

高等学校教育技术学专业职业导向系列规划教材
丛书主编：黄荣怀

虚拟现实技术 及应用

马永峰 薛亚婷 南宏师 编著



教育技术理论与实践的有效整合

以就业为导向，注重能力培养

国内一流的教材编写团队

丰富多样的丛书配套资源



教材资源网址：
www.edusources.net



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

虚拟现实技术及应用

马永峰 薛亚婷 南宏师 编著

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内 容 简 介

近几年来,虚拟现实技术作为一种新技术,其发展速度极快,在各行各业发挥着越来越重要的作用,越来越受到人们的关注和重视。

本书是在综合考虑高等院校、高等职业学校相关专业课程设置、课时安排、学生接受能力等相关因素的基础上编写的,主要介绍了虚拟现实技术的概念、组成、发展状况,虚拟现实系统的硬件设备、相关技术,虚拟现实建模语言、图形学、OpenGL 图形程序设计接口,3ds Max 三维建模工具以及 Sketch Up 三维模型的建立与实例,介绍了虚拟现实系统在各行业中的应用现状,虚拟现实系统应用于教育、培训等领域的教育理论基础、教学方法、学习方法等。

本书适合作为高等学校教育技术学、数字媒体艺术、动漫、多媒体技术、计算机应用等相关专业教材,也可作为虚拟现实爱好者、虚拟现实技术应用人员的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

虚拟现实技术及应用/马永峰,薛亚婷,南宏师编

著.—北京:中国铁道出版社,2011.12

高等学校教育技术学专业职业导向系列规划教材

ISBN 978-7-113-13598-0

I. ①虚… II. ①马… ②薛… ③南… III. ①虚拟技
术—高等学校—教材 IV. ①TP391.9

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第194437号

书 名:虚拟现实技术及应用

作 者:马永峰 薛亚婷 南宏师 编著

策 划:秦绪好

读者热线:400-668-0820

责任编辑:周海燕

编辑助理:卢 昕

封面设计:付 巍

封面制作:白 雪

责任印制:李 佳

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街8号)

网 址:<http://www.edusources.net>

印 刷:北京市昌平开拓印刷厂

版 次:2011年12月第1版 2011年12月第1次印刷

开 本:787mm×1092mm 1/16 印张:12 字数:275千

印 数:1~3 000册

书 号:ISBN 978-7-113-13598-0

定 价:22.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社教材图书营销部联系调换。电话:(010)63550836

打击盗版举报电话:(010)63549504

高等学校教育技术学专业职业导向系列规划教材

编审委员会

主任：黄荣怀

副主任：安宝生 严晓舟

委员：（按姓氏笔画排序）

马 丁 马永峰 王志军 王继新

方海光 李靖国 吴 倩 邱飞岳

汪继平 沙景荣 沈 洁 张进宝

陈 琳 林秀钦 周跃良 郑兰琴

段金菊 秦绪好 郭绍青 谢幼如

高等教育从精英教育向大众化教育过渡，不仅对人才提出了多元化的质量要求，也对学校的目标定位、类型定位、层次定位、学科专业定位、服务面向定位等问题提出分类指导的办学思想。教育技术学的学科特点决定了其研究主体和实践主体的多元化，需要教育、心理、教学设计、计算机技术、媒体理论等不同背景理论的支持。在信息技术发展的历程中，我国教育技术学专业人才类型也更加多样化，服务于社会的多个领域。为了较好地适应多样化的发展局面，教育技术学专业规范研究的基本指导思想就是要坚持分类发展的原则，鼓励各学校的专业建设既有共性，又有个性，同时要使学科有可持续发展的潜能。教育技术学专业建设和人才培养同样需要关注学科本质、学科定位、学科研究领域等问题的内涵变化，不断调整人才培养目标和课程体系。

教育技术学交叉学科的特性决定了其专业课程体系较大，涉及领域较多。这本身应该是很好的，但如果把握不好，也会适得其反。这两个原因不但阻碍了教育技术学的发展，也使得学生什么都要学，又什么都不精，缺乏一技之长。同时，由于缺乏实践课程，学生实践不足，动手能力弱，在激烈的人才竞争中，往往处于劣势。这导致很多院校的教育技术学专业毕业生在激烈的就业市场中连连碰壁，就业问题在近两年越来越突出。

