



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

申蔚 曾文琪 编著

虚拟现实技术

21世纪
计算机
科学
与
技术
实践
型
教
程

丛书主编
陈明

清华大学出版社





普通高等教育“十一五”国家级规划教材

申蔚 曾文琪 编著

虚拟现实技术

21世纪计算机科学与技术实践型教程

丛书主编 陈明

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书共7章,内容包括虚拟现实技术概论、虚拟现实系统的硬件设备、虚拟现实的相关技术及软件、虚拟现实建模语言 VRML、虚拟现实建模工具 3ds Max、虚拟现实制作工具 Cult3D 以及综合实例制作。

本书具有面向实践、重在应用的特点,在阐述虚拟现实技术理论知识的基础上,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。同时,本书配有各章习题,且电子教案、使用的素材文件及实例程序代码均可以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专业学生的教材,对于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也具有一定的参考价值。

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/申蔚,曾文琪编著. —北京:清华大学出版社,2009.8
(21世纪计算机科学与技术实践型教程)

ISBN 978-7-302-20448-0

I. 虚… II. ①申… ②曾… III. 虚拟技术—教材 IV. TP391.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 106473 号

责任编辑:谢琛 李玮琪

责任校对:焦丽丽

责任印制:王秀菊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

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

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

印 装 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:13.75

字 数:318千字

版 次:2009年8月第1版

印 次:2009年8月第1次印刷

印 数:1~3000

定 价:23.00元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:010-62770177 转 3103 产品编号:031072-01

《21 世纪计算机科学与技术实践型教程》

编辑委员会

主 任：陈 明

委 员：毛国君 白中英 叶新铭 刘淑芬 刘书家
汤 庸 何炎祥 陈永义 罗四维 段友祥
高维东 郭 禾 姚 琳 崔武子 曹元大
谢树煜 焦金生 韩江洪

策划编辑：谢 琛

《21 世纪计算机科学与技术实践型教程》

序

21 世纪影响世界的三大关键技术：以计算机和网络为代表的信息技术，以基因工程为代表的生命科学和生物技术，以纳米技术为代表的新型材料技术。信息技术居三大关键技术之首。国民经济的发展采取信息化带动现代化的方针，要求在所有领域中迅速推广信息技术，导致需要大量的计算机科学与技术领域的优秀人才。

计算机科学与技术的广泛应用是计算机学科发展的原动力，计算机科学是一门应用科学。因此，计算机学科的优秀人才不仅应具有坚实的科学理论基础，而且更重要的是能将理论与实践相结合，并具有解决实际问题的能力。培养计算机科学与技术的优秀人才是社会的需要、国民经济发展的需要。

制定科学的教学计划对于培养计算机科学与技术人才十分重要，而教材的选择是实施教学计划的一个重要组成部分，《21 世纪计算机科学与技术实践型教程》主要考虑了下述两方面。

一方面，高等学校的计算机科学与技术专业的学生，在学习了基本的必修课和部分选修课程之后，立刻进行计算机应用系统的软件和硬件开发与应用尚存在一些困难，而《21 世纪计算机科学与技术实践型教程》就是为了填补这部分空白。将理论与实际联系起来，使学生不仅学会了计算机科学理论，而且也学会应用这些理论解决实际问题。

另一方面，计算机科学与技术专业的课程内容需要经过实践练习，才能深刻理解和掌握。因此，本套教材增强了实践性、应用性和可理解性，并在体例上做了改进——使用案例说明。

实践型教学占有重要的位置，不仅体现了理论和实践紧密结合的学科特征，而且对于提高学生的综合素质，培养学生的创新精神与实践能力有特殊的作用。因此，研究和撰写实践型教材是必需的，也是十分重要的任务。优秀的教材是保证高水平教学的重要因素，选择水平高、内容新、实践性强的教材可以促进课堂教学质量的快速提升。在教学中，应用实践型教材可以增强学生的认知能力、创新能力、实践能力以及团队协作和交流表达能力。

