

## 第 3 章

# 虚拟现实



### 导读

虚拟现实利用计算机生成虚拟环境,通过人的视、听、触觉等作用于用户,使之产生身临其境的感觉,在该虚拟环境中用户也可以操纵系统中的对象并与之交互。虚拟现实技术所带来的身临其境的神奇效应正渗透到各行各业,成为近年来国际科技界关注的一个热点。

本章主要介绍虚拟现实的基本概念、发展历史、相关工具和应用概况,重点介绍了虚拟现实在虚拟博物馆、医学、室内设计、实验教学等方面的应用。最后给出了一个使用 3DS Max 软件制作 3D 模型的具体实例、使读者能够对虚拟现实应用的开发工具有一个初步了解。

## 3.1 概述

### 3.1.1 初识虚拟现实

未驾驶过飞机,也能知道驾机飞行的感觉;没有当过宇航员,却能体会到太空飞行中失重的滋味;虽不是潜水员,但能感受到深沉大海的孤寂和观看到神奇炫目的景观……虚拟现实技术所带来的身临其境的神奇效应正渗透到各行各业,成为近年来国际科技界关注的一个热点。它是建立在计算机图形学、人机接口技术、传感技术和人工智能等学科基础上的综合性极强的高新信息技术,在军事、医学、设计、艺术、娱乐等多个领域都得到了广泛的应用,被认为是 21 世纪大有发展前途的科学技术领域。

下面先通过两个例子对虚拟现实有一个初步认识:

(1) 杭州大学开发了虚拟故宫游玩系统。使用者戴上特制的头盔,骑上不动的自行车,从头盔显示器里就看见了形象逼真的天安门城楼。当蹬动自行车的脚踏板时,就会感到自己骑车来到了午门前的大道上,飞快地穿过午门,越过金水桥、越过太和门,来到太和殿广场。由于自行车骑得太快,一下子破墙而入,到了太和殿。金銮殿内盘龙的柱子,庄严的殿堂和真实的景象完全一样,又骑车来到了御花园,绿树、红亭、碧池令人陶醉,好像身临其境。但是,当摘下头盔时,仍然是骑在自行车上,一步也没有动。

(2) 日本松下公司为了招揽买主,设计了一个“厨房世界”。在陈列室中,顾客们只要戴上一个特殊的头罩和一只银色的手套,就可以在现代的“厨房”里漫游一圈。顾客可以伸手去开房门,参观厨房的整体设计,看看橱柜和用具的摆设是否满意;可以打开橱门、抽屉,查看这些装备是不是考究适用;还可以从碗架顶上取下盘子,看能不能够得着架顶;到各个角

落站一站,判断厨房的空间是否合适;甚至还能打开煤气灶,看看供气和灶具;打开水龙头听听流水声,并低头看水池下面排水是否流畅;还可以打开电灯和通风排气设备,试试厨房的光照和通风。有趣的是,当你拿掉头罩,眼前的一切便立即消失。原来,这一引人入胜的“厨房世界”,是采用虚拟现实技术模拟而成的。

### 3.1.2 虚拟现实的基本概念

虚拟现实(Virtual Reality,VR)是计算机模拟的三维环境,是一种可以创建和体验虚拟世界(Virtual World)的计算机系统。虚拟环境是由计算机生成的,它通过人的视、听、触觉等作用于用户,使之产生身临其境的感受的视景仿真。它是一门涉及计算机、图像处理与模式识别、语音和音响处理、人工智能技术、传感与测量、仿真、微电子等技术的综合集成技术。用户可以通过计算机进入这个环境并能操纵系统中的对象并与之交互。

从技术的角度来说,虚拟现实可用 Burdea G. 提出的“虚拟现实技术的三角形”简洁地说明虚拟现实技术的基本特征,即 3 个“I”,它们是 Immersion—Interaction—Imagination (沉浸—交互—构想),其逻辑结构如图 3.1 所示。这 3 个“I”突出了人在虚拟现实系统中的主导作用:

(1) 人不只是被动地通过键盘、鼠标等输入设备和计算环境中的单维数字化信息发生交互作用、从计算机系统的外部去观测计算处理的单调结果,而是能够主动地沉浸到计算机系统所创建的环境中去,计算机将根据用户的特定行为而不是接口设备的状态来实现人机交互;

(2) 人用多种传感器与多维化信息系统的环境发生交互,即用集视、听、嗅、触等多感知于一体的、人类更为适应的认知方式和便利的操作方式来进行,以自然、直观的人机交互方式来实现高效的人机协作,从而使用户沉浸其中、使参与者有“真实”的体验;

(3) 人能像对待一般物理实体一样去直接体验、操作信息和数据,并在体验中插上想象的翅膀,翱翔于这个多维信息构成的虚拟空间中,成为和谐人机环境的主导者。

现在大部分虚拟现实技术都是通过电脑屏幕、特殊显示设备或立体显示设备获得一种视觉体验。一些仿真中也包含了其他的感受处理,比如从音响和耳机中获得声音效果。在一些高级的触觉系统中还包含了触觉信息(也叫做力反馈),如在医学和游戏等应用领域这种触觉信息非常重要。人们与虚拟环境交互或者通过使用标准装置(如键盘与鼠标),或者通过仿真装置(如电子手套、情景手臂、全方位踏车等)。虚拟环境既可以模仿现实世界中的一些事物(如飞行仿真和作战训练),也可以纯粹虚拟一个场景(如虚拟现实游戏等)。就目前的实际情况来说,由于计算机处理能力、图像分辨率、通信带宽等技术上的限制,还很难形成一个高逼真的虚拟现实环境。然而,随着处理器、图像和数据通信技术的不断发展,这些限制终将被突破。

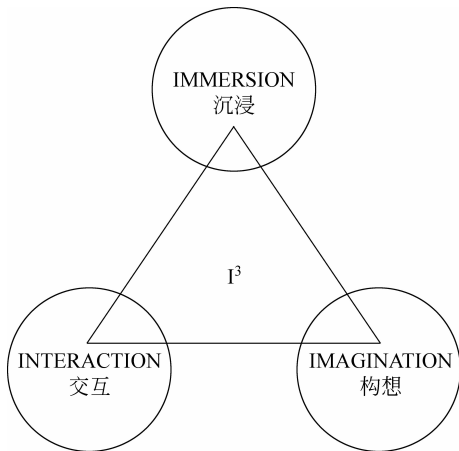


图 3.1 虚拟现实技术的基本特征

### 3.1.3 虚拟现实的技术基础

虚拟现实是多种技术的综合,包括实时三维计算机图形技术、广角(宽视野)立体显示技术、对观察者头、眼和手的跟踪技术以及触觉/力觉反馈、立体声、网络传输、语音输入输出技术等。下面对这些技术分别加以说明。

#### 1. 实时三维计算机图形

相比较而言,利用计算机模型产生图形图像并不是太难的事情。如果有足够准确的模型,又有足够的时间,我们就可以生成不同光照条件下各种物体的精确图像,但是这里的关键是实时。例如在飞行模拟系统中,图像的刷新相当重要,同时对图像质量的要求也很高,再加上非常复杂的虚拟环境,问题就变得相当困难。

#### 2. 显示

人在看周围的世界时,由于两只眼睛的位置不同,得到的图像略有不同,这些图像在脑子里融合起来,就形成了一个关于周围世界的整体景象。这个景象中包括了距离远近的信息。当然,距离信息也可以通过其他方法获得,例如眼睛焦距的远近、物体大小的比较等。

