

高等学校规划教材

虚拟现实基础 及可视化设计

秦文虎 狄 岚 姚晓峰 陈伟琦 编



化学工业出版社

高等学校规划教材

虚拟现实基础 及可视化设计

秦文虎 狄 岚 姚晓峰 陈伟琦 编

XUNI XIANSHI JICHU JI KESHIHUA SHEJI



化学工业出版社

·北京·

本书是虚拟现实基础及可视化设计的一本实用教材,首先讲述虚拟现实技术的基础知识和相关交互设备,然后将 VC++ 语言与 OpenGL 相结合,以大量实例详细介绍如何在 VC++ 的基础上用 OpenGL 库函数建立虚拟现实系统可视化设计的编程技术。全书既注重原理又注重实践,配有大量例题,概念讲解清楚,具有较好的可读性及可操作性。每章备有习题。

本书可作为普通高等院校计算机科学与技术、数字媒体技术等相关专业教材,也可供从事虚拟现实技术研制、开发及应用技术人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

虚拟现实基础及可视化设计/秦文虎等编. —北京:
化学工业出版社, 2009. 6
高等学校规划教材
ISBN 978-7-122-05311-4

I. 虚… II. 秦… III. 虚拟技术-高等学校-教材
IV. TP391. 9

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 063638 号

责任编辑: 郝英华 唐旭华 吴 俊
责任校对: 顾淑云

装帧设计: 周 遥

出版发行: 化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 装: 北京云浩印刷有限责任公司
787mm×1092mm 1/16 印张 12½ 字数 305 千字 2009 年 8 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888(传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价: 25.00 元

版权所有 违者必究

前 言

虚拟现实技术是近年来兴起的新技术。它利用三维真实感图形、虚拟立体声以及力/触觉反馈系统等人机交互新技术增强了身临其境的感觉。目前,虚拟现实技术在军事、航天、医学、设计和影视娱乐等方面有着十分广泛的应用。

对一个虚拟现实系统,三维真实感图形是增强系统表现力的重要部分。对计算机图形学来说,实现三维真实感图形的方法很多。目前常用的方法是基于 OpenGL (Open Graphics Library) 实现高性能的三维图形。OpenGL 是一套跨平台的图形库,它源于 SGI 公司为其图形工作站开发的 IRIS GL,它于 1992 年 7 月发布 1.0 版,现已成为工业标准。OpenGL 适用于各种计算机系统,它是虚拟现实系统三维图形制作必须掌握的开发工具。

本书在介绍虚拟现实技术的基础知识及交互设备后,重点介绍 OpenGL 库函数。通过学习这些库函数,读者可以制作高精度的三维图形。

为方便教学,本书配套的电子教案可免费提供给采用本书作为教材的院校使用。如有需要,请发电子邮件至 haoying_hua@cip.com.cn。

本书的编写由秦文虎、狄岚、姚晓峰和陈伟琦四位老师共同完成,在编写过程中还得到特聘教授赵正旭和硕士研究生苏国辉、顾金东、刘晓梅和姚雪峰的帮助,在此向他们表示感谢。

由于水平有限,书中难免存在疏漏和错误之处,希望广大读者批评指正。

秦文虎

2009 年 5 月

目 录

1 虚拟现实技术概论	1	2.4.1 机械式运动捕捉	22
1.1 虚拟现实技术的基本概念	1	2.4.2 声学式运动捕捉	22
1.1.1 虚拟现实技术的发展概述	1	2.4.3 电磁式运动捕捉	22
1.1.2 虚拟现实技术的定义	2	2.4.4 光学式运动捕捉	23
1.1.3 虚拟现实技术的组成	2	2.4.5 数据衣	23
1.1.4 虚拟现实技术的基本特征	3	2.5 快速建模设备	24
1.2 虚拟现实技术的分类	3	2.6 三维跟踪设备	25
1.3 虚拟现实技术的主要应用领域	5	2.6.1 3-D 电磁跟踪器	25
1.3.1 军事应用	6	2.6.2 超声波跟踪器	26
1.3.2 城市仿真	7	2.6.3 光学跟踪器	27
1.3.3 教育与培训	8	习题 2	27
1.3.4 工业应用	9	3 OpenGL 简介	28
1.3.5 医学应用	10	3.1 OpenGL 概述	28
1.3.6 科学计算可视化	10	3.2 OpenGL 基本功能	28
1.3.7 艺术与娱乐	11	3.3 OpenGL 语法规则	29
1.4 虚拟现实技术的国内外发展状况	11	3.4 OpenGL 状态机制	29
1.4.1 美国的研究现状	11	3.5 OpenGL 相关函数库	30
1.4.2 欧盟的研究现状	12	3.6 GLUT 工具介绍	30
1.4.3 日本的研究现状	12	3.7 创建 OpenGL 程序	31
1.4.4 我国的研究现状	13	3.7.1 创建 OpenGL 控制台应用程序	31
习题 1	13	3.7.2 创建 MFC 环境下 OpenGL 单文档 应用程序	35
2 虚拟现实交互设备	14	习题 3	38
2.1 视觉显示系统	14	4 绘制几何物体	39
2.1.1 立体成像原理	14	4.1 图形显示控制命令	39
2.1.2 头盔显示器 (Head Mounted Display, HMD)	15	4.1.1 清空窗口	39
2.1.3 双目全方位显示器 (BOOM)	17	4.1.2 指定颜色	40
2.1.4 CRT 终端-液晶光闸眼镜	17	4.1.3 强制绘图完成	40
2.1.5 大屏幕投影-液晶光闸眼镜	18	4.1.4 消隐	41
2.2 三维声音系统	18	4.1.5 构造图形	41
2.3 虚拟物体操作设备	19	4.2 绘制点、线和多边形	42
2.3.1 数据手套 (Data Glove)	19	4.2.1 点、线和多边形的定义	42
2.3.2 力矩球 (Space Ball)	20	4.2.2 点的绘制	43
2.3.3 操纵杆	20	4.2.3 线的绘制	44
2.3.4 触觉反馈装置	21	4.2.4 多边形的绘制	46
2.3.5 力觉反馈装置	21	4.3 绘制规则三维物体函数	50
2.4 运动捕捉系统	22	4.4 顶点数组	51