实践型教材应由教学经验丰富、实际应用经验丰富的教师撰写。此系列教材的作者不但从事多年的计算机教学，而且参加并完成了多项计算机类的科研项目，把他们积累的经验、知识、智慧、素质融合于教材中，奉献给计算机科学与技术的教学。

我们在组织本系列教材过程中，虽然经过了详细的思考和讨论，但毕竟是初步的尝试，不完善甚至缺陷不可避免，敬请读者指正。

本系列教材主编 陈明

2005 年 1 月于北京

前 言

虚拟现实技术(Virtual Reality, VR)是 20 世纪末才兴起的一门崭新的综合性信息技术。它实时的三维空间表现能力、自然的人机交互式操作环境以及给人带来的身临其境感受,从根本上改变了人与计算机之间枯燥、生硬和被动的交互现状,为人机交互技术开创了新的研究领域。

虚拟现实是一门实用性技术,是一个在当今国际上备受关注的新兴课题。目前,它在教育与训练、设计与规划、科学计算可视化、商业领域以及艺术与娱乐等诸多领域起着越来越重要的作用,而它的应用潜力也必将对整个人类未来生活与发展带来广泛的影响和变革。

本书在介绍虚拟现实技术理论知识的基础上,围绕实际应用着重介绍了 3 个虚拟现实工具软件的使用方法。全书共分为 7 章,内容简述如下。

第 1 章主要介绍 VR 的发展史、概念、特征、分类,并对其应用领域和国内外研究现状进行了介绍。

第 2 章主要介绍 VR 系统硬件设备的功能及其特点,包括跟踪定位设备、立体显示设备、手部数据交互设备、虚拟声音输出设备以及其他交互设备。

第 3 章主要介绍实现 VR 系统的相关技术与软件,包括三维建模技术及软件、视觉实时动态绘制技术、三维虚拟声音技术、人机自然交互技术、物理仿真技术、三维全景技术等,并对当今使用较为广泛的 VR 开发软件工具集进行了简要介绍。

第 4 章主要介绍 VRML 这种适用于 Internet 使用的三维虚拟现实建模语言的发展概况、功能、语法及其浏览和编辑工具。本章通过实例,讲述了利用 VRML 开发一个交互式虚拟世界的主要设计步骤。

第 5 章主要介绍当前世界上销量最大的一种 VR 三维建模软件——3ds Max 的功能和使用方法,并通过大量的实例讲解,使读者学会快速创建实例三维虚拟场景和动画的建模方法,并提出了将 3ds Max 与 VRML 结合在一起、各取所长的、全面完整的虚拟现实应用系统解决方案。

第 6 章主要介绍虚拟现实制作工具 Cult3D 的软件组成与设计流程,通过多个实例叙述了 Cult3D 基本交互功能设计及发布方法。

第 7 章将本书主要叙述的 3 个虚拟现实应用软件结合起来,以综合实例的形式进行介绍。

本书突出实用特点,采用以典型案例分析的方式进行编写,将虚拟现实的技术理论与

实际应用相结合,在内容取舍、文字描述、习题选择方面均以面向实践、重在应用、便于教学组织为原则,使读者能够遵循指导,由浅入深地了解、认识、掌握虚拟现实技术,并能具备运用 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。同时,本书配有各章习题,且电子教案、使用的素材文件及实例程序代码均可以从清华大学出版社网站 <http://www.tup.com.cn> 下载使用。

本书主要由申蔚(首都经济贸易大学)和曾文琪(北京联合大学师范学院)编写。其中,第 1,2,3,7 章为合作编写,第 4,5 章由申蔚编写,第 6 章由曾文琪编写,全书由申蔚校稿。参与写作的人员还有肖媛媛、郝凤涛、罗林、孟庆岩等,同时得到了王利教授的帮助和支持,在此一并表示感谢。

