

21世纪高等学校规划教材 | 计算机应用

虚拟现实技术基础

李振华 主编



清华大学出版社

虚拟现实技术基础



李振华 主编

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

虚拟现实技术是近年来一项十分活跃的研究与应用技术。从20世纪80年代被人们关注以来,虚拟现实技术目前发展极为迅速,已在多个领域得到应用。本书在综合考虑高等院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而成,主要介绍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、三维建模以及虚拟现实系统在各行业中的应用研究等。

全书结构清晰、由浅入深、循序渐进,内容简明扼要,案例丰富,有较强的针对性和实用性,方便教师教学与学生阅读,可作为高等院校多媒体技术、数字媒体、教育技术、计算机应用等相关专业“虚拟现实技术”课程的教材或教学参考书,也可供从事虚拟现实技术研究、开发和应用的从业人员、虚拟现实爱好者学习参考。

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

虚拟现实技术基础/李振华主编. —北京:清华大学出版社,2017

(21世纪高等学校规划教材·计算机应用)

ISBN 978-7-302-47238-4

I. ①虚… II. ①李… III. ①虚拟现实—高等学校—教材 IV. ①TP391.98

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第125809号

责任编辑:闫红梅 张爱华

封面设计:傅瑞学

责任校对:焦丽丽

责任印制:刘海龙

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 刷 者:三河市君旺印务有限公司

装 订 者:三河市新茂装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:7.75

字 数:181千字

版 次:2017年8月第1版

印 次:2017年8月第1次印刷

印 数:1~2000

定 价:25.00元

产品编号:062753-01

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。

为了深入贯彻落实教育部《关于加强高等学校本科教学工作,提高教学质量的若干意见》精神,紧密配合教育部已经启动的“高等学校本科教学质量与教学改革工程精品课程建设工作”,在有关专家、教授的倡议和有关部门的大力支持下,我们组织并成立了“清华大学出版社教材编审委员会”(以下简称“编委会”),旨在配合教育部制定精品课程教材的出版规划,讨论并实施精品课程教材的编写与出版工作。“编委会”成员皆来自全国各类高等学校教学与科研第一线的骨干教师,其中许多教师为各校相关院、系主管教学的院长或系主任。

按照教育部的要求,“编委会”一致认为,精品课程的建设工作从开始就要坚持高标准、严要求,处于一个比较高的起点上;精品课程教材应该能够反映各高校教学改革与课程建设的需要,要有特色风格、有创新性(新体系、新内容、新手段、新思路,教材的内容体系有较高的科学创新、技术创新和理念创新的含量)、先进性(对原有的学科体系有实质性的改革和发展,顺应并符合21世纪教学发展的规律,代表并引领课程发展的趋势和方向)、示范性(教材所体现的课程体系具有较广泛的辐射性和示范性)和一定的前瞻性。教材由个人申报或各校推荐(通过所在高校的“编委会”成员推荐),经“编委会”认真评审,最后由清华大学出版

社审定出版。

目前,针对计算机类和电子信息类相关专业成立了两个“编委会”,即“清华大学出版社计算机教材编审委员会”和“清华大学出版社电子信息教材编审委员会”。推出的特色精品教材包括:

- (1) 21 世纪高等学校规划教材·计算机应用——高等学校各类专业,特别是非计算机专业的计算机应用类教材。
- (2) 21 世纪高等学校规划教材·计算机科学与技术——高等学校计算机相关专业的教材。
- (3) 21 世纪高等学校规划教材·电子信息——高等学校电子信息相关专业的教材。
- (4) 21 世纪高等学校规划教材·软件工程——高等学校软件工程相关专业的教材。
- (5) 21 世纪高等学校规划教材·信息管理与信息系统。
- (6) 21 世纪高等学校规划教材·财经管理与应用。
- (7) 21 世纪高等学校规划教材·电子商务。
- (8) 21 世纪高等学校规划教材·物联网。

