

ТРЕТЬЕ ИЗМЕРЕНИЕ

Алексей Поляков

Если быть кратким, то схема ТВ-трансляции в формате 3D включает в себя следующие этапы: съемка и подготовка видео, компрессия, трансляция, прием, декодирование и демонстрация (рис. 1). Рассмотрим, какие технологии могут быть использованы на различных стадиях реализации 3D ТВ.

рокое распространение получили 3D-телевизоры и дисплеи с использованием очков для просмотра S3D-видео. Причем очки используются двух типов: с пассивной и активной поляризацией.

В очках "штормого" типа (shutter glasses) стекла меняют свою прозрачность синхронно с показом на экране кадров, предназначенных для левого и правого глаза (такие очки еще называют "активной поляризацией"). Дисплеи и телевизоры должны поддерживать частоту обновления от 120 Гц и более для того, чтобы уменьшить эффект мерцания. При 120 Гц мерцание все же заметно, если в поле зрения попадают источники освещения или дневной свет. Есть сообщения, что выпускаются телевизоры с частотой 240 Гц. При использовании данного способа показа 3D возможно обеспечить изображение полного разрешения для каждого глаза, однако это потребует использования трансляций S3D отдельными каналами либо увеличения частоты кадров.

Очки пассивного типа делятся по виду поляризации: линейной или циркулярной. При этом на экране показываются кадры для правого и левого глаза в чересстрочном формате. Достоинство пассивной поляризации – в полном отсутствии мерцания и утомления глаз. Такой способ обычно предполагает уменьшение разрешения в два раза, но есть конструкции, позволяющие показать полное разрешение для каждого глаза. Например, системы с применением полупрозрачного зеркала. Свет большинства LCD-дисплеев линейно поляризован под углом 45 градусов. Это связано с архитектурой LCD-матрицы. Если направить свет от двух соответствующим образом закрепленных дисплеев на полупрозрачное зеркало, то можно получить S3D-изображение полного разрешения. Примечательно, что собрать такой дисплей можно самостоятельно на основе двух обычных LCD-



Рис. 1. Схема трансляции 3D ТВ

Начнем с "Показа", так как, прежде всего, важно, что в итоге увидит зритель.

Существует несколько технологий объемной визуализации. Термин "3D" часто используется для обозначения всего спектра объемных технологий показа. По мнению многих специалистов, видеоматериал, содержащий два канала (один для левого, другой для правого глаза), правильно называть стереоскопическим (нежели 3D). Для просмотра такого видео зритель должен надеть специальные очки. Многокадрное 3D-видео содержит ряд каналов (обычно количеством от восьми-деяти) и позволяет использовать технологии показа, не требующие от зрителя применения очков для просмотра. Многокадрное видео позволяет оглядывать объекты изображения с разных сторон (в некотором диапазоне). Далее в статье стереоскопическое видео мы будем обозначать как S3D, многокадрное видео – как M3D.

Демонстрация 3D-видео

Как же зритель в домашних условиях может увидеть 3D? В настоящее время наиболее ши-

дисплеев, как это сделала, например, российская компания SiFRO-CiTY из Новосибирска, наладив выпуск полупрозрачных зеркал и консолей для крепления дисплеев (рис. 2).



Рис. 2. S3D-дисплей на основе двух мониторов и полупрозрачного зеркала

Достоинство такого решения в том, что оно позволяет изготовить S3D-дисплей любого размера. При этом обеспечивается очень высокое качество изображения, поскольку оба канала полного разрешения смешиваются оптически и глаза не утомляются от мерцания, которое присутствует в очках с активной поляризацией.

Недостаток такой системы в ее габаритах. В то же время данный S3D-дисплей может быть подходящим вариантом для профессионального использования в студиях подготовки видео, музеях и т.п.

После приема и декодирования, перед выводом на S3D-телевизор видео форматируется следующими способами:

- чересстрочное чередование строк левого и правого кадров;
- чередование левого и правого кадров по времени;
- чередование попиксельно элементов левого и правого кадров в виде шахматной доски;
- запись в один стандартный кадр с уменьшением разрешения левого и правого кадров по горизонтали.