在VR系统中,双目立体视觉起了很大作用。用户的两只眼睛看到的不同图像是分别产生的,显示在不同的显示器上。有的系统采用单个显示器,但用户带上特殊的眼镜后,一只眼睛只能看到奇数帧图像,另一只眼睛只能看到偶数帧图像,奇、偶帧之间的不同就使视差就产生了立体感。

#### 3. 用户(头、眼)的跟踪

在人造环境中,每个物体相对于系统的坐标系都有一个位置与姿态,而用户也是如此。用户看到的景象是由用户的位置和头(眼)的方向来确定的。

跟踪头部运动的虚拟现实头套(见图3.2):在传统的计算机图形技术中,视场的改变是通过鼠标或键盘来实现的,用户的视觉系统和运动感知系统是分离的,而利用头部跟踪来改变图像的视角,用户的视觉系统和运动感知系统之间就可以联系起来,感觉更逼真。另一个优点是,用户不仅可以通过双目立体视觉去认识环境,而且可以通过头部的运动去观察环境。

在用户与计算机的交互中,键盘和鼠标是目前最常用的工具,但对于三维空间来说,它们都不太适合。在三维空间中因为有六个自由度,我们很难找出比较直观的办法把鼠标的平面运动映射成三维空间的任意运动。现在,已经有一些设备可以提供六个自由度,如3Space数字化仪和Space Ball空间球等。另外一些性能比较优异的设备是数据手套和数据衣。

#### 4. 声音

人能够很好地判定声源的方向。在水平方向上,我们靠声音的相位差及强度的差别来



图 3.2 虚拟头套

确定声音的方向,因为声音到达两只耳朵的时间或距离有所不同。常见的立体声效果就是靠左右耳听到在不同位置录制的不同声音来实现的,所以会有一种方向感。在现实生活中,当头部转动时,听到的声音的方向就会改变。但目前在 VR 系统中,声音的方向与用户头部的运动无关。

## 5. 感觉反馈

在一个 VR 系统中,用户可以看到一个虚拟的杯子。你可以设法去抓住它,但是你的手没有真正接触杯子的感觉,并有可能穿过虚拟杯子的“表面”,而这在现实生活中是不可能的。解决这一问题的常用装置是在手套内层安装一些可以振动的触点来模拟触觉。

## 6. 语音

在 VR 系统中,语音的输入输出也很重要。这就要求虚拟环境能听懂人的语言,并能与人实时交互。而让计算机识别人的语音是相当困难的,因为语音信号和自然语言信号有其“多边性”和复杂性。例如,连续语音中词与词之间没有明显的停顿,同一词、同一字的发音受前后词、字的影响,不仅不同人说同一词会有所不同,就是同一人的发音也会因受到心理、生理和环境的影响而有所不同。

### 3.1.4 虚拟现实的交互工具

使用人的自然语言作为计算机输入目前有两个问题:首先是效率问题,为便于计算机理解,输入的语音可能会相当啰唆;其次是正确性问题,计算机理解语音的方法是对比匹配,而没有人的智能。

作为人和计算机交互通信的工具有很多。通过这些交互工具,计算机能够迅速方便地获取人的动作、声音、视觉以及生理信号等信息。同时交互工具还可以通过一些化学或者物理方法反馈给人触觉、嗅觉、视觉、听觉等信息。下面介绍一些主要的交互工具。

#### 1. 数据手套

数据手套(见图 3.3)是虚拟仿真中最常用的交互工具。数据手套设有弯曲传感器,弯曲传感器由柔性电路板、力敏元件、弹性封装材料组成,通过导线连接至信号处理电路;在柔性电路板上设有至少两根导线,以力敏材料包覆于柔性电路板大部,再在力敏材料上包覆一层弹性封装材料,柔性电路板留一端在外,以导线与外电路连接。把人手的姿态准确实时地传递给虚拟环境,而且能够把与虚拟物体的接触信息反馈给操作者。使操作者以更加直接、更加自然、更加有效的方式与虚拟世界进行交互,大大增强了互动性和沉浸感;并为操作者提供了一种通用、直接的人机交互方式,特别适用于需要多自由度手模型对虚拟物体进行复杂操作的虚拟现实系统。数据手套本身不提供与空间位置相关的信息,必须与位置跟踪设备连用。



图 3.3 数据手套

## 2. 力矩球

力矩球(空间球 Space Ball,见图 3.4)是一种可提供 6 自由度的外部输入设备,它安装在一个小型的固定平台上。6 自由度是指宽度、高度、深度、俯仰角、转动角和偏转角,可以扭转、挤压、拉伸以及来回摇摆,用来控制虚拟场景做自由漫游,或者控制场景中某个物体的空间位置机器方向。力矩球通常使用发光二极管来测量力。它通过装在球中心的几个张力器测量出手所施加的力,并将其测量值转化为三个平移运动和三个旋转运动的值送入计算机中,计算机根据这些值来改变其输出显示。力矩球在选取对象时不是很直观,一般与数据手套、立体眼镜配合使用。

## 3. 操纵杆

操纵杆(见图 3.5)是一种可以提供前后左右上下 6 个自由度及手指按钮的外部输入设备。适合对虚拟飞行等的操作。由于操纵杆采用全数字化设计,所以其精度非常高。无论操作速度多快,它都能快速做出响应。操纵杆的优点是操作灵活方便,真实感强,相对于其他设备来说价格低廉;缺点是只能用于特殊的环境,如虚拟飞行。



图 3.4 力矩球



图 3.5 操纵杆

## 4. 触觉反馈装置

在 VR 系统中如果没有触觉反馈,当用户接触到虚拟世界的某一物体时易使手穿过物体,从而失去真实感。解决这种问题的有效方法是在用户交互设备中增加触觉反馈。触觉反馈主要是基于视觉、气压感、振动触感、电子触感和神经肌肉模拟等方法来实现的。向皮肤反馈可变点脉冲的电子触感反馈和直接刺激皮层的神经肌肉模拟反馈都不太安全,相对而言,气压式和振动触感是较为安全的触觉反馈方法。

气压式触摸反馈是采用小空气袋作为传感装置的。它由双层手套组成,其中一个输入手套来测量力,有 20~30 个力敏元件分布在手套的不同位置,当使用者在 VR 系统中产生虚拟接触的时候,检测出手的各个部位的受力情况。用另一个输出手套再现所检测的压力,手套上也装有 20~30 个空气袋放在对应的位置,这些小空气袋由空气压缩泵控制其气压,并由计算机对气压值进行调整,从而实现虚拟手物触碰时的触觉感受和受力情况。该方法

实现的触觉已经有较好的结果。

振动反馈是用声音线圈作为振动换能装置以产生振动的方法。简单的换能装置就如同一个未安装喇叭的声音线圈,复杂的换能器是利用状态记忆合金。当电流通过这些换能装置时,它们都会发生形变和弯曲。可以根据需要把换能器做成各种形状,把它们安装在皮肤表面的各个位置。这样就能产生对虚拟物体的光滑度、粗糙度的感知。