4.5 法线向量	52	7.4.2 镜面反射	91
习题4	53	7.4.3 辐射光	91
5 坐标变换	54	7.4.4 改变材质应用实例	91
5.1 坐标变换的基本概念	54	7.4.5 颜色材料模式	93
5.1.1 概述	54	7.5 光照计算	93
5.1.2 矩阵操作	54	习题7	95
5.2 视图变换和模型变换	56	8 显示列表	96
5.2.1 模型变换	56	8.1 显示列表使用范例	96
5.2.2 平移变换	56	8.2 显示列表的创建和执行	97
5.2.3 旋转变换	57	8.2.1 显示列表的创建	97
5.2.4 缩放变换	57	8.2.2 执行显示列表	98
5.2.5 模型变换实例	57	8.3 执行多显示列表	98
5.2.6 视图变换	58	8.4 管理显示列表的状态变量	99
5.3 投影变换	62	习题8	101
5.3.1 透视投影	62	9 位图和图像	102
5.3.2 正交投影	63	9.1 位图和字体	102
5.4 视口变换	63	9.1.1 当前光栅位置	102
5.5 附加裁剪面	64	9.1.2 绘制位图	102
5.6 矩阵堆栈	65	9.1.3 选择位图颜色	104
习题5	70	9.1.4 字符集和字体使用	104
6 颜色	72	9.2 图像	108
6.1 颜色感知	72	9.3 图像存储、变换和映射操作	109
6.1.1 人眼色彩判断	72	9.3.1 设置像素存储模式	109
6.1.2 计算机中颜色生成	72	9.3.2 像素传递操作	109
6.2 指定颜色模式	73	9.3.3 像素映射操作	110
6.2.1 RGBA 模式	73	9.3.4 图像的放大、缩小或翻转	111
6.2.2 颜色索引模式	74	习题9	113
6.3 指定着色模式	74	10 纹理映射	114
习题6	77	10.1 纹理映射的基本步骤	114
7 光照与材质	78	10.2 纹理数据的获取	117
7.1 光照基本知识	78	10.2.1 直接创建法	118
7.1.1 OpenGL 中的光照组成	78	10.2.2 读取外部文件	118
7.1.2 材质颜色	78	10.3 指定纹理	118
7.1.3 光线与材质的 RGB 值	79	10.3.1 指定二维纹理	118
7.1.4 光照处理步骤	79	10.3.2 指定一维纹理	119
7.2 创建光源	86	10.4 纹理映射	119
7.3 选择光照模型	88	10.4.1 纹理滤波	119
7.3.1 全局环境光	89	10.4.2 重复和截取纹理	119
7.3.2 视点的远近	89	10.4.3 纹理映射方式	120
7.3.3 双面光照	89	10.5 纹理对象	121
7.3.4 分离镜面颜色	89	10.5.1 命名纹理对象	121
7.3.5 激活光照	90	10.5.2 创建和使用纹理对象	121
7.4 定义材质属性	90	10.5.3 清除纹理对象	122
7.4.1 物体的散射和环境光反射	91	10.6 人工分配纹理坐标	122

10.7 自动生成纹理坐标	122	12 OpenGL 综合应用实例——三维	
习题 10	127	场景的建立和漫游	180
11 外部三维模型的读取与绘制	128	12.1 应用实例简介	180
11.1 3DS 模型的读取与绘制	128	12.2 编程思想	180
11.1.1 3DS 文件格式简介	128	12.3 关键技术	181
11.1.2 3DS 编辑程序块	131	12.3.1 读入 BMP 纹理数据及透明	
11.1.3 3DS 关键帧块	135	纹理的实现	181
11.2 3DS 文件输入程序介绍	136	12.3.2 3DS 模型的导入	183
11.2.1 程序说明	136	12.3.3 地形的生成	185
11.2.2 理论基础	136	12.3.4 摄像机参数的定义	186
11.2.3 编程步骤	137	12.3.5 场景的初始化	186
11.3 转换 3DS 模型为 OpenGL 源		12.3.6 键盘交互方式	187
文件	179	12.3.7 场景的绘制和漫游实现	189
11.3.1 3DS 模型转换	179	习题 12	190
11.3.2 转换模型的读取与显示	179	参考文献	191
习题 11	179		

1 虚拟现实技术概论

虚拟现实技术是 20 世纪末才兴起的一门崭新的综合性信息技术。它融合了数字图像处理、计算机图形学、人工智能、多媒体技术、传感器、网络以及并行处理技术等多个信息技术分支的最新发展成果，为我们创建和体验虚拟世界提供了有力的支持，从而大大推进了计算机技术的发展。VR 技术的特点在于，由计算机产生一种人为虚拟的环境，这种虚拟的环境是通过计算机构成的三维空间，或是把其他现实环境复制到计算机中去产生逼真的“虚拟环境”，从而使得用户在多种感官上产生一种沉浸于虚拟环境的感觉。