由于虚拟现实技术发展迅速、涉及范围较广,本书未能概全。加之作者水平有限,书中的不足之处敬请广大读者批评指正。

编者

2009 年 3 月

目 录

第 1 章 虚拟现实技术概论	1
1.1 虚拟现实技术的发展史	1
1.2 虚拟现实技术的概念	3
1.3 虚拟现实技术的特征	4
1.4 虚拟现实系统的分类	5
1.4.1 桌面式 VR 系统	5
1.4.2 沉浸式 VR 系统	6
1.4.3 增强式 VR 系统	6
1.4.4 分布式 VR 系统	7
1.5 虚拟现实技术的应用领域	8
1.5.1 教育与训练	8
1.5.2 设计与规划	10
1.5.3 科学计算可视化	11
1.5.4 商业领域	12
1.5.5 艺术与娱乐	12
1.6 虚拟现实技术的研究现状	13
1.6.1 国外的研究现状	13
1.6.2 国内的研究现状	14
思考题	15
第 2 章 虚拟现实系统的硬件设备	16
2.1 跟踪定位设备	16
2.1.1 电磁波跟踪器	16
2.1.2 超声波跟踪器	17
2.1.3 光学跟踪器	18
2.1.4 其他类型跟踪器	18
2.1.5 跟踪传感设备的性能比较	19
2.2 立体显示设备	19
2.2.1 固定式立体显示设备	20

2.2.2	头盔显示器	22
2.2.3	手持式立体显示设备	25
2.3	手部数据交互设备	25
2.3.1	数据手套	25
2.3.2	空间球	26
2.3.3	三维浮动鼠标器	26
2.4	虚拟声音输出设备	26
2.4.1	固定式声音设备	27
2.4.2	耳机式声音设备	27
2.5	其他交互设备	27
2.5.1	触觉和力反馈设备	27
2.5.2	数据衣	29
2.5.3	三维扫描仪	29
2.6	虚拟现实硬件系统的集成	30
	思考题	31
第3章	虚拟现实的相关技术及软件	32
3.1	三维建模技术及软件	32
3.1.1	几何建模技术	32
3.1.2	行为建模技术	33
3.1.3	虚拟现实的建模软件	33
3.2	视觉实时动态绘制技术	34
3.2.1	实时动态绘制技术的基本原理	34
3.2.2	基于图形的实时动态绘制技术	34
3.2.3	基于图像的实时动态绘制技术	35
3.3	三维虚拟声音技术	36
3.3.1	三维虚拟声音的特征	36
3.3.2	头部相关传递函数	36
3.3.3	语音合成技术	37
3.4	人机自然交互技术	37
3.4.1	手势识别技术	37
3.4.2	面部表情识别技术	38
3.4.3	眼动跟踪技术	40
3.5	物理仿真技术	41
3.6	三维全景技术	42
3.6.1	三维全景技术的基本概念	42
3.6.2	三维全景图的制作技术	43
3.7	虚拟现实开发软件工具集	43

思考题	45
第 4 章 虚拟现实建模语言 VRML	47
4.1 VRML 概述	47
4.1.1 VRML 的发展历程	47
4.1.2 VRML 的特点	48
4.1.3 VRML 编辑器	49
4.1.4 VRML 浏览器	50
4.2 VRML 的语法基础	53
4.2.1 VRML 的组成要素	53
4.2.2 VRML 的文件结构	55
4.2.3 VRML 的空间计量	56
4.3 VRML 的空间造型	57
4.3.1 基本造型	57
4.3.2 空间变换	58
4.3.3 文本造型	60
4.3.4 复杂造型	62
4.4 VRML 的场景效果	64
4.4.1 纹理映射	64
4.4.2 声音技术	66
4.4.3 光照效果	67
4.4.4 其他效果	69
4.5 VRML 的动态交互	71
4.5.1 动画设计	71
4.5.2 传感器交互	74
4.5.3 脚本设计	76
思考题	80
第 5 章 虚拟现实建模工具 3ds Max	81
5.1 3ds Max 的基础知识	81
5.1.1 系统需求	81
5.1.2 3ds Max 的用户界面	82
5.1.3 3ds Max 的文件操作	85
5.2 几何体建模	87
5.2.1 创建三维几何体模型	87
5.2.2 三维物体的修改编辑	90
5.3 二维图形建模	94
5.3.1 创建和编辑二维图形	94