### 5. 力觉反馈装置

力觉和触觉实际是两种不同的感知,触觉包括的感知内容更加丰富如接触感、质感、纹理感以及温度感等;力觉感知设备(见图 3.6)要求能反馈力的大小和方向,与触觉反馈装置相比,力反馈装置相对成熟一些。目前已经有的力反馈装置有力量反馈臂、力量反馈操纵杆和笔式六自由度游戏棒等。其主要原理是由计算机通过力反馈系统对用户的手、腕、臂等运动产生阻力从而使用户感受到作用力的方向和大小。由于人对力觉感知非常敏感,一般精度的装置根本无法满足要求,而研制高精度力反馈装置又相当昂贵,这是人们面临的难题之一。



图 3.6 力觉反馈装置

### 6. 运动捕捉系统

在 VR 系统中为了实现人与 VR 系统的交互,必须确定参与者的头部、手、身体等位置的方向,准确地跟踪测量参与者的动作,将这些动作实时监测出来,以便将这些数据反馈给显示和控制系统。这些工作对 VR 系统是必不可少的,也正是运动捕捉技术(见图 3.7)的研究内容。到目前为止,常用的运动捕捉技术从原理上说可分为机械式、声学式、电磁式和光学式。同时,不依赖于传感器而直接识别人体特征的运动捕捉技术也将很快进入实用。从技术角度来看,运动捕捉指的就是要测量、跟踪、记录物体在三维空间中运动轨迹。

### 7. 机械式运动捕捉

机械式运动捕捉(见图 3.8)依靠机械装置来跟踪和测量运动轨迹。典型的系统由多个关节和刚性连杆组成,在可转动的关节中装有角度传感器,可以测得关节转动角度的变化情



图 3.7 运动捕捉系统



图 3.8 机械式运动捕捉

况。装置运动根据角度传感器所测得的角度变化和连杆的强度,可以得出杆件末端点在空间中的位置和运动轨迹。实际上,装置上任何一点的轨迹都可以求出,刚性连杆可以换成长度可变的伸缩杆。机械式运动捕捉的一种应用形式是将欲捕捉的运动物体与机械结构相连,物体运动带动机械装置,从而被传感器记录下来。这种方法的优点是成本低、精度高,可以做到实时测量,还可以允许多个角色同时表演,但是使用起来非常不方便,机械结构对表演者的动作的阻碍和限制很大。

## 8. 声学运动捕捉

常用的声学捕捉设备由发送器、接收器和处理单元组成。发送器是一个固定的超声波发送器,接收器一般由三角形排列的三个超声波探头组成。通过测量声波从发送器到接收器的时间或者相位差,系统可以及时确定接收器的位置和方向。这类装置的成本较低,但对运动的捕捉有较大的延迟和滞后,实时性较差,精度一般不是很高,声源和接收器之间不能有大的遮挡物,受噪声影响和多次反射等干扰较大。由于空气中声波的速度与大气压、湿度、温度有关,所以必须在算法中做出相应的补偿。

## 9. 电磁式运动捕捉

电磁式运动捕捉是比较常用的运动捕捉设备。一般由发射源、接收传感器和数据处理单元组成。发射源在空间按照一定时空规律分布的电磁场;接收传感器安置在表演者身体的相关位置,随着表演者在电磁场中运动,通过电缆或者无线方式与数据处理单元相连。它对环境的要求比较严格,在使用场地附近不能有金属物品,否则会影响测量精度。系统的误差允许范围比光学式要小,特别是电缆对使用者的活动限制比较大,对于比较剧烈的运动则不适用。

## 10. 光学式运动捕捉

光学式运动捕捉通过对目标上特定光点的监视和跟踪来完成运动捕捉的任务。目前常见的光学式运动捕捉大多数基于计算机视觉原理。从理论上说,对于空间中的一个点,只要它能同时被两个相机锁定,则根据同一时刻两个相机所拍摄的图像和相机参数,可以确定这一时刻该点在空间中的位置。当相机以足够高的速率连续拍摄时,从图像序列中就可以得到该点的运动轨迹。这种方法的缺点就是价格昂贵,虽然可以实时捕捉运动,但后期处理的工作量非常大,对于表演场的光照、反射情况有一定的要求,装置锁定目标也比较烦琐。

## 11. 数据衣

在VR系统中比较常用的运动捕捉是数据衣(见图3.9)。数据衣是为了让VR系统识别全身运动而设计的输入装置。它是根据“数据手套”的原理研制出来的,这种衣服装备着许多触觉传感器,穿在身上,衣服里面的传感器能够根据身体的动作探测和跟踪人体的所有动作。数据衣对人体大约50个不同的关节进行测量,包括膝盖、手臂、躯干和脚。通过光电转换,身体



图 3.9 数据衣

的运动信息被计算机识别,反过来衣服也会反作用在身上产生压力和摩擦力,使人的感觉更加逼真。和数据手套一样,数据衣也有延迟大、分辨率低、作用范围小、使用不便的缺点,另外数据衣还存在一个潜在的问题就是人的体型差异比较大。为了检测全身,不但要检测肢体的伸张状况,而且还要检测肢体的空间位置和方向,这需要许多空间跟踪器。

我国 VR 技术研究起步较晚,与国外发达国家还有一定的差距,但现在已引起国家有关部门和科学家们的高度重视,并根据我国的国情,制定了开展 VR 技术的研究计划。九五规划、国家自然科学基金委、国家高技术研究发展计划等都把 VR 列入了研究项目。国内一些重点院校,已积极投入到了这一领域的研究工作。

关于虚拟现实的研究我国已完成了 2 个“863”项目,完成了体视动画的自动生成部分算法与合成软件处理,完成了 VR 图像处理与演示系统的多媒体平台及相关的音频资料库,制作了一些相关的体视动画光盘。

当前,我国专注于虚拟现实与仿真领域的软硬件研发与推广,已具备了国际上比较先进的虚拟现实技术解决方案和相关服务,产品有:虚拟现实编辑器(VRP-Builder)、数字城市仿真平台(FVRP-Digieity)、物理模拟系统(VRP-Physics)、三维网络平台(VRPIE)、工业仿真平台(IVRP-Induism)、三维仿真系统开发包(RVRP-SDK)以及多通道环幕立体投影解决方案等,能够满足不同领域不同层次的对虚拟现实的需求。2002 年和 2007 年在国家重点项目数字奥运仿真中发挥了重要的作用,为 2008 奥运虚拟现实(见图 3.10)提供了技术支持。

### 3.1.5 虚拟现实的发展历史

VR 技术起源于 1965 年 Ivan Sutherland 在 IFIP 会议上所作的“终极的显示”的报告。20 世纪 80 年代美国 VPL 公司的创建人之一 Jaron Lanier(见图 3.11)正式提出了 Virtual Reality 一词。VR 技术兴起于 20 世纪 90 年代。2000 年以后,VR 技术整合发展中的 XML、Java 等先进技术,应用强大的 3D 计算能力和交互式技术,提高渲染质量和传输速度,进入了崭新的发展时代。VR 技术是经济和社会生产力发展需求的产物,有着广阔的应用前景。为了把握 VR 的技术优势,美、英、日等国政府及大公司不惜巨资在该领域进行研发,并显示出良好的应用前景。



