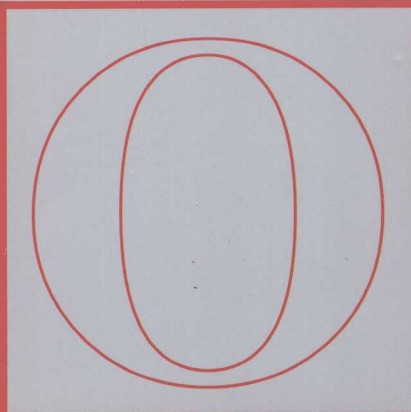


21世纪高等学校计算机**专业**实用规划教材

虚拟现实技术与应用



李新晖 陈梅兰 编著



清华大学出版社

21世纪高等学校计算机**专业**实用规划教材

虚拟现实技术与应用

李新晖 陈梅兰 编著



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书共 15 章,内容包括虚拟现实技术概论、虚拟现实建模语言 VRML、虚拟现实编辑器 VRP 的使用和案例。其中第 1 章阐述虚拟现实技术的理论知识、发展概况、特征及分类;第 2~10 章介绍 VRML 的基础知识以及各个节点的详细使用方法,第 11~15 章介绍 VRP 的使用方法和设计案例。书中讲解的内容注重实用性,对概念的阐述简明扼要,每一个实例都经过调试和运行。读者通过学用结合,可以很快掌握虚拟现实作品的制作与开发方法。

本书具有面向实践、重在应用的特点。通过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,使读者能够在短时间内由浅入深地了解、认识和掌握虚拟现实技术。全书提供了大量应用实例,每章后均附有习题,同时提供了丰富的素材文件以及实例程序,均可从清华大学出版社网站 <http://www.tup.com.cn> 下载使用。

本书适合作为高等院校计算机及电子信息类、数字媒体类和教育技术类专业学生的教材,还可作为虚拟现实技术人员、企业工程技术人员以及虚拟现实技术爱好者的自学参考书。

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

虚拟现实技术与应用/李新晖,陈梅兰编著.--北京:清华大学出版社,2016
21 世纪高等学校计算机专业实用规划教材
ISBN 978-7-302-40878-9

I. ①虚… II. ①李… ②陈… III. ①数字技术—高等学校—教材 IV. ①TP391.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 164208 号

责任编辑:黄 芝 李 晔

封面设计:何凤霞

责任校对:时翠兰

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社

网 址:<http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

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

课 件 下 载:<http://www.tup.com.cn>,010-62795954

印 装 者:清华大学印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:22.5

字 数:546 千字

版 次:2016 年 1 月第 1 版

印 次:2016 年 1 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:45.00 元

出版说明

随着我国改革开放的进一步深化,高等教育也得到了快速发展,各地高校紧密结合地方经济建设发展需要,科学运用市场调节机制,加大了使用信息科学等现代科学技术提升、改造传统学科专业的投入力度,通过教育改革合理调整和配置了教育资源,优化了传统学科专业,积极为地方经济建设输送人才,为我国经济社会的快速、健康和可持续发展以及高等教育自身的改革发展做出了巨大贡献。但是,高等教育质量还需要进一步提高以适应经济社会发展的需要,不少高校的专业设置和结构不尽合理,教师队伍整体素质亟待提高,人才培养模式、教学内容和方法需要进一步转变,学生的实践能力和创新精神亟待加强。

教育部一直十分重视高等教育质量工作。2007年1月,教育部下发了《关于实施高等学校本科教学质量与教学改革工程的意见》,计划实施“高等学校本科教学质量与教学改革工程(简称‘质量工程’)”,通过专业结构调整、课程教材建设、实践教学改革、教学团队建设等多项内容,进一步深化高等学校教学改革,提高人才培养的能力和水平,更好地满足经济社会发展对高素质人才的需要。在贯彻和落实教育部“质量工程”的过程中,各地高校发挥师资力量强、办学经验丰富、教学资源充裕等优势,对其特色专业及特色课程(群)加以规划、整理和总结,更新教学内容、改革课程体系,建设了一大批内容新、体系新、方法新、手段新的特色课程。在此基础上,经教育部相关教学指导委员会专家的指导和建议,清华大学出版社在多个领域精选各高校的特色课程,分别规划出版系列教材,以配合“质量工程”的实施,满足各高校教学质量和教学改革的需要。