《辞海》对“能力”的定义是指成功地完成某种活动所必须的个性心理特征，分一般能力和特殊能力。前者指进行各种活动都必须具备的基本能力，如观察力、记忆力和理解力等；后者指从事某专业性活动所必须具备的能力，如教师的表达能力、演员的表演能力和会计的计算能力等。教育技术学专业多元化的特点要求学生毕业后具有多方面的能力，如教学设计能力、软件设计与开发能力、媒体制作能力、项目管理能力等。

教育技术的实践领域非常广阔，对人才规格的需求丰富多样。目前来看，教育技术学专业本科生毕业后主要在四个领域中发展，分别是远程教育领域、中小学信息技术教育领域、数字媒体制作领域和企业工作领域。每个领域对毕业生能力要求有一定的区别，并各有侧重。

(1) 远程教育领域，主要从事网络教学系统的设计与部署、网络教育课程资源的设计与开发、培训课程的设计与开发、网络教育学习支持服务实践等工作。该领域要求毕业生具备扎实的远程教育理论基础，深入理解远程教育的本质，了解接受远程教育的学生的学习特点，并具有一定的网络教育资源的设计与开发能力，系统的设计与部署能力等。

(2) 中小学信息技术教育领域，主要从事中小学信息化环境建设及中小学信息化教学等工作。该领域要求毕业生具有非常丰富的实际教学经验，以及熟练运用信息技术的能力。

(3) 数字媒体制作，主要从事软件设计与开发、人机交互与画面艺术创作、平面设计艺术创作，以及教学动画制作等工作。该领域对毕业生的计算机能力、媒体技术运用能力要求非常高，学生必须具备一定的实践经验。

(4) 企业工作领域，主要从事教育软件工程、项目管理、办公软件高级应用等工作。

该领域要求毕业生能够基本掌握计算机应用技术，具有一定的项目管理能力和项目实践经验。

新一轮《教育技术学专业指导性专业规范》给出分布较为广泛的教育技术学专业的培养目标和职业定位，要求各专业点要根据自己的条件和学生就业区域的特点，将培养目标和职业定位具体化，提取出相应的能力体系，并据此设计相应的教育技术学专业专业知识体系。同时，必须加强实践性环节的教学，给学生提供广阔的实践平台，使其通过从事贴近实际的综合性、探究性和创造性的工作，积累解决实际问题的经验。

为配合《教育技术学专业指导性专业规范》思想的落实，扩大和推广教育技术对高校教学所产生的影响，建设好我国的教育技术学专业教材，同时也针对目前教育技术类教材重理论、轻实践，学生毕业后无法将所学知识应用于实际工作的现象，中国铁道出版社联合诸多教育技术领域专家组成编委会，形成统一认识，编写了这套《高等学校教育技术学专业职业导向系列规划教材》。

本套丛书编委会本着服务师生、服务社会的原则，将“面向实践”作为立足点，结合《教育技术学专业指导性专业规范》所提出的培养目标，教育技术学专业学生就业为导向来确定教材的体系框架，按突出实践和操作的原则来组织内容。总的来说，这套教材主要有以下特点：

(1) 教材定位紧密结合了教育技术学专业本科毕业生的职业定位，以职业为导向，可以作为本科学生实践方向的教材。同时，还兼顾教师专业发展的需求，为教师解决在教学中遇到的困难、提高教学效率。

(2) 教材内容以实践操作为主线，紧密结合学生的能力培养，把教育技术理论与实践有机整合，同时跟踪前沿技术，目的是让学生掌握在职业岗位中必须具备的知识和技能，为学生就业提供帮助。

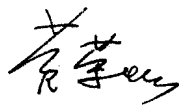
(3) 注重创新训练项目的设计，以训练学生运用相关专业的研究方法、手段和工具，培训学生多种实际工作技能。