清华大学出版社经过三十多年的努力,在教材尤其是计算机和电子信息类专业教材出版方面树立了权威品牌,为我国的高等教育事业做出了重要贡献。清华版教材形成了技术准确、内容严谨的独特风格,这种风格将延续并反映在特色精品教材的建设中。

清华大学出版社教材编审委员会

联系人: 魏江江

E-mail: weijj@tp.tsinghua.edu.cn

前言

虚拟现实技术是一种可以创建和体验虚拟世界的计算机仿真系统,它利用计算机生成一种模拟环境,是一种多源信息融合的、交互式的三维动态视景和实体行为的系统仿真,它使得用户沉浸在该环境中。虚拟现实技术是近年来一项十分活跃的研究与应用技术,2016年被称为虚拟现实元年,游戏和影视正驱动着虚拟现实技术的发展。随着价格的降低和设备的普及,虚拟现实市场不断扩展。iiMediaResearch(艾媒咨询)发布《2015年中国虚拟现实行业研究报告》显示:2015年中国虚拟现实行业市场规模为15.4亿元,2020年市场规模预计将超过550亿元。从20世纪80年代被人们关注以来,虚拟现实技术目前发展极为迅速,逐渐在多个领域得到应用。在美国一家杂志社评选影响未来的十大科技水平时,虚拟现实技术名列第二。美国新媒体联盟NMC连续三年将虚拟现实列为影响高等教育的新兴技术,在2014年地平线报告中描述了即将进入教育的新兴技术,其中包括可穿戴技术、增强现实、游戏和游戏化学习、量化自我/生活、虚拟助理等,它们都将对教育、学习和创新研究产生深远的影响。然而,这些新技术都与虚拟现实技术有着密不可分的关系;2016年《地平线报告》预测:增强现实与虚拟现实将在二到三年惠于高等教育。综上,针对虚拟现实技术的应用研究具有极大的现实意义,传播虚拟现实技术也是非常必要的。

本书旨在加强对虚拟现实相关内容的科普,吸引更多的人了解它、关注它、研究它、应用它,以此改善人类的生产生活情况,推动我国虚拟现实技术的发展。本书主要介绍虚拟现实技术的基本概念、基础理论、应用状况与未来趋势,虚拟现实系统的硬件设备,虚拟现实中的相关技术,虚拟现实建模语言等。

全书分为三个部分,共八章。第一部分为虚拟现实技术简介,包括第1章虚拟现实技术概述,主要介绍虚拟现实技术的概念、虚拟现实系统的组成、虚拟现实的关键技术、虚拟现实系统的分类、虚拟现实技术的主要研究对象以及虚拟现实系统的研究现状与未来趋势。第二部分为虚拟现实技术与应用的系统介绍,包括6章:第2章为虚拟现实系统的硬件设备,主要介绍虚拟现实系统的输入设备、输出设备以及生成设备;第3章为虚拟现实系统的相关技术,主要介绍立体显示技术、环境建模技术、真实感实时绘制技术、碰撞检测技术、自然交互技术等;第4章为虚拟现实建模语言,主要包括虚拟现实建模语言简介、VRML虚拟现实建模语言概述等;第5章为虚拟现实图形学基础,主要包括计算机图形学概述、三维图形学技术等;第6章为虚拟现实技术的相关软件,主要包括虚拟现实技术的建模工具软件、虚拟现实技术开发工具软件等;第7章为虚拟现实技术的应用与研究,主要包括虚拟现实技术在工业设计、艺术与娱乐、工程数据可视化、培训教育等领域的应用与研究。第三部分为虚拟现实技术的探索与实践,包括第8章虚拟现实技术的实践,主要介绍虚拟现实技术的探索、双证融通训练试题、虚拟现实技术实践的总结等。

