

Методы и средства обработки сигналов и изображений

УДК 681.03

А.А. Мужайло, К.А. Трапезон, канд. техн. наук

Некоторые аспекты улучшения качества стереопроекции

Рассмотрены основные виды стереопроекции изображений. Выявлены и описаны основные технические сложности, которые могут возникнуть на этапах создания стереоизображений при помощи специальных систем. Так, в частности показано, что проблема "двоения" изображения может привести к тому, что зрительный аппарат человека на подсознательном уровне воспринимает стереоизображение, как два разных не связанных между собой изображения. Приведены описание и возможные пути устранения эффекта двоения изображений. На основе проведенного анализа сформулирован алгоритм создания стереоизображения для систем стереопроекции, который практически исключает основные недостатки при создании стереоизображений.

The basic types of stereoprojection of images are considered. Basic technical complications which can arise up on the stages of creation of stereoimages through the special systems are educed and described. So, it is shown in particular, that the problem of "doubling" of image can result in that the visual vehicle of man at subconscious level is perceived by a stereoimage, as a two different unconnected inter se images. Description over and possible ways of removal of effect of doubling of images are brought. On the basis of the conducted analysis the algorithm of creation of stereoimage is formulated for the systems of stereoprojection which practically eliminates basic defects at creation of stereoimages.

Ключевые слова: *изображение, поляризация, экран, стерео, объем, стереопара, ракурс.*

Введение

В естественных условиях каждый глаз человека видит пространственный предмет под своим ракурсом и на сетчатке одного глаза возникает изображение предмета, несколько отличное от изображения, возникающего на сетчатке другого глаза. Эти изображения, как известно, отличаются диспаратностью. Вследствие поперечной диспаратности (т.е. сдвигов контуров вдоль линии, соединяющей зрачки глаз) возник

ает естественный физиологический стереоэффект, благодаря которому человек зрительно может определять взаимное расположение предметов в пространстве, их объёмность, рельеф и некоторые др. внешние признаки. Эта особенность и заложена в основу современных способов создания сепарации, а в последующем и стереопроекции изображений. Применение стереоизображений, их создание и анализ играют важное значение в разных отраслях современной науки и техники. Например, в медицине стереотехнологии позволяют детально увидеть внутренние органы человека и точнее отследить процессы организма, оценить последствия хирургического и лапароскопического вмешательства, а также могут оказать неоценимую помощь в пластической хирургии. В геологии стереовидение дает возможность заглянуть в недра Земли, оценить расположение ценных пород, исследовать шахты и подземные водохранилища.

Техническая составляющая систем по созданию стереоизображений, их качество зачастую оказывается не удовлетворительным, что объясняется как работой проекционных систем, так и рассогласованием в пространстве зрительных анализаторов наблюдателей. Целью данной статьи является рассмотрение основных технических аспектов по созданию качественных стереоскопических изображений, анализ основных дефектов, которые могут возникнуть при проекции стереоизображений на экран.

Стереопроекция. Восприятие стереопроекции человеком

Основой ощущения трехмерности наблюдаемого объекта или сцены является особое свойство бинокулярного зрения человека. Сосредоточив взгляд на точке внимания, оба глаза видят один и тот же участок пространства, но при этом каждый глаз – со "своей" точки зрения. В результате такого наблюдения в двух ракурсах сетчаточные изображения левого и правого глаз незначительно, но все же отличаются друг от друга. Мозг суммируя и обрабатывая информацию поступающую от двух сетчаток, создает качествен-

но новую категорию впечатления – пространственное ощущение, образно выражаясь, ощущение "воздуха" в наблюдаемом пространстве, которое называется стереопсисом. Чтобы искусственно создать аналогичный эффект восприятия средствами фотографии или кино, необходимо обеспечить раздельное (сепарированное) видение каждым глазом только одного, предназначенного именно ему изображения стереопары: левому глазу – изображение объекта, зафиксированное с левой точки съемки, правому – с правой. Раздельное, гаглоскопическое предъявление и наблюдение стереопары, является основным условием возникновения стереопсиса. Так, например, раздельное наблюдение даже двух абсолютно идентичных изображений (одноракурсные) дает ощущение некой "воздушности" картинку, похожее на впечатление стереопсиса. Это явление иногда используется при изготовлении комбинированных кадров в стереофильмах, или в системах так называемого псевдостереокино.

