



Теория построения стереоскопических изображений

# 3D-взгляд в виртуальную реальность

Качество изображения, выдаваемое современными видеоакселераторами, все больше приближается к оригиналу, но до полного сходства с реальным миром еще далеко. Основное отличие — это недостаточная реализация трехмерности, которую невозможно отобразить на традиционном мониторе. Какие же шаги предпринимают разработчики в этой области?

**Д**авайте рассмотрим основные принципы формирования стереокадров для стереочков и шлемов, то есть сравнительно недорогих устройств для отображения трехмерных миров, а также вкратце коснемся их устройства.

## Принцип работы стереоскопических устройств

Как же работают данные устройства? Человек способен воспринимать трехмерные объекты на основе двух факторов: врожденные (основаны на использовании бинокулярного зрения) и вторичные, или эмпирические, бла-

годаря которым человек судит об объемности того или иного предмета по косвенным признакам. Таким, как расстояние до предмета, его размеры, порядок наложения разных объектов друг на друга, световые эффекты на них и т. п. Вторичные факторы доступны как при бинокулярном, так и при монокулярном зрении, благодаря чему они применяются в стандартных двухмерных устройствах отображения информации, например в мониторах. Однако они никогда не смогут обеспечить эффекта полного присутствия, так как истинно трехмерное изображение может быть получено только при использовании вторичных »

» и врожденных факторов вместе. В подробности бинокулярного зрения мы вдаваться не будем, а сразу расскажем о принципах построения трехмерных изображений.

Одним из первых стереоизображение получил в 1838 году Ч. Уитстон. Для этого он создал специальный прибор — стереоскоп. Принцип его действия во многом был похож на методы современных VR-шлемов для ПК. Объемное изображение формировалось за счет того, что каждый глаз наблюдал почти схожие плоские картинку, которые вместе образовывали стереопару. Сформировать две таких картинку не составляет труда. Но как же заставить каждый глаз видеть только свою картинку? Для этого существует два метода: двухэкранный, который применяется в более дорогих устройствах, например в шлемах, и одноэкранный, который применяется в дешевых стереоскопических устройствах, например в очках.

### 3D-очки и одноэкранный метод формирования изображения

При помощи одноэкранный метод стереоизображения отображаются на обычных двухмерных мониторах, но при этом необходимо специальное устройство, которое будет сортировать кадры стереопары, чтобы каждый глаз видел свою картинку. В современных очках для этого используются три метода: метод поляризованной сортировки, затворный метод и комбинированный, состоящий из двух предыдущих.

#### Метод поляризованной сортировки

Метод поляризованной сортировки применяется в стереоскопических кинотеатрах, когда на экран одновременно проецируются два изображения двумя разными проекторами и имеют отличную друг от друга поляризацию световой волны: один кадр — горизонтальную, другой — вертикальную. Зритель же видит в этом случае стереокартинку благодаря специальным очкам, одно из стекол которых пропускает свет с вертикальной поляризацией, а другое — с горизонтальной. Однако данный метод не может быть использован в компьютерах, так как обычный монитор не может отображать одновременно два различных кадра.

#### Затворный метод

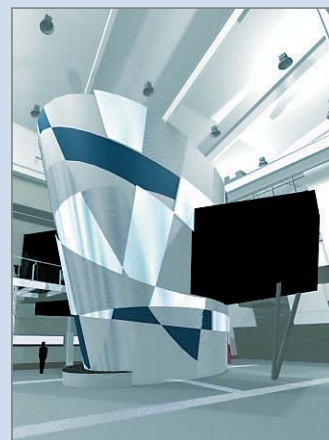
В компьютерах применяется так называемый затворный метод: кадры стереопары выводятся на экран последовательно с



### Система виртуальной реальности

## Технологии будущего в настоящем

Система виртуальной реальности — как заманчиво звучит эта фраза. Одна из таких систем под названием С6 (образец систем 2000 года) изображена на рисунке. Изнутри это обычная комната, в которой все четыре стены, пол и потолок — проекционные экраны. Управляется она двумя компьютерами, один из которых — высокопроизводительная система Silicon Graphics. Такая полноценная система виртуальной реальности стоит очень дорого и занимает достаточно много места. Однако любителям зрелищ не стоит огорчаться: за приемлемую цену в настоящее время можно приобрести один из основных компонентов системы виртуальной реальности начального уровня — стереоскопическое устройство отображения — шлем виртуальной реальности или 3D-очки.



