ПЕРЕСЧЕТ ЦВЕТОВЫХ ДАННЫХ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ АНАГЛИФНЫХ СТЕРЕОИЗОБРАЖЕНИЙ

Кулишова Н.Е., Федоренко О.А.
Харьковский национальный университет радиоэлектроники

Способность выдерживать конкуренцию, привлекая потенциального покупателя любыми возможными способами – залог успешного бизнеса. Говоря о полиграфической отрасли, следует отметить тенденции в использовании разнообразных материалов, форм и способов представления информации. Одним из используемых способов привлечения потенциального покупателя является применение стереоизображений. Особенностью полиграфической продукции со стереоизображениями является то, что она должна изготавливаться таким образом, чтобы была возможность ее печатать в условиях типографии, потому в полиграфии наиболее широкое распространение получил метод, называемый анаглифным.

Анаглифами называют такой вид стереоизображений, в основе которого лежит использование цветовых преобразований для каждого изображения стереопары. Стереопары можно создавать либо путем фотографирования объекта с правого и левого ракурса, и в итоге получается собственно анаглиф; либо из одного изображения, которое подвергается программной обработке, создается второе синтетическое изображение стереопары и получается псевдоанаглиф. Объемный эффект возникает на них при просмотре через специальные очки. В них с помощью специальных световых или поляризационных фильтров отсекаются части спектров излучений – низкочастотная для левого глаза, и высокочастотная для правого.

Целью данной работы является разработка способа создания пары изображений для псевдо*стереоизображений, который обеспечит высокое качество передачи цветов с учетом свойств просмотрового оборудования.

Для того, чтобы из плоского изображения получить объемное, необходимо создать два ракурса для левого и правого глаза. Как правило, первым ракурсом служит исходное изображение, а для второго ракурса выполняются смещения объектов. Для подготовки стереопар в программе AdobePhotoshop объекты изображения на оригинале, которые должны быть объемными, необходимо вырезать и разместить на отдельные слои. В AdobePhotoshop сдвиг моделируется путем смещения слоев с объектами друг относительно друга. Величина смещения одинакова для всех объектов и выбирается эмпирически [1]. Этот подход достаточно прост, но анаглифы получаются неестественными, поскольку сдвиг объектов не моделирует их различную ориентацию по отношению к зрителю.

Для решения этой проблемы, предлагается применять переменную величину сдвига объектов на псевдо-стереоизображениях. С этой целью следует определить, какие объекты на изображении будут утопленными в изображении, а какие выпуклыми. Для левого ракурса выпуклые объекты на изображении располагаются правее, чем на правом, а утопленные объекты – левее. Величина сдвига зависит от того, насколько объемным должно быть изображение. Чем больше величина сдвига, тем больше объем. Смещенные слои объединяются в паре изображений, образующей анаглиф. Следующим этапом является собственно формирование анаглифа для его воспроизведения на экране монитора или в печатной продукции.

Однако анаглифные стереоизображения на практике имеют ряд недостатков. Среди них можно выделить различную переносимость специфического цветовоспроизведения и необходимость временной адаптации глаз. Существуют проблемы, связанные с передачей некоторых цветов из-за так называемых «слепых пятен» и пестрящих цветов, которые возникают из-за необходимости отсекать части спектров изображений пары и совмещать оставшиеся при просмотре, что существенно усложняет цветовое восприятие стереоизображений. Используемые для просмотра цветные фильтры затемняют изображение. Долгое пребывание в очках снижает цветовую чувствительность глаз и вызывает дискомфорт от восприятия обычного мира [2].

Возникает необходимость разработать процедуру подготовки стереоизображения, чтобы максимально точно передавать цвет, при этом сохраняя объемный эффект картинки.

Среди известных методов обработки стереопар наиболее распространены Photoshop-алгоритм и метод Дюбуа.

Суть Photoshop-алгоритма заключается в том, что красный канал для левого ракурса преобразуется в красный канал анаглифа, а зелено-синий канал для просмотра правым глазом преобразуется в зелено-синий канал для правого ракурса [3]:

$$\mathbf{t} = \mathbf{B}\mathbf{v},$$

где $\mathbf{t} = [r, g, b]^T$ – RGB координаты пикселя анаглифа, $\mathbf{v} = [r_l, g_l, b_l, r_r, g_r, b_r]^T$ – RGB координаты соответствующих пикселей левого и правого изображения пары; $\mathbf{B}$ – матрица линейного преобразования. Для данного алгоритма матрица B выглядит следующим образом:

$$\mathbf{B} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}.$$

Данный алгоритм игнорирует функции пропускания очков, а расчетный анаглиф получается одинаковым для всех фильтров.

Метод Дюбуа предполагает проецирование наименьших квадратов в *R6* на 3D-пространство, расположенное на шестимерных столбцах разделенной матрицы *R* размерностью 6x3 определенной ниже с правой стороны расположенного вектора *D*, где матрица *C* является преобразованием из пространства RGB к аппаратно-независимому пространству:

$$\mathbf{R} = \begin{bmatrix} \mathbf{A}_l \\ \mathbf{A}_r \end{bmatrix}, \ \mathbf{D} = \begin{bmatrix} \mathbf{C} & 0 \\ 0 & \mathbf{C} \end{bmatrix} \mathbf{v}.$$

Цвет левого ракурса рассчитывается с помощью матрицы $\mathbf{A}_l$, цвет правого ракурса – с помощью матрицы $\mathbf{A}_r$. Проекция минимизирует Эвклидово расстояние $\mathbf{R}[r, g, b]^T - \mathbf{D}$. Решение по методу наименьших квадратов

$$[r, g, b]^T = \mathbf{N}\left(\mathbf{R}^T\mathbf{R}\right)^{-1}\mathbf{R}^T\mathbf{D}$$

дает матрицу B:

$$B = \begin{bmatrix} 0.4561 & 0.5005 & -0.1764 & -0.0435 & -0.0879 & -0.0016 \\ -0.0401 & -0.0378 & -0.0157 & 0.3785 & 0.7336 & -0.0184 \\ -0.1522 & -0.0206 & -0.0055 & -0.0721 & -0.1129 & 1.2264 \end{bmatrix}.$$

Предложенный подход позволяет получать анаглифные изображения с естественными цветами и натуральным объемным эффектом, с учетом цвета фильтров очков. Эффективность подхода проверена в ходе экспериментов с различными фильтрами, которые нацелены на снижение их визуальной темноты.

1. Patana E. Adaptive 3D color anaglyph generation for printing / E.Patana, I. Safonov, M. Rychagov // The 22-nd International Conference on Computer Graphics and Vision: GraphiCon'2012, 01-05 Oct., 2012, Moscow, Russia. – M., 2012. – P. 55 – 61. **2.** SandersW. Producing Anaglyphs from Synthetic Images / W.Sanders,D.F. McAllister. – Proc. SPIE 5006, 2003. – P. 348-358. **3.** McAllister D. F. Methods for computing color anaglyphs /D. F.McAllister, Ya.Zhoub, S. Sullivan. - Proc. of Stereoscopic Displays and Applications XXI, SPIE Vol.7524, 2010. – P. 12-23.