本书具有三个特点:第一,全面地介绍虚拟现实技术的基础知识,以理实一体化的方式讲解实例,实用性较强;第二,系统地介绍虚拟现实系统的相关技术、虚拟现实建模语言等,

教学内容先进,与时俱进,应用性较强;第三,全书结构清晰、由浅入深、循序渐进,内容简明扼要,有较强的针对性和实用性,方便教师教学与学生阅读。

本书可作为高等院校多媒体技术、数字媒体、教育技术、计算机应用等相关专业“虚拟现实技术”课程的教材或教学参考书,也可供从事虚拟现实技术研究、开发和应用的从业人员、虚拟现实爱好者学习参考。

本书在编写过程中,阅读、参考了大量国内外相关专家的书籍、博客、资料或相关课件,并从中获得了灵感和启示,引用了多家数字科技有限公司等虚拟现实企业及相关专业网站的资料,但未能在注释或参考文献中一一列出,在此特向这些参考文献的作者致歉并表示由衷的感谢!由于虚拟现实技术发展迅猛,加之编者水平所限,书中难免有疏漏之处,衷心希望广大读者以及相关专家批评指导,使本书在修订中日臻完善。书山有路勤为径,学海无涯苦作舟。愿此书能为虚拟现实技术学习提供指引。

李振华

浙江商业职业技术学院

2017年1月

图书资源支持

感谢您一直以来对清华版图书的支持和爱护。为了配合本书的使用,本书提供配套的素材,有需求的用户请到清华大学出版社主页(<http://www.tup.com.cn>)上查询和下载,也可以拨打电话或发送电子邮件咨询。

如果您在使用本书的过程中遇到了什么问题,或者有相关图书出版计划,也请您发邮件告诉我们,以便我们更好地为您服务。

我们的联系方式:

地 址: 北京海淀区双清路学研大厦 A 座 707

邮 编: 100084

电 话: 010-62770175-4604

资源下载: <http://www.tup.com.cn>

电子邮件: weijj@tup.tsinghua.edu.cn

QQ: 883604(请写明您的单位和姓名)

用微信扫一扫右边的二维码,即可关注清华大学出版社公众号“书圈”。



扫一扫

资源下载、样书申请
新书推荐、技术交流

目 录

第一部分 虚拟现实技术简介

第 1 章 虚拟现实技术概述	3
1.1 虚拟现实技术的概念	3
1.2 虚拟现实系统的组成	5
1.3 虚拟现实的关键技术	7
1.4 虚拟现实系统的分类	8
1.5 虚拟现实技术的主要研究对象	10
1.6 虚拟现实系统的研究现状与未来趋势	11

第二部分 虚拟现实技术与应用的系统介绍

第 2 章 虚拟现实系统的硬件设备	17
2.1 虚拟现实系统的输入设备	17
2.2 虚拟现实系统的输出设备	18
2.2.1 视觉感知设备	18
2.2.2 听觉感知设备	23
2.2.3 触觉(力觉)反馈设备	24
2.3 虚拟现实生成设备	26
第 3 章 虚拟现实系统的相关技术	28
3.1 立体显示技术	28
3.2 环境建模技术	30
3.3 真实感实时绘制技术	34
3.4 碰撞检测技术	36
3.5 自然交互技术	37
第 4 章 虚拟现实建模语言	39
4.1 虚拟现实建模语言简介	39
4.2 虚拟现实建模语言概述	39
4.2.1 VRML 语言结构	40
4.2.2 VRML 的空间坐标	43
4.2.3 VRML 关键技术分析	44

4.2.4	VRML 的扩展技术	47
4.2.5	VRML 开发工具及浏览器	51
第 5 章	虚拟现实图形学基础	52
5.1	计算机图形学概述	52
5.2	三维图形学基础	53
5.2.1	三维图形学中的数学基础	53
5.2.2	光照模型和面绘制算法	55
第 6 章	虚拟现实技术的相关软件	58
6.1	虚拟现实技术的建模工具软件	58
6.1.1	基于 3ds Max 三维建模方式	58
6.1.2	基于 Sketchup 的三维建模方式	62
6.2	虚拟现实技术开发工具软件	66
第 7 章	虚拟现实技术的应用与研究	71
7.1	虚拟现实技术在工业设计领域的应用与研究	71
7.2	虚拟现实技术在艺术与娱乐领域的应用与研究	73
7.3	虚拟现实技术在工程数据可视化领域的应用与研究	75
7.4	虚拟现实技术在培训教育领域的应用与研究	76

