

УДК 004.92:621.7

Т.А. Колесникова, Е.Ю. Жук, А.М. Синотин

Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков

ПРОЦЕДУРА КОРРЕКЦИИ ЦВЕТОВОГО БАЛАНСА ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ЦВЕТОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ LAB

Цветовые искажения получаемых снимков помимо многих других причин связаны с освещением снимаемой сцены, неправильным заданием баланса белого и серого, ошибками в экспозиции. Различные источники света создают освещение с разными цветовыми характеристиками. Поэтому если при съемке неправильно установить баланс белого, то в снимках появляется цветовой оттенок, который подлежит корректировке. Недоэкспонирование или уменьшение фокусировки приводят к смягчению насыщенности цветов, а при переэкспонировании получаются пастельные цвета. Все это приводит к необходимости программной настройки цвета.

Ключевые слова: баланс серого, коррекция, цветовой баланс, цветовая коррекция, цветовая модель, цифровая фотография.

Введение

Структуру анализируемых опубликованных материалов можно условно разделить на две основные группы. В первую группу входят книги которые относятся к рассмотрению цифровых фотографий. Особое внимание при этом уделялось параметрам влияющие на качество фотографии, программное обеспечение для коррекции фотографий. Рассмотрены работы таких авторов С. Келби [1], Д. Маргулиса [2]. Вторая группа источников – работы в которых рассмотрены вопросы коррекции цветовой составляющей цветового изображения. К второй группе относятся авторы М.Д. Фершиль.[3], Р.В.Г. Хант [4].

Целью данной работы является анализ существующего метода коррекции цветового баланса изображений, выявление недостатков и предложение процедуры коррекции цветового баланса, основанной на выявлении паразитного оттенка и удалении его с изображения с помощью автоматизированной пакетной обработки изображения.

Основной раздел

В ходе исследования был проведен анализ алгоритма коррекции цифровых изображений основанный на коррекции баланса серого. В данном алгоритме рассматривается коррекция баланса по-серому изображения в цветовом пространстве rgb. Предполагается, что сумма всех цветов на изображении естественной сцены дает серый цвет.

Таким образом, для проведения коррекции цветового баланса по-серому необходимо провести расчет средних яркостей по каналам изображения согласно следующим формулам [5]:

$$\begin{aligned} \bar{R} &= \frac{1}{N_x + N_y} \sum R(x, y); & \bar{G} &= \frac{1}{N_x + N_y} \sum G(x, y); \\ \bar{B} &= \frac{1}{N_x + N_y} \sum B(x, y); & \text{Avg} &= \frac{\bar{R} + \bar{G} + \bar{B}}{3}. \end{aligned} \quad (1)$$

где $R(x, y)$; $G(x, y)$; $B(x, y)$ – цветовые характеристики изображения (красный, зеленый и синий); N_x, N_y – размер изображения в пикселях; Avg – средние значение.

Масштабировать яркости пикселей по следующим коэффициентам:

$$R' = R \cdot \frac{\text{Avg}}{\bar{R}}; G' = G \cdot \frac{\text{Avg}}{\bar{G}}; B' = B \cdot \frac{\text{Avg}}{\bar{B}}. \quad (2)$$

Цветовая модель RGB является аппаратно-зависимой, то есть она зависит от способа передачи нам цвета. Она указывает конкретному устройству, как использовать соответствующие им красители, но не имеет сведений о восприятии конечного цвета человеком. В зависимости от настроек яркости, контрастности и резкости монитора компьютера, освещенности помещения, угла, под которым мы смотрим на монитор, цвет с одними и теми же параметрами RGB воспринимается нами по-разному.

Чтобы передать человеку более достоверную информацию о цвете, к аппаратно-зависимым цветовым моделям прикрепляют так называемые цветовые профили. Каждый из такого профиля содержит информацию о конкретном способе передачи человеку цвета и регулирует конечный цвет с помощью добавления или изъятия из какого-либо составляющего первоначального цвета параметров. Например, для печати на глянцевой пленке используется цветовой профиль, убирающий 10% Cyan и добавляющий 5% Yellow к первоначальному цвету, из-за особенностей конкретной печатной машины, самой пленки и прочих условий. Однако даже прикрепленные профили не решают всех проблем передачи нам цвета.