本系列教材立足于计算机专业课程领域,以专业基础课为主、专业课为辅,横向满足高校多层次教学的需要。在规划过程中体现了如下一些基本原则和特点。

(1) 反映计算机学科的最新发展,总结近年来计算机专业教学的最新成果。内容先进,充分吸收国外先进成果和理念。

(2) 反映教学需要,促进教学发展。教材要适应多样化的教学需要,正确把握教学内容和课程体系的改革方向,融合先进的教学思想、方法和手段,体现科学性、先进性和系统性,强调对学生实践能力的培养,为学生知识、能力、素质协调发展创造条件。

(3) 实施精品战略,突出重点,保证质量。规划教材把重点放在公共基础课和专业基础课的教材建设上;特别注意选择并安排一部分原来基础比较好的优秀教材或讲义修订再版,逐步形成精品教材;提倡并鼓励编写体现教学质量和教学改革成果的教材。

(4) 主张一纲多本,合理配套。专业基础课和专业课教材配套,同一门课程有针对不同层次、面向不同应用的多本具有各自内容特点的教材。处理好教材统一性与多样化,基本教材与辅助教材、教学参考书,文字教材与软件教材的关系,实现教材系列资源配套。

(5) 依靠专家,择优选用。在制定教材规划时要依靠各课程专家在调查研究本课程教

材建设现状的基础上提出规划选题。在落实主编人选时,要引入竞争机制,通过申报、评审确定主题。书稿完成后要认真实行审稿程序,确保出书质量。

繁荣教材出版事业,提高教材质量的关键是教师。建立一支高水平教材编写梯队才能保证教材的编写质量和建设力度,希望有志于教材建设的教师能够加入到我们的编写队伍中来。

21 世纪高等学校计算机专业实用规划教材

联系人: 魏江江 weijj@tup.tsinghua.edu.cn

前 言

虚拟现实(VR)技术与互联网、多媒体技术并称为 21 世纪的三大关键技术。VR 技术具有多感知、可视化、三维建模、沉浸性、交互性、想象性等特点,是集成了多学科、多技术的一门综合技术,不仅在军事、航空航天等尖端领域得到运用,而且在教育、医疗、工业仿真、游戏等领域的运用也十分广泛。虚拟现实技术被认为是 21 世纪计算机领域最重要、最新奇的研究方向之一。虚拟现实的三维建模功能可以在计算机中构建生动逼真的虚拟环境,人们可以通过使用一些具有传感功能的设备,非常方便、直观、自然地“进入”这个虚拟空间,沉浸其中交互遐想。

本书全面介绍了虚拟现实建模语言 VRML 的基础知识以及应用实例,并系统介绍了虚拟现实编辑器 VRP 的应用与项目开发方法,这两款软件具有鲜明的特色,提供了与其他三维建模软件(如 3ds Max)的接口。VRML 的基本特征包括三维性、交互式、分布式集成性和逼真性,适用于在网络上创建逼真的三维场景。VRML 具有平台独立性、可扩展性、低宽带要求、实时图形渲染和基于事件的交互等特点,对于小型的场景,VRML 的优点是非常明显的。VRP 则是一款直接面向项目开发的虚拟现实软件,它提供了与 3ds Max、Maya 或 VRML 的接口,可以方便地进行通信。使用 VRP 可以制作出大型、精致、逼真的三维交互场景,可以将其他软件制作的三维模型导入,并且进行后期的编辑、加工和渲染,制作完成的作品可以直接形成 .exe 文件,也能够通过 IE 插件发布到互联网上运行。

