

УДК 539.216:546.824-31

ЦВЕТОВАЯ КОРРЕКЦИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ИНТЕНСИВНОЙ ВНЕШНЕЙ ЗАСВЕТКИ

А.В. СЫЧЁВ, А.А. СТЕПАНОВ, А.Г. СМИРНОВ, К. БЛАНКЕНБАХ*

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
П. Бровки, 6, Минск, 220013, Республика Беларусь

*Университет г. Пфорцхайма, Технический факультет
Тифенброннер Штрассе, 65, Пфорцхайм, 75155, Германия

Поступила в редакцию 8 октября 2015

Приведены результаты измерения яркости и координат цветности после преобразования изображений методами тональной компрессии и цветовой коррекции, используемых при обработке изображений в условиях интенсивной внешней засветки для повышения достоверности считывания информации с ЖК дисплеев.

Ключевые слова: тональная компрессия, цветовая коррекция, внешняя засветка, достоверность считывания информации.

Введение

Внешняя засветка поверхности жидкокристаллического дисплея (ЖКД) значительно ухудшает качество восприятия формируемого на нем изображения [1]. Улучшить восприятие изображения можно за счет использования различных методов тональной компрессии, которые базируются на разных подходах и были описаны авторами ранее в работе [2]. В данной статье представлены разработанные авторами два новых метода тональной компрессии, которые базируются на параметрах порога различия и законе Вебера и названы ΔE - и ΔL -метод соответственно [3]. Для оптимизации тональной компрессии и восстановления первоначальных координат цветности был разработан метод цветовой коррекции. На рис. 1 показано преобразование цветовых координат со значениями базовых цветов 53, 70, 90 для красного, зеленого и синего соответственно.

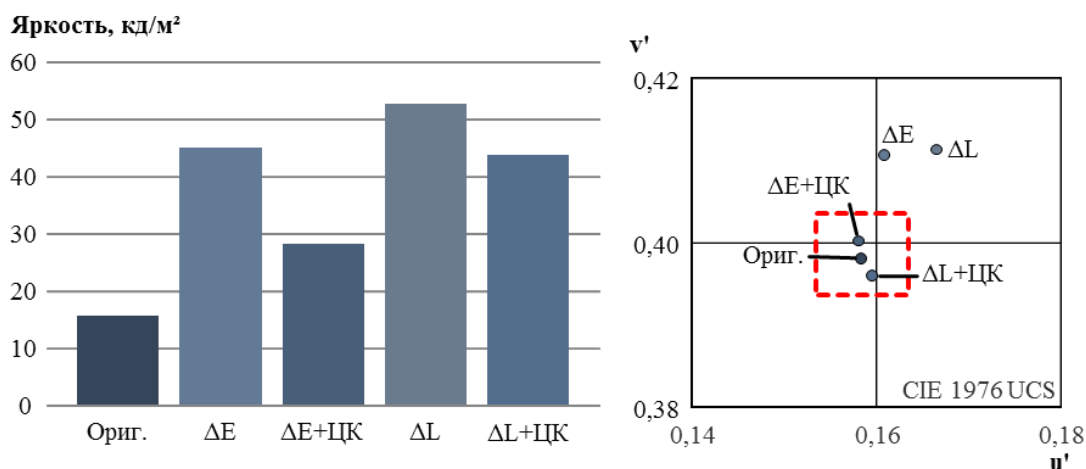


Рис. 1. Результаты измерения яркости и цветовых координат после преобразования базовых цветов

На рис. 1 слева показано, как изменяется значение яркости исходного (оригинального) изображения при тональной компрессии на основе порога различения (ΔE), тональной компрессии на основе закона Вебера (ΔL) и в комбинации тональной компрессии с цветовой коррекцией (ЦК). Видно, что после преобразования яркость значительно выше по сравнению с исходной. На рис. 1 справа показано изменение цветовых координат после преобразования с учетом погрешности измерений. Очевидно, что после применения цветовой коррекции координаты цвета восстановились.