虚拟现实技术实时的三维空间表现能力、人机交互式的操作环境以及给人带来的身临其境的感受，将一改人与计算机之间枯燥、生硬和被动的现状。它不但为人机交互界面开创了新的研究领域，为智能工程的应用提供了新的界面工具，为各类工程的大规模的数据可视化提供了新的描述方法，同时，它还能为人们探索宏观世界和微观世界以及由于种种原因不便于直接观察的事物的运动变化规律，提供极大的便利。

虚拟现实技术一经问世，人们就对它产生了浓厚的兴趣。近几年，虚拟现实技术不但已开始在地产业、军事、医学、设计、考古、艺术、娱乐等诸多领域得到越来越广泛的应用，而且还给社会带来了巨大的经济效益。因此，有关人士认为：20 世纪 80 年代是个人计算机的时代，90 年代是网络、多媒体的时代，而 21 世纪初则将是虚拟现实技术的时代。

1.1 虚拟现实技术的基本概念

1.1.1 虚拟现实技术的发展概述

像大多数技术一样，虚拟现实也不是突然出现的，它是经过企业界、军事界及众多学术实验室相当长时间的研制开发后才进入公众领域的。虚拟现实的出现与其他技术的成熟密切相关，如实时计算机系统、计算机图形、显示器、光纤及三维跟踪技术等。当各个技术都能提供自身的输入性能之后，虚拟现实系统便出现了。从诞生至今，伴随着计算机技术的飞跃，虚拟现实系统的发展及完善在不断地继续，其应用领域也在不断的扩大。这也进一步证实了作为一种更强大、更富创造性的人机交互系统，虚拟现实系统将有着非常广阔的发展前途。

下面，我们回顾一下虚拟现实技术数十年来的发展历程。

1929 年，Edwin Link 设计了一种竞赛乘坐器，它使得乘坐者有一种在飞机中飞行的感觉。Link 飞行模拟器是虚拟现实几个先驱中的一个。

1961 年，美国 Philoo 公司首创了头盔立体显示器。

1965 年，美国人艾凡·萨瑟兰发表了一篇题为“终极的显示”的论文，后来被公认为在虚拟环境领域中起着里程碑的作用。

1966年,艾凡·萨瑟兰在麻省理工学院开始了他的第一个头盔的研制工作。参观者戴上头盔看虚拟环境,可以如同身临其境一样。

1967年,美国的北卡罗来纳大学的弗雷德里克·布鲁克斯研究了力反馈问题,使用户能感到虚拟环境中计算机仿真物体和环境中的力的作用。

1972年,诺兰·布什内尔开发出了第一种交互式电子游戏,称为Pong。它允许玩游戏的操作者在电视屏幕上操作一个弹跳的乒乓球。由于交互性是虚拟现实技术的一个关键,因而这一个交互性游戏的开发具有重要的意义。

20世纪80年代,美国宇航局(NASA)及美国国防部组织了一系列有关虚拟现实技术的研究,并取得了令人瞩目的研究成果,从而引起了人们对虚拟现实技术的广泛关注。

1984年,NASA Ames研究中心虚拟行星探测实验室的M. McGreevy和J. Humphries博士组织开发了用于火星探测的虚拟环境视觉显示器,将火星探测器发回的数据输入计算机,为地面研究人员构造了火星表面的三维虚拟环境。在随后的虚拟交互环境工作站(VIEW)项目中,他们还开发了通用多传感个人仿真器以及遥控设备等。

进入20世纪90年代,迅速发展的计算机软、硬件系统使得基于大型数据集的声音和图像的实时动画制作成为可能,越来越多新颖、实用的输入输出设备相继进入市场,而人机交互系统的设计也在不断创新,这些都为虚拟现实系统的发展打下了良好的基础。其中,利用虚拟现实技术设计波音777获得成功,是近年来又一件引起科技界瞩目的伟大成果。可以看出,正是因为虚拟现实系统极其广泛的应用领域,使得人们对它广阔的发展前景充满了憧憬与兴趣。

1.1.2 虚拟现实技术的定义

虚拟现实技术的定义可以归纳如下:虚拟现实技术(Virtual Reality, VR)是指利用计算机生成一种模拟环境,并通过多种专用设备使用户“投入”到该环境中,实现用户与该环境直接进行自然交互的技术。VR技术可以让用户使用人的自然技能对虚拟世界中的物体进行考察或操作,同时提供视、听、摸等多种直观而又自然的实时感知。

1.1.3 虚拟现实技术的组成

一个典型的虚拟现实系统主要包括5大组成部分:虚拟世界、计算机、虚拟现实软件、输入设备和输出设备(如图1-1所示)。其中,虚拟世界是可交互的虚拟环境,涉及模型构筑、动力学特征、物理约束、照明及碰撞检测等;计算机环境涉及处理器配置、I/O通道及实时操作系统等;虚拟现实软件负责提供实时构造和参与虚拟世界的能力,涉及建模、物理仿真等;输入和输出设备则用于观察和操纵虚拟世界,涉及跟踪系统、图像显示、声音交互、触觉反馈等。

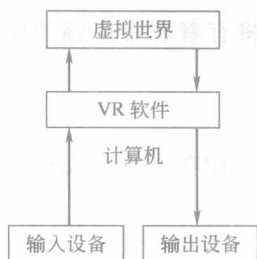


图 1-1 虚拟现实系统的一般构成

构建一个虚拟现实系统的基本手段和目标就是利用并集成高性能计算机软硬件及各类先进的传感器,去创建一个使参与者处于一个身临其境的沉浸感,具有完美交互能力和启发构思的信息环境。