本书共 15 章,其中第 1 章阐述虚拟现实技术的理论知识、发展概况、特征及分类;第 2~10 章介绍 VRML 的基础知识以及各个节点的详细使用方法,并介绍了 VRML 与 JavaScript 相结合的方法;第 11~15 章介绍 VRP 的使用方法和技巧,并介绍 VRP 项目的开发方法。书中讲解的内容注重实用性,对概念的阐述简明扼要,对每一个实例都经过调试和运行。全书精心挑选了多个经典案例,由浅入深地让读者掌握虚拟现实作品设计的思路和方法,通过“做中学”的设计思路,使读者在学习过程中不会感觉到枯燥乏味,本书提供了配套网络资源,能够为读者提供在线的帮助,巩固学习效果,使读者在短时间内迅速掌握 VR 作品的设计方法。

本书是在作者多年教学的基础上撰写而成的,结构合理、实用性强。既可作为大学本科或专科学生学习虚拟现实技术的教材,也适用于短期培训班学员使用,同时也可以作为计算机软件开发人员和工程技术人员的实用参考书。

全书由李新晖拟定教材编写提纲并作最后统稿。本书编写具体分工如下:第 1 章由李新晖、陈梅兰共同编写,第 2~10 章由李新晖编写,第 11~15 章由陈梅兰编写。本书在编写过程中,参考并引用了有关学者和专家的著作或论文,在此对各位专家、学者和同行表示衷

心的感谢。

由于作者水平有限,书中的疏漏和瑕疵在所难免,敬请读者朋友批评指正。如果您对本书的再版有什么好的建议或意见,可将邮件发至 fslixinhui@163.com。

编 者
2015年3月

目 录

第 1 章 虚拟现实技术概述	1
1.1 虚拟现实技术基本概念	1
1.2 虚拟现实技术发展史	2
1.3 虚拟现实技术特征和系统组成	4
1.3.1 虚拟现实技术的特性	4
1.3.2 虚拟现实系统的组成	5
1.4 虚拟现实系统分类	7
1.4.1 桌面式虚拟现实系统	7
1.4.2 沉浸式虚拟现实系统	7
1.4.3 增强式虚拟现实系统	8
1.4.4 分布式虚拟现实系统	8
1.5 虚拟现实技术的应用领域	9
1.5.1 教育领域	9
1.5.2 军事领域	10
1.5.3 城市仿真	10
1.5.4 工业应用	11
1.5.5 医学领域	12
1.5.6 科学计算可视化	12
1.5.7 艺术与娱乐	13
1.6 虚拟现实技术研究现状	14
1.6.1 国外研究现状	14
1.6.2 国内研究现状	15
本章小结	16
习题 1	16
第 2 章 虚拟现实建模语言 VRML	17
2.1 VRML 基本概念	17
2.1.1 VRML 的发展历程	17
2.1.2 VRML 的特点	18
2.2 VRML 编辑器与浏览器	19

2.2.1	VRML 编辑器	19
2.2.2	VRML 浏览器	22
2.3	VRML 的组成要素	24
2.3.1	节点(node)和域(field)	24
2.3.2	事件(Event)和路由(Route)	26
2.3.3	VRML 的通用语法结构	26
2.4	VRML 的空间计量	29
	本章小结	30
	习题 2	30
第 3 章	基本几何模型	32
3.1	外形节点 Shape	32
3.2	立方体节点的创建	34
3.3	球体节点的创建	36
3.4	圆柱体节点的创建	36
3.5	圆锥体节点的创建	38
3.6	文本节点造型	40
3.6.1	文本造型节点的基本使用	40
3.6.2	FontStyle 节点	42
3.7	基本几何节点综合实例	44
	本章小结	46
	习题 3	46
第 4 章	空间变换与群节点	47
4.1	坐标变换节点	47
4.2	坐标系的平移	52
4.3	坐标系的旋转	55
4.3.1	绕指定轴的旋转	55
4.3.2	绕定点的旋转	56
4.4	坐标系的缩放	57
4.4.1	按坐标轴的缩放	57
4.4.2	绕定点的缩放	58
4.5	编组节点	60
4.6	内联、选择开关与超链接节点	63
4.6.1	内联节点	63
4.6.2	选择开关节点	64
4.6.3	超链接节点	66
4.7	坐标变换与群节点综合举例	68
	本章小结	72