Различные 3D-дисплеи и телевизоры обычно способны принять и правильно трактовать несколько форматов. Зритель должен лишь переключить телевизор в режим, соответствующий формату входного видео. Далее S3D-телевизор самостоятельно управляет показом объемного изображения.

Не все форматы представления S3D-видео одинаково удобны для компрессии и передачи. В частности, "шахматная доска" будет компрессироваться сложнее. Поэтому форматирование сигнала рационально осуществляется уже на приемном конце, непосредственно перед выводом на телевизор.

Трансляция S3D-каналов

Многие мировые киностудии уже стали снимать новые фильмы в формате стереопары, т.е. сразу двумя камерами. Такая съемка позволяет демонстрировать стереоскопические фильмы в кинотеатрах и на мониторах, работающих с использованием поляризационной технологии.

В настоящее время распространены три способа трансляции S3D-каналов.

Первый способ состоит в передаче двух каналов видео с уменьшением горизонтального разрешения. В этом случае в один кадр HD-разрешения шириной 1920 пикселей записываются оба кадра (side-by-side). При этом разрешение каждого канала по горизонтали становится 960 пикселей. Достоинство этого формата в том, что для S3D-трансляций можно использовать существующие HD-каналы. Кроме того, при правильной подготовке исходного видеоматериала синхронизация каналов обеспечивается автоматически, а для декодирования потока на приемном конце не требуется более высоких ресурсов. Принять и вывести на 3D-телевизор такой сигнал может любая телевизионная приставка, поддерживающая HD-разрешение. Недостаток способа – в уменьшении разрешения и в том, что такой видеопоток не комфортно, хотя и возможно, смотреть на телевизионном приемнике, не оснащенном 3D-очками.

Второй способ – трансляция каналов для левого и правого глаза отдельными каналами. Такое вещание также может быть обеспечено существующей инфраструктурой цифровых HD-трансляций. Для синхронизации каналов используются специальные метки времени, присутствующие в каждом потоке. Такая схема обеспечивает полное разрешение изображения, однако требует для передачи и декодирования удвоенных ресурсов. Уменьшить количество передаваемых данных за счет межканального сжатия нет возможности. Достоинством данного подхода является то, что любой из каналов может быть просмотрен, как обычный 2D-канал.

Еще один способ – передача с увеличенной частотой кадров. В этом случае в потоке вместо 25 к/с передается 50 к/с: 25 кадров для левого и 25 кадров для правого глаза чередуются в потоке. Это накладывает дополнительные требования на синхронизацию потоков при подготовке. Такой поток требует меньшей скорости передачи (битрейта – от английского bitrate) за счет использования механизмов межкадровой компрессии, в том числе и между правым и левым каналами. Однако к декодерам предъявляются дополнительные требования – поддержка более сложного профиля компрессии. Такую трансляцию также не посмотреть на обычном телевизоре.

Видимо, за счет сравнительной простоты в тестовых телевизионных S3D-трансляциях чаще используется первый способ – side-by-side (рис. 3).



Рис. 3. S3D-видео в формате side-by-side на экране телевизора в 2D-режиме

В мире уже есть ряд примеров практической реализации стереоскопического телевизионного показа. В феврале 2010 года в девяти пабах Лондона, Манчестера, Кардиффа, Эдинбурга и Дублина английской телекомпанией Sky была проведена прямая трансляция футбольного матча "Арсенал" – "Манчестер Юнайтед" в 3D-формате. Есть и другие примеры тестовых трансляций, в том числе и в России. На выставке CSTB 2010 компании "Платформа HD" и General Satellite объявили о начале тестовой трансляции 3D-канала. Совсем недавно этими компаниями была осуществлена спутниковая телетрансляция из Мариинского театра. Надо отметить, что и Sky, и другие компании транслируют S3D-видео.

3D-съемка

Для выполнения стереоскопической съемки, как правило, обычно используются конструкции из двух обычных камер. Камеры крепятся горизонтально рядом друг с другом (рис. 4).