第三部分 虚拟现实技术的探索与实践

第 8 章	虚拟现实技术的实践	83
8.1	基于 Virtools 的虚拟校园项目实践	83
8.1.1	技术点睛	83
8.1.2	项目实战	85
8.2	基于 Virtools 的虚拟现实技术项目拓展实践	95
8.2.1	键盘控制虚拟角色运动的项目	95
8.2.2	虚拟装配制作的项目	95
8.3	虚拟漫游探索作品与评价方法	95
8.4	双证融通训练试题	98
8.4.1	试题 1	98
8.4.2	试题 2	100
8.4.3	试题 3	102
8.4.4	试题 4	105
8.4.5	试题 5	106
8.4.6	试题 6	107
8.4.7	小结	109

8.5 虚拟现实技术实践的总结	109
8.5.1 虚拟现实系统模型	109
8.5.2 虚拟漫游技术	110
8.5.3 虚拟现实技术与增强现实技术	110
参考文献	112

第 **一** 部分

虚拟现实技术简介

- 第1章 虚拟现实技术概述

第 1 章

虚拟现实技术概述

1.1 虚拟现实技术的概念

虚拟现实技术是一种可以创建和体验虚拟世界的计算机仿真系统,它利用计算机生成一种模拟环境,是一种多源信息融合的、交互式的三维动态视景和实体行为的系统仿真,它可使用户沉浸在该环境中。2016年被称为虚拟现实元年,游戏和影视正驱动着虚拟现实技术的发展。

虚拟现实技术产生于20世纪60年代,而“虚拟现实”这一名词是由美国VPL公司创建人拉尼尔(Jaron Lanier)在80年代初提出的,也称灵境技术或人工环境,也有人翻译为“灵境”或“幻真”。作为一项尖端科技,虚拟现实集成了计算机图形技术、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,是一种由计算机生成的高新技术模拟系统,它最早源于美国军方的作战模拟系统,90年代初逐渐为各界所关注并且在商业领域得到进一步的发展。这种技术的特点在于: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图形构成的三维数字模型,并通过编程实现一个以视觉感受为主,包括听觉、触觉的综合可感知的人工环境(也即虚拟环境,Virtual Environment,VE),从而使得人在视觉上产生一种沉浸于这个环境的感觉,人可以直接观察、操作、触摸、检测周围环境及事物的内在变化,并能与之发生“交互”作用,人和计算机很好地“融为一体”,给人一种“身临其境”的感觉。

虚拟现实是发展到一定水平的计算机技术与思维科学相结合的产物,它的出现为人类认识世界开辟了一条新途径。虚拟现实的最大的特点是:用户可以用自然方式与虚拟环境进行交互操作,改变了过去人类除了亲身经历就只能间接了解环境的模式,从而有效地扩展了自己的认知手段和领域。另外,虚拟现实不仅是一个演示媒体,而且是一个设计工具,它以视觉形式产生一个适人化的多维信息空间,为人们创建和体验虚拟世界提供了有力支持,由于虚拟现实技术的实时三维空间表现能力、人机交互式的操作环节以及给人带来的身临其境的感受,它在军事和航天领域的模拟和训练中起到了举足轻重的作用。近年来,随着计算机软硬件技术的发展以及人们越来越认识到它的重要作用,虚拟技术在各行业都得到了不同程度的发展,并且越来越显示出广阔的应用前景。虚拟战场、虚拟城市甚至“数字地球”,无一不是虚拟现实技术的应用。虚拟现实技术将使众多传统行业和产业发生革命性的改变。