(4) 由学术专家、企业人员或相关就业单位的负责人等组成编写队伍，保证教材内容符合学生就业的要求和岗位能力的要求。

(5) 电子课件、网络课程等配套资源丰富，更好地辅助教师教学、学生学习，以及获取前沿资讯。

“高等学校教育技术学专业职业导向系列规划教材”以职业需求为导向，以培养学生职业能力为目标，对教育技术学专业的推广有着非常重要的推动作用，对学生的培养更是有着不可比拟的益处。同时，本套教材“面向实践”的定位、实践操作性强的特点，在目前的教育技术学教材中实属难见，是一项非常重大的创新。希望教育技术学专业学生能够从中受益，教育技术学科的发展越来越好！

感谢中国铁道出版社的大力支持。



2010年5月

虚拟现实技术是一门新兴的信息技术,近年来已逐渐发展成为一门跨学科、多层次、多功能的高新技术。它能实时地表现三维空间、实现自然的人机交互,给人们带来身临其境的感受,改变人与计算机之间枯燥、生硬、被动的交互现状,为人机交互技术开辟了新的科学研究领域。

随着虚拟现实技术的不断发展,其应用领域也在不断扩张。虚拟现实技术目前在军事、航空、娱乐、医学、机器人方面的应用占主流,其次在教育、艺术、商业、制造业等领域也占有相当大的比重,而且其应用潜力也必将给人类未来的生活与发展带来深远和广泛的影响。

本书是面向高等学校学生的一本介绍虚拟现实技术的教材,所以在编写过程中,主要侧重于虚拟现实技术的概念、硬件设备及其相关技术、VRML 虚拟现实建模语言、虚拟现实图形学、虚拟现实图形程序设计接口等虚拟现实技术的基本概念、设备和技术。

全书共分 10 章,内容如下:

第 1 章 主要介绍了虚拟现实系统的概念、基本特征、组成、分类及国内外研究现状。

第 2 章 主要介绍了虚拟现实系统的输入设备、输出设备、生成设备及其相关技术。

第 3 章 主要介绍了虚拟现实系统的三维建模技术、视觉实时动态绘制技术、三维虚拟声音技术等三个关键技术。

第 4 章 主要介绍了虚拟现实建模语言(VRML)的发展历史、功能特征、语法及其浏览和编辑工具。

第 5 章 主要介绍了计算机图形学的概念、发展、各项主要技术及其算法原理。

第 6 章 主要介绍了 OpenGL 虚拟现实图形程序设计接口的程序编写原理与方法、变换、光照及纹理处理以及 Open Inventor 三维图形编程工具。

第 7 章 主要介绍了 3ds Max 三维建模工具的基础知识及技巧。

第 8 章 主要介绍了 SketchUp 三维建模软件及其建模方法。

第 9 章 主要介绍了虚拟现实应用于教育领域的理论基础、虚拟现实教与学的方法。

第 10 章 主要介绍了虚拟现实技术在工程、艺术与娱乐、科学、虚拟训练四大领域内的应用与发展。

本书由马永峰、薛亚婷、南宏师三人编写。马永峰负责编写第 2、3、5、10 章,薛亚婷负责编写第 4、6、7、8 章,南宏师负责编写第 1、9 章。

本书编写过程中,得到了沙景荣教授、吴倩副教授的指导和大力支持,在此表示衷心的感谢。同时衷心地感谢中国铁道出版社编辑在本书编写、出版过程中给予的建议和意见。

由于虚拟现实技术发展极为迅速,涉及的领域和技术非常广泛,加之编者相关知识和水平有限,在本书编写过程中难免有疏漏之处,恳请读者批评指正。

编 者
2011.8

第 1 章 虚拟现实系统概述	1
1.1 虚拟现实系统的概念	1
1.1.1 虚拟现实的概念	1
1.1.2 虚拟现实的本质	3
1.1.3 虚拟现实系统的基本特征	3
1.2 虚拟现实系统的组成	4
1.2.1 虚拟现实系统的发展	4
1.2.2 虚拟现实系统的组成	6
1.2.3 虚拟现实系统的研究内容	6
1.2.4 虚拟现实系统的应用领域	8
1.3 虚拟现实系统的分类	8
1.3.1 分布式虚拟现实系统	8
1.3.2 沉浸式虚拟现实系统	11
1.3.3 桌面虚拟现实系统 (非沉浸式虚拟现实系统)	11
1.3.4 增强虚拟现实系统	12
1.4 虚拟现实系统的研究现状	12
1.4.1 国外研究现状	12
1.4.2 国内研究现状	13
1.4.3 虚拟现实系统研究展望	14
小结	14
习题	14
第 2 章 虚拟现实系统的硬件设备	15
2.1 虚拟现实系统的输入设备	16
2.1.1 基于自然的交互设备	16
2.1.2 三维定位跟踪设备	18
2.2 虚拟现实系统的输出设备	22
2.2.1 视觉感知设备	22
2.2.2 听觉感知设备	26
2.2.3 触觉 (力觉) 反馈设备	27
2.3 虚拟现实生成设备	28
2.3.1 基于个人计算机的虚拟现实系统	29
2.3.2 基于图形工作站的虚拟现实系统	29
2.3.3 超级计算机	30
小结	31
习题	31

第 3 章 虚拟现实系统的相关技术	32
3.1 三维建模技术	33
3.1.1 几何建模技术	33
3.1.2 物理建模技术	34
3.1.3 行为建模技术	34
3.2 绘制技术	35
3.2.1 真实感绘制技术	35
3.2.2 基于几何图形的实时绘制技术	36
3.2.3 基于图像的实时绘制技术	37
3.3 三维全景技术	38
3.3.1 三维全景技术的概念	38
3.3.2 三维全景图的制作技术	38
3.4 人机自然交互技术	39
3.4.1 手势识别技术	40
3.4.2 面部表情识别技术	40
3.4.3 眼动跟踪技术	41
3.4.4 触(力)觉反馈传感技术	41
3.5 物理仿真技术	42
3.5.1 设计数学模型	42
3.5.2 创建物理属性	42
3.5.3 碰撞检测技术	42
3.6 三维虚拟声音技术	43
3.6.1 三维虚拟声音的概念与作用	43
3.6.2 三维虚拟声音的特征	44
3.6.3 语音识别与合成技术	44
小结	45
习题	45
第 4 章 虚拟现实建模语言 (VRML)	46
4.1 VRML 虚拟现实建模语言简介	46
4.1.1 VRML 的发展历史	46
4.1.2 VRML 虚拟现实建模语言的功能特征	47
4.1.3 VRML 网络与应用	48
4.2 VRML 概述	49
4.2.1 VRML 97 的关键字	49
4.2.2 结点	50
4.2.3 场景图	54
4.2.4 事件路由	54
4.2.5 VRML 特殊结点	55

4.3 VRML 场景生成器 Cosmo Worlds	59
小结	60
习题	60
第 5 章 虚拟现实的图形学基础	61
5.1 计算机图形学概述	62
5.1.1 计算机图形学的发展	62
5.1.2 智能 CAD	63
5.1.3 计算机美术与设计	64
5.1.4 计算机动画技术	64
5.1.5 科学计算可视化	65
5.1.6 计算机图形学的研究内容	65
5.2 虚拟现实的图形学	66
5.2.1 虚拟环境中视点的定位	66
5.2.2 视觉	66
5.2.3 透视投影	67
5.2.4 三维裁剪	67
5.2.5 色彩理论	67
5.2.6 三维建模	70
5.2.7 光照	70
5.2.8 反射	71
5.2.9 阴影	72
5.2.10 三维消隐	72
5.2.11 真实感	74
小结	75
习题	75
第 6 章 OpenGL 虚拟现实图形程序设计接口	76
6.1 OpenGL 简介	77
6.1.1 OpenGL 概述	77
6.1.2 OpenGL 的工作方式	78
6.2 OpenGL 的程序结构	79
6.3 OpenGL 程序编写原理与方法	80
6.3.1 OpenGL 中描述图元的方法	80
6.3.2 OpenGL 中描述颜色的方法	82
6.4 OpenGL 变换	84
6.4.1 模型变换和视图变换	85
6.4.2 投影变换	85
6.4.3 视口变换	87
6.5 OpenGL 光照及纹理处理	88
6.5.1 光照模型	88