очень небольшим интервалом. В этом случае пользователь надевает очки, выполняющие функцию затвора, — последовательно одно из стекол теряет свою прозрачность. При этом очки синхронизируются с частотой обновления кадров монитора. Данный метод образования стереозффекта, с одной стороны, является самым дешевым из аппаратных, но с другой — и самым небезопасным для здоровья человека.

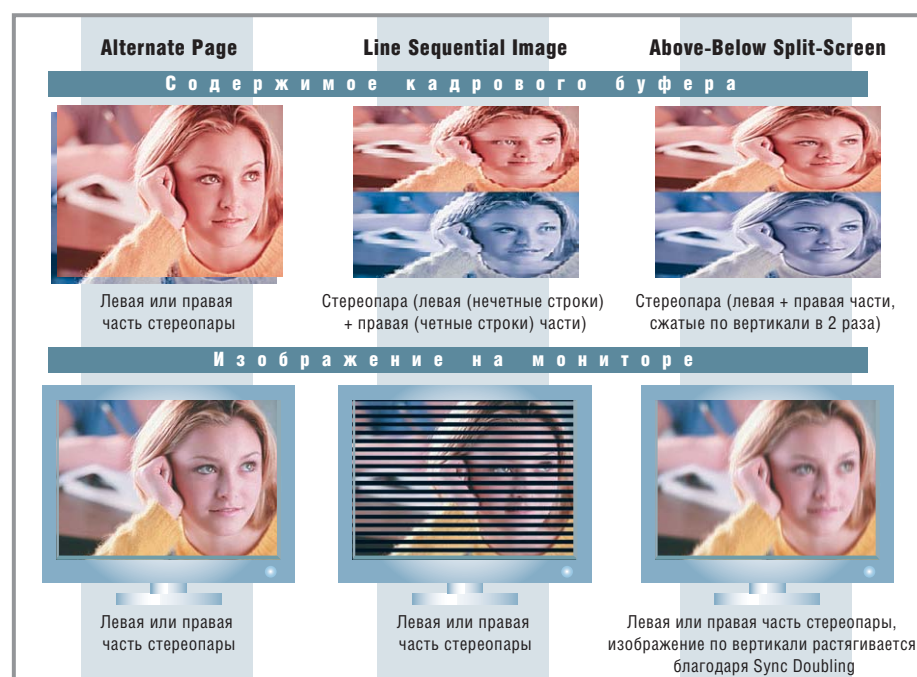
#### Комбинированный метод

Также в компьютерах применяют и комбинированный метод, для реализации которого

необходим специальный экран для монитора, который одновременно будет служить и поляризатором, и затвором. В результате стереокартинку можно наблюдать при помощи поляризационных очков, используемых при методе поляризационной сортировки. Однако этот вариант весьма недешев, а потому и нераспространен.

### Формирования стереоизображения на мониторе

Для формирования стереопары существует несколько методов: Line Sequential Image (последовательная передача строк, также



▲ Формирование 3D-изображения на мониторе





## Популярные модели 3D-очков

## Шаг в виртуальный мир

**VR Joy 2000** — 3D-очки компании VR Standard Corp., появившиеся в 2000 году. Доступны в нескольких вариантах, в том числе и в беспроводном. Средняя цена — около \$70.

**H3D Cruiser** — очки компании i-O Display Systems, выпущены также в 2000 году. Доступна как обычная, так и беспроводная их версия. Средняя цена — около \$90.

**Elsa 3D Revelator** — очки разработки Elsa. Также доступны в двух вариантах. Работают лишь со стереокадром Alternate Frame. Средняя цена — \$50–60. Появились в начале 1999 года.

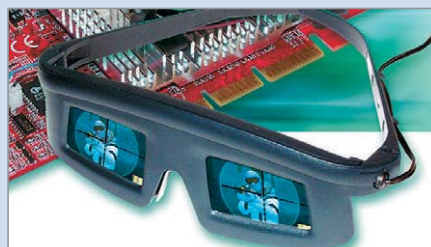
**StereoEyes** — разработка компании StereoGraphics. Данные очки весят около 65 грамм, отличаются неплохим качеством и доступны в беспроводном варианте. Их цена — около \$250.



▲ 3D-очки StereoEyes Wired

**CyberVision** — эти очки появились в 2000 году, разработка компании Cybertronics. Средняя цена — около \$80. Также доступны в двух вариантах.

**Asus VR-100** — разработка компании Asus. Ими комплектуются все карты Asus серии Deluxe. Примечательной особенностью этих карт является встроенный контроллер очков. Пока выпускаются только в обычном варианте.