(1) 硬件方面 需要以下设备。

① 跟踪系统:用以确定参与者的头手和身躯的位置。

② 触觉系统:提供力与压力的反馈。

③ 音频系统:提供立体声源和判定空间位置。

④ 图像生成和显示系统:产生视觉图像和立体显示。

⑤ 高性能的计算机处理系统：具有高处理速度、大存储量、强联网特性。

(2) 软件方面 除一般所需的软件支撑环境外，主要是提供一个产生虚拟环境的工具集，或产生虚拟环境的“外壳”。它应具有以下功能。

① 能够接收各种高性能传感器的信息，如头盔的跟踪信息。

② 能生成立体的显示图形。

③ 能把各种数据库（如地图地貌数据库、物体形象数据库等）、各种 CAD 软件进行调用和互联的集成环境。

1.1.4 虚拟现实技术的基本特征

从本质上说，虚拟现实系统就是一种先进的计算机用户接口，它通过给用户同时提供诸如视、听、触等各种直观而又自然的实时感知交互手段、最大限度地方便用户的操作，从而减轻用户的负担、提高整个系统的工作效率。美国科学家 Burdea G., Coiffet 曾在 Electro 93 国际会议上发表的“Virtual Reality Systems and Applications”一文中，提出一个“虚拟现实技术的三角形”，它简明地表示了虚拟现实技术具有的 3 个最突出特征：交互性（Interactivity）、沉浸感（Immersion）和构想性（Imagination），也就是人们俗称的 3 个“I”特性（如图 1-2 所示）。

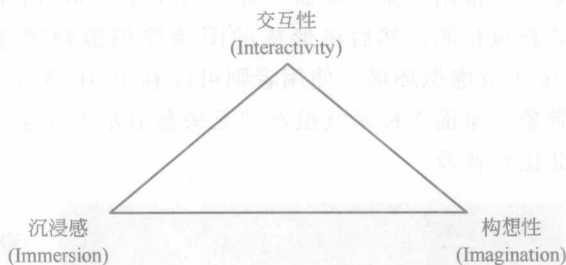


图 1-2 3 个“I”特性图

(1) 交互性 指参与者对虚拟环境内的物体的可操作程度和从环境中得到反馈的自然程度。这种交互的产生主要借助于各种专用的三维交互设备（如头盔显示器、数据手套等），它们使人类能够利用自然技能，如同在真实的环境中一样与虚拟环境中的对象发生交互关系。

(2) 沉浸感 用户感到作为主角存在于模拟环境中的真实程度。包括如下内容。

① 多感知性。它除了一般计算机技术所具有的视觉感知之外，还有听觉感知、力觉感知、触觉感知、运动感知等。理想的虚拟现实技术应该具有一切人所具有的感知功能。由于相关技术的限制，特别是传感技术的限制，目前虚拟现实技术所具有的感知功能仅限于视觉、听觉、力觉、触觉、运动等几种，无论感知范围还是感知的精确程度都尚无法与人相比拟。

② 自主性。它是指虚拟环境中的物体依据物理定律动作的程度。例如，当受到力的推动时，物体会向力的方向移动，或翻倒，或从桌面落到地面等。虚拟现实技术的四大特征使得我们不难将 VR 与相关技术区分开来，如仿真技术、计算机图形技术及多媒体技术。

(3) 构想性 人类在许多领域都面临着越来越多前所未有而又必须解决和突破的问题。例如，载人航天、核试验、核反应堆维护、新武器等产品的设计研究、气象及自然灾害预报、医疗手术的模拟与训练以及多兵种军事联合训练与演练等。借助于 VR 技术，人有可能从定性和定量综合集成的虚拟环境中得到感性和理性的认识，进而使人能深化概念，产生新意和构想。

1.2 虚拟现实技术的分类

按其交互和浸入程度不同分为桌面式 VR 系统、沉浸式 VR 系统、叠加式 VR 系统和分

布式 VR 系统。

(1) 桌面式 VR 系统 (Desktop VR) 桌面虚拟现实利用个人计算机和低级工作站进行仿真, 计算机的屏幕用来作为用户观察虚拟境界的一个窗口, 各种外部设备一般用来驾驭虚拟境界, 并且有助于操纵在虚拟情景中的各种物体。如图 1-3, 这些外部设备包括鼠标、追踪球、力矩球等。它要求参与者使用位置跟踪器和另一个手控输入设备, 如鼠标、追踪球等, 坐在监视器前, 通过计算机屏幕观察 360° 范围内的虚拟境界, 并操纵其中的物体, 但这时参与者并没有完全投入, 因为它仍然会受到周围现实环境的干扰。为了增强“临境感”, 可以先用三维立体眼镜 (如 CrystallEyes), 用户可以看到虚拟环境中的立体对象。采用三维 (6 个自由度) 鼠标或数据手套 (Data Glove), 可以同虚拟环境中的虚拟物体相互作用。苹果公司推出了基于桌面系统的 Quick Time VR, 其思路是利用数码相机, 对某一场景进行连续视点拍照, 然后将形成的图像按拍摄顺序连接、合成, 并由 QTVR Authoring Tools Suite 生成虚拟环境。使用者则可以利用 3D Mouse 控制拍摄的视点以显示虚拟环境中的不同景象。桌面 VR 系统虽然缺乏头盔显示的完全沉浸功能, 但由于它的成本相对来说较低, 因此比较普及。