图 3.10 北京奥运虚拟地球



图 3.11 Jaron Lanier

#### 1. 美国虚拟现实技术发展现状及相关政策

##### 1) 美国国家科学基金会

美国国家科学基金会(NSF)成立于 1950 年,是美国科技体系中的一个重要机构。NSF

下辖 7 个学部。其中计算机、信息科学与工程学部(CISE)资助的 VR 技术项目最多。该学部下设 3 个处,每个处下设若干核心计划,支持某一领域的科研项目,其中与 VR 技术最相关的是人机互动计划(HCI)和以人为中心的计算计划(HCC)。人机互动计划支持对人机互动系统的设计和评估研究。以人为中心的计算计划的研究对象覆盖各种计算平台,设备规模从单用户设备到大型异构系统。这些研究具有高度的跨学科特性,因而经常得到 NSF 其他计划的联合资助。国家自然科学基金会的研发经费总体呈上升趋势,CISE 每年的平均研发经费约为 5 亿美元。

由于虚拟现实具有较高的学科综合性和广泛的应用领域,NSF 的其他学部也都资助与 VR 技术相关的项目。资助项目较多的有工程学部(ENG)下设的产业创新与合作处(IIP)和民用、机械与制造创新处(CMMI)以及教育与人力资源学部(EHR)下设的大学本科教育处(DUE)。

## 2) 美国航空航天局

美国国家航空航天局(NASA)成立于 1958 年,是世界上最大的空间开发机构。NASA 已经建立了航空、卫星维护 VR 训练系统,空间站 VR 训练系统,以及可供全国使用的 VR 教育系统。NASA 下辖 10 个研究中心,其中支持 VR 技术研发最多的是艾姆斯研究中心(ARC)。

艾姆斯研究中心是美国信息技术的领先研究机构之一,年度预算 6 亿美元(2008 年),研究重点是高性能计算、网络技术和智能系统。其中与 VR 关系最为密切的是中心下设的探索技术理事会下的人机综合处(HSID),该处主要研究领域为虚拟航空建模仿真、平视显示器、虚拟环境界面等。HSID 的研发工作主要由航空研究任务理事会(ARMD)和探索系统任务理事会(ESMD)资助。每个理事会下设若干研究计划,资助 HSID 研发的计划有空域系统计划、航空安全计划、基础航空计划、星座计划、人类研究计划等。艾姆斯研究中心开展了一系列的虚拟现实研究项目,如“虚拟行星探索(VPE)”的实验计划,设立未来飞行中心(Future Flight Central),利用 VR 技术评估跑道安全等。

## 3) 国防部

美国国防部(DOD)主导美国国防科研。第二次世界大战后,国防科技在美国的科技创新体系中长期占据主导地位,其所获得的联邦政府科研投入一直占联邦科研经费总额的 50% 左右。美国国防部非常重视 VR 技术的研发和应用。VR 技术在武器系统性能评价、武器操纵训练及指挥大规模军事演习等方面发挥着重要作用。图 3.12 为虚拟现实技术在战场环境模拟中的应用。

20 世纪 80 年代初,美国的 DARPA(Defense Advanced Research Projects Agency)为坦克编队作战训练开发了一个实用的虚拟战场系统 SIMNET。SIMNET 系统中的每个独立的模拟器



图 3.12 虚拟现实在虚拟战场中的应用

都能单独模拟 M1 坦克的全部特性,包括导航、武器、传感和显示等性能,对坦克装置上的武器、传感器和发动机等的模拟是在特定的作战环境下进行的。DPRPA 计划进一步扩大仿真数据库,从目前的 1000 个对象扩大到 100 000 个(2000 年前完成)。北大西洋公约组织

(NATO)计划把各个不同国家的兵力逐步汇集入 SIMNET 而成为一个虚拟战场,然后把空战仿真系统(Air Warfare Simulation System, AWSIMS)和海战仿真系统(Naval Warfare Simulation System, NWSIMS)与 SIMNET 相连。

#### 4) 其他部门

美国能源部(DOE)为改善运作模式、节省研发经费和时间积极发展 VR 技术。能源部 1995 年启动了“高级仿真和计算计划”,旨在帮助能源部用计算机仿真代替传统的实验方法。

美国卫生与福利部(HHS)下属的国立卫生研究院(NIH)进行了一系列 VR 技术的研究。早在 1986 年就着手开展“可视人计划”,应用于诸多领域。另外,国立卫生研究院还资助其他科研人员进行 VR 技术研究。2008 年国立精神卫生研究所应 VR 技术研究治疗创伤后应激综合征(PTSD),取得良好效果。同年伊利诺伊卫斯理大学的研究人员获得资助,应用 VR 技术研究人们的性行为选择,以降低艾滋病病毒(HIV)的传播。

此外,联邦航空局(FAA)、教育部(ED)甚至一些州政府也都有开展 VR 技术研发的机构或计划。联邦航空局下属的民用航天医学研究所(CAMI)开发了首个 VR 空间定向障碍示范器(VRSDD)。教育部资助了一些虚拟现实的研究项目,比如培训系统的开发。美国加州政府则将 VR 技术作为重要应用写入宽带网络发展计划中。

#### 5) 美国大学虚拟现实技术研发现状

高校是推动虚拟现实技术基础研究的重要力量。北卡罗来纳大学(UNC)的计算机系是进行 VR 研究最早最著名的大学。其主要研究方向是分子建模、航空驾驶、外科手术仿真、建筑仿真等。

Loma Linda 大学医学中心的 David Warner 博士和他的研究小组成功地将计算机图形及 VR 的设备用于探讨与神经疾病相关的问题,首创了 VR 儿科疗法。

麻省理工学院(MIT)是研究人工智能、机器人和计算机图形学及动画的先锋,这些技术都是 VR 技术的基础,1985 年 MIT 成立了媒体实验室,进行虚拟环境的正规研究。

SRI 研究中心建立了“视觉感知计划”,研究现有 VR 技术的进一步发展。1991 年后, SRI 进行了利用 VR 技术对军用飞机或车辆驾驶的训练研究,试图通过仿真来减少飞行事故。

华盛顿大学华盛顿技术中心的人机界面技术实验室(HIT Lab)将 VR 研究引入了教育、设计、娱乐和制造领域。

伊利诺斯州立大学研制出在车辆设计中支持远程协作的分布式 VR 系统。

乔治梅森大学研制出一套在动态虚拟环境中的流体实时仿真系统。

#### 6) 美国企业虚拟现实技术研发及应用现状

企业是推动 VR 技术应用和产业化的重要力量。IBM 公司把互联网和 VR 技术作为正在兴起的商机,投入上亿资金资助研发。其推出的 Bluegrass 是一个虚拟现实应用程序,能够让用户建立虚拟的会议室。

IBM 2008 年启动的“Sametime 3D”项目,将虚拟世界整合到 Lotus Sametime 即时通信与协作应用软件。IBM 还与故宫博物院合作推出“超越时空的紫禁城”。这是中国第一个在互联网上展现重要历史文化景点的虚拟世界。

微软公司开发了诸多 VR 技术: Photosynth 软件能够让用户使用一组有相似性的照片

生成一个 3D 场景;Silverlight 插件支持 3D 效果,并能使用显示卡的 GPU 硬件加速功能来提高显示质量,如图 3.13 所示为 Silverlight 在关于全球贸易分析的应用的实例;3D 体感摄影机 Project Natal 导入了即时动态捕捉、影像辨识、麦克风输入、语音辨识、社群互动等功能;World Wide Telescope 基于 Web 2.0 可视化环境,是 Internet 上的一个虚拟望远镜,用户可以对图像进行无缝缩放和平移;Virtual Earth 3D 的使用者可以浏览美国主要城市的全方位 3D 图片。



