

21世纪高等学校数字媒体专业规划教材



刘光然 主编

虚拟现实技术

清华大学出版社

21 世纪高等学校数字媒体专业规划教材

虚拟现实技术

刘光然 主编

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书编写时本着侧重于普及与应用的原则,在阐述虚拟现实技术必要理论知识的基础上,着重介绍具有代表性的虚拟现实相关软件的使用方法,以大量的典型实例贯穿其中,使读者能够在较短的时间里由浅入深地了解、认识和掌握虚拟现实技术,并具备运用 VR 开发工具制作三维交互、效果逼真的虚拟现实场景的能力。

本书共 7 章教学内容,具体包括虚拟现实技术概述、虚拟现实系统的硬件设备、虚拟现实的建模技术、虚拟现实的 Web3D 技术、三维建模工具 3ds Max、虚拟现实开发平台 EON 以及虚拟现实系统综合实例。

本书可作为高等院校计算机及电子信息类专业、教育技术学专业学生的教材,也可作为从事虚拟现实技术的行业、企业工程技术人员以及虚拟现实技术爱好者的参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

虚拟现实技术/刘光然主编. —北京:清华大学出版社,2011.1

(21 世纪高等学校数字媒体专业规划教材)

ISBN 978-7-302-23511-8

I. ①虚… II. ①刘… III. ①虚拟技术 IV. ①TP391.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 157353 号

责任编辑:魏江江 王冰飞

责任校对:梁毅

责任印制:王秀菊

出版发行:清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

社 总 机:010-62770175

投稿与读者服务:010-62795954,jsjic@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015,zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

邮 购:010-62786544

印 刷 者:北京市人民文学印刷厂

装 订 者:三河市兴旺装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:22.5 字 数:586 千字

版 次:2011 年 1 月第 1 版 印 次:2011 年 1 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:35.00 元

产品编号:033871-01



数字媒体专业作为一个朝阳专业,其当前和未来快速发展的主要原因是数字媒体产业对人才的需求增长。当前数字媒体产业中发展最快的是影视动画、网络动漫、网络游戏、数字视音频、远程教育资源、数字图书馆、数字博物馆等行业,它们的共同点之一是以数字媒体技术为支撑,为社会提供数字内容产品和服务,这些行业发展所遇到的最大瓶颈就是数字媒体专门人才的短缺。随着数字媒体产业的飞速发展,对数字媒体技术人才的需求将成倍增长,而且这一需求是长远的、不断增长的。

正是基于对国家社会、人才的需求分析和对数字媒体人才的能力结构分析,国内高校掀起了建设数字媒体专业的热潮,以承担为数字媒体产业培养合格人才的重任。教育部在2004年将数字媒体技术专业批准设置在目录外新专业中(专业代码:080628S),其培养目标是“培养德智体美全面发展的、面向当今信息化时代的、从事数字媒体开发与数字传播的专业人才。毕业生将兼具信息传播理论、数字媒体技术和设计管理能力,可在党政机关、新闻媒体、出版、商贸、教育、信息咨询及IT相关等领域,从事数字媒体开发、音视频数字化、网页设计与网站维护、多媒体设计制作、信息服务及数字媒体管理等工作”。

数字媒体专业是个跨学科的学术领域,在教学实践方面需要多学科的综合,需要在理论教学和实践教学模式与方法上进行探索。为了使数字媒体专业能够达到专业培养目标,为社会培养所急需的合格人才,我们和全国各高等院校的专家共同研讨数字媒体专业的教学方法和课程体系,并在进行大量研究工作的基础上,精心挖掘和遴选了一批在教学方面具有潜心研究并取得了富有特色、值得推广的教学成果的作者,把他们多年积累的教学经验编写成教材,为数字媒体专业的课程建设及教学起一个抛砖引玉的示范作用。

本系列教材注重学生的艺术素养的培养,以及理论与实践的相结合。为了保证出版质量,本系列教材中的每本书都经过编委会委员的精心筛选和严格评审,坚持宁缺毋滥的原则,力争把每本书都做成精品。同时,为了能够让更多、更好的教学成果应用于社会和各高等院校,我们热切期望在这方面有经验和成果的教师能够加入到本套丛书的编写队伍中,为数字媒体专业的发展和人才培养做出贡献。