习题 4	72
第 5 章 复杂造型	74
5.1 点、线、面集合与 Coordinate 节点	74
5.2 点集合造型	74
5.2.1 点集合节点 PointSet	74
5.2.2 Color 节点	75
5.3 线集合造型	76
5.4 面集合造型	78
5.5 地表节点造型	81
5.6 挤出节点造型	85
5.7 复杂造型综合举例	90
本章小结	95
习题 5	96
第 6 章 造型外观设计	98
6.1 设置造型外观	98
6.2 造型节点的材料	99
6.3 纹理节点	102
6.3.1 纹理映射的基本概念	102
6.3.2 使用静态图像实现纹理映射	103
6.3.3 像素纹理的使用	106
6.3.4 动态纹理的使用	108
6.3.5 纹理变换	111
6.4 细节层次的控制	113
6.5 布告牌的使用	114
6.6 造型外观综合实例	117
本章小结	117
习题 6	117
第 7 章 环境设计与视点控制	119
7.1 添加背景	119
7.2 雾化效果	123
7.3 视点控制	124
7.4 虚拟场景的参数设置	126
7.4.1 VRML 场景的附加信息	126
7.4.2 VRML 场景参数的控制	127
7.5 综合实例	129
本章小结	131

习题 7	131
第 8 章 光照与声音	133
8.1 虚拟场景中的光源	133
8.2 光源节点	134
8.2.1 点光源 PointLight	134
8.2.2 平行光源 DirectionalLight	137
8.2.3 汇聚光源 SpotLight	139
8.3 添加阴影	141
8.4 声音节点	142
8.4.1 Sound 节点	142
8.4.2 AudioClip 节点和 MovieTexture 节点	144
8.5 综合实例	147
本章小结	149
习题 8	149
第 9 章 动画与交互	150
9.1 事件与路由	150
9.2 时间传感器节点	151
9.3 插补器节点	152
9.3.1 颜色插补器 ColorInterpolator	152
9.3.2 位置插补器 PositionInterpolator	154
9.3.3 法线插补器 NormalInterpolator	157
9.3.4 方位插补器 OrientationInterpolator	158
9.3.5 坐标插补器 CoordinatorInterpolator	160
9.3.6 标量插补器 ScalarInterpolator	162
9.3.7 时间传感器与插补器实现动画综合实例	164
9.4 交互传感器	167
9.4.1 接触检测器 TouchSensor	167
9.4.2 平面移动型传感器 PlaneSensor	169
9.4.3 单轴旋转型检测器 CylinderSensor	172
9.4.4 定点旋转型检测器 SphereSensor	174
9.4.5 可见感知节点 VisibilitySensor	176
9.4.6 接近感知器节点 Proximity	179
9.4.7 碰撞节点 Collision	181
9.5 动画与交互综合实例	184
本章小结	186
习题 9	186