图 3.13 Silverlight 在商业中的应用

施乐公司(Xerox)研究中心在 VR 领域主要从事利用虚拟现实通信建立未来办公室的研究,并设计一项基于 VR 使得数据存取更容易的窗口系统。此外,波音公司的波音 777 运输机采用全无纸化设计,利用所开发的 VR 系统将虚拟环境叠加于真实环境之上,把虚拟的模板显示在正在加工的工件上,工人根据此模板控制待加工尺寸,简化加工过程。需要强调的是,美国企业的 VR 技术不单着眼于研发,许多 VR 商品以面向市场、面向用户为基础,其商业化应用取得了良好的效果。

## 2. VR 技术在欧洲的研究现状

在欧洲,英国在 VR 开发的某些方面,特别是在分布并行处理、辅助设备(包括触觉反馈)设计和应用研究方面,在欧洲来说是领先的。英国 Bristol 公司发现,VR 应用的焦点应集中在整体综合技术上,它们在软件和硬件的某些领域处于领先地位。英国 ARRL 公司关于远地呈现的研究实验,主要包括 VR 重构问题,其产品还包括建筑和科学可视化计算。

欧洲其他一些较发达的国家,如荷兰、德国、瑞典等也积极进行了 VR 的研究与应用。

瑞典的 DIVE 分布式虚拟交互环境,是一个基于 UNIX 的、不同结点上的多个进程可以在同一世界中工作的异质分布式系统。

荷兰海牙 TNO 研究所的物理电子实验室(TNO-PEL)开发的训练和模拟系统,通过改进人机界面来改善现有模拟系统,以使用户完全介入模拟环境。

德国在 VR 的应用方面取得了出乎意料成果。在改造传统产业方面,一是用于产品设计、降低成本,避免新产品开发的风险;二是产品演示,吸引客户争取订单;三是用于培训,在新生产设备投入使用前用虚拟工厂来提高工人的操作水平。

2008 年 10 月 27~29 日在法国举行的 ACM Symposium on Virtual Reality Software

and Technology 大会,从整体上促进了虚拟现实技术的深入发展。

### 3. 我国虚拟现实技术发展及应用现状

我国 VR 技术研究起步较晚,与国外发达国家还有一定的差距,但现在已引起国家有关部门和科学家们的高度重视,并根据我国的国情,制定了开展 VR 技术的研究计划。九五规划、国家自然科学基金委、国家高技术研究发展计划等都把 VR 列入了研究项目。国内一些重点院校,已积极投入到了这一领域的研究工作。

北京航空航天大学计算机系是国内最早进行 VR 研究、最有权威的单位之一,并在以下方面取得了进展:着重研究了虚拟环境中物体物理特性的表示与处理;在虚拟现实中的视觉接口方面开发出部分硬件,并提出了有关算法及实现方法;实现了分布式虚拟环境网络设计,可以提供实时三维动态数据库、虚拟现实演示环境、用于飞行员训练的虚拟现实系统、虚拟现实应用系统的开发平台等。

浙江大学 CAD&CG 国家重点实验室开发出了一套桌面型虚拟建筑环境实时漫游系统,还研制出了在虚拟环境中一种新的快速漫游算法和一种递进网格的快速生成算法;哈尔滨工业大学已经成功地虚拟出了人的高级行为中特定人脸图像的合成、表情的合成和唇动的合成等技术问题;清华大学计算机科学和技术系对虚拟现实和临场感的方面进行了研究;西安交通大学信息工程研究所对虚拟现实中的关键技术——立体显示技术进行了研究,提出了一种基于 JPEG 标准压缩编码新方案,获得了较高的压缩比、信噪比以及解压速度;北方工业大学 CAD 研究中心是我国最早开展计算机动画研究的单位之一,中国第一部完全用计算机动画技术制作的科教片《相似》就出自该中心。

### 4. 虚拟现实技术的发展趋势及未来

虚拟现实技术依赖于计算机的高速运算和传输。高速运算和传输能解决虚拟现实环境的复杂逼真的环境构造和海量数据处理的问题,从而解决因计算和传输滞后引起参与者的心理疾病。虚拟体的基本属性是与几何、物理和生物行为融合的。再好的真实感也离不开虚拟体的仿真行为。虚拟现实技术的真实感主要体现在视觉和听觉上,“多感知交互”正在成为热点。对力反馈系统的进一步研究、嗅觉、味觉和体表感受都是未来虚拟现实的内容。基于互联网的虚拟现实伴随互联网的发展而成为热点。

我国的虚拟软件还处于起步阶段,希望国内有更多的自主知识产权的开发平台。国内的食品安全问题严峻,利用虚拟现实技术可重现农作物生产过程中的病虫害和治理过程,并计算污染程度等,是在源头杜绝污染是食品安全监测的有效手段之一。

广阔的应用领域又向虚拟现实技术提出了新的创意和难题,应进一步推动虚拟现实的发展,目前 VR 技术的发展仅限于人们的想象力。

#### 3.1.6 虚拟现实工具

常用的虚拟现实工具软件如表 3.1 所示。

表 3.1 常用虚拟现实工具软件

| 软件名称          | 是否开源 | 开发环境                                  | 底层                | 场景管理 | 是否能二次开发    | 收费情况 |
|---------------|------|---------------------------------------|-------------------|------|------------|------|
| Open Inventor | 是    | UNIX/Linux<br>C、C++、Java、DotNet 多语言开发 | OpenGL            |      | 是          | 否    |
| Coin 3D       | 是    | UNIX\Windows<br>基于 Visual C++         | OpenGL            |      | 是          | 否    |
| OSG 图形系统      | 是    | 跨平台基于 C++                             | OpenGL            | 强    | 是          | 否    |
| Direct3D      | 否    | Windows 基于 C++                        | Direct3D          |      | 不能基于底层二次开发 | 否    |
| OGRE          | 是    | Windows 基于 Visual C++                 | Direct3D          |      | 是          | 否    |
| Virtools      | 否    | Windows                               | Direct            |      | 不能基于底层二次开发 | 是    |
| Converse 3D   | 否    | Windows 基于 C++                        | Direct            | 强    | 不能基于底层二次开发 | 是    |
| Vega Prime    | 否    | Windows\Linux\IRIX                    | OpenGL            |      | 不能基于底层二次开发 | 是    |
| Unity3D       | 否    | Windows\Mac OS X                      | 部分采用 OpenGL 的 API | 强    | 不能基于底层二次开发 | 是    |
| Quest3D       | 否    | Windows                               | Direct3D          | 强    | 不能基于底层二次开发 | 是    |
| VR-Platform   | 否    | Windows 基于 Visual C++                 | Direct3D          | 强    | 不能基于底层二次开发 | 是    |

3.2 虚拟现实的应用

3.2.1 虚拟现实应用概况

虚拟现实科学技术领域具有两个方面的结合性特点：一是由多学科交叉结合形成，在 multidisciplinary 交叉结合中创新、发展虚拟现实技术，在建模、绘制、人机交互等方面的研究需要综合数学、物理、电子学、控制学、计算机科学、心理学、人工智能等不同学科的研究成果；二是具有很强的应用性，与应用领域的特点、需求密切结合，虚拟现实应用于不同的行业和领域时，要结合该行业、领域的特点，研究与不同领域应用模型相结合的方法和技术应用是虚拟现实技术发展的主要推动力。