21世纪高等学校数字媒体专业规划教材
联系人:魏江江 weijj@tup.tsinghua.edu.cn

如果说 20 世纪 80 年代是个人计算机时代, 90 年代是计算机网络和多媒体时代, 那么 21 世纪则是虚拟现实技术时代。虚拟现实技术综合利用计算机图形学、仿真技术、多媒体技术、人工智能技术、计算机网络技术、并行处理技术和多传感器技术, 模拟人的视觉、听觉、触觉等感觉器官, 使人们能够沉浸在计算机生成的虚拟境界。人们通过虚拟现实系统不仅能够逼真地感受到在客观世界中所经历的, 而且能够突破各种限制, 感受到真实世界无法亲身经历的体验。虚拟现实技术广泛应用于教育、军事、航天、医学、工业、商业、建筑及娱乐业等领域。

高等教育培养应用型人才既是社会经济、科技发展的要求, 也是高等教育大众化的要求, 可更加合理地调整高等教育的结构。应用型人才的培养, 要求学生具有较强的技术思维能力, 擅长技术的应用, 能够解决生产实际的具体技术问题。而基于案例的教学已经成为高校培养应用型人才的主要法宝。基于此, 本书面向实践、重在应用, 以丰富的案例贯穿知识讲解, 将虚拟现实技术的基本理论与实际应用相结合, 并力图反映虚拟现实技术的最新发展。

本书共 7 章教学内容。第 1 章介绍虚拟现实技术的基本概念、分类、发展历史以及主要应用领域。第 2 章介绍虚拟现实技术的视觉感知设备、听觉感知设备、触觉和力反馈设备、位置跟踪设备以及虚拟现实的计算设备。第 3 章介绍对象虚拟、物理建模技术、运动建模技术、行为建模技术以及声音建模技术。第 4 章介绍 Web3D 技术特点、三维全景技术, 结合案例介绍 Cult3D 的使用方法以及其他的 Web3D 技术。第 5 章介绍常见的三维建模工具, 结合案例详细介绍 3ds Max 的基础知识、操作方法和使用技巧。第 6 章介绍虚拟现实开发平台的基本功能、发展趋势以及常见的虚拟现实开发平台, 结合应用实例详细介绍 EON 的操作方法和使用技巧。第 7 章介绍虚拟漫游交互系统和机器虚拟拆装训练系统两个综合实例的开发过程, 有助于读者进一步体会应用 EON 开发虚拟现实系统的方法与技巧, 提升应用 EON 制作虚拟现实场景的能力。

在阅读本书时, 需要读者具备一定的计算机操作技能以及熟练掌握网络资源的检索方法, 建议提前学习“计算机导论”、“计算机图形学”、“多媒体技术”以及“网络技术基础”等先导课程。

本书总学时建议为 64 学时, 其中理论讲课 36 学时, 上机实验 28 学时。具体教学内容可根据专业培养目标的定位适当取舍, 建议学时分配如下。

教学内容	讲课学时	实验学时	实验内容
第 1 章 虚拟现实技术概述	2	2	实验一 查阅虚拟现实技术应用实例有关资料
第 2 章 虚拟现实系统的硬件设备	6		

教学内容	讲课学时	实验学时	实验内容
第3章 虚拟现实的建模技术	6		
第4章 虚拟现实的 Web3D 技术	4	2	实验二 全景作品的制作
		2	实验三 Cult3D 的使用
第5章 三维建模工具 3ds Max	6	6	实验四 3ds Max 的使用
第6章 虚拟现实开发平台 EON	8	8	实验五 EON 的使用
第7章 虚拟现实系统综合实例	4	8	实验六 校园漫游交互系统的制作

本书由刘光然策划并主编，第1~3章由张丽霞编写，第4章由菅光宾编写，第5章由赵培军编写，第6、7章由北京易用视点动漫科技有限公司编写，陈建珍负责统稿并参与第6、7章部分内容的编写。