第 10 章 脚本设计	187
10.1 脚本语言	187
10.2 脚本节点 Script	188
10.3 原型的使用	202
10.3.1 定义原型	202
10.3.2 外部原型	205
10.4 综合实例	207
本章小结	210
习题 10	211
第 11 章 虚拟现实编辑器 VRP-Builder	212
11.1 VRP 的软件特性	212
11.2 VRP 编辑器的下载与安装	215
11.3 VRP 与 3ds Max 的接口	217
11.4 VRP 与 VRML 的接口	219
11.5 设置运行窗口与运行预览	226
本章小结	230
习题 11	230
第 12 章 材质、动态贴图与时间轴	231
12.1 材质属性的设置	231
12.2 ATX 动态贴图的制作	241
12.3 时间轴的使用	249
本章小结	255
习题 12	255
第 13 章 初级交互界面的使用	256
13.1 相机的创建与使用	256
13.2 角色动画的创建与使用	262
13.3 初级交互界面的使用	272
13.4 场景特效	278
本章小结	281
习题 13	281
第 14 章 高级交互界面的使用	282
14.1 窗口和控件的使用	282
14.1.1 窗口的使用	282
14.1.2 控件的使用	283

14.2	菜单的使用	299
14.3	粒子系统	303
14.4	VRP 与数据库的连接	305
	本章小结	310
	习题 14	310
第 15 章	VRP 脚本设计	311
15.1	VRP 脚本编辑器	311
15.2	常用的交互式脚本实例	313
15.3	综合实例——基于 VR 太空授课系统的设计	332
15.3.1	系统功能模块设计	332
15.3.2	模型的设计	333
15.3.3	实验动画的实现	337
15.3.4	系统设计注意事项	340
15.3.5	系统运行	341
	本章小结	344
	习题 15	344
	参考文献	345

虚拟现实技术(Virtual Reality, VR)是利用计算机模拟产生一个三维空间的虚拟世界,提供使用者关于视觉、听觉、触觉等感官的模拟,让使用者如同身历其境,可以及时、没有限制地观察三度空间内的事物。虚拟现实技术已经成为信息领域中继多媒体技术、网络技术之后被广泛开发与应用的热点。与其他许多新兴技术一样,虚拟现实技术综合了许多相关学科领域的成就,诸如计算机图形学、数字图像处理技术、多媒体技术、网络技术、人工智能等。这个领域的发展潜力非常巨大,应用前景也十分广阔。

学习目标

- 掌握虚拟现实技术的基本概念
- 了解虚拟现实技术的发展历程
- 掌握虚拟现实技术的特性和系统组成
- 了解虚拟现实技术的分类与应用研究
- 了解国内外虚拟现实技术研究最新进展

1.1 虚拟现实技术基本概念

虚拟现实(Virtual Reality, VR)这个概念是由美国 VPL Research 公司创始人 Jaron Lanier 在 1989 年提出的,这一词语很快就被研究人员普遍接受,成为这一科学技术领域的专用名称,并一直沿用至今。Virtual 的意思是“虚拟”,其含义是这个环境或世界是虚拟的,不是真实的;Reality 的意思是“真实”,其含义是这个环境或世界是真实的。将上述的两个词合起来就是“虚拟现实”,它可以将并不存在的(或很难实现的)事物或环境,通过各种技术“虚拟”出来,让人感觉如同“真实”的一样。

虚拟现实技术是以计算机技术为核心,结合相关科学技术,生成与一定范围真实环境在视、听、触、感等方面高度相似的数字化环境,用户借助必要的装备与数字化环境中的对象进行交互作用、相互影响,可以产生身临其境的感受和体验。虚拟现实是对真实世界的模拟,它既能对现实环境作逼真的描述,还能与虚拟环境进行交互。

虚拟现实技术(简称 VR 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。

VR 技术为我们提供了实时的三维空间表现能力、人机交互式的操作环境以及身临其境的感受,为各类工程的大规模的数据可视化提供了新的描述方法,它可以模拟真实世界的环境(如地理环境、建筑场馆、文物古迹)、模拟人类主观构造的环境(如科幻场景、游戏场景)、模拟真实世界中人类肉眼不可见的环境(如分子结构)等。

VR 技术一经问世,人们就对它产生了浓厚的兴趣。近几年,VR 技术已开始在教育、军事、医学、设计、考古、艺术、娱乐、房地产等诸多领域得到越来越广泛的应用,给整个社会也带来了巨大的经济效益。有专家认为: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。