图 1-3 桌面式 VR 系统

(2) 沉浸式 VR 系统 (Immersive VR) 沉浸式 VR 系统利用头盔显示器 (HMD) 和数据手套 (Data Glove) 等交互设备把用户的视觉、听觉和其他感觉封闭起来, 使参与者暂时与真实环境隔离, 而真正成为 VR 系统内部的一个参与者, 并能利用这些交互设备操作和驾驭虚拟环境, 因而具有高度的实时性能和沉浸感, 如当用户移动头部改变视点时, 虚拟环境中的图像应实时地发生改变。此外, 它支持多种输入输出设备, 能提供

“真实”的体验与丰富的交互手段 (如图 1-4 所示)。



图 1-4 沉浸式 VR 系统

沉浸式 VR 系统的设备一般都比较昂贵, 成本较高, 一般仅供大公司、政府以及大学使用。

(3) 叠加式 VR 系统 叠加式 VR 系统是通过穿透型头戴式显示器将计算机虚拟图像叠

加在现实世界之上,它用于增强或补充人眼所看到的東西,为操作员提供与他所看到的现实环境有关的、存储在计算机中的信息,从而增强操作员对真实环境的感受。如图 1-5 所示。

(4) 分布式 VR 系统 (Distributed VR, DVR) 分布式 VR 系统是一种基于网络的虚拟环境,它在沉浸式 VR 系统的基础上,将位于不同物理位置的多个用户或多个虚拟环境通过网络相连接,每个用户在一个虚拟现实环境中,通过计算机与其他用户进行交互,并共享信息,从而使用户的协同工作达到一个更高的境界(如图 1-6 所示)。这也为今天提倡的网络教学提供了必要的技术支撑。

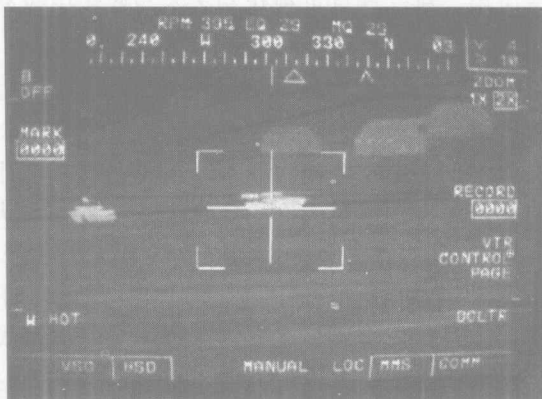


图 1-5 叠加式 VR 系统



图 1-6 分布式 VR 系统中的虚拟战争

根据分布式系统环境下所运行的共享应用系统的个数,可把 DVR 系统分为集中式结构和复制式结构。集中式结构是只在中心服务器上运行一份共享应用系统。该系统可以是会议代理或对话管理进程。中心服务器的作用是对多个参加者的输入输出操纵进行管理,允许多个参加者信息共享。它的特点是结构简单,容易实现,但对网络通信带宽有较高的要求,并且高度依赖于中心服务器。

复制式结构是在每个参加者所在的机器上复制中心服务器,这样每个参加者进程都有一份共享应用系统。服务器接收来自于其他工作站的输入信息,并把信息传送到运行在本地机

上的应用系统中,由应用系统进行所需的计算并产生必要的输出。它的优点是所需网络带宽较小。另外,由于每个参加者只与应用系统的局部备份进行交互,所以,交互式响应效果好。但它比集中式结构复杂,在维护共享应用系统中的多个备份的信息或状态一致性方面比较困难。

分布式虚拟现实系统在远程教育、科学计算可视化、工程技术、建筑、电子商务、交互式娱乐、艺术等领域都有着极其广泛的应用前景。利用它可以创建多媒体通信、设计协作系统、实境式电子商务、网络游戏、虚拟社区全新的应用系统。

1.3 虚拟现实技术的主要应用领域

虚拟现实技术的应用非常广泛,目前在军事应用、城市仿真、教育与培训、工业应用、

医学应用、科学计算可视化和艺术与娱乐中较高的应用。

1.3.1 军事应用

VR 技术的发展源于航天和军事部门。VR 之最新技术成果往往被率先应用于航天和军事领域。VR 技术将为武器装备确定需求、设计、制作样机、批量生产,为部队的模拟训练、战备,为制定合成作战条令,为制订应急计划,为战后评估及战史分析等几乎全部军事活动提供一种一体化的作战环境。这将有助于从虚拟武器及战场顺利地过渡到真实武器与战场,VR 技术对各种军事活动的影响将是极为深远的,有着极为广泛的军事应用前景。

迄今,VR 技术在军事领域中发挥着重要的作用,它被广泛应用于军事教育训练、作战模拟、作战分析研究、作战任务保障与评估及武器装备研制等领域。如图 1-7 所示。



图 1-7 VR 技术在军事上的应用

(1) 军事教育训练 对军事人员的战略性规划、作战和预算等方面的培训是 VR 的一个普遍应用领域。假如将装甲兵、机械化步兵、直升机和诸如 A-10S 和 F-16S 固定翼飞机以及野战集团军防空发射阵地临时接入网络,则立即可使用高逼真度视听方法参加相互的军事演习。借助于多模拟仿真器的节点连接,班长可在各种 VR 战场中以相互对抗或敌我双方部队对抗的方式训练其部队。

(2) 作战模拟 通常作战模拟分为实地军事演习、现场实验、沙盘作业、图上作业、战争对策、计算机模拟仿真和分析模拟仿真。其中计算机作战模拟仿真运算速度快、准确、科学、可靠性强、损耗代价小,是一种崭新的模拟仿真方式。因此,VR 技术作为一种最新的计算机人机交互技术,首当其冲应该用于军事作战模拟领域。这不仅为研究战争问题、作战的指挥和训练提供了科学方法,使研究的进程更为逼真接近实战,而且使研究结果可信,有利于作战指挥艺术和作战技能的提高。