6.5.2	法线向量	88
6.5.3	控制光源	89
6.5.4	控制材质	90
6.5.5	选择光照模型	91
6.6	Open Inventor	94
6.6.1	Open Inventor 简介	94
6.6.2	Open Inventor 应用领域	94
小结	97
习题	97
第 7 章	3ds Max 三维建模工具	98
7.1	3ds Max 的基础知识	98
7.1.1	3ds Max 概述	98
7.1.2	3ds Max 的用户界面	99
7.2	几何体建模	101
7.3	二维图形建模	102
7.4	高级造型技巧 NURBS	103
7.4.1	NURBS 概念	103
7.4.2	建立 NURBS 模型	105
7.5	材质与灯光	109
7.5.1	材质编辑器的使用	109
7.5.2	设定基本材质	112
7.5.3	灯光的运用	116
7.6	3ds Max 与 VRML	117
7.6.1	在 3ds Max 中插入 VRML 结点	117
7.6.2	将 3ds Max 的场景导出到 VRML	118
小结	119
习题	119
第 8 章	SketchUp 三维模型的建立与实例	120
8.1	建模方法及工具	120
8.2	SketchUp 特点	121
8.3	SketchUp 与传统工具的比较	122
8.4	SketchUp 功能	123
8.4.1	SketchUp 软件窗口	124
8.4.2	SketchUp 中的主要工具	125
8.4.3	SketchUp 中绘图工具的使用	126
8.5	虚拟现实软件中三维模型建立的方法	132
8.5.1	直接导入法基本步骤	132
8.5.2	后期导入法基本步骤	132

8.6	贴图的方法和类型	132
8.6.1	贴图的方法	132
8.6.2	贴图的类型	133
8.7	虚拟校园模型	133
	小结	134
	习题	134
第9章	虚拟现实系统在各行业中的应用	135
9.1	工程领域的应用	135
9.1.1	航空发动机设计中的应用	136
9.1.2	潜水艇设计中的应用	137
9.1.3	建筑设计中的应用	137
9.1.4	人体建模方面的应用	139
9.1.5	工业概念设计中的应用	140
9.1.6	虚拟空间辅助决策系统中的应用	140
9.2	艺术与娱乐领域的应用	141
9.2.1	计算机动画设计中的应用	141
9.2.2	游戏系统中的应用	142
9.2.3	电视方面的应用	142
9.3	科学领域的应用	143
9.3.1	计算机神经科学中的应用	144
9.3.2	分子建模中的应用	145
9.3.3	恐惧表情的表现	145
9.3.4	遥现操作中的应用	146
9.3.5	超声波反馈深度探测仪	146
9.4	虚拟训练	147
9.4.1	虚拟消防学院	147
9.4.2	飞行仿真	147
9.4.3	虚拟手术训练	148
9.4.4	虚拟军事训练	149
9.5	虚拟现实系统应用举例	151
9.5.1	皇家御用金砖的制作	151
9.5.2	模拟驾驶仿真	152
9.5.3	数字园区规划	153
9.5.4	聊城古城的数字复原	154
9.5.5	油田仿真项目	154
9.5.6	产品虚拟展示	155
	小结	155
	习题	155

第 10 章 虚拟现实系统与教育培训	156
10.1 虚拟现实应用于教育教学、培训领域的教育理论基础	156
10.1.1 虚拟现实技术与认知主义学习理论	157
10.1.2 虚拟现实与行为主义学习理论	157
10.1.3 虚拟现实技术与建构主义学习理论	158
10.1.4 虚拟现实技术与人本主义学习理论	161
10.2 虚拟现实教与学的方法	163
10.2.1 教学方法	163
10.2.2 虚拟现实教学方法	163
10.2.3 虚拟现实学习方式	169
小结	175
习题	175
参考文献	176



