

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА РАКУРСОВ ПРИ ЗАПИСИ И ВОСПРОИЗВЕДЕНИИ ОБЪЕМНОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ

Зайцева Е.Г., Кислюк А.А.

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь*

Воспроизведение информации в виде объемного оптического изображения является удобным, а часто и необходимым инструментом анализа многомерных сигналов, независимо от того, являются ли они синтезированными или исходящими от реального объекта. При воспроизведении записанного или синтезированного изображения могут иметь место как потери информации, так и появление ложной информации. Целью настоящего исследования является определение условий, исключающих эти факторы при воспроизведении объемного изображения.

Системы воспроизведения объемного изображения можно разделить на 2 группы: стереоскопические и формирующие объемные модели. Подробный обзор упомянутых методов представлен в [1,2].

Принцип формирования изображений первой группы заключается в создании на экране двух смещенных относительно друг друга изображений, причем каждое из них должно быть видимым только для одного соответствующего ему глаза наблюдателя. Общим их недостатком является расхождение расстояний аккомодации и конвергенции, в результате чего в мозг наблюдателя от глазных мышц, управляющих соответствующими процессами, поступают рассогласованные между собой сигналы, что небезопасно для здоровья. Вследствие данного недостатка наиболее перспективными следует считать системы второй группы, воспроизводящие объемные изображения.

В системах второй группы в пространстве образуются элементы, являющиеся источником излучения, которые наблюдаются одновременно двумя глазами. Соответственно работа мышц зрительного анализатора осуществляется согласованно, как и при наблюдении реального объекта, что обеспечивает условия восприятия, аналогичные естественным.

Часть этих систем предусматривает необходимость механического перемещения элементов во время воспроизведения изображения. Временная сумма изображений при этом не является естественной для зрительного восприятия. Другая часть систем для воспроизведения объемных изображений не требует механических перемещений и включает системы с многослойными экранами. Последние системы достаточно сложны с точки зрения технической реализации.

Ко второй группе систем относятся также системы, основанные на принципе интегральной фотографии. Традиционная система включает линзовую матрицу, формирующую при записи совокупность изображений объекта в различных ракурсах на светочувствительном материале (фотопластинка). Идентичная матрица с обработанной фотопластинкой воспроизводит объемное изображение в виде оптической модели.

Использование вместо традиционного светочувствительного материала цифровой светочувствительной матрицы при записи и дисплея при воспроизведении /может, ссылка на что-то/ позволяет записывать и соответственно воспроизводить не только фотографические, но и видеоизображения. При этом между записью и воспроизведением изображения появляется промежуточный этап обработки и передачи цифровой информации. Такое отделение процесса записи и воспроизведения обеспечивает возможность воспроизводить в виде оптической модели не только оптическую информацию в видимом человеку спектральном диапазоне, но и в других спектральных диапазонах, а также синтезированную информацию. Расширение области применения интегрального метода требует сформировать требования к качеству информации, воспроизводимой с его помощью. Исходя из вышеизложенного, очевидно, что традиционное название метода «интегральная фотография» становится узким вследствие расширения его возможностей и области применения, поэтому в дальнейшем будет использоваться термин «интегральный метод», подразумевающий способ воспроизведения через оптические элементы множества плоских изображений объекта, в результате которого в пространстве формируется объемное изображение объекта. При этом воспроизводимые изображения могут быть получены при как при записи многомерной информации, так и синтезированных помощью компьютерных программ.

Задачей настоящего исследования явилось обоснование требований к количеству ракурсов воспроизводимого объекта при использовании интегрального метода на основании условия отсутствия искажений изображения при использовании линзовых элементов без ограничения их поля зрения и отсутствия прерывистости при изменении точки зрения в процессе рассматривания объемного изображения.

Рассмотрим условие отсутствия искажений изображения при использовании линзовых элементов без ограничения их поля зрения.