(3) 作战分析研究 为分析问题,军事界广泛采用 VR 技术。在战略、战役和战术层次上,利用 VR 和作战模拟来评估作战进程及战果(以支持分析战后或正进行的战斗);度量武器系统的效能;为采办规划、计划和预算提供预测;同时亦为试验和鉴定提供一个实验性的环境。作战模拟更趋向于高层次的作战,特别是联合作战的兵力计划、运动和使用等方面。作战模拟经常提供兵力部署的程序、后勤和作战的协调、复杂环境下武器系统的使用以及防御设施的需求的见解。另一方面,VR 更多地用于特殊的作战分析,如特殊的作战类型和武器系统分析,并提供了一个可进行重复试验的、允许应用统计方法度量的实验环境。

(4) 作战任务保障与评估 VR 在作战任务保障与评估中的应用具有颇为乐观的发展前景。作战任务演练或进行试验都需要使用可重视环境和运载工具的仿真器,这样就能使人员

通过熟悉可能遇到的情况、逼真的目标以及有关的不确定情况、恶劣的环境和对抗的敌人,来提高完成作战任务的可能性。任务演练可用来试验作战概念,或可形成一项训练规范。对于给定的一支能在任何地方、任何地形、面对任何类型敌人或威胁系统,而且没有在本地进行过先期训练便需要进行作战的部队,任务演练系统能发挥重要的作用。在后勤保障中,则可对各种弹药、油料、武器库存量及后勤物资供应状况进行分析和模拟。可增多系统集成经验,空军、陆军和海军可在各种评估技术创新效果的规划中使用 VR 方法。

1.3.2 城市仿真

由于城市规划的关联性和前瞻性要求较高,城市规划一直是对全新的可视化技术需求最为迫切的领域之一。从总体规划到城市设计,在规划的各个阶段,通过对现状和未来的描绘(身临其境的城市感受、实时景观分析、建筑高度控制、多方案城市空间比较等),如图 1-8,为改善人居环境,以及形成各具特色的城市风格提供了强有力的支持。规划决策者、规划设计者、城市建设管理者以及公众,在城市规划中扮演不同的角色,有效的合作是保证城市规划最终成功的前提。VR 技术为这种合作提供了理想的桥梁,运用 VR 技术能够使政府规划部门、项目开发商、工程人员及公众可从任意角度,实时互动真实地看到规划效果,更好地掌握城市的形态和理解规划师的设计意图,这样决策者的宏观决策将成为城市规划更有机的组成部分,公众的参与也能真正得以实现。这是传统手段如平面图、效果图、沙盘乃至动画等所不能达到的。

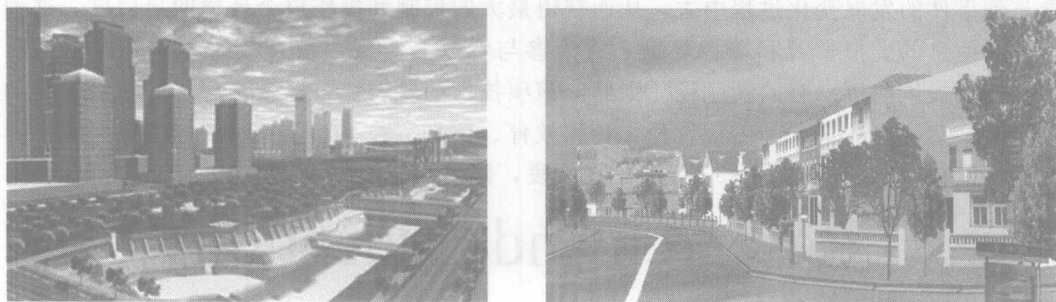


图 1-8 VR 技术在城市规划上的应用

(1) 仿真的虚拟环境 类似于时下流行的三维动画,同样是通过强大的三维建模技术建立逼真的三维场景,对规划项目进行真实的“再现”。但是 VR 技术建立的虚拟环境是由基于真实数据建立的数字模型组合而成,严格遵循工程项目设计的标准和要求,属于科学仿真系统;而传统动画的三维场景则是由动画制作人员根据资料或想象绘制而成,与真实的环境和数据有较大的差距,严格意义上来说属于一种演示作品。

(2) 多方式、运动中感受城市空间 在虚拟现实系统中,可以全方位,多种样式(步行、驱车、飞行、UFO 等),完全由用户自由控制在场景中漫游。VR 技术与传统的三维动画最根本的区别就是:传统动画的观察路径都是预先设定好的,用户只能按照事先设定的路径浏览场景;而 VR 技术可以由用户在三维场景中任意漫游,人机交互,甚至还可以使用专用的头盔把用户的视觉、听觉及其他感觉封闭起来,产生一种身临其境的感觉。这样一来,很多不易察觉的设计缺陷能够轻易地被发现,减少由于事先规划不周全而造成的无可挽回的损失与遗憾,大大提高了项目的评估质量。

(3) 实时多方案比较 运用虚拟现实系统,我们可以很轻松随意地进行修改,改变建筑高度,改变建筑外立面的材质、颜色,改变绿化密度……所看即所得,只要修改系统中的参数即