任何一种科学技术都有其产生的背景，也都有其真正适用、能够发挥作用的领域。虚拟现实的本质作用就是“以虚代实”、“以科学计算代实际实验”。因此，有专家认为虚拟现实对工程应用的作用就如同数学对于物理的作用。

虚拟现实通过沉浸、交互和构想的 3I 特性能够高精度地对现实世界或假想世界的对象进行模拟与表现，辅助用户进行各种分析，从而为解决面临的复杂问题提供了一种新的有效

手段。因此虚拟现实从产生之初就受到许多行业,特别是一些需要消耗大量人、财、物,以及具有危险性的应用领域的高度关注,如在军事、航空航天等领域研制了分布式虚拟战场环境和哈勃望远镜的维修训练系统等,并取得了成功,令人瞩目。目前,除上述领域外,虚拟现实技术被广泛应用于公共安全、工业设计、医学、规划、交通和文化教育等行业和部门,开发建立了多种类型的应用系统,产生了巨大的经济和社会效益。

一般来说,虚拟现实在不同领域的应用主要集中在培训与演练、规划与设计、展示与娱乐 3 个方面。其中,培训与演练类系统的特点是对现实世界进行建模,形成虚拟环境以代替真实的训练环境,操作人员可以参与到这一虚拟环境中进行反复的操作训练和协同工作,达到与真实环境中训练相近的效果;规划与设计类系统的特点是对现实中尚不存在的对象和尚未发生的现象进行逼真模拟、预测和评价,从而使计划、设计更加科学合理;展示与娱乐类系统的特点是将真实或虚构的事物进行模拟,通过传媒和人们的参与达到观赏和娱乐的目的。

虚拟现实应用在很多领域都有较为成功的典型系统,特别是在军事、医学、工业和教育文化等几个领域。

### 1. 军事领域

军事仿真训练与演练是虚拟现实技术最重要的应用领域之一,也是虚拟现实技术应用最早、最多的一个领域。20 世纪 90 年代初,美国率先将虚拟现实技术用于军事领域。近几年,随着科学技术的发展,虚拟现实技术已经渗透进了军事生活的各个方面,并开始在军事领域中发挥着越来越大的作用。世界各国都将虚拟现实技术在军事领域的应用列为高度军事机密。目前,虚拟现实技术在军事领域的应用主要集中在虚拟战场环境、军事训练和武器装备的研制与开发等方面。

#### 1) 虚拟战场环境

通过相应的三维战场环境图形图像库,包括作战背景、战地场景、各种武器装备和作战人员等,为使用者创造一种险象环生、逼近真实的立体战场环境,以增强其临场感觉,提高训练质量。如图 3.14 所示,美军士兵使用虚拟战场系统进行演练。



图 3.14 虚拟战场系统

#### 2) 进行单兵模拟训练

单兵模拟训练包括虚拟战场环境下的作战训练和虚拟武器装备操作训练。前者是利用

虚拟战场环境,让士兵携带各种传感设备,士兵可以通过操作传感设备选择不同的战场环境,输入不同的处置方案,体验不同的作战效果从而像参加实战一样,锻炼和提高参训人员的战术动作水平、心理承受能力和战场应变能力。虚拟武器装备操作训练是在虚拟武器装备环境进行的,通过训练可以达到对真实装备进行实际操作的目的。虚拟武器装备操作训练能够有效地解决军队现阶段大型新式武器装备数量少的难题,同时又能解决部队面临的平时时期部队训练场地受限的问题。例如,解放军炮兵学院为我军驻港部队研制的“虚拟现实炮兵射击指挥系统”有效地解决了驻港部队在训练场地受限条件下组织炮兵进行训练的问题。

### 3) 近战战术训练

近战战术训练系统把在地理上分散的各个学校、战术分队的多个训练模拟器和仿真器连接起来,以当前的武器系统、配置、战术和原则为基础,把陆军的近战战术训练系统、空军的合成战术训练系统、防空合成战术训练系统、野战炮兵合成战术训练系统、工程兵合成战术训练系统,通过局域网和广域网连接起来。这样的虚拟作战环境,可以使众多军事单位参与到作战模拟之中,而不受地域的限制,具有动态的分布交互作用;可以进行战役理论和作战计划的检验,并预测军事行动和作战计划的效果;可以评估武器系统的总体性能,启发新的作战思想。

### 4) 实施诸军兵种联合演习

按照军队的实际编制、作战原则、战役战术要求,使各军兵种相处异地但却共同处于虚拟战场环境中,指挥员根据虚拟环境中的各种情况及其变化,来判断敌情做决定,并采取相应的作战行动。在虚拟战场环境中的诸军兵种联合战役训练中可以做到在不动一枪、一弹、一车的情况下,对一定区域或全区域所属的诸军兵种进行实时协调一致的训练。通过训练能够发现协同作战行动中的问题,提高各军兵种的协同作战能力,并能够对诸军兵种联合训练的原则、方法进行补充和校正。目前,各国军事部门都很重视这种训练模式,在美国的国防大学中专门开设了联合与合成虚拟作战课程。实践证明,在虚拟战场环境中对诸军兵种进行联合战役训练能够极大地提高参战部队的作战能力。

随着现代科学技术不断应用于军事领域,现代武器装备的科技含量越来越多,研制难度越来越大,开发周期越来越长,研制费用越来越高。将虚拟现实技术应用于武器装备的研制与开发,它可以使研制者首先对武器装备进行系统建模,对武器装备的作战性能进行初步评估和改进,从而使武器装备的各种性能指标更接近实战要求。在随后的研制阶段,研制者和使用者可以同时进入虚拟作战环境中对所研制的武器装备进行虚拟操作,进一步检验武器装备的设计方案、技术战术性能及操作的合理性,为武器装备的最后定型提供依据。在整个武器装备的研制开发过程中可以做到边设计边开发,边测试调整边开发,从而缩短了开发时间,节约了开发费用。

此外,随着计算机技术、虚拟现实技术及相关技术的发展,虚拟现实技术在军事领域里还将出现许多新的应用。如美军正在计划的利用虚拟现实技术来加强心理战部队建设,便是将虚拟现实技术、激光技术、现代仿声仿形技术和隐身技术引入心理战实战,以提高心理战部队的作战效果。虚拟现实技术还可以用在战场远程医疗、战场救护等方面。

## 2. 医学领域

医学领域对虚拟现实技术有着巨大的应用需求,为虚拟现实技术发展提供了强大的牵引力,同时也对虚拟现实研究提出了严峻挑战。由于人体的几何、物理、生理和生化等数据量庞大,各种组织、脏器等具有弹塑性的特点,各种交互操作如切割、缝合、摘除等也需要改变人体拓扑结构。因此构造实时、沉浸和交互的医用虚拟现实系统具有相当难度。目前,虚拟现实技术已初步应用于虚拟手术训练、远程会诊、手术规划及导航、远程协作手术等方面,某些应用已成为医疗过程不可替代的重要手段和环节。