5.3.2	使用二维图形建立三维物体	95
5.4	高级造型技巧	101
5.4.1	放样及放样变形	101
5.4.2	NURBS 曲面造型	104
5.5	材质与贴图	107
5.5.1	材质编辑器	108
5.5.2	复合材质与贴图	110
5.6	灯光与环境	114
5.6.1	灯光的运用	114
5.6.2	雾的运用	117
5.7	三维动画制作	119
5.7.1	参数动画	120
5.7.2	动画控制器	121
5.7.3	摄像机动画	122
5.8	3ds Max 与 VRML	124
5.8.1	将 3ds Max 的场景导出到 VRML	124
5.8.2	在 3ds Max 中插入 VRML 节点	127
5.8.3	3ds Max 与 VRML 的结合	129
	思考题	130
第 6 章	虚拟现实制作工具 Cult3D	132
6.1	Cult3D 基础知识	132
6.1.1	Cult3D 软件组成与设计流程	132
6.1.2	Cult3D 系统需求	133
6.1.3	Cult3D 下载安装	134
6.2	Cult3D Exporter 导出器	138
6.2.1	Cult3D 支持的模型属性	138
6.2.2	三维模型导出实例	139
6.3	Cult3D Designer 设计器	144
6.3.1	界面组成	144
6.3.2	基本交互功能设计	147
6.3.3	其他交互功能实例	156
6.4	Cult3D Viewer 演示器与发布作品	165
6.4.1	Cult3D 作品应用于网络	165
6.4.2	Cult3D 作品应用于 Microsoft PowerPoint	168
6.4.3	Cult3D 作品应用于 Adobe Acrobat	170
	思考题	172

第7章 综合实例制作	173
7.1 虚拟办公室	173
7.1.1 设计思想	173
7.1.2 系统开发环境	174
7.1.3 系统功能设计	174
7.1.4 系统的程序设计与实现	177
7.2 虚拟画廊	183
7.2.1 制作模型与材质	183
7.2.2 建立灯光系统	186
7.2.3 创建摄像机及其浏览动画	188
7.3 虚拟交互式漫游	190
7.3.1 整理画廊场景模型	190
7.3.2 导出画廊场景文件	192
7.3.3 虚拟交互式漫游设计	194
7.3.4 发布“画廊虚拟漫游”作品	202
思考题	202
参考文献	203

第 1 章 虚拟现实技术概论

虚拟现实技术(Virtual Reality, VR)是 20 世纪末逐渐兴起的一门综合性信息技术。该技术融合了数字图像处理、计算机图形学、人工智能、多媒体、传感器、网络以及并行处理等多个信息技术分支的最新发展成果,涉及众多研究和应用领域,被认为是 21 世纪最重要的发展技术和影响人们生活的技术之一。

VR 由计算机产生一种逼真的虚拟三维空间环境,并使用户在多种感官上产生沉浸于虚拟环境的感觉。它的实时三维空间表现能力、自然交互式的操作环境以及给人带来的身临其境的感受,不但为人机交互技术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,为各类工程大规模的数据可视化提供了新的描述方法,同时还为人们探索宏观世界和微观世界的运动变化规律提供了极大的便利。因此,VR 不但在房地产、军事、医学、设计、考古、艺术以及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。有关人士认为:20 世纪 80 年代是个人计算机的时代,20 世纪 90 年代是网络和多媒体的时代,而 21 世纪则将是 VR 的时代。

1.1 虚拟现实技术的发展史

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、军事界以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。同时,虚拟现实技术的发展与其他技术的成熟密切相关,如三维跟踪定位、图像显示、语音交互以及触觉反馈等,而计算机技术的迅猛发展更成为其不断进步的直接动力。

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。受训者可以使用模拟器机舱内的仿真设备进行练习,并能获得在真实飞行过程中的感觉。此装置较早地体现了虚拟现实的思想。