▲ 3D-очки Asus VR-100

**C-3D** — разработка компании Chequimate. Примечательны контроллером, поддерживающим несколько пар очков. Наиболее полный список 3D-очков, их характеристик и ссылок на сайты производителей вы сможете найти по адресу [www.stereo3d.com/shutter.htm](http://www.stereo3d.com/shutter.htm).



◀ Очки H3D Cruiser от i-O Display Systems совместимы с картами NVIDIA и помогут вам погрузиться в трехмерный мир

» известная как Alternate Line, Interleaved или Interlaced), Alternate Page, или Alternate Frame (последовательная передача кадров), Above-Below Split-Screen, или Over-Under, или же Top-Bottom (разбиение кадра по горизонтали), Side-by-Side Split-Screen (разбиение кадра по вертикали), Rotated Side-by-Side Split-Screen (перевернутое разбиение кадра по вертикали, используется в некоторых моделях трехмерных мониторов), Anaglyph (обычные красно-синие очки), Chroma-Depth (метод на основе дифракции света) и Pulfrich (здесь используются очки, одно из стекол которых затемнено, а другое — наоборот, делается из светлого стекла). В компьютерах широкое распространение получили лишь первые три метода. Вкратце расскажем о каждом из них.

#### Метод Line Sequential Image

Сущность метода Line Sequential Image заключается в чередовании строк: в нечетных строках содержится изображение для левого глаза, а в четных — для правого. В кадровом буфере при этом хранится вся стереопара целиком, то есть два кадра. Но, заметьте, для этого метода и сам монитор должен работать в режиме Interlaced, то есть выводить изображение через строчку (зачастую этого удается добиться только специальными утилитами). Основным недостатком этого метода является плохое качество изображения. Пользователь в этом случае видит картинку с разрешением по вертикали в два раза меньше, чем на экране монитора, а вот частота обновления кадров стереопары равна частоте обновления монитора.

#### Метод Alternate Page

Идея метода Alternate Page заключается в последовательной передаче кадров. В кадровом

буфере видеокарты в определенный момент времени хранится только одна часть стереопары, которая и выводится на экран. Данный метод позволяет получить стереокартинку наилучшего качества, однако частота обновления оказывается в два раза меньше, чем та, которая используется на мониторе.

#### Метод Above-Below Split-Screen

Сущность данного метода состоит в сжатии по вертикали двух кадров, составляющих стереопару. Благодаря этому стереопара целиком умещается в кадровом буфере. Для того чтобы на экране монитора формировалась стереокартинка, между видеокартой и монитором располагают Sync Doubling — устройство, увеличивающее частоту синхроимпульсов, посылаемых от видеокарты, в два раза. В результате из кадров стереопары (сжатых по вертикали таким образом, что они умещаются в одном кадре на экране монитора) сначала прорисовывается один кадр в полную величину, а затем и другой. Из-за этого, к сожалению, в два раза падает разрешение по горизонтали, и картинка получается далеко не идеального качества. Однако данный метод работает почти со всеми видеокартами, а также позволяет использовать достаточно высокую частоту смены кадра.

Все описанные выше методы формирования стереокадров относятся к одноканальному способу. Для того чтобы наблюдать стереокартинку на экране монитора, вам понадобится либо очень быстро моргать (примерно 70 раз в секунду), либо приобрести 3D-очки. Они подключаются к компьютеру при помощи специального контроллера, который может быть как встроен в видеокарту (видеокарты Asus серии Deluxe), так и быть выполнен в виде дочерней пла-

»



▲ Шлем виртуальной реальности VFX 3D от Interactive Imaging Systems обеспечивает отличное качество 3D-изображения

ву. Цена на них достаточно высока — \$300–8000 и выше. В них применяется двухэкранный способ формирования изображения, то есть для каждого глаза в шлем встроен отдельный дисплей на основе активных жидкокристаллических матриц. При этом он видит только свой кадр стереопары. Различного рода ошибки практически исключены, что усиливает эффект погружения в виртуальный мир по сравнению с 3D-очками.

В шлемах виртуальной реальности применяется технология Virtual Orientation System — система виртуальной ориентации. Эта система отслеживает движения головы человека при помощи специальных датчиков, которые могут быть встроены в шлем либо прикрепляться к голове отдельно, и в соответствии с ними корректирует изображение на ЖК-дисплеях. Именно благодаря наличию этой технологии шлем является не просто устройством отображения истинно трехмерных изображений, а создает эффект полного присутствия в виртуальном мире.