На рисунке 1 изображена схема построения изображения точки объекта A элементом O линзовой матрицы на плоскости BC светочувствительной матрицы, причем точка A расположена на перпендикуляре к плоскости матрицы, проходящем через точку пересечения осей симметрии матрицы. В дальнейшем эту точку будем для краткости называть центром матрицы. Необходимо иметь в виду, что это частный случай расположения точек объекта, в общем случае необходимо учитывать и две другие координаты расположения точек, лежащих на расстоянии z от линзовой матрицы.

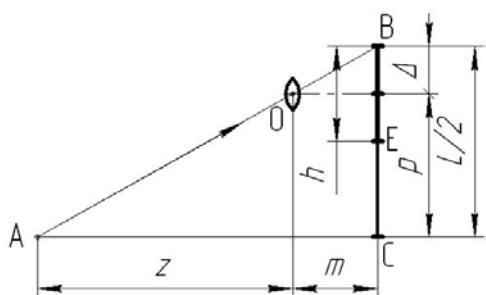


Рисунок 1 – Схема построения изображения точки объекта линзовым элементом матрицы

Линза O строит изображение объекта A в точке B , причем точка B на рисунке 1 совпадает с границей линейного размера стороны BE элементарного кадра. В дальнейшем под элементарным кадром будем понимать часть плоскости на светочувствительной матрице, внутри которого линза строит изображение. Этот размер при постоянном размере кадров совпадает с шагом кадров t , причем

$$t = \frac{\text{Ш}_{\text{матр}}}{n}, \quad (1)$$

где $\text{Ш}_{\text{матр}}$ – линейный размер светочувствительной матрицы в выбранном направлении; n – количество кадров, помещающихся на матрице в этом направлении.

Условие отсутствия искажений при использовании линзовых элементов без ограничения их поля зрения в соответствии с рисунком 1 означает, что изображение точки A элементом линзовой матрицы должно находиться в пределах границ линейного размера BE стороны элементарного кадра, то есть

$$\Delta \leq \frac{t}{2}, \quad (2)$$

где Δ – расстояние от пересечения светочувствительной матрицы оптической осью линзового элемента (центральная точка элементарного кадра) до изображения B точки A объекта на этом кадре.

Из подобия прямоугольных треугольников на рисунке 1 следует, что

$$\frac{\Delta}{m} = \frac{p + \Delta}{z + m}, \quad (3)$$

где m – расстояние от задней главной плоскости линзового элемента до светочувствительной матрицы; z – расстояние от точки A до плоскости линзовой матрицы; p – расстояние от центра матрицы до оси линзового элемента.

Из формулы (3) следует:

$$\Delta = \frac{m \cdot x}{z} \quad (4)$$

Очевидно, что Δ принимает максимальное значение для последнего кадра на матрице, соответствующего последнему ракурсу. Тогда с учетом формулы линзы

$$\frac{1}{|z|} + \frac{1}{|m|} = \frac{1}{F} \quad (5)$$

где F – фокусное расстояние линзы, выражений (1-4) получим формулу для расчета максимального количества ракурсов n_{max}

$$n_{\text{max}} = \frac{z - F}{F} + 1 \quad (6)$$

для четного числа кадров на матрице и

$$n_{\text{max}} = \frac{z - F}{F} \quad (7)$$

для нечетного числа кадров.

Из формул (6,7) следует, что для точек лежащих на оси, проходящей через центр матрицы, максимальное число возможных ракурсов растет с расстоянием между матрицей о объектом и падает с ростом фокусного расстояния линзовых элементов.

1. Emerging Technologies for 3D Video: Creation, Coding, Transmission and Rendering //Frederic Dufaux, Beatrice Pesquet-Popescu, Marco Cagnazzo. May 2013.- 518 p. – Mode of access: <http://eu.wiley.com/WileyCDA/WileyTitle/productCd-1118355113.html> - Date of access: 04.09.2016.
2. Three-Dimensional Imaging, Visualization, and Display Editors: Javidi, Bahram, Okano, Fumio, Son, Jung-Young (Eds.) – Mode of access: <https://www.springer.com/us/book/9780387793344> - Date of acces: 04.09.2016.