在虚拟手术训练方面,典型的系统有瑞典 Mentice 公司研制的 Proedicus MIST 系统、Surgical Science 开发的 Lapsim 系统、德国卡尔斯鲁厄研究中心开发的 Select IT VEST System 系统等;在远程会诊方面,美国北卡罗来那大学开发了一套 3D 远程医疗会诊系统,利用为数不多的摄像机重建了一个实时、在线的真实环境,并结合头部位置和方向跟踪,为医生提供连续动态的远程画面和符合视觉效果的立体视角。克服了传统 2D 视频系统无法得到所需摄像机角度和层次感差的缺点;西班牙 UPC 大学开发了一套远程协同医用虚拟环境平台——ALICE,使用了基于 P2P 拓扑的多线程技术,用户利用该平台可以相互交流,能在自己的客户端打开一个窗口观察另一个远程用户的实时画面。

在手术规划及导航方面,国内外已有一些初步可用的虚拟手术规划系统,如美国哈佛大学的治疗滑脱股骨头骨白的手术规划系统、加拿大皇后大学的胫骨截骨术手术规划系统、清华大学与解放军总医院合作开发的治疗小儿先天性髓脱位的虚拟手术规划系统、北京航空航天大学机器人研究所与海军总医院神经外科中心合作开发的机器人辅助脑外科手术规划和导航系统等。

在远程协作手术方面,美国斯坦福国际研究所研制的远程手术医疗系统,通过虚拟现实系统把手术部位放大,医生按放大后的常规手术动作幅度进行手术操作。同时,虚拟现实系统实时地把手术动作缩小为显微手术机械手的细微动作,对病人实施手术,使显微手术变得较为容易。日本东京大学和冈山大学医学部远程控制的血管缝合机器人,通过老鼠实验实现了对直径 1mm 血管的远程操作缝合手术。但是,由于机器人远程手术存在设备要求高、风险大等问题。目前,远程协作手术技术与系统主要用于高水平医生异地对实施手术的医务人员进行指导,真正的手术过程还需现场医务人员完成。

为解决如何对太空中的患病宇航员实施手术的问题,美国研发并测试了一种便携式机器人医生。这种名为“大乌鸦”的便携式机器人医生是由美国国防部出资研制的,便于非技术人员拆卸、运输和组装,可以让医生在许多公里之外的地方进行远程控制。其目的是救治在战场上受伤的士兵,或给发展中国家的一些偏僻地区的患者实施复杂的手术,还有就是救助太空中患病的宇航员。如图 3.15 所示,美国对这款机器人医生进行测试。



图 3.15 美国测试便携机器人医生

## 3. 工业领域

在工业领域,虚拟现实技术多用于产品论证、

设计、装配、人机工效和性能评价等。代表性的应用,如模拟训练、虚拟样机技术等已受到许多工业部门的重视。20 世纪 90 年代美国约翰逊航天中心使用虚拟现实技术对哈勃望远镜进行维护训练,波音公司利用虚拟现实技术辅助波音 777 的管线设计就是典型的成功范例。

美国空军阿姆斯特朗实验室(Armstrong Lab.)开发完成的 DEPTH 系统,采用可视化和虚拟现实技术进行维修性与保障性分析,使设计人员在设计的同时就能够了解维修任务是否可行,在飞机设计定型之前,就可以发现潜在的保障性问题。该系统在 F-22、F-16、B-1B 等飞机上验证了模拟维修行为的可行性,已成为洛克希德·马丁(Lockheed Martin)战术飞机系统(LMTAS)虚拟维修性分析的主要支持工具。

洛克希德·马丁的航空部门将虚拟样机用于联合歼击机 JSF 项目,全面支持新机型的构思、方案选择、性能测试、加工装配、维修培训和新产品演示。系统采用网络化技术进行协同设计,通过 Intranet 仿真演示设计、制造、运行、培训、维护全过程,并为用户提供各层次的交互与分析工具,用于发现并解决概念设计和制造中的缺陷。统计数据表明,利用虚拟样机取代实物样机,研制费用平均降低 30%,周期缩短 40%。

Chrvele 公司与 IBM 合作开发的虚拟制造环境用于其新型车的研制,缩短了设计研发的周期,提高了精准度;德国 BMW 公司把虚拟现实作为装配和维护过程中的验证手段;我国的西北工业大学正在研究将虚拟现实技术应用在飞机内仓的装饰设计;日本 NTT 综合研究所开发了让体验者产生虚拟加速度感的耳后电极技术。这套虚拟加速度感受系统与先进 3D 绘图技术、立体显示技术以及多声道环绕音效技术的结合,可以体验到驾驶车辆的超真实感受。

如图 3.16 所示为一种虚拟仿真系统,利用虚拟设计以及仿真系统,将虚拟现实应用到汽车制造业。

以上种种是虚拟现实技术在工业设计领域中应用的各个方面,也是虚拟技术研究的阶段性成果。可以预见,随着科技和工艺水平的不断提高,必将促进对虚拟现实技术的发展及其关键技术的不断改革。

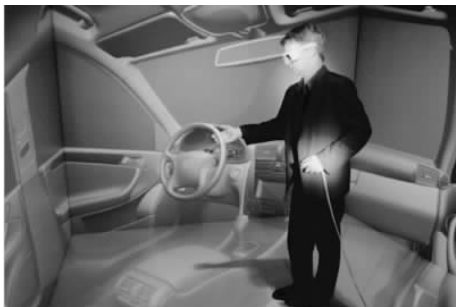


图 3.16 CAVE 虚拟仿真系统

#### 4. 教育文化领域

教育文化也是虚拟现实技术的一个重要应用领域。现在虚拟现实已经成为数字博物馆/科学馆、大型活动开闭幕彩排仿真、沉浸式互动游戏等应用系统的核心支撑技术。在数字博物馆/科学馆方面,利用虚拟现实技术可以进行各种文献、手稿、照片、录音、影片和藏品等文物的数字化和展示。对这些文物展品高精度的建模也不断给虚拟现实建模方法和数据采集设备提出更高的要求,推动了虚拟现实的发展。许多国家都积极开展了这方面的工作,如纽约大都会博物馆、大英博物馆、俄罗斯冬宫博物馆和法国卢浮宫等都建立了自己的数字博物馆。我国也开发并建立了大学数字博物馆、数字科技馆和虚拟敦煌、虚拟故宫等。

虚拟技术在教学上的应用模式有两种:虚拟课堂,即以学生为虚拟对象或教师为虚拟对象的所谓“虚拟大学”;虚拟实验室,设备为虚拟对象,即应用计算机建立能客观反映现实世界规律的虚拟仪器用于虚拟实验,可以部分地替代在现实世界难以进行的,或者费时、费

力和费资金的实验,学生和科研人员在计算机上进行虚拟实验和虚拟预测分析。

虚拟现实技术可以为大型文艺演出、大型活动开闭幕式等提供具有沉浸感和逼真性的仿真彩排手段,从而使这些活动流程编排更合理、艺术效果更好。这类应用的范例是2004年雅典奥运会开闭幕式使用虚拟现实技术进行烟火创意设计和视觉效果模拟展示。由于虚拟现实技术可以为游戏提供实时、逼真的三维虚拟场景,支持网络环境下多用户的主动、协同参与,并借助高精度交互设备增强游戏的交互自然性,因此虚拟现实在游戏领域也得到了越来越广泛的应用。而且游戏产品不断追求更大规模的用户接入、更逼真的视听效果、更自然的人机交互,这对虚拟现实技术、系统和设备的研究开发不断提出新的需求。例如,由美国林登实验室开发的虚拟社会游戏——第二人生,如图3.17所示。



图 3.17 第二人生游戏截图

目前该游戏已有80万注册用户,45家跨国公司进驻,一些国家在此虚拟空间中设置了大使馆、通讯社等,2007年GDP为7亿美元。从一个侧面显示了以虚拟现实技术为支撑的数字娱乐对未来社会的巨大影响。

### 3.2.2 虚拟博物馆

#### 1. 概述

很多人都有这样的感觉:到北京一定要看看故宫博物院,否则就好像没有到过北京似的。然而占地面积72万多平方米的故宫,传说有大小房屋9999.5间,半天游下来,难分东南西北;旅游高峰期人流熙熙攘攘,旅游几成“苦旅”。在这种情况下,安安静静、舒舒服服地点击鼠标,到网上虚拟博物馆去瞧一瞧,无疑是很令人羡慕的方式。于是,北京故宫虚拟博物馆(见图3.18)就从此诞生了!