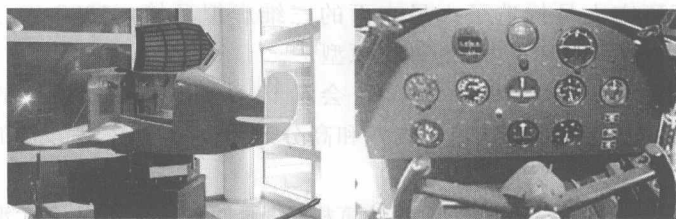


图 1.1 Edward Link 飞行模拟器

1956年, Morton Heilig 开发了一个多通道仿真体验系统, 命名为 Sensorama, 如图 1.2 所示。该系统外形类似电话亭, 用户可以感知预先设置好的体验, 包括景观、声音、气味、振动和风。虽然此系统并没有交互的功能, 但 Morton Heilig 仍被认为是提出并实践“沉浸式”VR 系统概念的先驱者。

1965年, 有“计算机图形学之父”之称的 Ivan Sutherland 发表了一篇题为 *Ultimate Display* (终极的显示) 的论文, 其论文观点被公认为在虚拟现实发展史中有着里程碑的意义。

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。该显示器提供立体视觉图像、机械或超声波跟踪方式, 用户戴上后可以看见虚拟的立方体房间, 其四面墙上还各带有东 (E)、南 (S)、西 (W)、北 (N) 的方向标记。



图 1.2 Sensorama

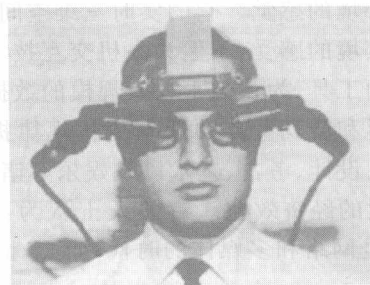


图 1.3 人类第一个 HMD

1972年, Nolan Bushnell 开发出了第一个交互式电子游戏 Pong, 它允许用户对屏幕上一个弹跳的乒乓球进行操作。由于交互性是 VR 的一个关键特性, 因而此游戏的开发具有十分重要的意义。

1977年, Dan Sandin、Tom DeFanti 和 Rich Sayre 研制出第一个数据手套——Sayre Glove, 该手套可以利用光电元件粗略地检测出手指的弯曲程度。

20世纪80年代, 美国国家航空航天局 (NASA) 组织了一系列有关 VR 的研究, 并取得了令人瞩目的研究成果。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。1987年, Jim Humphries 设计了双目全方位监视器 (BOOM) 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 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 的发展确定了研究方向。

从20世纪90年代开始, 迅速发展的计算机软、硬件系统使得基于大型数据集合的声音和图像的实时交互设计成为可能, 大量新颖、实用的输入输出设备进入市场, 这些都为

VR 系统的发展奠定了良好的基础。同时,VR 的研究热潮也开始向民间的高科技企业转移。著名的 VPL 公司成为第一家销售 VR 产品的商业公司,该公司开发的第一套传感手套命名为“DataGloves”,第一套 HMD 命名为“EyePhones”。

在 21 世纪,虚拟现实技术开始进入软件的高速发展时期。国内外涌现出许多应用型 VR 开发公司和研发团队,一些有代表性的 VR 软件开发系统也在不断地发展和完善,如 MultiGen Vega、OpenSceneGraph 以及 Virtools 等,这些开发平台针对不同的应用目的,大大提高了 VR 应用系统的研发效率。同时,引人注目的新产品也不断问世,其前途不可限量。

1.2 虚拟现实技术的概念

虚拟现实技术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 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、触等多种直观而又自然的实时感知。