可,而不需要像传统三维动画那样,每做一次修改都需要对场景进行一次渲染。这样不同的方案、不同的规划设计意图通过 VR 技术实时的反映出来,用户可以做出很全面的对比,并且虚拟现实系统可以很快捷、方便的随着方案的变化而作出调整,辅助用户作出决定。从而大大加快了方案设计的速度和质量,提高了方案设计和修正的效率,也节省了大量的资金。

(4) 三维空间信息交流 虚拟现实系统的沉浸感和互动性不但能够给用户带来强烈、逼真的感官冲击,获得身临其境的体验,还可以通过其数据接口与 GIS 信息相结合,即所谓的 VR-GIS,从而可以在实时的虚拟环境中随时获取项目的数据资料,方便大型复杂工程项目的规划、设计、投标、报批、管理等需要。此外,虚拟现实系统还可以与网络信息相结合,实现三维空间的远程操作。

(5) 公众参与与方案展示 对于公众关心的大型规划项目,在项目方案设计过程中,虚拟现实系统可以将现有的方案导出为视频文件用来制作多媒体资料予以一定程度的公示,让公众真正地参与到项目中来。当项目方案最终确定后,也可以通过视频输出制作多媒体宣传片,进一步提高项目的宣传展示效果。

1.3.3 教育与培训

虚拟现实技术的应用前景是很广阔的,它可应用于任何需要使用计算机来存储、管理、分析和理解复杂数据的领域。针对教育事业来说,虚拟现实技术能将三维空间的意念清楚地表示出来,能使学习者直接、自然地与虚拟环境中的各种对象进行交互作用,并通过多种形式参与到事件的发展变化过程中去,从而获得最大的控制和操作整个环境的自由度。这种呈现多维度信息的虚拟学习和培训环境,将为参与者以最直观、最有效的方式掌握一门新知识、新技能提供前所未有的新途径。因此,该项技术的发展在很多教育与培训领域,诸如虚拟科学实验室、立体观念、生态教育、特殊教育、仿真实验、专业领域的训练等应用中,具有明显的优势和特点(如图 1-9 所示)。现阶段,国内外的此类应用主要有以下几个方面。

Research and Education

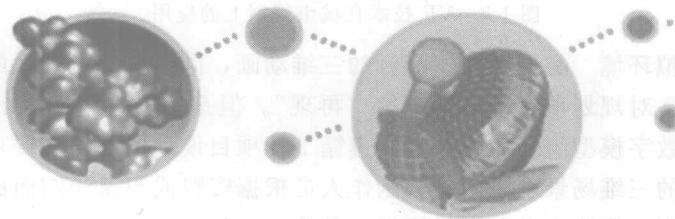


图 1-9 VR 技术在教育科研中的应用

(1) 仿真教学与实验 利用虚拟现实技术,可以模拟显现那些在现实中存在的,但在课堂教学环境下用别的方法很难做到或者要花费很大代价才能显现的各种事物,供学生学习和探索。例如,美国一个“虚拟物理实验室”系统的设计就使得学生可以通过亲身实践——做、看、听来学习的方式成为可能。使用该系统,学生们可以很容易地演示和控制物体的形变与非形变碰撞、调整摩擦系数等物理现象;可以停止时间的推移,以便仔细观察物体的运动轨迹随时间的变化过程;还可以通过使用交互式数据手套做万有引力定律等各种实验,从而较深刻地理解物理概念和定律。又如,当学生学习某种机械装置,如计算机的组成、结构、工作原理时,传统的教学方法都是利用图示或放录像的方式向学生展示,但这些方法难

于使学生对这种机械装置的运行过程、状态及内部原理有一个明确的了解。这时,应用虚拟现实技术就可以充分显示出其优势:它不仅可以向学生直观地展现出计算机的复杂构造、工作原理以及工作时各个零件的运行状态,而且还可以模仿出计算机各部件在出现故障时的表现和原因,向学习者提供对虚拟物体进行全面的考察、操纵乃至维修的模拟训练机会,从而使教学与实验得到事半功倍的效果。

(2) 教育 在虚拟现实技术的帮助下,残疾人能够通过自己的形体动作与他人进行交流,甚至可以用脚的动作与他人进行交谈。在高性能计算机和传感器的支持下,残疾人带上数据手套后,就能将自己的手势翻译成讲话的声音;配上目光跟踪装置后,就能将眼睛的动作翻译成手势、命令或讲话的声音。而专门教弱智儿童掌握手势语言的三维虚拟图像的理解和训练系统,还可以帮助弱智儿童进行练习和训练,从而使他们能很快地熟悉符号、字和手势语言的意义。

(3) 多种专业培训 借助于 VR 技术的各项成果,人们将能对危险的、不能失误的、缺少或难以提供真实演练的操作反复地进行十分逼真的练习。例如在医学教育与培训领域,医生见习和实习复杂手术的机会是有限的,而在 VR 系统中却可以反复实践不同的操作。目前,国外很多医院和医学院校已开始用数字模型训练外科医生。其做法是将 X 光扫描、超声波探测、核磁共振等手段获得的人体信息综合起来,建立起反应非常接近真实人体和器官的仿真模型。医生或学员动手术前先在虚拟人体上试验,就可以优化手术方案,提高技术水平,降低失误率。

在我国的教育事业中,传统的教学方法延续多年,人们已逐渐意识到了它的弊病和不足之处。近几年引入多媒体教学方法后,教师不再被局限于黑板,而可以借助于电脑、投影设备、音像设备等为学生展示图、文、声、像等多种媒体来辅助教学,从而取得了很好的效果。从这一例子中,不难推想:如果在不久的将来能更进一步,把 VR 技术引入教学领域,则它的效果一定会非同凡响。