Так же, как и очки, шлемы подключаются к компьютеру с помощью специального контроллера, который является уже более сложным устройством по сравнению с контроллером для 3D-очков. Он может быть выполнен либо в виде дочерней платы, либо встроен в шлем. Кроме того, в любой шлем встраиваются наушники.

Помимо подключения к компьютеру, большинство шлемов можно подсоединить к ТВ-тюнеру, приставкам типа Sony Playstation, видеоманитову, поскольку в них используется обычный видеосигнал (PAL или NTSC).

### Заключение

3D-очки и в особенности VR-шлемы действительно оставляют незабываемые ощущения. Постоянное снижение цен и совершенствование этих устройств рисует радужные перспективы для компьютеров будущего: шлем вместо монитора, киберперчатки вместо манипуляторов. Виртуальная реальность все больше и больше сливается с окружающей нас реальностью. Хотя современные шлемы и очки, рассчитанные на массового пользователя, пока что не так совершенны, как нам бы этого хотелось. Разрешение, частота смены кадров, угол обзора и другие параметры все еще сказываются на полноте погружения в виртуальный мир и на здоровье человека, в особенности органов зрения. ■ ■ ■ Алексей Мирошниченко



### Популярные модели VR-шлемов

## Лучший интерфейс для VR

**VFX 3D** — данный шлем был разработан компанией Interactive Imaging Systems и появился на прилавках магазинов в феврале 2000 года. В настоящее время цена на него упала до \$1800. В шлем встроены две ЖК-матрицы по 360 000 элементов каждая с диагональю 0,7 дюйма. Поддерживается режим High Color, разрешение при этом всего 263x480. В монохромном режиме и при 256 цветах поддерживаются и другие разрешения. Диапазон измерения углов наклона —  $\pm 70^\circ$ , азимута —  $360^\circ$ . Максимальный угол обзора составляет  $24^\circ$ .

**X-Viewer** — разработка все той же Interactive Imaging Systems. Данный шлем появится в 2002 году. Стартовая цена — около \$500. Он поддерживает уже более солидное разрешение — 640x480@16. Максимальный угол обзора составляет  $40^\circ$ .

**Hi-Res 900 3D** — разработка компании Cybermind NL. Шлем выпущен на прилавки магазинов в 2001 году. В настоящий момент он стоит около \$3000–3500. В шлем встроены два LCOS-дисплея. Максимальный угол обзора составляет  $31,5^\circ$ . Максимальное поддерживаемое разрешение — 800x600@24 при 75 Гц.



▲ VR-шлем Hi-Res 800

**V8** — данный шлем разработан компанией Virtual Research Systems. В качестве дисплеев используются две ЖК-матрицы. Максимальный угол обзора составляет  $60^\circ$ . Поддерживаются разрешения вплоть до 640x480@16.

**I-glasses SVGA 3D** является разработкой компании I-O Display Systems. В шлем встроены два LCOS-дисплея, максимально поддерживаемое разрешение — 800x600@16, максимальный угол обзора —  $24^\circ$ . Цена — около \$1600.

» ты. Очки подключаются к контроллеру при помощи провода. Также существуют радио- и инфракрасные модели очков.

3D-очки по-другому называются фильтрами затворного типа. Это связано с принципом их действия. На экране монитора поочередно отображаются левая и правая части стереопары. При этом стекла очков, сделанные из жидких кристаллов, поочередно теряют прозрачность, благодаря чему мы и наблюдаем стереокартинку. Управление очками осуществляется сигналами видеoadapterа, так что прозрачность их стекол изменяется синхронно со сменой изображения на экране монитора. 3D-очки являются наиболее распространенным и недорогим средством получения истинно трехмерных изображений. Неплохие модели стоят в районе \$50–100. Однако очки имеют и ряд недостатков: во-первых, для 3D-очков нужен очень хороший монитор. Чем большую частоту обновления он поддерживает, тем лучше. Меньше 120 Гц использовать для работы в очках крайне не рекомендуется. Если же вы хотите поберечь свое зрение, то лучше использовать частоту около 200 Гц. Но даже в этом случае при долгой работе в очках у вас могут появиться неприятные ощущения головной боли и даже тошноты. Во-вторых, очки лишены системы виртуальной ориентации, присущей шлемам, хотя сегодня существуют и такие модели, в которых этот эффект частично реализован.

### VR-шлемы и двухэкранный способ формирования изображения

Пришло время поговорить о VR-шлемах, или шлемах виртуальной реальности. VR-шлемы относятся к классу HDM, или Head Mounted Display — устройствам, одеваемым на голо-