Рис. 4. Стереопара с горизонтальным креплением камер

Правильный подбор расстояния между камерами (базиса съемки) определяет качество получаемого стереоэффекта. Базис съемки рассчитыва-

15 апреля в концертном зале Мариинского театра была проведена первая в мире телевизионная трансляция в формате 3D. В программу гала-концерта, который транслировался в трехмерном изображении, были включены фрагменты лучших балетов Мариинского театра. Трансляция состоялась благодаря совместным усилиям восьми компаний из России, Англии и Франции. Компания ISPA-Engineering вошла в число участников этого беспрецедентного проекта, обеспечив работу 18-камерной ПТС Мариинского театра. Команда французских специалистов, уже имеющих опыт проведения подобных съемок, совместно с английскими коллегами и сотрудниками филиала ISPA-North провела огромную работу по подготовке передвижной телевизионной станции и камер Sony HDCU-1500, входящих в состав ПТС, собрав пять комплектов стереопар для съемки в формате 3D. Зрители России и Франции впервые в истории увидели 3D-трансляцию балета знаменитого российского театра в прямом эфире. В Париже, в рамках празднования года России, в резиденции российского посла состоялась торжественный просмотр гала-концерта. Специальная площадка для просмотра 3D-трансляции также была оборудована в Москве. Сигнал передавался в открытом формате, что дало возможность любому телезрителю, имеющему необходимое 3D-оборудование, посмотреть мировую премьеру.



ется в зависимости от ряда параметров: удаленности объектов сцены, параметров оптики и планируемых условий демонстрации S3D-видео. Правильный расчет базиса важен для комфортного восприятия 3D-эффекта.

Если физические размеры камер не позволяют обеспечить необходимый базис (камеры слиш-

MrCable® - Российский лидер в разработке и производстве коммутационных решений!





Компания **Мистер Кейбл** специально для музыкантов разрабатывает и производит линейку высококачественных студийных и концертных кабелей. А также:

- коммутационные панели
- сценические мультикоры
- гибридные системы
- аудио-, видеокابل в бухтах

Любые оригинальные решения на заказ!

Адреса магазинов: www.mrcable.ru
Тел.: (495) 741-24-52 info@mrcable.ru



Рис. 5. Стереопара с использованием полупрозрачного зеркала

ком велики), тогда используют крепление под углом 90 градусов и производят съемку через полупрозрачное зеркало (рис. 5).

Недостаток систем из двух камер в размерах и сложности синхронной настройки и управления камерами.



Рис. 6. Стереокамера Panasonic AG-3DA1

Фирма Panasonic анонсировала выпуск специализированной камеры с двумя объективами для стереосъемки (рис. 6). Дебют камеры состоялся на выставке NAV'2010 в Лас-Вегасе. В Москве камера впервые была показана в середине мая текущего года. Рекламные проспекты с техническими характеристиками выглядят многообещающе. Камера поддерживает HD-разрешение, имеет два выхода HD SDI и позволяет выполнять конвергенцию объективов на заданном удалении.

3D без очков

Несмотря на широкое распространение 3D-телевизоров с очками, этот способ показа имеет существенный недостаток – собственно, необходи-

мость надевать очки. Это сложно для людей, использующих очки для коррекции зрения, и трудно применимо в общественных местах. Однако есть 3D-дисплеи, позволяющие отобразить объемное видео без очков.

Наибольшее развитие и воплощение в виде серийно выпускаемых устройств получила технология, использующая оптический линзовый растр для создания 3D-эффекта [1]. Для показа объемного изображения с использованием метода линзового растра исходное видео должно содержать несколько каналов (обычно восемь или девять), снятых со смещением по горизонтали. Такой набор видеопотоков позволяет создать перед экраном большое количество зон стереовидения, находясь в которых зритель может наблюдать изображение объемным без очков, причем у него появляется возможность как бы заглянуть за объекты переднего плана и увидеть (в некоторых пределах) скрытые за ними элементы заднего плана. Видеопотоки такого рода называют multiview (M3D).