在编写过程中，编者参阅了大量的书籍、文献资料和网络资源，在此向所有资源的作者表示衷心的感谢，同时感谢对本书写作和出版提供帮助的所有人。

虚拟现实技术发展速度快，尽管编者尽最大的努力将新的技术介绍给大家，但由于编者能力有限，不妥之处敬请读者批评指正。

编者

2010年于天津

第 1 章 虚拟现实技术概述	1
1.1 虚拟现实的基本概念	1
1.1.1 虚拟现实的定义	1
1.1.2 虚拟现实的本质特征	3
1.1.3 虚拟现实系统的组成	4
1.2 虚拟现实系统的分类	5
1.2.1 桌面虚拟现实系统	5
1.2.2 沉浸式虚拟现实系统	6
1.2.3 增强虚拟现实系统	8
1.2.4 分布式虚拟现实系统	9
1.3 虚拟现实的发展和现状	10
1.3.1 虚拟现实的发展历程	10
1.3.2 国外虚拟现实技术的研究现状	11
1.3.3 国内虚拟现实技术的研究现状	13
1.3.4 虚拟现实技术的发展趋势	15
1.4 虚拟现实技术的主要应用领域	16
1.4.1 军事领域	16
1.4.2 医疗领域	17
1.4.3 教育领域	18
1.4.4 文化艺术领域	19
1.4.5 制造业	23
1.4.6 商业	23
1.5 练习题	25
第 2 章 虚拟现实系统的硬件设备	26
2.1 视觉感知设备概述	27
2.1.1 人类视觉模型	27
2.1.2 视觉感知设备	30
2.2 听觉感知设备概述	41
2.2.1 人类听觉模型	41

2.2.2	听觉感知设备	43
2.3	触觉和力反馈设备	44
2.3.1	触觉和力反馈模型	45
2.3.2	触觉反馈设备	45
2.3.3	力反馈设备	48
2.4	位置跟踪设备	52
2.4.1	位置跟踪设备概述	52
2.4.2	机械式位置跟踪设备	54
2.4.3	电磁式位置跟踪设备	55
2.4.4	超声波位置跟踪设备	57
2.4.5	光学式位置跟踪设备	58
2.4.6	惯性位置跟踪设备	59
2.4.7	混合位置跟踪设备	59
2.4.8	常见的三维位置跟踪设备	60
2.5	虚拟现实的计算设备	66
2.5.1	高性能个人计算机	66
2.5.2	高性能图形工作站	67
2.5.3	高度并行的计算机	69
2.5.4	分布式网络计算机	71
2.6	练习题	72
第3章	虚拟现实的建模技术	73
3.1	对象虚拟	73
3.1.1	几何建模	74
3.1.2	图像建模	77
3.1.3	图像与几何相结合的建模方法	80
3.1.4	三维对象的视觉外观	82
3.2	物理建模	86
3.2.1	分形技术	86
3.2.2	粒子系统	88
3.2.3	碰撞—响应建模	90
3.3	运动建模	96
3.3.1	对象位置	96
3.3.2	对象层次	96
3.3.3	虚拟摄像机	97
3.3.4	行人的运动建模技术	98
3.4	行为建模	100
3.4.1	基于 Agent 的行为建模	100
3.4.2	其他行为建模方法	101

3.5	声音建模	102
3.5.1	虚拟声音建模	103
3.5.2	虚拟声音传播和再现	104
3.6	练习题	104
第4章	虚拟现实的Web3D技术	106
4.1	Web3D技术概述	106
4.1.1	Web3D技术的发展	106
4.1.2	Web3D技术的特点	110
4.1.3	Web3D发展方向及应用前景	111
4.2	三维全景技术	114
4.2.1	全景技术概述	114
4.2.2	全景技术常用设备	118
4.2.3	全景作品的制作	119
4.3	Cult3D技术	123
4.3.1	Cult3D技术概述	123
4.3.2	Cult3D窗口介绍	125
4.3.3	Cult3D制作流程	129
4.3.4	Cult3D应用实例	131
4.4	基于Web的其他技术	136
4.4.1	Java3D	136
4.4.2	Viewpoint	140
4.4.3	Atmosphere	140
4.4.4	Shout3D	141
4.4.5	ShockWave3D	143
4.5	练习题	146
第5章	三维建模工具3ds Max	148
5.1	三维建模工具简介	148
5.2	3ds Max的基础知识	149
5.2.1	3ds Max的操作界面	149
5.2.2	三维标准基本几何体简介	152
5.2.3	变换物体	154
5.2.4	操作视图	156
5.2.5	三维坐标系统的概念	159
5.2.6	选择物体的方法	160
5.2.7	使用组	161
5.2.8	克隆物体	162
5.2.9	三个常用工具	162