Анализ исторического развития стереокино показывает, что решения вопросов показа и наблюдения стереоизображения, гораздо более сложны, нежели сама задача регистрации стереоскопического изображения на киноплёнке, и самая главная проблема, от решения которой зависит успех развития стереокино – это проблема сепарации – обеспечение раздельного наблюдения изображений стереопары. По принципу решения проблемы сепарации все системы стереокино делятся на две категории – очковые и безочковые, каждая из которых, в свою очередь, разделяется на виды по типу применяемых оптических устройств.

К очковой категории, которая получила такое название по основному принципу – применение инструмента сепарации непосредственно перед глазами зрителя (очки, лорнеты, шлемы), относятся три основных вида – анаглифный, поляроидный и эклипсный.

Анаглифный метод сепарации основан на фильтрации световых потоков проекционных лучей по принципу поглощения взаимоисключающих цветов, например, синий - красный. Эта технология основана на использовании специальных очков, одно стекло у которых окрашено в красный цвет, а другое – в синий. Картинка представляет собой два изображения стереопары, наложенные друг на друга, одно из которых окрашено в красный цвет, а другое – в сине-зелёный. В очках каждый глаз увидит только свою картинку, т.к. синий светофильтр не пропустит любые оттенки красного изображения, а

красный – оттенки сине-зелёного. Мозг складывает два этих изображения, получая одну объёмную картинку. Несомненным плюсом данного способа является его простота, а недостатками – частичная потеря цветовой информации и быстрая утомляемость глаз.

Поляроидный метод основан на фильтрации световых потоков соответственно по взаимоисключающим направлениям линейной поляризации левого и правого проекционных лучей [1].

Эклипсный метод или по-другому обтюраторный метод основан на поочередной проекции правого и левого изображений при одновременном перекрытии света этих изображений – соответственно – перед левым и правым глазами при наблюдении. Перекрытия должны осуществляться синхронно и синхронизированы по фазам, чтобы каждый глаз видел только предназначенное для него изображение. При данном способе изображения для правого и левого глаза подаются на экран попеременно, а специальные затворные очки также попеременно закрывают то левый, то правый глаз. Смена кадров осуществляется достаточно быстро, и, благодаря инерционности зрения, практически незаметна для человеческого глаза. Синхронизация очков с экраном при этом осуществляется через кабель или ИК-порт. Данный способ применим только на устройствах с достаточно большой частотой смены кадров, ведь чтобы обеспечить комфортные для человека 60 Гц, необходимо чтобы устройство могло работать как минимум с удвоенной частотой, т.е. не менее 120 Гц.

Принципиальным отличием другой категории – безочковой является отказ от применения каких-либо вспомогательных приборов непосредственно перед глазами зрителей. Поэтому такая система называется автостереоскопической. Раздельное наблюдение изображений стереопары в такой системе происходит благодаря применению раstra – гораздо более сложного инструмента сепарации, а потому и более сложного в понимании принципа сепарирования. Недостатки данной системы рассмотрим ниже.

Стереопроекция – проекция кино-, диа-, видео- или иных изображений стереопары с помещением их на экране и сепарированным предъявлением, что позволяет наблюдать единое стереоизображение.

Способы создания стереоизображений

Стереоскопическое изображение возникает при одновременном наблюдении одного и того

же объекта из двух точек, расположенных на расстоянии друг от друга.