У многих известных фирм (Philips, Sharp, Samsung и других) есть модели 3D-дисплеев, основанные на принципе линзового растра. Разработка линзово-растровых 3D-устройств началась еще в прошлом веке (например, Philips), однако действительно хорошего эффекта и определенного коммерческого успеха удалось добиться лишь сравнительно недавно с распространением стандарта высокого разрешения (HD). Это связано с тем, что для формирования кодированного многоакурсного изображения требуется разрешение более высокое, чем для каждого из исходных кадров по отдельности: под каждую линзу должны войти элементы всех исходных кадров. Только с появлением возможности передавать и декодировать видео высокого разрешения количества пикселей стало достаточно, чтобы увеличить качество воспроизводимого стерео (3D) эффекта.

Формат 2D + Z

Очевидно, что выполнить многоакурсную видеосъемку – задача не простая. Требуется либо специальная камера с большим количеством объективов, либо ряд камер и устройство, обеспечивающее синхронную съемку. Надо учесть также, что возникает задача хранения большого количества данных – видеопотоков – с каждой камеры. Даже с учетом того, что современные методы компрессии позволяют эффективно учитывать временную и пространственную избыточность, объем данных при многоакурсной видеосъемке возрастет многократно.

Один из эффективных способов решения проблемы большого объема данных состоит в использовании так называемого формата 2D+Z.

Любому обычному (2D) изображению можно "сообщить" информацию об удаленности каждого пикселя от наблюдателя (Z-координату). Такое представление изображения называют "формат 2D+Z", а плоскость координат Z – "картой глубины". Карту глубины можно представить в виде



Рис.7. Исходный кадр и карта глубины

монохромного изображения. В карте глубины градациями серого обозначается удаленность точек изображения от наблюдателя. На рис. 7 показан пример оригинального изображения и карты глубины.

Формат 2D+Z является продолжением концепции представления информации об изображении по компонентам. Как известно, и в аналоговом, и в цифровом телевидении изображение формируется из яркостной и двух цветowych составляющих. Добавление еще одного компонента, характеризующего "объемность" изображения, является вполне логичным развитием и хорошо согласуется с принципами совместимости.

Использование формата 2D+Z позволяет осуществить передачу стереоскопического видео с увеличением потока данных всего на 15-20%. Таким образом, удовлетворяется требование приемлемого объема данных.

Реконструкция МЗD-изображения

Однако 2D+Z – это не многокурсовая серия и даже не стереопара. Для того чтобы показать объемную картинку, необходимо выполнить расчет серии кадров. Восстановление стереоскопического изображения происходит путем интерполяции исходного изображения с учетом карты глубины. Используя карту глубины, создается серия видеоканалов, показывающая один и тот же кадр как бы с разных точек зрения – моделируется МЗD-видео и затем демонстрируется с использованием растрового дисплея [1].



Рис. 8. Исходный кадр и карта глубины, рассчитанная автоматически. Исходная стереосъемка произведена студией TO-VSE.com

Надо отметить, что достоинством видео 2D+Z является возможность преобразования и в S3D, то есть использование карты глубины позволяет создать универсальное решение.

Генерация карты глубины

Как было отмечено выше, формат 2D+Z представляется наиболее приемлемым вариантом с точки зрения размера передаваемых данных и универсальности – применимости для реконструкции стереоизображения для различных типов 3D-телевизоров. Однако задача построения карты глубины (Z) требует применения сложных алгоритмов и больших вычислительных ресурсов. Разработанное компанией Triaxes Vision программное обеспечение для сервера видеокompрессии позволяет выполнить такой расчет в режиме реального времени (рис. 8).

Техническая реализация 3D-трансляции

На выставке "Связь-Экспокомм'2010" в ЦВК Экспоцентр "Красная Пресня" в период с 11 по 14 мая 2010 г. на объединенном стенде группы компаний (РТРС, ВГТРК, МНИТИ, Elocard, JC и др.) демонстрировались разработки и достижения отечественных компаний в области 3D ТВ.

Компания General Satellite продемонстрировала видеозапись балета Мариинского театра в формате S3D (side-by-side) (рис. 9).



