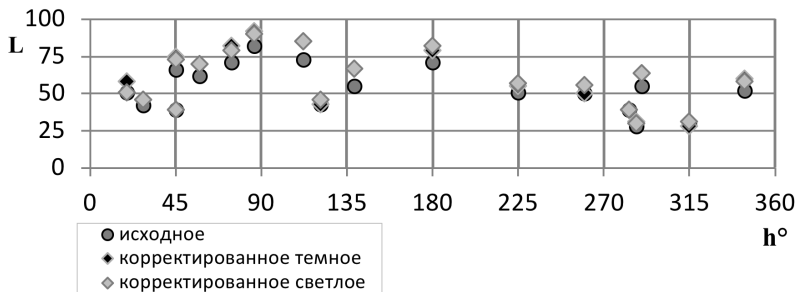


Рис. 2. Сравнение значений светлот исходного и корректированных изображений после коррекции в пространстве CIE Lab

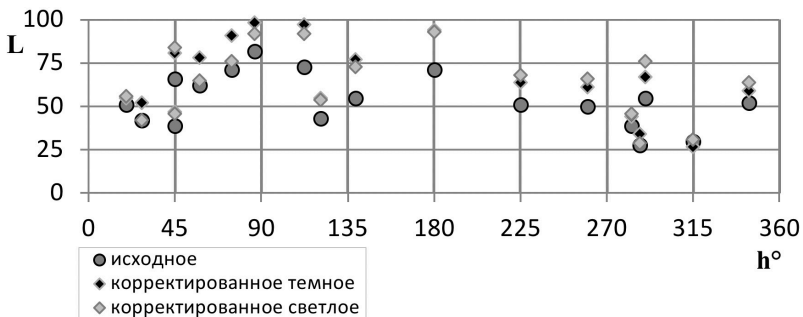


Рис.3. Сравнение значений светлот исходного и корректированных изображений после коррекции в пространстве HSI

Метод ПГНР при коррекции в цветовом пространстве CIE Lab существенно лучше компенсировал искажения в светлотном канале, и не оказал влияния на цветовые координаты полей.

Для выявления причин остаточных искажений светлоты L после коррекции в цветовом пространстве CIE Lab, оценена линейность передачи градации по ахроматическим полям шкалы, рис. 5. Полученные после коррекции изображения близки к исходному, то некоторые отклонения имеются, рис.4.

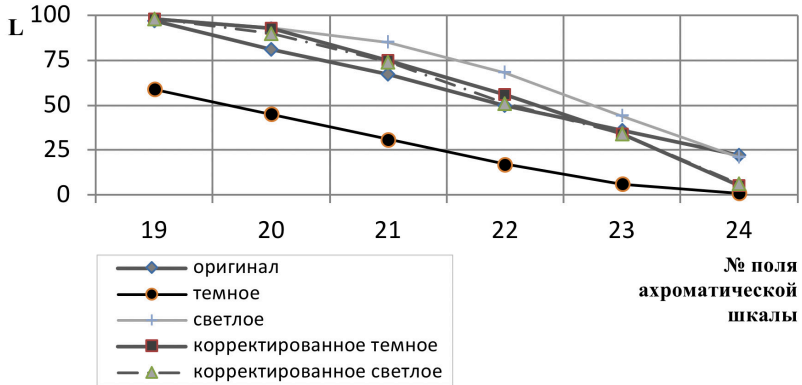


Рис. 4. Сравнение значений светлот ахроматических полей исходного и корректированных изображений при коррекции в пространстве CIELab

Полученные откорректированные изображения имеют больший динамический диапазон в сравнении с исходным изображением. Реальный динамический диапазон исходного изображения имеет меньшее значение. Для обеспечения ещё большего соответствия оттиска и оригинала предложено проводить коррекцию таким образом, чтобы параметр нормального распределения соответствовали диапазону исходного изображения. Оценена линейность передачи градаций для такой адаптированной коррекции рис. 5

