



Профессиональные VR-системы

Полное погружение

VR-устройства, рассмотренные нами в предыдущих материалах, такие как 3D-очки, шлемы и VR-манипуляторы, позволяют заглянуть в виртуальный мир, но не дают полного эффекта присутствия. Профессиональные устройства, типа CAVE, RAVE и Desk, призваны окунуть вас с головой в другой мир.

Системы виртуальной реальности, такие как CAVE, стоят огромных по нашим меркам денег и не доступны обычному пользователю, но для научных и инженерных целей это поистине незаменимый и уникальный инструмент, позволяющий воссоздать полностью трехмерный интерактивный мир с необходимыми моделями.

CAVE — вершина виртуальных технологий

Устройство CAVE (Cave Automatic Video Environment) было разработано в Универси-

тете Иллинойса в Чикаго. Данное устройство представляет собой комнату, стены и пол которой сделаны из специального покрытия, на которое проецируется стереоизображение специально разработанными для этих целей четырьмя или более проекторами. Вся система работает под управлением рабочей станции на базе высокопроизводительной платформы Silicon Graphics. В NCSA (Американский национальный центр разработки приложений для суперкомпьютеров) «пещерой» управляет система SGI Onyx2 на базе 12 процес-»

» соров с четырьмя видеокартами Infinity-Reality 2 ценой \$100 тыс. каждая (необычная мечта любого видеогурмана) и 9 Гбайт оперативной памяти. За каждый проектор отвечает своя видеокарта, размер которой превышает размеры многих материнских плат. Стандартное разрешение, получаемое на каждой из стен, — 1024x768 при 96 Гц или выше. Но не стоит забывать, для того чтобы получить истинно трехмерное изображение, нам необходимо, чтобы каждый глаз видел свою часть стереопары. Поэтому без специальных стереочков затворного типа не обойтись. Кстати, в CAVE очень часто используются беспроводные очки. Благодаря специальному датчику, встроенному в них, происходит слежение за движением головы. Чаще всего применяются датчики Flock of Birds компании Ascension или 3Dspace компании Polhemus. Информация от этого датчика поступает в компьютер, который корректирует изображение на стенах и на полу в зависимости от изменения положения датчика. Когда в CAVE находятся несколько человек, датчик закрепляется на голове лишь одного из них. Поэтому, чтобы видеть «правильную» картинку, остальные посетители CAVE должны находиться рядом с человеком, в очки которого встроен датчик.

Мало кто знает, что оригинальное CAVE состояло из двух стен и пола. В настоящее время в Университете штата Айова разрабатывается CAVE, состоящее из четырех стен, пола и потолка. Рабочее название данного сооружения — C2 inside.

Основное предназначение CAVE в данный момент — научные разработки. Представьте себе, что вы разрабатываете новый автомобиль. Перед тем как машина будет поставлена на конвейер, придется изготовить не одну модель, выполненную в натуральную величину, что достаточно дорого. С помощью CAVE вы сможете осмотреть разработку со всех сторон. Вы даже можете сесть внутрь машины. Кроме этого, у «пещеры» есть одно важное преимущество. Вы находитесь в виртуальной реальности, поэтому можете менять некоторые параметры в масштабе реального времени. Так, вы можете уменьшить свой размер, стать атомом и проникать в самые маленькие отверстия.

Оказываясь в CAVE, вы перестаете наблюдать снаружи то, что происходит внутри, и наоборот, наблюдаете изнутри то,



◀ **Рис. 1.** Устройство CAVE, используемое преимущественно для сложных научных работ

что происходит снаружи. То есть, вы как бы смотрите не в монитор, а из монитора. Тем самым достигается максимально реальная эмуляция живого мира. CAVE обладает двумя важными преимуществами над другими системами виртуальной реальности: во-первых, нет необходимости надевать на себя громоздкие шлемы, обвешиваться проводами. Все, что вам нужно, — это легкие очки и Wand со встроенным или внешним датчиком или подобное ему устройство. Второе преимущество заключается в необычайно высокой степени реальности происходящего. Так, если мы симулируем аквариум, то рыба будет плавать не только перед вами, но и слева, и справа, и сзади, и снизу от вас.

CAVE разрабатывались специально для того, чтобы заместить шлемы виртуальной реальности (HMB) и BOOM, так как последние имеют ряд недостатков, которые мешают проведению различных научно-исследовательских работ. В настоящее время во всем мире насчитывается более

40 устройств типа CAVE. Цена стандартной «пещеры» превышает \$1 млн. Однако CAVE является практически идеальной игровой системой, и недалек тот час, когда будут открыты компьютерные залы, состоящие из нескольких десятков CAVE и предоставляющие услуги игры по сети. Устройство CAVE изображено на рис. 1.

Desk и RAVE — более дешевые аналоги CAVE

Устройство типа Desk представляет собой достаточно большой экран, размеры которого не нормированы. Причем используются не только экраны проекционного типа, но и плазменные, и LCD-панели.