Рис. 9. Демонстрация балета Мариинского театра в формате 3D

Надо отметить, что съемка была выполнена качественно, изображение имело хороший стереоэффект. Посетители с большим интересом посещали стенд. Показ осуществлялся на двух телевизорах Samsung с очками затворного типа.

Компании МНИТИ, JCSI (г. Москва) и Triaxes Vision (г. Томск) организовали две съемочные площадки, на которых в реальном времени производилась стереосъемка, обработка и демонстрация 3D-видео. Стенд моделировал полную действующую систему трансляции 3D ТВ (рис. 10). Система включала вывод 3D-видео на телевизоры с очками и без очков.



Рис. 10. Стереопара в 3D-телестудии на выставке "Связь-Экспокомм'2010"

На первой площадке была установлена стереокамера с использованием полупрозрачного зеркала и построена модель телестудии.

Вторая съемочная площадка была оснащена стереокамерой с горизонтальным креплением камер и демонстрировала возможности репортажной съемки. Videопоток с камер менее чем за две секунды успевал пройти обработку на сервере и трансляцию по сети IP. Задержка в две секунды связана с буферизацией для обеспечения плавного воспроизведения при трансляции по сети. Таким образом посетители стенда видели себя на автостереоскопических дисплеях в 3D без использования очков (рис. 11). Вероятно, впервые в мире была продемонстрирована возможность генерации и трансляции M3D (2D+Z) видео в реальном времени.



Рис. 11. Демонстрация стереоскопической съемки и показа объемного изображения без очков в реальном времени

Знаковым событием стала демонстрация Парада Победы, посвященного 65-й годовщине Победы. Показ проходил на телевизорах с очками в формате S3D и на автостереоскопических дисплеях в режиме M3D.

Техническая реализация M3D-трансляции состояла из нескольких этапов:

1) Со стереоскопической камеры видео поступало по двум портам HD SDI в сервер видеокодирования.

Для захвата видео использовались платы Eleaf HD Access 2, специально модифицированные для обеспечения синхронности приема двух каналов стереоскопического видео.

2) Программное обеспечение Triaxes Vision выполняло синхронизацию двух каналов видео. Далее для каждого кадра видео рассчитывалась "карта глубины" и формировался поток 2D+Z. Для расчета карты глубины используется алгоритм анализа различий между двумя каналами видео.

3) Видео 2D+Z компрессируется кодеком Eleaf и упаковывается в стандартный поток MPEG (transport stream, TS). Полученный поток далее транслировался по локальной сети IP на стенде. Сервер имеет также выход DVB-ASI. Генерируемый поток TS может быть транслирован по DVB-T.

4) В качестве приемных устройств использовались телевизионные приставки (STB) Triaxes 3D Player со специальным программным обеспечением. Эта приставка способна принимать трансляции DVB-T и Internet, воспроизводить видео с накопителей, подключаемых по USB. На стенде транспортный поток транслировался по локальной сети на ТВ-приставку, которые декомпрессировали 3D-видео и выводили его на автостереоскопические дисплеи (рис. 12).



Рис. 12. Директор ГК Triaxes Алексей Поляков демонстрирует работу телевизионной приставки Triaxes 3D Player

Прошедшая выставка показала возможности реализации 3D-телевидения. Создание средств быстрой подготовки видео для показа на автостереоскопических дисплеях – это прорыв в направлении реализации следующего этапа развития 3D ТВ – 3D-телевидения без очков.

Практическое применение показанных разработок возможно уже сейчас в системах 3D-конференц-связи, для трансляций спортивных и других мероприятий на проекционные системы формата 3D, для подготовки видео к показу на безочковых системах.

Проблемы существующих реализаций

Ни один из существующих в настоящее время способов 3D-показа не лишен недостатков.