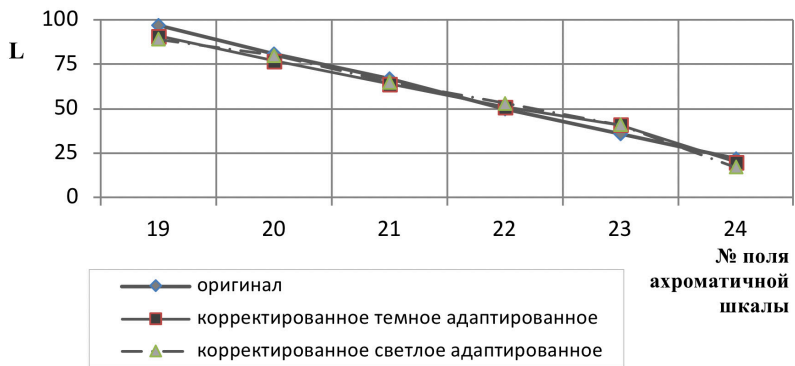


Рис. 5. Сравнение значений светлот ахроматических полей исходного и корректированных изображений

Полученные после коррекции градационные характеристики очень близки к характеристике исходного изображения. Таким образом, предложенный метод адаптированной коррекции показал хороший результат.

Проведено сравнение рассмотренного метода с методом автоматической коррекции, реализованном в Adobe Photoshop, пункт меню Auto Tone. Оценена компенсация искажений по светлоте для темного изображения, рис. 6, 7.

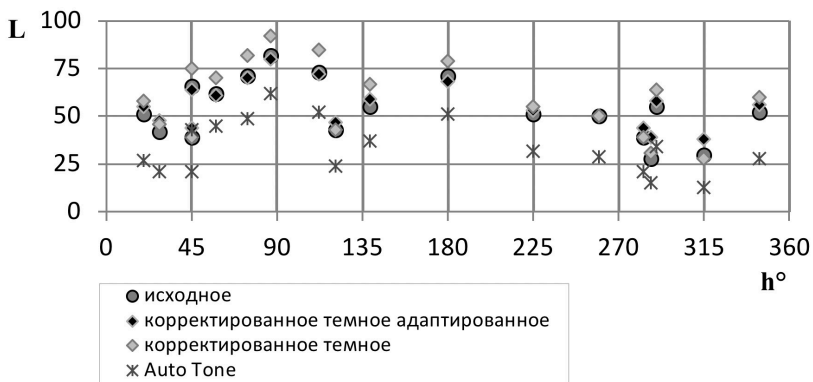


Рис. 6. Сравнение значений светлот исходного и корреktированных изображений при различных методах коррекции

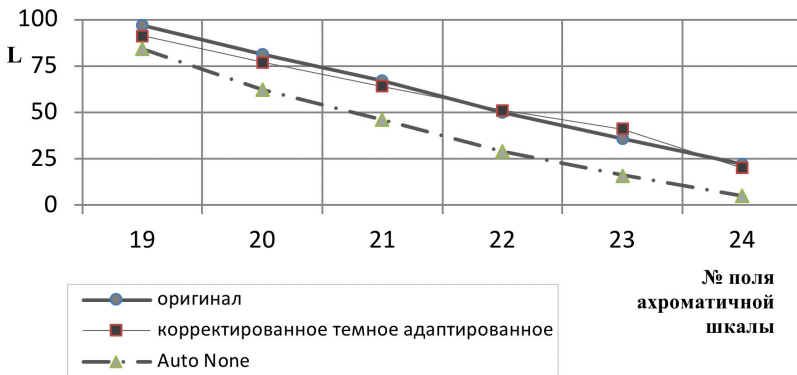


Рис. 7. Сравнение значений светлот ахроматических полей исходного и корреktированных изображений при различных методах коррекции

На примере коррекции темного изображения показано, что предложенный метод дает хорошие результаты по компенсации светлотных искажений при сравнении с автоматической коррекцией Auto Tone как при адаптированной коррекции под известный диапазон, так и коррекции при стандартных условиях.

Таким образом, показано, что тоновую коррекцию цветных изображений можно проводить по методу ПГНР, ранее предложенному для черно-белых изображений. Оптимальным цветовым пространством для проведения коррекции по методу ПГНР является пространство CIE Lab. Показана также дополнительная возможность управления коррекцией по методу ПГНР путем регулирования параметров нормального распределения на основании анализа заданного диапазона тонов.