5.3	修改三维几何体	164
5.3.1	修改器介绍	164
5.3.2	常用对象空间修改器	165
5.3.3	“编辑网格”修改器	172
5.4	样条曲线建模方法	175
5.4.1	创建样条曲线	175
5.4.2	样条曲线的可视化	177
5.4.3	样条曲线的插值	177
5.4.4	样条曲线的基本修改方法	178
5.4.5	常用对象空间修改器	182
5.4.6	样条曲线的放样	183
5.4.7	放样物体的编辑	184
5.5	材质与贴图	189
5.5.1	材质与贴图的概念	189
5.5.2	材质和贴图的类型	190
5.5.3	材质编辑器的使用	191
5.5.4	标准材质的设置	193
5.6	灯光与摄影机	198
5.6.1	灯光简介	198
5.6.2	灯光的基本参数	200
5.6.3	摄影机简介	203
5.7	生成动画	205
5.7.1	生成动画的基本流程	205
5.7.2	小球滚动动画实例	206
5.8	综合实例	208
5.8.1	演播大厅的制作	208
5.8.2	相机模型的制作	218
5.9	练习题	244
第 6 章	虚拟现实开发平台 EON	246
6.1	虚拟现实系统开发平台概述	246
6.1.1	虚拟现实系统开发平台的基本功能	246
6.1.2	虚拟现实系统开发平台的发展趋势	247
6.1.3	常见的虚拟现实系统开发平台	248
6.2	虚拟现实开发平台 EON 概述	255
6.2.1	EON 技术简介	255
6.2.2	EON 产品	256
6.2.3	EON 技术在国内外的研究与应用	261

6.3	认识 EON Studio	262
6.3.1	安装 EON Studio	262
6.3.2	EON Raptor 的安装与使用	264
6.3.3	EON Studio 操作界面	267
6.4	EON 的节点和元件	274
6.4.1	节点	274
6.4.2	元件	297
6.5	创建 EON 应用程序	299
6.5.1	EON 坐标系统	299
6.5.2	导入 3D 物体	299
6.5.3	交互程序开发	301
6.5.4	发布交互程序	304
6.6	EON 与其他软件的整合	305
6.6.1	EonX 属性设置	305
6.6.2	EON 通信接口	306
6.6.3	EON 文件嵌入 PPT	307
6.6.4	EON 和网页文件的通信	309
6.7	练习题	310
第 7 章	虚拟现实系统综合实例	311
7.1	室内漫游交互系统	311
7.1.1	虚拟漫游系统说明	311
7.1.2	EON 漫游系统的开发	312
7.2	机器虚拟拆装训练系统	318
7.2.1	虚拟拆装训练系统说明	318
7.2.2	素材准备	319
7.2.3	交互功能开发	326
7.2.4	打包发布	340
7.3	练习题	341
参考文献	342	

第1章 虚拟现实技术概述

【本章导读】

目前虚拟现实技术已经成为计算机相关领域研究、开发与应用的热点。本章将介绍虚拟现实的定义、虚拟现实的本质特征、虚拟现实系统的组成、虚拟现实系统的分类及虚拟现实技术的发展应用等基础知识。学习本章时要多参阅其他书籍中的有关知识。

本章的重点难点：

- (1) 虚拟现实的定义；
- (2) 虚拟现实的本质特征；
- (3) 虚拟现实系统的分类；
- (4) 虚拟现实技术的应用。

随着计算技术、图形技术和网络技术的迅速发展，计算机的应用正在进入一个崭新的阶段。从表 1.1 所示的计算机应用发展的三个阶段可以看出，虚拟现实技术是未来计算机领域最重要的技术之一。

表 1.1 计算机应用的发展阶段

	第一阶段	第二阶段	第三阶段
用户	技术人员	专业人员	消费者
体系结构	主机	个人计算机	网络
显示	文本	2D 图形	虚拟现实
元素	请求 报告	窗口 菜单 图标	场景 替身
控制	文本 键盘	光标 鼠标	发掘 交谈

虚拟现实（Virtual Reality, VR）技术是由美国 VPL 公司创建人拉尼尔（Jaron Lanier）在 20 世纪 80 年代初提出的，但在 20 世纪末才兴起的综合性信息技术。作为一项尖端科技，虚拟现实融合了数字图像处理、计算机图形学、多媒体技术、计算机仿真技术、传感器技术、显示技术和网络并行处理等多个信息技术分支，是一种由计算机生成的高技术模拟系统，从而大大地推进了计算机技术的发展。虚拟现实生成的视觉环境是立体的、音效是立体的、人机交互是和谐友好的，改变了人与计算机之间枯燥、生硬和被动地通过鼠标、键盘进行交互的现状。因此，目前虚拟现实技术已经成为计算机相关领域中继多媒体技术、网络技术及人工智能之后备受人们关注及研究、开发与应用的热点，也是目前发展最快的一项多学科综合技术。