1.3.4 工业应用

虚拟技术已大量应用在汽车、煤炭及石油等工业领域中。

对汽车工业而言,VR 技术既是一个最新的技术开发方法,更是一个复杂的仿真工具,它旨在建立一种人工环境,人们可以在这环境中以一种“自然”的方式从事驾驶、操作和设计等实时活动。并且虚拟现实技术也可以广泛用于汽车设计、试验和培训等方面(如图 1-10)。

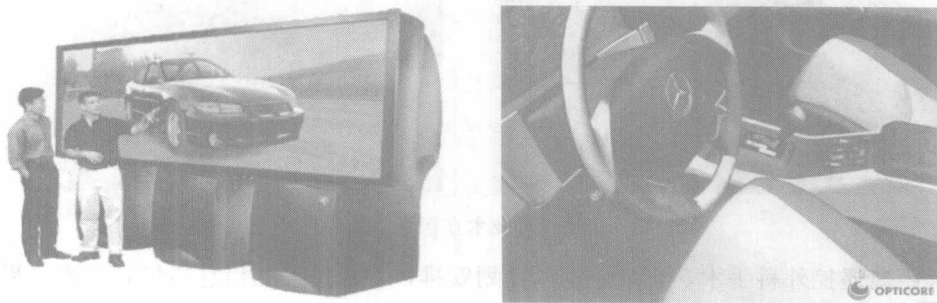


图 1-10 VR 技术在汽车工业领域的应用

在产品中的应用:借助虚拟现实技术建立的三维汽车模型,可显示汽车的悬挂、底盘、内饰直至每一个焊接点,设计者可确定每个部件的质量,了解各个部件的运行性能。这

种三维模型准确性很高,汽车制造商可按得到的计算机数据直接进行大规模生产。

在汽车制造中的应用:虚拟现实技术是虚拟制造系统的基础和灵魂,虚拟制造系统是由多学科知识形成的综合系统,是利用计算机支持技术对必须生产和制造的汽车进行全面建模和仿真,它能够仿真非实际生产的材料和产品,同时产生有关它们的信息。也可以制订零件生产的机加工方案、拟定产品检验和试验步骤等。

在汽车试验中的应用:虚拟试验技术作为虚拟制造技术的一个环节,在汽车空气动力学及汽车被动安全性研究中正得到越来越广泛的应用,汽车被动安全性研究包括车身抗撞性研究、碰撞生物力学研究以及乘员约束系统和内饰件的研究。

VR技术在煤矿的应用既属于危险环境下的操作,也属于CAD、教育和培训的范畴。VR技术为煤矿安全生产、优化设计和矿工技术培训等提供了一种更为有效的手段。VR技术对石油企业提高勘探开发效率,加强数据采集、分析、处理能力,减少决策失误,降低企业风险起到了重要的作用。它可以具体应用到:①营造身临其境的环境;②提高人们对勘探目标的识别能力;③方便对地质三维模型的深入研究等方面。除了在汽车、煤炭及石油等工业领域外,VR技术在其他工业领域也有大量应用。

1.3.5 医学应用

虚拟现实技术在医学方面的应用具有十分重要的现实意义。虚拟现实技术的使用范围包括建立合成药物的分子结构模型到各种医学模拟,进行模拟人体解剖和外科手术培训等。如 GROPE III 虚拟现实仿真器可用于测试新药物的特性,研究人员可以看到和感受到药物内的分子与其他生物物质的相互作用。虚拟现实技术还可将 CT 或核磁共振图像与体视图像组合起来,医生利用头盔显示器或立体眼镜观看这些合成图像,进行诊断治疗。在实施复杂的外科手术前,先用外科手术仿真器模拟出手术台和虚拟的病人人体,医生用头盔显示器监测病人的血压、心率等指标,用带有位置跟踪器的手术器械演练,并有可能感受到手术时虚拟肌肉的真实阻力。根据演练的结果,医生就可以制订出实际手术的最佳方案。图 1-11 为 VR 技术在医学上的应用。

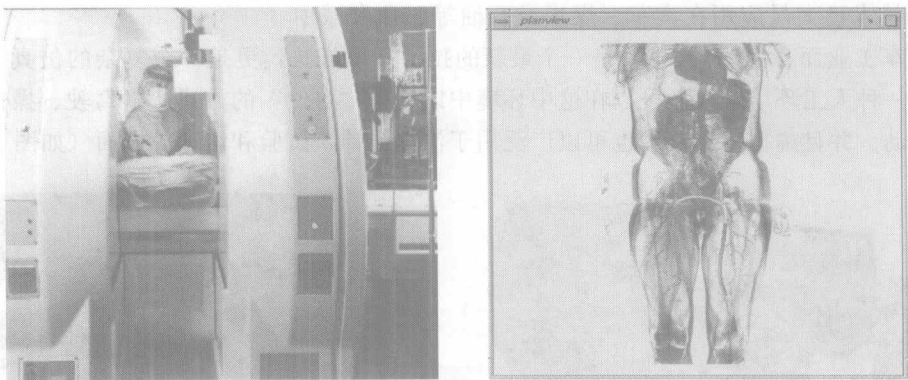


图 1-11 VR 技术在医学上的应用

在远距离遥控外科手术,复杂手术的计划安排,手术过程的信息指导,手术后果预测及改善残疾人生活状况,乃至新型药物的研制等方面,VR 技术都有十分重要的意义。

1.3.6 科学计算可视化

在科学研究中,人们总会面对大量的随机数据,为了从中得到有价值的规律和结论,需要对这些数据进行认真分析,而科学可视化功能就是将大量字母、数字数据转换成比原始数