Практически никакой предмет из внешнего мира не может попасть в поле зрения человека, работающего перед Desk, поэтому создается эффект полного погружения в виртуальный мир. Одновременно с Desk могут работать более пяти человек. Для получения стереокартинки на них должны быть одеты очки затворного типа. К голо- »



◀ **Рис. 2.** Устройство типа Desk (ImmersaDesk R2) выглядит гораздо менее впечатляюще, чем CAVE



Устройства взаимодействия с VR

Wand — популярное VR-устройство

Устройства типа Wand являются одними из самых простейших устройств, позволяющих взаимодействовать с виртуальной реальностью и обеспечивающих шесть степеней свободы. Большинство из них напоминают по внешнему виду обычный пульт дистанционного управления, на котором могут располагаться как кнопки, так и шар или джойстик. Перемещение в виртуальном пространстве осуществляется благодаря тому, что пользователь нажимает на кнопки или вращает шар. Цена этих устройств колеблется от \$70 до \$5000 и выше. Wand был разработан в 1992 году, а его улучшенный вариант — Wanda — в 1999. В настоящее время Wand пользуются достаточно большой популярностью как среди ученых и специалистов, так и среди обычных пользователей. Известная в этой области компания Fakespace Systems Inc. выпускает два устройства этого класса: V-Wand и Neo-Wand. V-Wand напоминает по внешнему виду пульт дистанционного управления (14x5x5 см) с закрепленным в центре шаром, рядом с которым находятся три программируемые кнопки. Благодаря им это устройство и обеспечивает шесть степеней свободы.

NeoWand изначально создавалось для использования вместе с такими устройствами, как CAVE и Wall, поэтому обладает встроенным датчиком и обеспечивает шесть степеней свободы. Вдобавок на корпусе располагаются 11 программируемых кнопок. Естественно, за такое удовольствие приходится платить: стоит Neo-Wand около \$5000, а его размеры — 13,2x5,5x17,6 см.



▲ Устройство NeoWand компании Polhemus



◀ Рис. 3. Типичное устройство типа Rave также используется в основном в научных целях

» ве одного из пользователей подключается датчик, при помощи которого изображение на экране будет меняться при изменении координат датчика в пространстве. Кроме этого, для навигации используется устройство типа Wand или подобное ему, например VR-перчатки. Для работы с устройствами типа Desk вам понадобится всего одна видеокарта, а не четыре, как в случае с CAVE. Поэтому и цена всей системы оказывается ниже. Для считывания и обработки информации, поступающей с датчиков, для генерации изображения на экране в Desk используется то же самое программное обеспечение, что и в CAVE. На рис. 2 изображено устройство ImmersaDesk R2, разработанное в 1996 году. В отличие от ImmersaDesk R1 (разработка 1994 года), экран которой был отклонен от вертикального положения на 45°, экран ImmersaDesk R2 может занимать как вертикальное положение, так и наклонное, под углом 45° к вертикали. Добавим, что размер самого экрана составляет 83 дюйма по диагонали.

Устройство типа RAVE, или Workbench, впервые было разработано Вольфгангом Крюгером в научно-исследовательской компании GMD Visualization and Media System Design Group. В Rave используется большой экран проекционного типа. Причем изображение сначала проецируется на зеркало. Для получения стереоизображения на пользователе должны быть одеты очки зрительного типа, а для навигации используются VR-манипуляторы. К голове также прикрепляется датчик, благодаря которому изображение корректируется в зависимости от положения датчика в пространстве. Кроме базовых зеркала и проектора, систе-

ма может быть укомплектована дополнительными, благодаря которым формируется напольное изображение. Причем специального покрытия для этого не требуется. Типичное разрешение в такой системе — 1280x1024. Система виртуальной реальности Rave изображена на рис. 3.

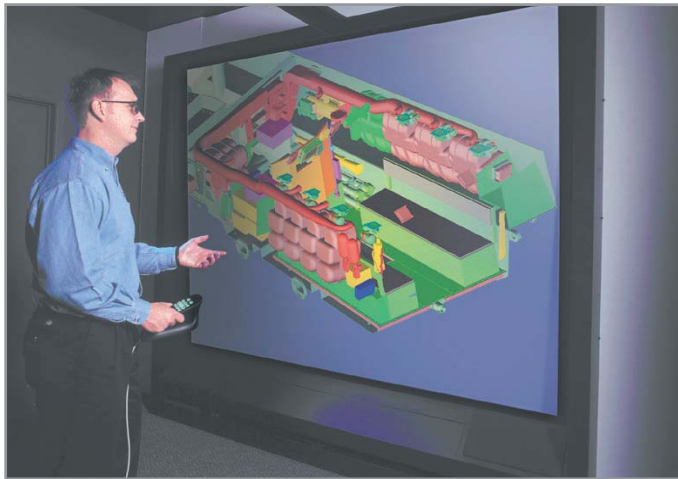
Типы устройств виртуальной реальности

Мы уже рассмотрели достаточно много устройств виртуальной реальности. И некоторые наши читатели могли запутаться, какое же устройство к какому классу относится. Поэтому мы решили уделить немного внимания типам устройств виртуальной реальности.