1.1 虚拟现实的基本概念

1.1.1 虚拟现实的定义

虚拟现实是由英文名 Virtual Reality 翻译而来，它的另一个名称为 Virtual Environment（虚

拟环境)。Virtual 是虚假的意思,说明这个世界或环境是虚拟的,不真实的,人造的,是存在于计算机内部的。Reality 是真实的意思,意味着现实的世界或现实的环境。两个词合并起来就是虚拟现实。国内也有人译为“灵境”,灵境是虚幻之所在,也有人译为“幻真”、“临境”。这些译文都说明虚拟现实是人工创作的,由计算机生成的,存在于计算机内部的环境。用户可以通过自然的方式进入此环境,并与环境进行交互,从而产生置身于相应真实环境的虚幻感。

在虚拟现实系统中,环境主要是计算机生成的三维虚拟世界。这种人机交互的环境或者世界通常包括三种情况。

第一种情况是完全对真实世界中的环境进行再现。如虚拟小区对现实小区的虚拟再现、军队中的虚拟战场、虚拟实验室中的各种仪器等,这种真实环境可能已经存在,如图 1.1 所示,也可能是已经设计好但是尚未建成,还可能是原来完好,现在被破坏的。

第二种情况是完全虚拟的,人类主观构造的环境。如影视制作或电子游戏中,三维动画展现的虚拟世界。此环境完全是虚构的,用户可以参与,并与之进行交互的非真实世界。但它的交互性和参与性不是很明显,如图 1.2 所示。



图 1.1 虚拟小区

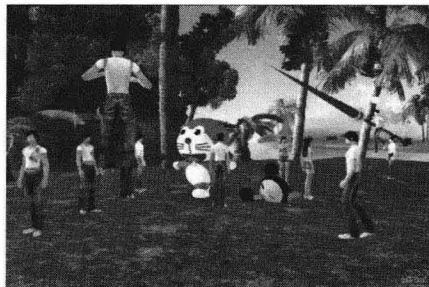


图 1.2 虚拟人物

第三种情况是对真实世界中人类不可见的现象或环境进行仿真。如分子结构、各种物理现象等。这种环境是真实环境,客观存在的,但是受到人类视觉、听觉的限制不能感应到。一般情况是以特殊的方式(如放大尺度的形式)进行模仿和仿真,使人能够看到,听到或者感受到,体现科学可视化,如图 1.3 所示。

由此,虚拟现实定义为用计算机技术生成一个逼真的三维视觉、听觉、触觉或嗅觉的感官世界,用户可借助一些专业传感设备,如传感头盔、数据手套等,完全融入虚拟空间,成为虚拟环境的一员,实时感知和操作虚拟世界中的各种对象,从而获得置身于相应的真实环境中的虚幻感,沉浸感,身临其境的感觉。在某种角度上,可以把它看成一个更高层次的计算机用户接口技术,通过视觉、听觉、触觉等信息通道来感受设计者的思想。此概念包含三层含义:

1. 环境

虚拟现实强调环境,而不是数据和信息。简言之,虚拟现实不仅重视文本、图形、图像、声音、语言等多种媒体元素,更强调综合各种媒体元素形成的环境效果。它以环境为计算机

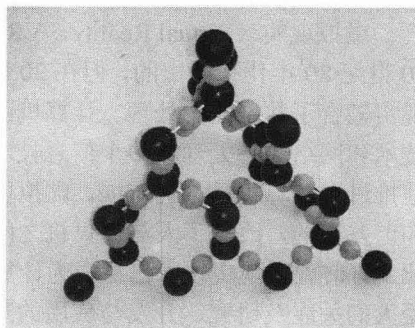


图 1.3 二氧化硅的分子示意图

处理的对象和人机交互的内容，开拓计算机应用的新思路。

2. 主动式交互

虚拟现实强调的交互方式是通过专业的传感设备来实现的，改进了传统的人机接口形式，即打破传统的键盘、鼠标、屏幕被动地与计算机交互的方式。用户可以由视觉、听觉、触觉通过头盔显示器，立体眼镜、耳机以及数据手套等来感知和参与。虚拟现实人机接口是完全面向用户来设计的，用户可以通过在真实世界中的行为参与到虚拟环境中。