Аппаратно-независимые цветовые модели не несут в себе сведений для передачи цвета человеку. Они математически описывают цвет, воспринимаемый человеком с нормальным цветным зрением.

Цветовая модель Lab аппаратно-независима и соответствует особенностям восприятия цвета гла-

зом человека. В этой модели любой цвет определяется светлотой (Luminance) и двумя хроматическими компонентами: параметром «а», который изменяется в диапазоне от зеленого до красного, и параметром «в», изменяющимся в диапазоне от синего до желтого цвета.

Благодаря характеру определения цвета в Lab появляется возможность отдельно воздействовать на яркость, контраст изображения и на его цвет. Во многих случаях это позволяет ускорить обработку изображений. Поэтому предлагается в дальнейшем в работе рассматривать изображение в цветовом пространстве Lab.

Для перевода цифрового изображения из цветового пространства RGB в цветовое пространство Lab воспользовались ортогональной цветовой координатной системой Lru [6]. Одной из осей координатной системы выберем ось светлоты (L). Две другие оси координат должны располагаться в плоскости, перпендикулярной оси L. На этой плоскости можно будет ввести полярную систему координат «насыщенность – тон». Точки цветового пространства, соответствующие ахроматическим (серым) цветам должны располагаться на оси L.

Учет поворота осей координат в положение, когда направление оси r совпадает с направлением проекции вектора Y на плоскость, перпендикулярную оси L, позволяет определить координаты базисных единичных векторов координатной системы RGB в новой координатной системе Lru. Эти координаты являются элементами матрицы преобразования из координатной системы RGB в координатную систему Lru. Преобразование запишется так:

$$\begin{pmatrix} L \\ P \\ Y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} L_R & L_G & L_B \\ P_R & P_G & P_B \\ Y_R & Y_G & Y_B \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix}. \quad (3)$$

Выполнив вычисления, для sRGB получим:

$$\begin{pmatrix} L \\ P \\ Y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,2126 & 0,7151 & 0,0722 \\ 0,6468 & -0,6468 & 0,0000 \\ 0,7325 & 0,2649 & -0,9974 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix}. \quad (4)$$

В правой части (4) фигурирует вектор линейризованных sRGB-координат.

Преобразование из Lru в линейризованную sRGB может быть записано, если использовать обратную матрицу преобразования (5):

$$\begin{pmatrix} L \\ P \\ Y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1,0000 & 1,1355 & 0,0724 \\ 1,0000 & -0,4107 & 0,0724 \\ 1,0000 & 0,7248 & -0,9302 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix}. \quad (5)$$

Поскольку модель Lab имеет огромный цветовой охват, преобразование изображения из режима RGB в режим Lab происходит без потери цветовой информации, а затем без потерь перевести результат обратно в режим RGB.

Далее необходимо определить паразитный оттенок, для того, чтобы в дальнейшем можно было исключить его. Паразитный оттенок – это нежелательный цветовой сдвиг изображения.

Мы предполагаем, что средний цвет исходного изображения не должен быть серым, тогда реальный усредненный цвет покажет нам паразитный оттенок.

Установка цветового баланса в средних тонах обеспечивает нас наибольшей информацией о цвете. Если в светах и тенях нет проблем, паразитные оттенки не особенно сильны, а изображение близко к полноконтрастному, то такой установки будет достаточно для получения приемлемого качества картинки.

Баланс по-серому в модели Lab производить следующим образом:

$$\bar{L} = \frac{1}{N_x * N_y} \sum L(x, y), \quad a = 0, \quad b = 0, \quad (5)$$

где N_x и N_y – размер изображения в пикселях; L, a, b – каналы изображения.

Используя данный метод стоит учитывать что исходная картинка не обязательно будет иметь среднюю яркость. Если изображение в целом темнее среднего, результат применения фильтра усреднения так же будет темнее среднего, а инвертированная версия окажется светлее среднего и вместе с избавлением от паразитного оттенка картинка получит ненужное осветление.