Различают среди других видов следующие виды стереопроекции:

1) Стереопроекция двухобъективная – вид стереопроекции, при котором для проекции стереопары используется стереообъектив, либо пара проекционных объективов. При безочковой стереопроекции пара объективов используется в сочетании с призмной или зеркальной базисной насадкой [1].

Другими словами, возможны два способа получения стереоскопических изображений, основанные на пассивной и активной стереопроекции. При пассивной стереопроекции используются очки с поляризационными стеклами, каждое из которых пропускает световой поток с определенной плоскостью поляризации. При этом для проецирования на экран используются два проектора (рис.1) с поляризационными фильтрами, каждый из которых проецирует изображение, предназначенное для определенного глаза, имеющее ту же плоскость поляризации, что и фильтр в очках. Таким образом, каждый глаз видит предназначенное только ему изображение, что позволяет добиться стереоэффекта. Плюс такого решения заключается в том, что поляризационные очки достаточно дешевы, а минус в том, что для проецирования требуется специальный экран, сохраняющий поляризацию отраженного светового потока.



Рис. 1. Пассивная стереопроекция

Активная стереопроекция использует очки со встроенным жидко-кристаллическим затвором, попеременно закрывающим световой поток то к одному, то к другому глазу. Инфракрасные излучатели посылают информацию очкам для синхронизации с проектором, попеременно выводящим кадры для левого и правого глаза. При этом частота кадров воспринимаемого изображения будет в два раза ниже, чем исходная частота кадров проектора, поэтому требуется специализированный проектор, способный выводить изображение с частотой более 100Гц. Такой способ более сложен, чем пассивная сте-

реопроекция, так как требует точной синхронизации проектора и затворов очков, но зато может быть применен на проекционном экране любого типа.

2) Однообъективная стереопроекция.

В современном цифровом кинематографе стереоизображение может формироваться одним проектором за счет чередования левых (*L*) и правых (*R*) кадров стереопары, созданных ранее двумя кино- теле- или видеокамерами с частотой съемки, например, 24 Гц. В этом случае применяется эклипсный метод. Чтобы избежать мерцания, кадры проецируются в режиме «тройная вспышка» (triple flash) с повторением и перемежением в последовательности: L11 R11 L12 R12 L13 R13 L21 R21 L22 R22 L23 R23 и т.д., за счет чего частота передачи левых и правых кадров повышается до 144 Гц. Мерцание изображения [3] при этом полностью подавляется, поскольку частота слияния мельканий находится в диапазоне 100...120 Гц. Перемежение приводит к временному рассовмещению левых и правых кадров на период частоты 144 Гц, т.е. на 6,94 мс, однако это практически незаметно.

В более простых проекторах используется режим «двойная вспышка» (double flash) и другая последовательность: L11 R11 L12 R12 L21 R21 L22 R22 и т.д. В этом случае частота повторения кадров 96 Гц не исключает появления мерцания изображения большой яркости, а временное рассовмещение левых и правых кадров стереопары значительно больше ($1/96 = 10,42$ мс).

3) Автостереоскопия (безочковая бинокулярная стереоскопия) – воспроизведение стереоизображений без каких-либо располагаемых перед глазами наблюдателя сепарирующих приспособлений. Автостереоскопические устройства отображения не требуют использования очков. При этом качество стереоскопии у них не очень хорошее [2]. Это объясняется тем, что при удалении от экрана изображение становится плоским. Пример такой технологии можно увидеть в 3D-открытках.

Технические проблемы формирования стереоизображений

Техническая проблема как двоение изображения (ghosting) может возникнуть вследствие попадания светового потока, предназначенного для левого глаза, в правый, и наоборот. Если паразитные потоки достаточно интенсивны, зрительный аппарат человека затрудняется определить их принадлежность,

что мешает формированию стереоизображения. Такой дефект возможен в анаглифных системах так и в поляроидных.