由于综合了许多相关学科领域的技术,虚拟现实技术有望得到更大的发展,即利用该技术所创建的虚拟现实环境既能逼真地再现客观世界,同时还能超越客观世界,使得介入者不仅仅能够融合其中,并且还能够驾驭和操纵这个虚拟环境。因而,虚拟现实不仅仅是真实环境在计算机中的再现,也是人们借助于飞速发展的计算机技术对我们生活世界的真实体验的方法和技术,是人机交互的一种全新模式。

目前虚拟现实众所周知的应用领域是游戏,玩家借助虚拟现实设备“进入”到以假乱真的 3D 游戏场景中,能够获得极佳的临场体验。在军事基地、建筑公司和医学院校等领域,虚拟现实技术已经成为一个有效并广泛使用的培训工具。在不久的将来,VR 技术将渗透到人们的日常工作和生活,例如,对于跨地域公司来说,每年要花大量的经费在交通和视频会议,远程办公虽然可以解决很多问题,但面对面的沟通永远不可或缺,未来的 VR 技术可以成为更好的替代方案之一,通过精确的 VR 编程技术,可以让参会者进行面对面的交流。VR 技术普及之后,学习驾驶汽车、飞机等交通工具时,大部分的初期训练都可以通过虚拟现实进行,既可以保证训练质量、训练程度和确保安全等因素,还可以节省能源。虚拟现实技术还可以进行心理治疗、人体模拟、理疗康复、自信心和领导力教学、利他主义和移情教学等诸多场景,例如,你在虚拟现实化身超人,在丛林和楼宇之间自由飞翔,克服重重困难,最后通过自己的力量拯救了一个需要帮助的孩子,那么你会长时间地享受这种帮助他人带来的心理愉悦。回到现实社会中,你也会变得更加乐于助人。

综上所述,利用 VR 技术实现的虚拟现实能够给人身临其境的感觉,同时参与者和虚拟环境能够实现交互,再有参与者能够在虚拟环境中具有自己的视点并且环境能够迅速反映参与者视点的变化。虚拟现实系统具有身临其境的虚拟环境以及实时交互等突出的特点,使得它不再仅仅是某些尖端领域、特殊行业(如军事、航天等领域),而且在医疗、教育、培训、娱乐、工业设计、生产制造、信息管理、商业贸易、建筑行业等都有相应的发展,理论研究和应用实践使得虚拟现实技术更加趋于完善,发展也更加迅速。

1.2 虚拟现实技术发展史

1929 年,Edward Link 设计了一种用于在室内训练飞行员的模拟器,如图 1.1 所示。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者之一。

1956 年,Morton Heilig 开发出多通道仿真体验系统 Sensorama,如图 1.2 所示。

1961 年,美国 Philoo 公司首创了头盔立体显示器。

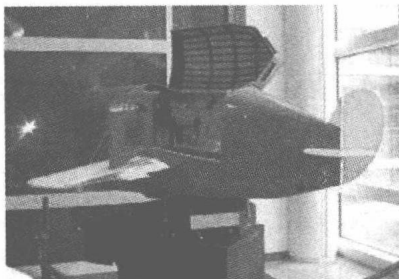


图 1.1 Edward Link 飞行模拟器



图 1.2 仿真体验系统 Sensorama

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,论文中首次提出了对于虚拟现实发展极有意义的基本概念,例如,交互图形显示、力回馈设备等,这些概念后来被公认为在虚拟环境领域中起着里程碑的作用。从那个时候起,人们开始了对虚拟现实的有目的性的研究和探索,而不再仅仅是幻想。