Экспериментальное сравнение методов тональной компрессии

Существуют несколько методов тональной компрессии, предложенных разными коллективами авторов. Для проведения сравнительного анализа их основных достоинств и недостатков были выбраны четыре наиболее применяемых метода, которые схожи с используемым в [2] подходом. При этом анализировались изображения, приведенные на рис. 2 [4–7].



Рис. 2. Изображения, использованные для сравнительного анализа методов тональной компрессии и цветовой коррекции

С целью сравнения и демонстрации работы каждого из анализируемых методов, оригинальное изображение было преобразовано как методами тональной компрессии (ΔE , ΔL), так и в комбинации с методом цветовой коррекцией ($\Delta E + \text{ЦК}$, $\Delta L + \text{ЦК}$). После этого на оригинальном изображении были выбраны цвета с последующим измерением их яркости и координат цветности. На рис. 3 приведены значения яркостей и цветовых координат в сравнении с методом тональной компрессии Чена [4].

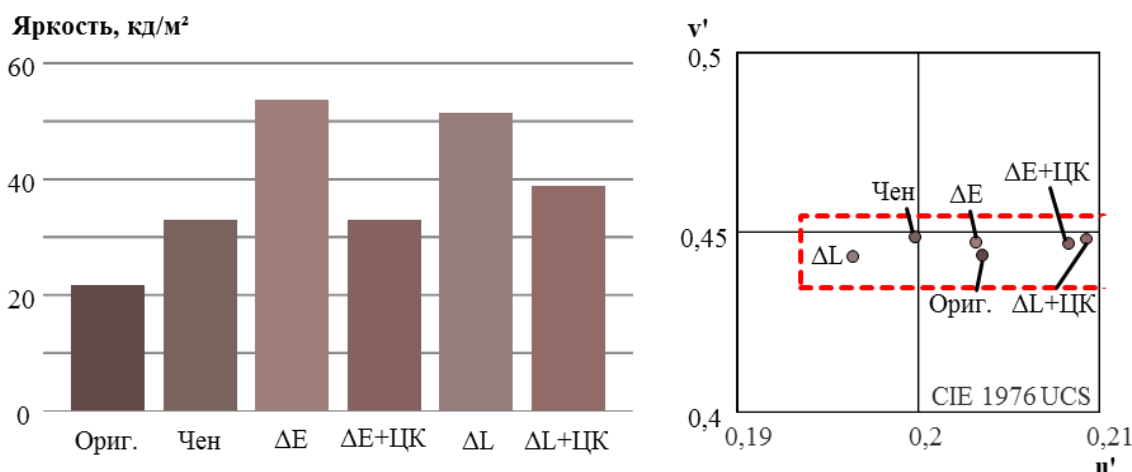


Рис. 3. Сравнение яркости и цвета с тональной компрессией Чена

Как видно из рис. 3, яркость после преобразования методами тональной компрессии ΔE и ΔL увеличилась по сравнению с методом Чена более чем в 1,5 раза. Яркость цвета после применения метода тональной компрессии ΔL и цветовой коррекции также выше. Следует отметить, что преобразование изображения проводилось при внешней засветке 5×10^3 люкс, в то время как в методе Чена это невозможно.

На рис. 4 приведено сравнение экспериментально наблюдаемых яркостей и цветовых координат в сравнении с методом тональной компрессии Динга [5].