一个典型的 VR 系统主要由计算机软、硬件系统(包括 VR 软件和 VR 环境数据库)和 VR 输入、输出设备等组成。其中,计算机是 VR 系统的核心,负责构建虚拟世界和实现人机交互。具体来说,计算机是 VR 软件系统的载体,提供输入和输出的通道,接收和识别用户产生的各种输入信号,如用户头部、手部的位置及方向等,并实时输出相应的图像、声音及触觉数据,而这些表述虚拟物体的数据将被存储到 VR 环境数据库中,在需要进行加载从而生成可交互的虚拟世界。VR 软件负责提供友好的人机交互界面,使用户具备实时构建和参与虚拟世界的能力。VR 输入、输出设备则包括诸如头盔显示器、数据手套、三维跟踪器、三维鼠标、耳机、力反馈装置以及触觉设备等,用于观察和操纵虚拟世界。一个典型的 VR 系统结构如图 1.4 所示。

在上述系统中,用户与虚拟世界交互的过程大致是:用户首先激活头盔、手套和话筒等输入设备,为计算机提供输入信号,VR 软件收到由跟踪器和传感器送来的输入信号后加以处理,然后对虚拟环境数据库做必要的更新,调整当前的虚拟环境场景,并将这一新视点下的三维视觉图像以及其他(如声音、触觉、力反馈等)信息立即传送给相应的输出设备(头盔显示器、耳机、数据手套等),以使用户及时获得多种感官上的虚拟效果。这一过程必须每秒

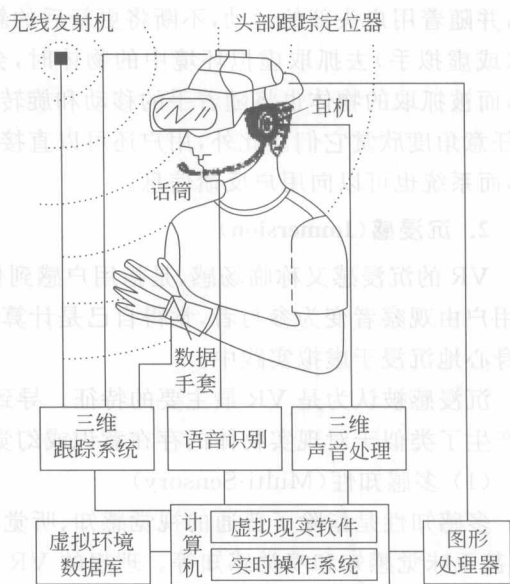


图 1.4 典型的 VR 系统结构图

钟发生许多次才能使用户感受到实时连续的效果。

1.3 虚拟现实技术的特征

从本质上说,VR 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。

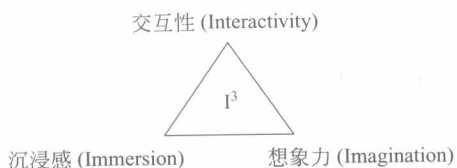


图 1.5 VR 技术的 3 个“I”特性

美国科学家 G. Burdea 和 P. Coiffet 曾在 1993 年世界电子年会上发表的“Virtual Reality Systems and Applications”(虚拟现实系统及应用)一文中提出一个关于 VR 的三角形,如图 1.5 所示。它简明地表示了 VR 具有的 3 个最突出特征:交互性(Interactivity)、沉浸感(Immersion)和想象力(Imagination),也

也称为 3 个“I”特性,代表了系统与人的充分交互。

1. 交互性(Interactivity)

VR 的交互性是指用户对虚拟环境中对象的可操作程度和从虚拟环境中得到反馈的自然程度(包括实时性)。这种交互主要借助于各种专用设备(如头盔显示器、数据手套等)的产生,从而使用户以自然方式如手势、体势、语言等,如同在真实世界中一样操作虚拟环境中的对象。

例如,当用户在虚拟环境中漫游时,所戴的头盔显示器会将立体图像送到用户的视场中,并随着用户头部的运动,不断将更新后的新视点场景实时地显示给参观者。当用户用手(或虚拟手)去抓取虚拟环境中的物体时,会有握着东西的感觉,并能感觉到物体的重量,而被抓取的物体也将随着手的移动和旋转等动作而产生相应的运动或改变,以使用户从任意角度欣赏它们。此外,用户还可以直接控制对象的各种参数,如运动的方向和速度等,而系统也可以向用户反馈信息。

2. 沉浸感(Immersion)