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,如同身临其境。

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。

1968年,Ivan Sutherland 研制成功了带跟踪器的头盔式立体显示器(Head Mounted Display,HMD),如图 1.3 所示。

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。



图 1.3 人类第一个 HMD

1977年,Dan Sandin、Tom DeFanti 和 Rich Sayre 研制出第一个数据手套——Sayre Glove。

1984年,NASA Ames 研究中心的 M. McGreevy 和 J. Humphries 开发出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(Virtual Interactive Environment Workstation)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。

1987年,Jim Humphries 设计了双目全方位监视器(Binocular Omni-Directional Monitor)的最早原型。

1990年,在美国达拉斯召开的 Siggraph 会议上,明确提出 VR 技术研究的主要内容包括实时三维图形生成技术、多传感器交互技术和高分辨率显示技术,为 VR 技术的发展确定了研究方向。

20世纪90年代开始,VR 技术的研究热潮也开始向民间的高科技企业转移,迅速发展的计算机软、硬件系统使得基于大型数据集成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。著名的 VPL 公司开发出第一套传感手套命名为“Data Gloves”,第一套 HMD 命名为“Eye Phones”。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。作为因特网三维技术的 VRML (Virtual Reality Markup Language)建模语言正是 20 世纪 90 年代起步并且逐步发展起来的。

进入 21 世纪后,VR 技术更是进入软件高速发展的时期,一些有代表性的 VR 软件开发系统不断在发展完善,如 MultiGen Vega、OpenSceneGraph、Virtools 等。同许多其他学科一样,相关技术的发展对虚拟现实起了极大的促进作用。特别是计算机技术、网络技术、图形学技术等的飞速发展,使得虚拟现实技术获得了长足的进步。

1.3 虚拟现实技术特征和系统组成

1.3.1 虚拟现实技术的特性

从计算机技术的角度而言,虚拟现实技术是一种更为先进的人机接口的方式,不同于以往意义上的可视化操作界面、图形用户界面,虚拟现实技术给用户提供了视听、接触甚至操纵控制等直观方便的实时交互方法。

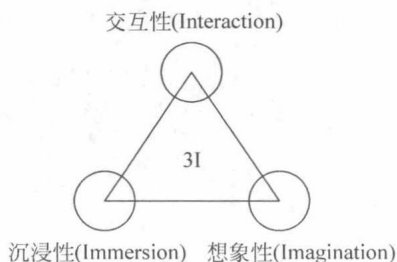


图 1.4 虚拟现实的“3I”特性

美国科学家 G. Burdea 和 P. Coiffet 在 1993 年世界电子年会上发表的“Virtual Reality Systems and Application”(虚拟现实系统与应用)一文中提出了一个关于 VR 的三角形,如图 1.4 所示,它简明地表示了 VR 具有三个最显著的特征:交互性(Interaction)、沉浸性(Immersion)和想象性(Imagination),即虚拟现实的“3I”特性,代表了系统与人的充分交互。

1. 交互性

交互性(Interaction)是指用户对虚拟环境中的对象的可操作程度和从虚拟环境中得到反馈的自然程度。这种交互主要借助于各种专用设备(如头盔显示器、数据手套)来完成,从而让用户以自然的方式与虚拟环境中的对象进行交互。

虚拟现实不是简单地对周围环境的模拟,更为重要的是人们可以与这个虚拟环境进行交互,从而把人在自然环境中同周围事物的联系带入到虚拟的世界中来。这种交互是一种近乎自然的交互,例如,当用户在虚拟场景中漫游时,所戴的头盔显示器会将立体图像送到用户的视场中,随着用户的头部运动,头盔显示器会将不断更新的新视点场景实时地显示给用户。当用户用手(借助数据手套)去抓取虚拟环境中的物体时,会有握着东西的感觉,能够感觉到物体的重量和大小,而被抓取的物体随着手的移动和旋转等动作而产生相应的运动或改变,以便用户从任意位置和角度进行观察。

2. 沉浸性

沉浸性(Immersion)又称临场感,是指用户感到作为主角存在于虚拟环境中的真实程