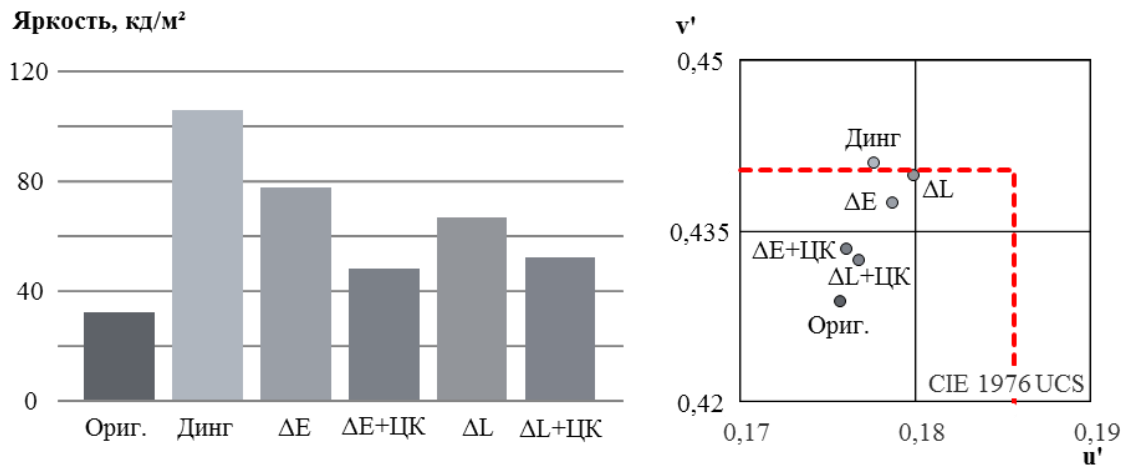


Рис. 4. Сравнение яркости и цветовых координат с тональной компрессией Динга

Из рисунка видно, что после применения метода тональной компрессии Динга яркость значительно увеличилась. Если рассматривать координаты цветности, то видно, что они находятся за пределами погрешности измерений. Таким образом, при применении метода Динга происходит смещение цветовых координат. После применения метода тональной компрессии ΔE яркость увеличилась больше, чем в 2 раза, а после применения ΔL -метода увеличение составило более чем в 1,5 раза. При комбинации методов тональной компрессии и цветовой коррекции яркость увеличилась почти на 50 %, при этом метод цветовой коррекции восстанавливает первоначальные координаты цветности после преобразования.

На рис. 5 приведено сравнение экспериментально измеренных значений яркости и цветовых координат с методом тональной компрессии Кировского [6].

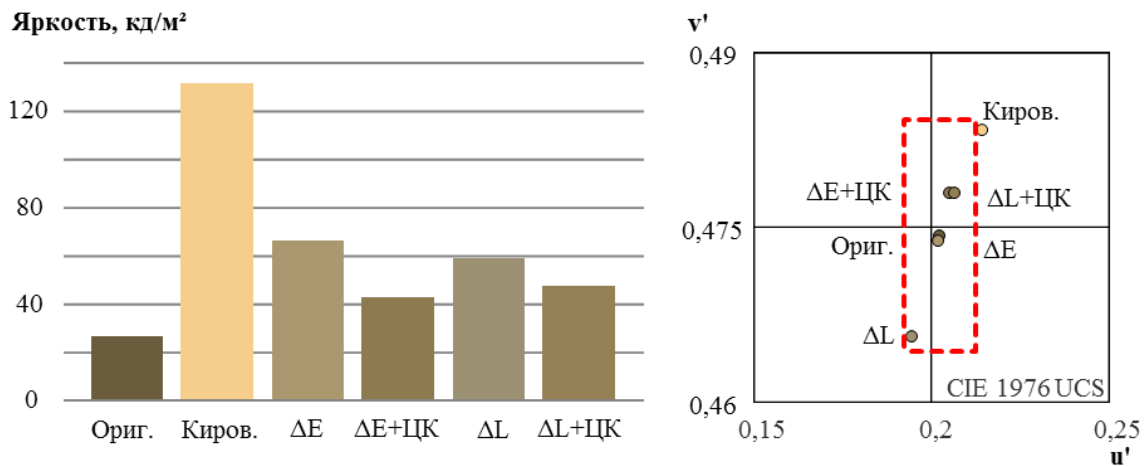


Рис. 5. Сравнение яркости и цветовых координат с тональной компрессией Кировского

Применение метода Кировского позволяет увеличить яркость, однако координаты цветности значительно смещаются и находятся за пределами погрешности измерений. После применения комбинации методов тональной компрессии и цветовой коррекции яркость увеличилась больше чем в 1,5 раза.