VR 的沉浸感又称临场感,是指用户感到作为主角存在于虚拟环境中的真实程度,即让用户由观察者变为参与者,觉得自己是计算机系统所创建的虚拟环境中的一部分,并能全身心地沉浸于虚拟实践中。

沉浸感被认为是 VR 最主要的特征。导致“沉浸感”的原因是用户对虚拟环境中的物体产生了类似于对现实物体的存在意识或幻觉,它需要具备以下两方面的特性。

(1) 多感知性(Multi-Sensory)

多感知性是指除了普通的视觉感知、听觉感知外,还包括力觉感知、触觉感知、运动感知,甚至味觉感知和嗅觉感知等。理想的 VR 系统就是应该具有人所具有的各种感知功能。例如,虚拟场景应能随着人的视点作全方位的运动,有与现实一样逼真的纹理、灯光、照明、声音以及视频等效果,用户在操纵虚拟物体时能感受到虚拟物体的反作用力等。目

前 VR 系统中应用较广泛的主要是视觉、听觉和触觉沉浸,而有关味觉和嗅觉沉浸的研究尚处在起步阶段。

(2) 自主性(Autonomy)

自主性就是指虚拟环境中的物体依据物理学定律运动的程度。虚拟对象在独立活动、相互作用或与用户的交互作用中,其动态都要有一定的表现,这些表现应服从于自然规律或者设计者想象的规律。例如,当受到力的推动时,物体会向力的方向移动、翻倒或下落等。

除了上述两方面特性外,影响沉浸感的主要因素还有:三维图像中的深度信息(是否与用户的生活经验一致),画面的视野(是否足够大),实现跟踪的时间或空间响应(是否滞后或不准确),以及交互设备的约束程度(能否为用户适应)等。

3. 想象力(Imagination)

VR 的想象力是指用户在虚拟世界中根据所获取的多种信息和自身在系统中的行为,通过逻辑判断、推理和联想等思维过程,随着系统的运行状态变化而对其未来进展进行想象的能力。它有助于人类获取更多的知识,认识复杂系统深层次的机理和规律。

人类在许多领域面临着越来越多亟待解决和突破的问题,例如载人航天、医疗手术的模拟与训练、大型产品的设计研究、气象及自然灾害预报以及多兵种军事联合演练等。如果按传统方法解决这些问题,不仅要投入巨大的人力和物力,消耗过长的时间,甚至要承担人员伤亡的风险。而 VR 的产生和发展,为解决这些问题提供了新方法和新途径。VR 使人类可以从定性与定量综合集成的虚拟环境中得到感性和理性的认识,深化概念、产生新意和构想,进而主动地寻求和探索信息。因此,对适当的应用对象加上虚拟现实的创意和想象力,可以大幅度提高生产效率、减轻劳动强度、提高产品开发质量。

总之,VR 具有的“交互性”、“沉浸感”、“想象力”等特征,使用户能在虚拟环境中做到沉浸其中、超越其上、进出自如和交互自由。它强调了人在 VR 系统中的主导作用,即人的感受在整个系统中是最重要的。特别是“交互性”与“沉浸感”这两个特征,可以说是 VR 与任何一种其他相关技术(如三维动画、仿真、遥现与遥作以及传统的多媒体图形图像技术等)的本质区别。

1.4 虚拟现实系统的分类

VR 的根本目标就是要达到真实体验和基于自然技能的人机交互。因此,能够达到或者部分达到这样目标的系统就可以被称为 VR 系统。根据交互性和沉浸感程度的不同以及用户的使用范围大小,VR 系统可以分为桌面式、沉浸式、增强式和分布式等 4 大类。

1.4.1 桌面式 VR 系统

桌面式 VR 系统(Desktop VR)使用个人计算机和低级工作站来产生三维空间的交互场景。它把计算机屏幕作为观察虚拟环境的一个窗口,用户需要使用手持式输入设备或位置跟踪器,来驾驭虚拟环境和操纵虚拟场景中的对象。在如图 1.6 所示的一个演示