3. 沉浸感

虚拟现实强调的效果是沉浸感，即使人产生身临其境的感觉。传统交互方式，人被动、间接、非直觉、有限地操作当前计算机，容易产生疲倦感。而虚拟现实系统通过相关的设备，采用逼真的感知和自然的动作，使人仿佛置身于真实世界，消除了人的枯燥、生硬和被动的感觉，大大提高了工作效率。

1.1.2 虚拟现实的本质特征

Grigore Burdea 和 Philippe Coiffet 在著作《Virtual Reality Technology》一书中指出，虚拟现实具有三个最突出的特征：沉浸感（Immersion）、交互性（Interactivity）和构想性（Imagination），也是人们熟知的 VR 的 3I 特性，如图 1.4 所示。

1. 沉浸感

沉浸感（Immersion）又称临场感，是虚拟现实最重要的技术特征，是指用户借助交互设备和自身感知系统，置身于虚拟环境中的真实程度。理想的虚拟环境应该使用户难以分辨真假，使用户全身心地投入到计算机创建的三维虚拟环境中，该环境中的一切看上去是真的，听上去是真的，动起来是真的，甚至闻起来、尝起来等一切感觉都是真的，如同在现实世界。

在现实世界中，人们通过眼睛、耳朵、手指等器官来实现感知。所以，在理想的状态下，虚拟现实技术应该具有人所具有的感知功能。即虚拟的沉浸感不仅通过人的视觉和听觉感知，还可以通过嗅觉和触觉等多维地去感受。相应地提出了视觉沉浸、听觉沉浸、触觉沉浸和嗅觉沉浸等，也就对相关设备提出了更高的要求。例如视觉显示设备需具备分辨率高、画面刷新频率快的特点，并提供具有双目视差，覆盖人眼可视的整个视场的立体图像；听觉设备能够模拟自然声、碰撞声，并能根据人耳的机理提供判别声音方位的立体声；触觉设备能够让用户体验抓、握等操作的感觉，并能够提供力反馈，让用户感受到力的大小、方向等。

2. 交互性

交互性（Interaction）是指用户通过使用专门的输入和输出设备，用人类的自然感知对虚拟环境中物体的可操作程度和从环境得到反馈的自然程度。虚拟现实系统强调人与虚拟世界之间以近乎自然的方式进行交互，即用户不仅通过传统设备（键盘和鼠标等）和传感设备（特殊头盔、数据手套等），使用自身的语言、身体的运动等自然技能也能对虚拟环境中的对象进行操作，而且计算机能够根据用户的头、手、眼、语言及身体的运动来调整系统呈现的图像及声音。例如，用户可以用手去直接抓取虚拟环境中虚拟的物体，不仅有握着东西的感觉，并能感觉物体的重量，视场中被抓的物体也能立刻随着手的移动而移动。

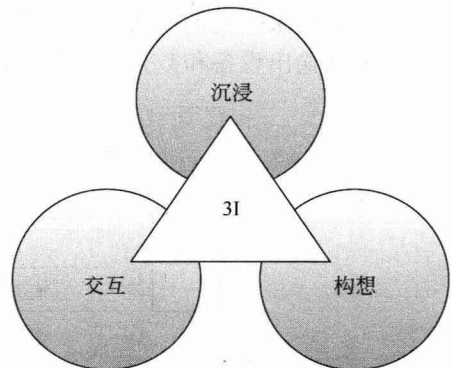


图 1.4 虚拟现实的 3I 特征

3. 构想性

构想性 (Imagination) 又称创造性, 是虚拟世界的起点。想象力使设计者构思和设计虚拟世界, 并体现出设计者的创造思想。所以, 虚拟现实系统是设计者借助虚拟现实技术, 发挥其想象力和创造性而设计的。比如建造一座现代化的桥梁之前, 设计师要对其结构做细致的构思。传统的方法是极少数内行人花费大量的时间和精力去设计许多量化的图纸。而现在采用虚拟现实技术进行仿真, 设计者的思想以完整的桥梁呈现出来, 简明生动, 一目了然。所以有些学者称虚拟现实为放大或夸大人们心灵的工具, 或人工现实 (Artificial Reality), 即虚拟现实的想象性。

综上所述, 虚拟现实的三个特性——沉浸感、交互性、构想性, 生动地说明虚拟现实对现实世界不仅是对三维空间和一维时间的仿真, 而且是对自然交互方式的虚拟。具有 3I 特性的完整虚拟现实系统不仅让人达到身体上完全的沉浸, 而且精神上也是完全地投入其中。