Первый тип устройств виртуальной реальности — генераторы изображения. Самым простым является обычный мультимедийный ПК с хорошей видеокартой. Другим примером может служить рабочая станция Silicon Graphics, цены на которую колеблются от нескольких тысяч до нескольких сотен тысяч долларов, а то и выше.

Второй тип устройств — устройства стереозрения. К этой категории можно отнести 3D-очки, шлемы виртуальной реальности (HMD), биноклярные мониторы с произвольной ориентацией (BOOMs), стереоактивные мониторы, устройства с пространственным разделением изображений, а также большеэкранные стереопроекторы. Характерным признаком устройств данного типа является наличие подсистемы синтеза и оперативной коррекции стереоизображения в зависимости от положения и ориентации головы пользователя. HMD, в свою очередь, делятся на шлемы на основе жидких кристаллов

Рис. 4. С устройством NeoWand взаимодействие с виртуальными мирами выходит на новый уровень



» (LCD) и шлемы на основе электронно-лучевых трубок (CRT).

Третий тип устройств — платы генерации объемного звука. Цена некоторых устройств этого класса составляет до \$150 тыс. Есть, правда, и более дешевые аналоги ценой до \$1000. Характерной особенностью таких звуковых плат является способность работы с инструментальными программами, предназначенными для создания миров виртуальной реальности.

Четвертый тип устройств — средства биомеханической связи с виртуальным миром. Делятся они на два класса: с шестью и тремя степенями свободы. Так как число устройств этого типа довольно велико, можно выделить их в отдельные группы. К манипуляторам относятся различного рода трехмерные мыши, джойстики, Wand, перчатки и т. п. Зачастую мани-

пуляторы комплектуются датчиками — еще одной группой устройств, предназначенных для слежения за положением какого-либо предмета или части тела в пространстве. По принципу действия они делятся на механические, ультразвуковые, магнитные, оптические и инерционные. К еще одной группе устройств данного типа стоит отнести устройства силовой обратной связи. Они имитируют перемещения тела человека в пространстве за счет вибрации, качки, ускорения и т. п.

Кто и где создает виртуальную реальность?

Научно-исследовательские и экспериментальные центры, занимающиеся разработкой и исследованиями систем виртуальной реальности, существуют во многих странах. Наибольший размах разработок

характерен для США и Японии. В США исследования виртуальной реальности проводятся правительственными организациями, университетами и другими структурами. В Японии такими разработками занимаются компании, поддерживаемые NEC, ATR, TEPCO и другие. В Европе разработками изделий виртуальной реальности занимаются такие страны, как Германия, Великобритания, Франция, Нидерланды. В Германии следует выделить Фраунгоферовский институт машиностроительной графики, промышленного моделирования, Исследовательский центр по математике и вычислительным наукам. В Великобритании стоит отметить компанию Division Ltd. of Bristol, Advanced Robotics Research Limited, W-Industries.

В России одним из главных центров разработки систем и технологий виртуальной реальности является ГосНИИАС. Ближкие к концепции виртуальной реальности разработки достаточно активно проводятся в Исследовательском центре искусственного интеллекта РАН, в Московском энергетическом институте, в Санкт-Петербургском институте информатики РАН. Психологические исследования виртуальной реальности ведутся в лабораториях Института человека РАН. Продолжаются и разработки аппаратных средств. Однако глубокая проработка этого важнейшего направления науки нуждается в столь же широкой поддержке со стороны правительственных и иных структур, как и в других странах. ■ ■ ■ Алексей Мирошниченко



Экономические решения

Джойстики для игр в виртуальной реальности

Давайте рассмотрим несколько недорогих устройств, основное предназначение которых — использование в игровых приложениях.

Устройство 6 DOF Human Interface Device по внешнему виду напоминает джойстик, рукоятка которого прикреплена к неподвижному основанию не только снизу, но и сверху. Благодаря тому, что устройство обеспечивает шесть степеней свободы, вы одновременно сможете передвигаться вперед/назад, влево/вправо, прыгать/приседать, смотреть вверх/вниз, поворачивать голову влево/вправо, наги-

баться влево/вправо. К компьютеру оно подключается при помощи USB-интерфейса, что достаточно удобно. Вдобавок к этому цена у 6DOF HID не так уж и высока — \$150.

FreeD представляет собой беспроводную рукоятку джойстика, которая во многом упрощает перемещение в виртуальном пространстве. Во-первых, устройство беспроводное, и ничто не сможет помешать вам наслаждаться любимыми играми. Во-вторых, для того чтобы персонаж в игре двигался, вам необходимо всего лишь перемещать в пространстве FreeD. То

есть, чтобы пойти вперед, достаточно сделать рукой движение вперед, назад — движение назад, влево — движение влево и т. п. Вдобавок к этому на FreeD располагаются несколько программируемых кнопок. Цена этого устройства всего \$90. Большой интерес представляет также джойстик Force FX с системой Force Feedback, имеющий шесть различных вариантов обратной связи с виртуальным миром и имитирующий штурвал управления истребителем F-16. На джойстике расположено пять программируемых кнопок. Вот только цена несколько высоковата — \$180.