По сравнению с описанными выше методами Чена, Динга и Кировского метод Мантиука [7] включает в себя параметр интенсивности внешнего освещения. Из рис. 6 видно, что после применения метода тональной компрессии Мантиука яркость оригинала увеличилась незначительно, к тому же наблюдается значительное смещение первоначальных координат цветности.

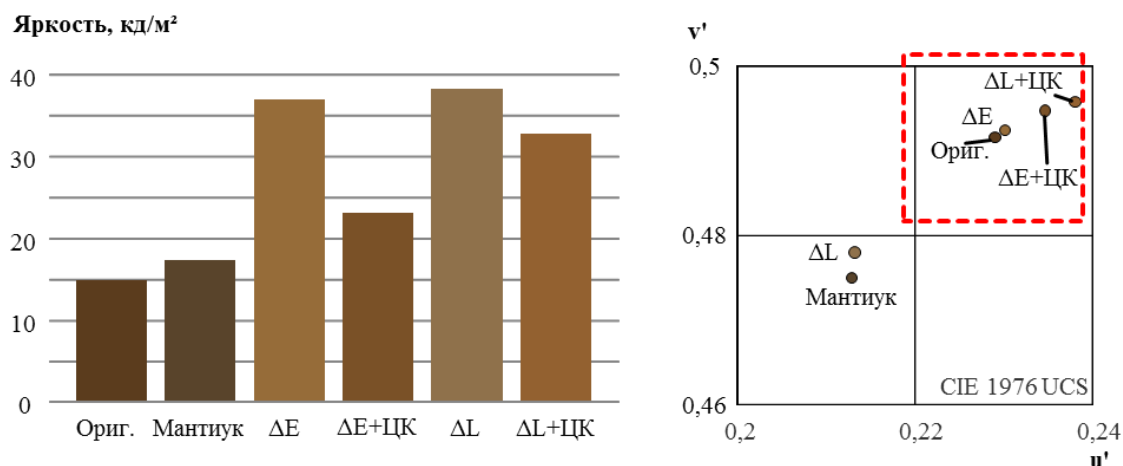


Рис. 6. Сравнение яркости и цветовых координат при тональной компрессии Мантиука

Заключение

Показано, что существующие методы тональной компрессии позволяют увеличить яркость изображения, но при этом искажают цвет, так как изменяют координаты первоначальных цветов. Разработанные авторами методы тональной компрессии исключают искажения цвета за счет добавления метода цветовой коррекции, позволяющего увеличить яркость изображения без изменения цвета. При этом яркость изображения была увеличена как минимум вдвое для параметра внешнего освещения в 5×10^3 люкс.

TONE MAPPING FOR IMAGE PROCESSING UNDER BRIGHT AMBIENT LIGHT ILLUMINATION

A.V. SYCEV, A.A. STEPANOV, A.G. SMIRNOV, K. BLANKENBACH

Abstract

The measurement results of the brightness and color coordinates after the image transformation by using of tone mapping and color management, used in image processing under the influence of ambient light, in order to improve the reliability of reading information from the LCD are presented.

Список литературы

1. Blankenbach K., Sycev A., Kurbatfinski S. et. al. // J. of the Society for Information Disp. 2014. Vol. 22, Iss. 5. P. 267–279.
2. Сычёв А.В., Степанов А.А., Смирнов А.Г. и др. // Докл. БГУИР. 2015. № 4 (90). С. 87–92.
3. Сычёв А.В., Степанов А.А., Смирнов А.Г. и др. // Докл. БГУИР. 2015. № 3 (89). С. 23–28.
4. Chen M., Qiu G., Zhang W. et. al. // A novel method for digital image enhancement, IDW'09. 2009. P. 495–498.
5. Ding X., Wang X., Xiao Q. // IEEE international conference on image analysis and signal processing (IASP). 2010. P. 79–82.
6. Kerofsky L., Xu X. // J. of the SID. 2011. Vol. 19. P. 645–654.
7. Mantiuk R., Daly S., Kerofsky L. // ACM Transactions on Graphics (Proc. SIGGRAPH). 2008. Vol. 27 (3). 68.1–68.10.