Еще одной проблемой при коррекции цветных изображений является устранение цветового сдвига в изображении. Сложность решения этой задачи заключается в необходимости проводить такую коррекцию по цветовым каналам изображения. Наиболее удобным цветовым пространством коррекции направленной на устранение цветового сдвига является пространство RGB [1]. В пространстве RGB возможно провести автоматизированный анализ цветового сдвига сравнив распределение информации в цветовых каналах.

В изображении, не имеющем цветовой сдвиг, каналы пространства RGB сбалансированы [1, 6]. При наличии цветового сдвига один или два канала изображения имеют уменьшенный диапазон по сравнению с диапазоном изображения и существенное смещение гистограммы, которое можно оценить через смещение среднего значения. Как правило, один канал имеет диапазон соизмеримый с диапазоном цветного изображения, который оценивается по гистограмме светлотного канала пространства CIE Lab (рис 7а). При коррекции цветового сдвига канал с наибольшим диапазоном остается неизменным, а оставшиеся каналы балансируются относительно этого канала. Основными параметрами балансировки являются диапазон с соблюдением характерных точек черного и белого и выравниванием среднего значения (рис 7б). Преимуществом такого подхода является то, что коррекции подвергаются не все каналы, это позволяет избежать появления шумовой структуры и как следствия применения для ее устранения дополнительных коррекций. Таким образом, оценена возможность применения гистограммного метода для коррекции изображений с цветовыми искажениями путем создания баланса гистограмм по каналам RGB.

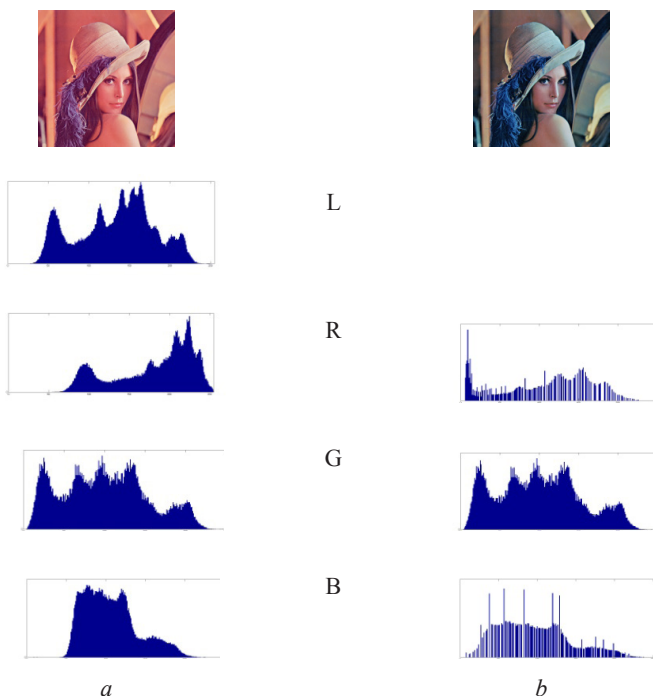


Рис.7. Изображения и их гистограммы в пространстве RGB
a – исходное изображение; *b* – скорректированное изображение

Таким образом, показаны широкие возможности применения гистограммных методов для автоматизации коррекции различных изображений. Причем для коррекции градационных искажений как в черно-белом, так и в цветном изображении не требуется анализа семантики изображения, что позволяем максимально автоматизировать процесс. Показано преимущество предложенных методов перед применяемыми в программе Photoshop.

Литература:

1. Гонсалес, Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений М.: Техносфера, 2006. ISBN 5-94836-028-8
2. Пухова Е.А., Андреев Ю.С., Винокур А.И. Анализ и сопоставление методов градационной коррекции изображений, предназначенных

для полиграфического воспроизведения. Известия высших учебных заведений. Проблемы полиграфии и издательского дела, 2016, №3, с. 28-34. ISSN 2072-6775.

3. 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.
4. [James M. Kasson](#), Wil Plouffe: An Analysis of Selected Computer Interchange Color Spaces. [ACM Trans. Graph.](#) 11(4), 1992, p 373-405.
5. Keith J. Video Demystified a Handbook for the Digital Engineer Fifth Edition *Newnes is an imprint of Elsevier*, 2007. ISBN: 0-7506-7822-4.
6. Маргулис Д. *Photoshop* для профессионалов: классическое руководство по цветокоррекции. М.: ООО «Интерсофтмарк», 2003. ISBN ISBN 5-94701-001-1.