Работая с цветовой моделью Lab стоит учитывать некоторые моменты. На практике это следует учитывать, поднимая цветовую насыщенность в Lab: кривая в канале b должна иметь меньшую крутизну, чем в канале a. Иначе теплые тона начинают уходить в желтизну

Экспериментальные исследования проводились в программе Adobe PhotoShop версии CS6. Для этого проведения эксперимента было выбрано 750 изображений. Для автоматизации предложенной процедуры был написан script на языке Javascript и внедрен в программу Adobe Photoshop. Программная реализация была выполнена в программе Adobe Photoshop с помощью фильтра Average (Усреднение) осуществляется подсчет и усреднение значений яркостей пикселей изображения.

Скрипт выполняет следующие действия:

- перевод в цветовую модель LAB,
- создание дубликата активного слоя,
- применение фильтра Average (Усреднение),
- вычисление цвета пикселя этого слоя,
- вычисление средней яркости,
- удаление слоя с фильтром Average (Усреднение);
- создание корректирующей кривой с нужными параметрами,
- перевод в цветовую модель RGB.

Выводы

Однако экспериментальные исследования показали, что не для всех типов цифровых изображений такая процедура коррекции подходит. Она не подходит к изображениям, содержащим яркие оттенки цвета или к изображениям, содержащим много тонких оттенков одного цвета, например кожа на портретах.

В дальнейшем планируются исследования в этом направлении.

Осуществленная автоматизация предлагаемой процедуры позволяет осуществлять пакетную обработку изображений, сокращая время на обработку изображений.

2. Маргулис Д. «Photoshop LAB Color. Загадка каньона и другие приключения в самом мощном цветовом пространстве» [Текст]: пер. с англ.; под ред. В. Погорелого / Д. Маргулис. – М.: Интелбук, 2006. – 480 с.

3. Ферриль М.Д. «Модели цветового восприятия» [Текст]: пер. с англ.; под ред. А.Е. Шадрин / М. Д. Ферриль. – М.: Вильямс, 2004. – 438 с.

4. Хант Р.В.Г. «Цветовоспроизведение» [Текст]: пер. с англ.; под ред. А.Е. Шадрин / Р.В.Г. Хант. – М.: Вильямс, 2009. – 928 с.

5. Цыганов А.В. «Алгоритмы машинной графики. Ч. 1» [Текст]: краткий курс / А.В. Цыганов. – СПб: СПбГУ, 2010. – 125 с.

6. Свердлов С.З. «Ортогональная цветовая координатная система» [Текст] / С.З. Свердлов // Вестник Вологодского государственного педагогического университета. – 2013. – № 3. – С. 12-24.

Список литературы

1. Келби С. «Adobe Photoshop CS6: справочник по цифровой фотографии» [Текст]: пер. с англ.; под ред. В.Р. Гинзбурга / С. Келби. – М.: Вильямс, 2013. – 464 с.

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.П. Авраменко, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков.

Поступила в редколлегию 3.01.2014

ПРОЦЕДУРА КОРЕКЦІЇ КОЛІРНОГО БАЛАНСУ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ У КОЛІРНОМУ ПРОСТОРІ LAB

Т.А. Колесникова, К.Ю. Жук, А.М. Синотін

Кольорові спотворення одержуваних знімків крім багатьох інших причин пов'язані з освітленням сцени, що знімається, неправильним завданням балансу білого і сірого, помилками в експозиції. Все це призводить до необхідності програмної настройки кольору.

Ключові слова: баланс сірого, корекція, колірний баланс, колірна корекція, колірні моделі, цифрові фотографії.

RESEARCH CORRECTION COLOR BALANCE OF DIGITAL IMAGES IN LAB COLOR SPACE

T.A. Kolesnikova, K.Y. Zhuk, A.M. Sinotin

Color distortion of the images in addition to many other reasons associated with the lighting of the scene, the wrong task balance of white and gray, errors in exposure. All this leads to the need to program the color settings.

Keywords: gray balance, correction, color balance, color correction, color models, digital photographs.