1.1.3 虚拟现实系统的组成

根据虚拟现实的基本概念及相关特征可知, 虚拟现实技术是融合计算机图形学、智能接口技术、传感器技术和网络技术等综合性的技术。虚拟现实系统应具备与用户交互、实时反映所交互的结果等功能。所以, 一般的虚拟现实系统主要由专业图形处理计算机、应用软件系统、输入输出设备和数据库来组成, 如图 1.5 所示。

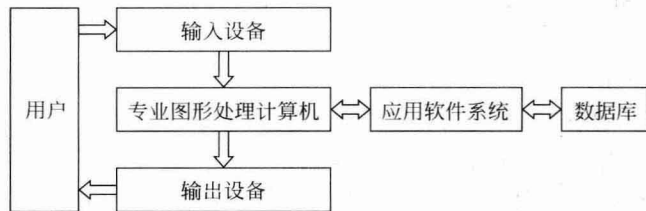


图 1.5 虚拟现实系统的组成

1. 专业图形处理计算机

计算机在虚拟现实系统中处于核心的地位, 是系统的核心, 是 VR 的引擎, 主要负责从输入设备中读取数据、访问与任务相关的数据库, 执行任务要求的实时计算, 从而实时更新虚拟世界的状态, 并把结果反馈给输出显示设备。由于虚拟世界是一个复杂的场景, 系统很难预测所有用户的动作, 也就很难在内存中存储所有相应状态, 因此虚拟世界需要实时绘制和删除, 以至于大大地增加了计算量, 这对计算机的配置提出了极高的要求。

提示: 目前, 国内外的计算机或者 SGI、SUN 工作站, 主要是面向通用的计算, 而不是虚拟现实。通常各制造商通过采用高端的图形加速器卡来改造现有的模型, 以满足虚拟现实的实时绘制能力。

2. 应用软件系统

虚拟现实的应用软件系统是实现 VR 技术应用的关键, 提供了工具包和场景图, 主要完成虚拟世界中对象的几何模型、物理模型、行为模型的建立和管理; 三维立体声的生成、三维场景的实时绘制; 虚拟世界数据库的建立与管理等。目前这方面国外的软件较成熟, 如 MultiGen Creator、VEGA、EON Studio 和 Virtool 等。国内的软件也有一些比较好用的软件, 例如中视典公司的 VRP 软件等。

3. 数据库

数据库用来存放整个虚拟世界中所有对象模型的相关信息。在虚拟世界中, 场景需要实时

绘制，大量的虚拟对象需要保存、调用和更新，所以需要数据库对对象模型进行分类管理。

4. 输入设备

输入设备是虚拟现实系统的输入接口，其功能是检测用户的输入信号，并通过传感器输入计算机。基于不同的功能和目的，输入设备除了包括传统的鼠标、键盘外，还包括用于手姿输入的数据手套、身体姿态的数据衣、语音交互的麦克风等，以解决多个感觉通道的交互。

5. 输出设备

输出设备是虚拟现实系统的输出接口，是对输入的反馈，其功能是由计算机生成的信息通过传感器传给输出设备，输出设备以不同的感觉通道（视觉、听觉、触觉）反馈给用户。输出设备除了包括屏幕外，还包括声音反馈的立体声耳机、力反馈的数据手套以及大屏幕立体显示系统等。

1.2 虚拟现实系统的分类

根据用户参与和沉浸感的程度，通常把虚拟现实分成4大类：桌面虚拟现实系统、沉浸式虚拟现实系统、增强虚拟现实系统和分布式虚拟现实系统。

1.2.1 桌面虚拟现实系统

桌面虚拟现实系统（Desktop VR）基本上是一套基于普通PC平台的小型桌面虚拟现实系统。使用个人计算机（PC）或初级图形PC工作站去产生仿真，计算机的屏幕作为用户观察虚拟环境的窗口。用户坐在PC显示器前，戴着立体眼镜，并利用位置跟踪器、数据手套或者6个自由度的三维空间鼠标等设备操作虚拟场景中的各种对象，并可以在360°范围内浏览虚拟世界。然而用户是不完全投入的，因为即使戴上立体眼镜，屏幕的可视角也仅仅是20°~30°之间，仍然会受到周围现实环境的干扰。如图1.6所示。有时为了增强桌面虚拟现实系统的投入效果，在桌面虚拟现实系统中还会借助于专业的投影机（RGB），达到增大屏幕范围和多数人观看的目的。桌面虚拟现实系统的体系结构如图1.7所示。