图 3.18 北京故宫虚拟博物馆

许多人都曾有过雄心壮志,想成为一名伟大的宇航员。可是由于林林总总的缘由,梦想和现实总是有很大差距。可是,现在的你是否想重拾朝时的童心?是否想跨上一架牛气的宇宙飞船遨游太空呢?是否想坐上玲珑剔透的“玉兔号”

月球车(见图3.19)漫游月球呢?当你来到虚拟的太空博物馆(见图3.20),你就会发现,原来你的梦想和现实是如此接近!

那么什么是虚拟博物馆呢,它和普通的博物馆又有什么样的区别呢?

博物馆是文物和标本的主要收藏、宣传教育和科学研究机构,是社会科学文化事业的重要组成部分。博物馆通过征集收藏文物、标本,进行科学研究,举办陈列展览,传播历史文化,普及科学知识。但随着社会发展,人们对知识的渴求与时俱增,无论博物馆事业如何发

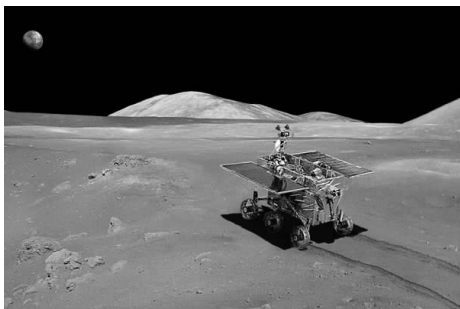


图 3.19 虚拟的“玉兔号”月球车



图 3.20 香港太空博物馆

展,有限的空间对保存和展示文物总显不足。不仅各馆之间的交流相当贫乏,更重要的是一般群众对博物馆仅限于了解。随着计算机技术、多媒体技术、通信技术、网络技术的飞速发展,数字化虚拟博物馆初露端倪,这给博物馆的发展带来了生机和新的机遇。数字化虚拟博物馆是博物馆发展的一个新阶段,它使博物馆的结构与实现方式发生了极大的变化。虚拟现实技术是运用计算机对现实世界进行全面仿真的技术,由于它能够创建与现实社会类似的环境,从而能够解决展示媒体的情景化及自然交互性的要求,它在博物馆领域内有着极其巨大的应用前景。

## 2. 技术基础

### 1) 立体显示技术

我们采用计算机虚拟技术重现展示各种展品及当时历史年代的真实场景。整个场景可以用三维和交互式探索的形式重现。由于虚拟物展品和场景全部存在于计算机中。因此,对其尺寸的大小没有任何限制,物体的 3D 模型可以无限期展示,没有物品被毁坏、被偷窃的危险。传统上,参观者只能通过博物馆所展示各种物品或物品的残片、图片以及相应的文字说明来想象当时的情景。而在虚拟博物馆里,人们不仅可以看到物品的 3D 模型,而且可以在计算机虚拟世界环境中对其观赏,在每一细节上看上去与实际的历史遗迹并无二致。用户可以对虚拟的文物进行修改,或根据愿望对历史与未来进行重新分配、模拟,从而来虚拟出自己希望的过去、现在或未来。

### 2) 真实感绘制技术

要实现虚拟博物馆的交互,仅有立体显示技术是远远不够的,它还有真实感与实时性的要求,也就是说,虚拟博物馆的产生不仅需要真实的立体感,而且还必须实时生成,这就必须要采用真实感实时绘制技术。所谓真实感绘制,是指在计算机中重现真实世界场景的过程。真实感绘制的主要任务是要模拟真实物体的物理属性,即物体的形状、光学性质、表面的纹理和粗糙程度,以及物体间的相对位置、遮挡关系等。而当用户视点发生变化时,他所看到的场景需要及时地更新,这样的话就需要图形显示更新的速度必须得跟上视点的改变速度,否则会产生迟滞现象,而一般来说要消除这种迟滞现象,计算机每秒钟必须生成 10~20 帧图像。在简单的场景中,计算量并不是很大,但在比较复杂的场景中,有上万个多边形甚至是几百万个时,整个虚拟博物馆系统不仅仅要对场景进行照明、纹理等处理时,这对实时显示的要求就比较高了。影响整个虚拟博物馆真实感与实时感绘制的主要因素有以下几点:

(1) 虚拟博物馆建筑群及展品建模过程中对于模型的面片数、贴图和交互的优化。

(2) 虚拟博物馆环境场景的运行处理优化(可采用纹理映射、环境映照、反走样等方法进行处理)。

(3) 虚拟博物馆交互平台执行的效率。

(4) 虚拟博物馆交互系统运行的硬件配置。

### 3) 虚拟漫游技术

能在虚拟博物馆中自由自在地穿行也是构建整个虚拟博物馆的关键技术之一。而要实现这样的穿行,就必须要实现人体的舒适性、视觉的真实性以及系统的流畅性的相互统一。而实现这样的自由穿行又称为虚拟漫游。

虚拟漫游(见图 3.21)是在一个以逼真的视觉、听觉和触觉为一体的仿真虚拟空间,用户可以在虚拟环境中从任意角度对虚拟环境中的对象进行观察,从而产生身临其境的真实感觉。虚拟建筑场景漫游技术是虚拟建筑场景建立技术和虚拟漫游技术的结合,其中虚拟建筑场景建立技术是基础,而虚拟漫游技术是系统运行方法。



图 3.21 虚拟漫游

## 3. 设计思路

虚拟博物馆作为一项工程项目,有它独特的设计研究与开发的思路。那么在开发虚拟博物馆时的一般设计思路为:

### 1) 基于网络的虚拟博物馆的设计框架

博物馆网站组织架构设计与 UI 设计虚拟博物馆是网络应用的延伸,是网络技术与多媒体和虚拟现实技术的综合运用。网络浏览功能是最基本的功能,也是整个架构的基础,这一阶段需要围绕网站的功能,结合具体的用户体验逻辑进行合理设计,重点是网络的组织架构和 UI 设计,也包括网页设计。

### 2) 数据库的设计

数据的采集、创建、整理、分类并最终建成一个完善的数据库体系,为网站的运转提供了有效的数据支撑,这一阶段所有展品及展示空间的信息都将被数字化,包括有关展品、展馆的文字、图片、模型、音频、视频、动画资料的采集与归类(形成数据库或数据仓库),数据库需要考虑索引和搜索功能。

### 3) 博物馆空间与展品设计

主要包括参观空间的设计和展品布展设计。这一阶段需要利用 2D、2.5D 或 3D 的美工