第1章

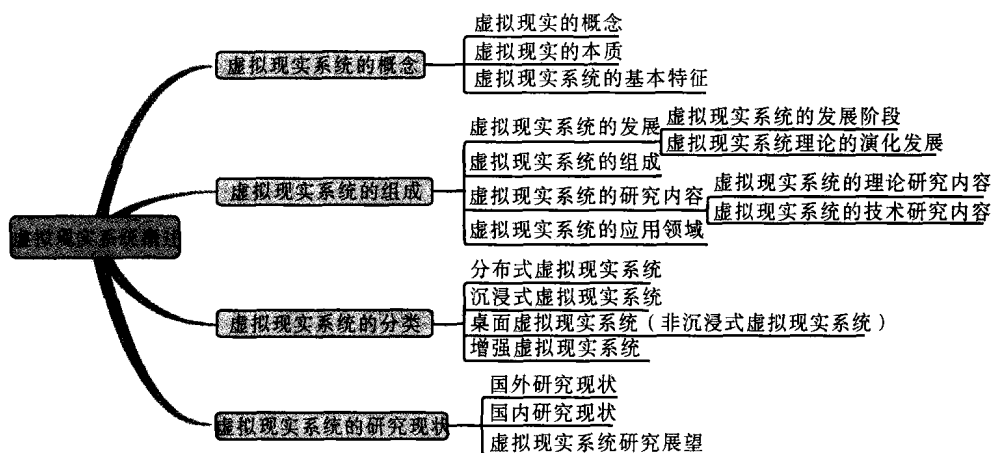


虚拟现实系统概述

学习目标

- 了解虚拟现实的概念及特点。
- 了解虚拟现实的发展阶段以及当前的研究内容。
- 了解虚拟现实系统的具体分类以及各种类别的特点。
- 了解当前国内外虚拟现实技术研究的状况。

内容结构图



虚拟现实系统是在信息科学的飞速发展中诞生的，是指利用计算机和一系列传感辅助设施来实现的使人能有置身于现实世界中感觉的环境，是一个看似真实的模拟环境。近年来，虚拟现实技术的应用广度和科学内涵表明，它已逐渐成为一门跨学科、多层次、多功能的高新技术。本章将讨论虚拟现实系统的有关概念。

1.1 虚拟现实系统的概念

1.1.1 虚拟现实的概念

20 世纪 80 年代初，美国 VPL Research 公司创始人 Jaron Lanier 提出了“Virtual Reality”(虚

拟现实)的概念。在此,“Reality”的含义是现实的世界,或现实的环境。“Virtual”说明这个世界或环境是虚拟的,不是真实的,这个世界或环境是人工构造的,是存在于计算机内部的。

虚拟现实技术又称“灵境技术”,是一项综合集成技术,涉及计算机图形学、人机交互技术、传感技术、人工智能等领域,它用计算机生成逼真的三维视、听、嗅觉等感觉,使人作为参与者通过适当装置自然地与虚拟世界进行体验和交互作用。使用者进行位置移动时,计算机可以立即进行复杂的运算,将精确的3D世界影像传回,产生临场感。该技术集成了计算机图形(CG)技术、计算机仿真技术、人工智能、传感技术、显示技术、网络并行处理等技术的最新发展成果,是一种由计算机技术辅助生成的高技术模拟系统。关于虚拟现实的定义,有很多不同的看法或说法。一些说法认为虚拟现实是由实现虚拟现实的工具来定义的。但是可以实现虚拟现实的工具有很多种,方法也不同,所以借助虚拟现实实现的工具来定义虚拟现实不是一个完整的定义。事实上,虚拟现实技术已不仅仅是虚拟现实实现的工具,而应该包含一切与之相关的具有自然模拟、逼真体验的技术与方法。虚拟现实技术要创建一个跟客观环境很相似但是又超越了客观存在的时空,能令身处其中的人不但有沉浸的感觉还能通过设备来操纵环境。虚拟现实技术实现的重要目标是真实的体验和方便自然的人机交互,能够达到这样要求的系统可以被称为虚拟现实系统。

概括地说,虚拟现实是人们通过计算机对复杂数据进行可视化操作与交互的一种方式,与传统的人机界面以及流行的视窗操作相比,虚拟现实在技术思想上有了质的区别。

虚拟现实中的具体环境主要有以下几种情况:

① 模拟真实世界中的环境。例如,地理环境、奥运场馆、文物古迹或者数字校园。这种真实环境可能是已经存在的,也可能是已经设计好但还没有建成的,或者是曾经存在但现在已经发生变化、消失或者受到破坏的。其目的是逼真地模仿真实世界中的环境,建立起跟现实世界一样的几何和物理模型。这一类虚拟现实系统的功能实际是系统仿真。

② 人类主观构造的环境。例如,网络游戏的3D环境及Hollywood电影的虚拟场景等。这样的场景往往是虚构的,一般使用动画技术中的插值方法来实现。

③ 模仿真实世界中人类不可见的环境。例如,分子结构、水动力模型等。这种环境是现实中存在的,但是人类无法感觉到。对此类环境实现虚拟现实系统,实际上是科学可视化。

整个虚拟现实系统包括人类操作者、人机接口和计算机。需要完成任务的用户,通过接口工具和虚拟现实计算机交互。虚拟现实计算机利用其中的软件和数据库构造虚拟环境,并与用户交互,如图1-1所示。

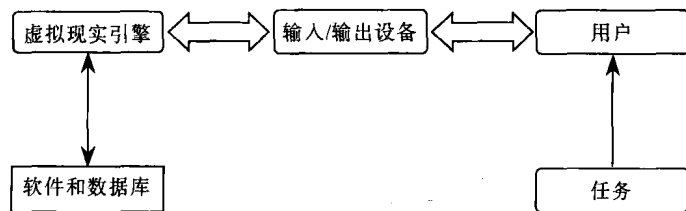


图 1-1 虚拟现实系统示意图

目前,虚拟现实的应用已经发展到很多领域,从游戏到建筑及商业计划等。如工程制图普遍用到的CAD模型的虚拟现实世界与我们的真实世界非常相像。而其中一些应用为某些无法

直接观察的现象提供了可视途径,如科学计算可视化、远程教育系统、GIS 分布式信息系统等。

1.1.2 虚拟现实的本质

虚拟现实的本质在于它的模拟和仿真。可以通过现有的信息技术手段达到对现实世界中客观事物的模拟和再现。不管技术如何发展,作为虚拟现实系统,都是为了更好把现实世界中的事物尽可能真实地表现出来,所以,它的主体还是现实,虚拟现实系统只是对现实的模拟,并不是现实。但是它又通过模仿,尽可能地模拟出现实中的功能和特性,通过交互的手段,令使用者产生“身临其境”的感觉。

1.1.3 虚拟现实系统的基本特征

Burdea G.在 Electro '93 International Conference 上所发表的 *Virtual Reality System Application* 一文中,提出了一个“灵境技术的三角形”(见图 1-2),较为简洁地说明了虚拟现实系统的基本特征,即三个“I”,它们分别是“Immersion”(沉浸),“Interaction”(交互),“Imagination”(构想)。

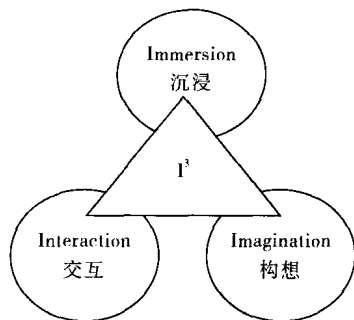


图 1-2 灵境技术三角形图

(1) 沉浸

沉浸性又称浸入性,是指用户感觉好像完全置身于虚拟世界中一样,被虚拟世界所包围、成为虚拟世界中的一部分,使用户由被动的观察者变成主动的参与者,沉浸于虚拟世界之中,参与虚拟世界的各种活动。虚拟现实的沉浸性来源于对虚拟世界的多感知性,除了常见的视觉感知、听觉感知外,还有触觉感知、运动感知、味觉感知、嗅觉感知、身体感知等。从理论上讲,虚拟现实系统应该具备人在现实客观世界中具有的所有感知功能。但鉴于目前科学技术的局限性,在虚拟现实系统中,研究与应用中较为成熟或相对成熟的主要是视觉沉浸、听觉沉浸、触觉沉浸、嗅觉沉浸,有关味觉等其他的感知技术正在研究之中,还很不成熟。