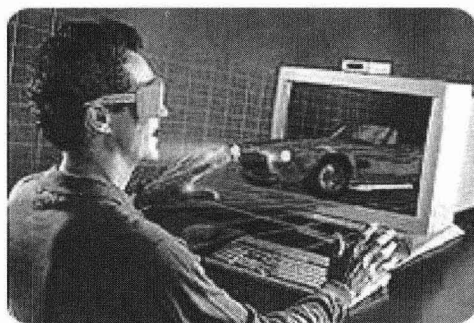


图 1.6 桌面虚拟现实系统

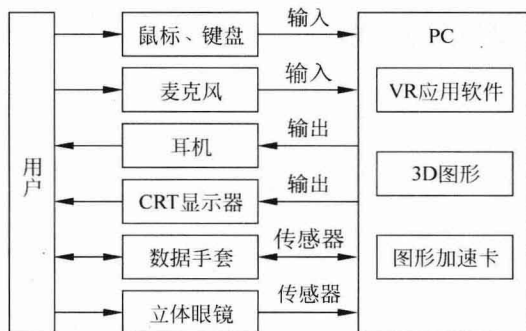


图 1.7 桌面虚拟现实系统的体系结构

桌面虚拟现实系统虽然缺乏头盔显示器的投入效果，但已经具备了虚拟现实技术的技术要求，并且其成本相对低很多，所以目前应用较为广泛。例如，高考结束的学生在家里可以参观未来大学里的基础设施，如学校里的虚拟校园、虚拟教室和虚拟实验室等；虚拟小区、虚拟样板房不仅为买房者带来了便利，也为商家带来了利益。桌面虚拟显示系统主要用于计

计算机辅助设计、计算机辅助制造、建筑设计、桌面游戏、军事模拟、生物工程、航天航空、医学工程和科学可视化等领域，如图 1.8~图 1.11 所示。

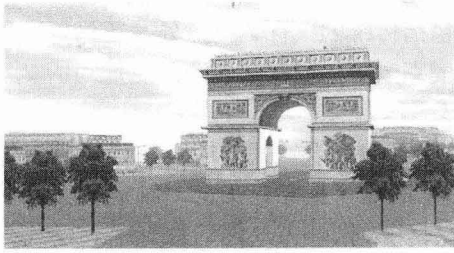


图 1.8 虚拟古建筑



图 1.9 虚拟游戏



图 1.10 生物研究

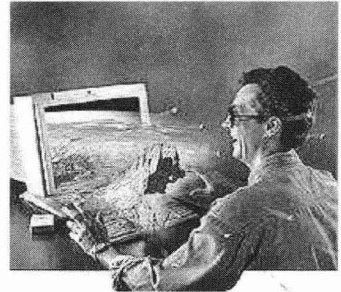


图 1.11 地理研究

1.2.2 沉浸式虚拟现实系统

沉浸式虚拟现实系统（Immersive VR）是一种高级的、较理想、较复杂的虚拟现实系统。它采用封闭的场景和音响系统将用户的视听觉与外界隔离，使用户完全置身于计算机生成的环境之中，用户通过利用空间位置跟踪器、数据手套和三维鼠标等输入设备输入相关数据和命令，计算机根据获取的数据测得用户的运动和姿态，并将其反馈到生成的视景中，使用户产生一种身临其境、完全投入和沉浸于其中的感觉。沉浸式虚拟现实系统的体系结构如图 1.12 所示。

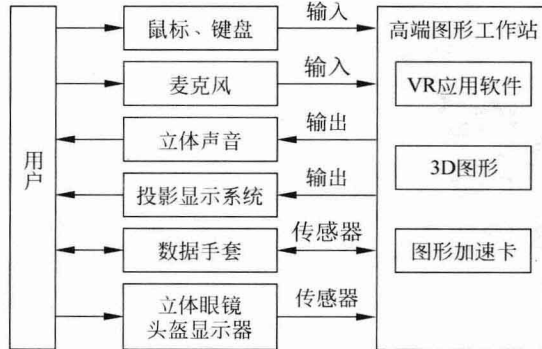


图 1.12 沉浸式虚拟现实系统的体系结构

1. 沉浸式虚拟现实系统的特点

沉浸式虚拟现实系统与桌面虚拟现实系统相比，具有以下特点。