В частности, используемый в трансляциях телеканалов Sky и "Платформа HD" формат S3D, в котором кадры для левого и правого глаза смонтирова-

ны в один видеокادر 1920×1080 (side-by-side), предполагает уменьшение разрешения по ширине каждого кадра в два раза. Это ведет к снижению качества изображения. Кроме того, такой способ трансляции не имеет обратной совместимости, то есть смотреть изображение side-by-side на телевизоре, не предназначенном для показа 3D, хотя и возможно, но не комфортно (на экране будут видны одновременно два кадра, вытянутых по высоте).

Закрепление такого положения приведет к тому, что придется раздельно транслировать 3D- и 2D-каналы, что означает увеличение числа транслируемых каналов (и, соответственно, требуемых ресурсов) в два раза. По-хорошему так быть не должно, ведь не транслируют же отдельные каналы на цветные и черно-белые телевизоры.

Существующие реализации трансляций M3D тоже имеют схожие проблемы, но более ярко выраженные. Устройства для просмотра M3D понижают разрешение изображения еще в большей степени из-за необходимости показа на одном HD-экране сразу нескольких ракурсов. Устранить данный недостаток возможно при использовании дисплеев более высокого разрешения. При этом не потребуется увеличивать разрешение и скорость трансляции 3D-каналов.

Универсальная 3D-трансляция

Обеспечить обратную совместимость (с 2D-телевизорами) и универсальность, то есть возможность показа одного и того же 3D-видеоканала на устройствах S3D и M3D, вполне реально, базируясь на международных стандартах MPEG. Идея в том, чтобы передавать основной видеоканал полного разрешения и дополнительно к нему ассоциированные данные, например, изображение для второго глаза и карту глубины Z. Причем реализация может быть такой, что существенного увеличения скорости канала не потребуется. Эффективная компрессия дополнительного канала (второго канала стереопары) возможна за счет передачи лишь "разницы" к основному кадру. Информация же о

глубине Z сжимается очень хорошо, так как это монохромное изображение с низкой детализацией. В результате универсальный, обратно совместимый 3D-канал потребует всего на 30-50% большей скорости потока, что может быть вполне компенсировано использованием эффективных реализаций кодека. В этом случае 2D-телевизор может показать только основное изображение. 3D-телевизор, умеющий показать S3D, использует дополнительные данные для формирования стереопары, а автостереоскопический телевизор покажет M3D, используя карту глубины Z.

Стандартизация

Формат MPEG-2 имеет дополнительный много-ракурсный (multiview) профиль, принятый в 1996 году и позволяющий кодировать и передавать изображения с двух и более камер [2].

"Спецификация 2" формата MPEG-4, определяющая способ кодирования видеообъектов, позволяет стандартным способом передавать и обычное 2D-изображение и соответствующую ему карту глубины (Z). Аналогичные возможности есть и в MPEG-4, части 10 (AVC). Причем стандарты определяют возможность кодировать плоскость Z как дополнительные данные, которые могут быть проигнорированы устройствами, "не ожидающими" их появления. При этом наличие Z никак не повлияет на декодирование основного изображения. Форматы MPEG-2 и MPEG-4 (AVC) являются основными в цифровом телевидении, поэтому уже существует достаточная база для стандартной трансляции 3D-видеоданных. Надо отметить, что работа над стандартизацией продолжается и принятие очередных добавлений ожидается к 2011 году [3].

Литература

1. Поляков А.Ю. Цифровое объемное телевидение 3DTV // ТТК, 2009.
2. Jens-Rainer Ohm. Stereo/Multiview Video Encoding Using the MPEG Family of Standards.
3. Atanas Gotchev. Computer Technologies for 3D Video Delivery for Home Entertainment.

РЕКЛАМА





СВЕТОДИОДНЫЙ НАКАМЕРНЫЙ СВЕТИЛЬНИК LOGOCAM LE6

- Специально разработан для использования на базе ENG-камер
- Повышенная светоотдача (как у обычных галогенных светильников)
- Низкое энергопотребление
- Увеличенный жизненный цикл за счет использования светодиодов
- Встроенная электронная система диммирования, обеспечивающая регулировку яркости в диапазоне 0...100%

Вся продукция LOGOCAM у официального дистрибьютора в России — ООО «ПРОЛЭНД»

www.proland.tv