(2) 交互

交互是指用户能通过自然的动作与虚拟世界的物体进行交互作用。实时产生与在真实世界中一样的感知,甚至连用户本人都意识不到计算机的存在。这与传统的多媒体技术通过键盘与鼠标进行一维、二维的交互不同。虚拟现实系统中的交互性具有以下特点:

① 虚拟环境中人的参与与反馈:在虚拟现实系统中,人是一个重要的因素,这是产生一切变化的前提,正是因为有了人的参与与反馈,才会有虚拟环境中实时交互的各种要求与变化。

② 人机交互的有效性:人与虚拟现实系统之间的交互是基于真实感的虚拟世界,并与人进行自然的交互,人机交互的有效性是指虚拟场景的真实感,真实感是前提和基础。

③ 人机交互的实时性：实时性指虚拟现实系统能快速响应用户的输入。没有人机交互的实时性，虚拟环境就失去了存在的必要性和前提。

(3) 构想

构想性指虚拟的环境是人想象出来的，同时这种想象体现出设计者相应的思想，因而可以用来实现一定的目标。所以说虚拟现实系统不仅仅是一个媒体或一个高级用户界面，它同时还可以是为解决工程、医学、军事等方面的问题而由开发者设计出来的应用软件，通常它以夸大的形式反映设计者的思想。虚拟现实系统的应用，为人类认识世界提供了一种全新的方法和手段，可以使人类突破时间与空间的限制，去经历和体验世界上早已发生或尚未发生的事件，可以使人类进入宏观或微观世界进行研究和探索，也可以完成那些因为某些条件限制难以完成的事情。采用虚拟现实系统制作的虚拟现实作品反映的是设计者的思想，所以有些学者称虚拟现实系统为放大人们心灵的工具，或人工现实（Artificial Reality），这就是虚拟现实系统所具有的第三个特征，即构想性。

总之，这三个“I”强调了在虚拟现实系统中人的主导作用。从过去人只能从计算机系统的外部去观测计算处理的结果，到人能沉浸到计算机系统所创建的虚拟环境中。从过去人只能通过鼠标、键盘与计算机环境中的单维数字化信息发生交互作用，到人能用多种传感器与多维数字化信息的环境发生交互作用。从过去人只能从以定量计算为主的结果中得到启发而加深对事物的认识，到有可能从定性定量综合集成的环境中得到感性和理性的认识从而深化概念和萌发新的创意。简而言之，虚拟现实技术的根本目的是使人们不仅可以在多维信息空间进行仿真建模，而且能帮助人们获取知识和形成新的概念。

1.2 虚拟现实系统的组成

1.2.1 虚拟现实系统的发展

(1) 虚拟现实系统的发展阶段

虚拟现实系统的显现、设定、建构、生产和创造大体上可以分为三个阶段：

虚拟现实系统的萌芽为第一阶段（1963—1972年）、虚拟现实系统的产生和初步形成成为第二阶段（1973—1989年）、虚拟现实系统进一步的完善和应用为第三阶段（1990—2005年）。

① 虚拟现实系统的萌芽：1929年发明家 Edward Link 研制了一种简单的机械飞行模拟器，使乘坐者的感觉和坐在真的飞机上一样。1956年，美国 Morton Heilig 发明了专利“Sensorama”，Sensorama 提供视觉、听觉、嗅觉、风动感（触觉）和振动感等多种刺激，该专利是虚拟现实系统的雏形。

1968年 Ivan Sutherland 开发了头盔式立体显示器。后来他又开发了第一个虚拟现实系统，它是基于传统习惯、花费又大、模型又过分简化的一个虚拟世界。Ivan Sutherland 的过于简单的虚拟世界是具有初始意义的虚拟现实系统，也正是虚拟现实系统的萌芽。由于他在图形学方面的杰出贡献，因此人们称他为图形学之父。

② 虚拟现实系统的产生和初步形成：20世纪80年代初到中期，美国国家航空和宇宙航行局（NASA）及美国国防部开始研究外层空间环境。1984年，NASA 研究中心虚拟行星探测实验室的 McGreevy 和 J.Humphries 博士开发了虚拟环境视觉显示器用于火星探测，将探测器发回地