Идея системы подавления двоения (ghost buster) заключается в формировании компенсирующего изображения той же интенсивности, но с обратным знаком, и сложении его с искаженным основным изображением. В обычной жизни оба глаза регистрируют объекты с одинаковой яркостью, цветовым балансом и динамикой, т.е. для них характерна симметрия. Однако в системах с анаглифными очками симметрия нарушается, поскольку левый глаз фиксирует красное изображение, а правый — синее. Цветовая асимметрия отрицательно сказывается на

способности зрительного аппарата реконструировать стереоскопическое изображение.

Если же используется поляризационный метод [4], то возможен следующий алгоритм действий (рис. 2), а именно перед объективом проектора необходимо установить небольшой специальный переключаемый фильтр прямоугольной формы, который чередует лево-круговую поляризацию для левого глаза и право-круговую поляризацию для правого глаза. Аналогичная поляризация должна использоваться в пассивных очках. Достоинство круговой поляризации в том, что при небольшом наклоне головы зритель не теряет ощущения стереозффекта, поскольку кросс-изображения остаются малозаметными.

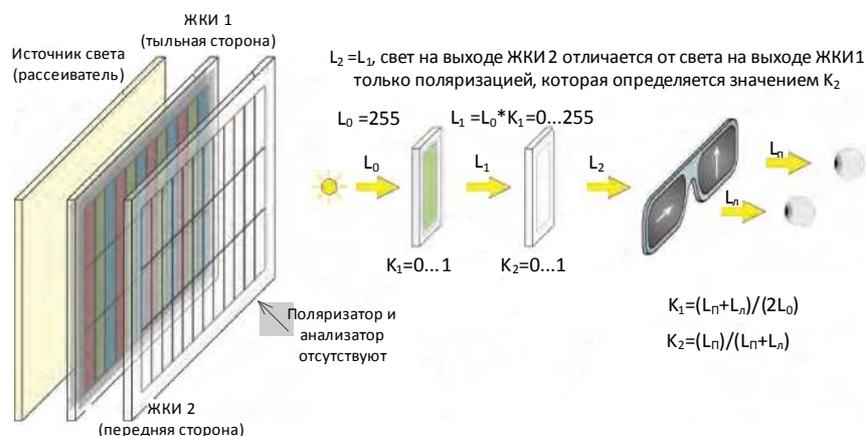


Рис. 2. Алгоритм создания стереоизображения на основе поляризационного метода

Изображения стереопары, записанные на двухканальном сервере, предварительно обрабатываются в блоке подавления двоения изображения. Чередование левого и правого изображений стереопары в режиме «тройная вспышка» производится в сервере. Для показа может использоваться алюминированный экран последнего поколения.

Выводы

На основе особенностей восприятия зрительным анализатором человека изображений, описаны различные методы получения эффекта стереопса, который позволяет более точно и раскрыты проблемы сепарации. Раскрыты основные методы сепарации, выявлены сложности при их реализации. Анаглифный метод наименее перспективен, так как он в наибольшей степени приводит к утомлению глаз, к головной боли и к психическим расстройствам.

Рассмотрены технические проблемы формирования стереоизображений для целей цифрового кинематографа. Как путь решения указанных проблем, предлагается алгоритм создания и регистрации стереоскопических изображений.

Литература

1. Рожков С.Н. Особенности восприятия стереоизображения в кинозале // Мир техники кино. – 2008. – №10. – С.10-15.
2. Мухин И.А. Автостереоскопические дисплеи // Broadcasting. Телевидение и радиовещание. – 2004. – №7. – С.79-81.
3. Башков Е.А., Авксентьева О.А. Генератор отрезков прямых повышенной производительности для трехмерных дисплеев // Наукові праці ДонНТУ. Серія "Інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка". – 2010. – №11. – С.100-105.
4. Прядко А., Рудченко Н. Технологии стереовизуализации // ТВ технологии. – 2009. – №3. – С.3-16.