虚拟现实通过多媒体技术与仿真技术相结合生成逼真的视觉、听觉和触觉一体化的虚拟环境,用户以自然的方式与虚拟环境中的客体进行体验和交互作用,从而产生身临其境的感受和体验。

通常虚拟现实的定义分为狭义和广义两种。

(1) 狭义的定义。

狭义的定义把虚拟现实看成一种具有人机交互特征的人机界面(人机交互方式),亦可以称之为“自然人机界面”。在此环境中,用户看到的是全彩色主体景象,听到的是虚拟环境中的音响,手(或)脚可以感受到虚拟环境反馈的作用力,由此使用户产生一种身临其境的感觉。亦即人是以与感受真实世界一样的(自然的)方式来感受计算机生成的虚拟世界,具有和相应真实世界里一样的感觉。这里,计算机世界既可以是超越人们所处时空之外的虚构环境,也可以是一种对现实世界的仿真(强调是由计算机生成的,能让人有身临其境感觉的虚拟图形界面)。

(2) 广义的定义。

广义的定义把虚拟现实看成对虚拟想象(三维可视化的)或真实三维世界的模拟(Simulation)。对某个特定环境真实再现后,用户通过接收和响应模拟环境的各种感官刺激,与其中虚拟的人及事物进行交互,进而有身临其境的感觉。

如果不限定真实三维世界(视觉、听觉等都是三维的),那些没有三维图形的世界,但模拟了真实世界的某些特征的系统,如网络上的聊天室、MUD(网络角色)扮演游戏等,也可称作虚拟世界或虚拟现实。

虚拟现实(Virtual Reality)是一种由计算机和电子技术创造的新世界,是一个看似真实的模拟环境,通过多种传感设备,使用户可以根据自身的感觉,使用人的自然技能对虚拟世界中的物体进行考察和操作,参与其中的事件,同时提供视、听、触等直观而又自然的实时感知,并使参与者“沉浸”于模拟环境中。尽管该环境并不真实存在,但它作为一个逼真的三维环境,仿佛就在人们周围。从 Virtual Reality 这个名字可以看出,它的英文本意是“真实世界的一个映像”,即虚拟现实中的虚拟环境。图 1.1 所示为虚拟现实技术中的虚拟操作环境。

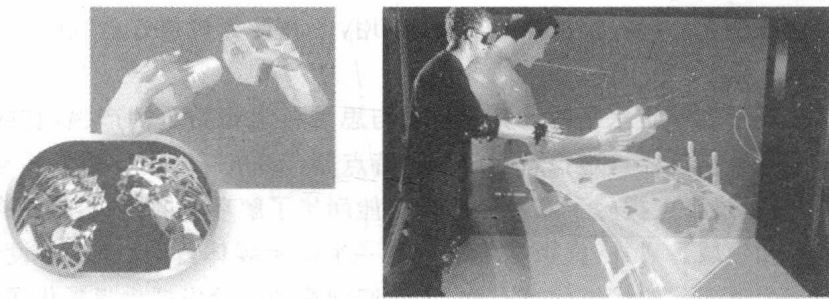


图 1.1 虚拟现实技术中的虚拟环境

综上所述,可以把虚拟现实(Virtual Reality)的概念概述为以下两个部分的含义:

① 第一部分是 Virtual: 其英文本意是表现上具有真实事物的某些属性,但本质上是虚幻的。

② 第二部分是 Reality: 其英文本意是“真实”而不是“现实”。但是当前“虚拟现实”的名称已经在中国广泛使用。

模拟环境就是由计算机生成的具有双视点、实时动态的三维立体逼真图像。逼真就是要达到三维视觉,甚至包括三维听觉、触觉及嗅觉等的逼真,而模拟环境可以是某一特定现实世界的真实实现,也可以是虚拟构想的世界。

对于涉及的几个概念说明如下:

① 感知是指立项的虚拟现实技术应该具有人所具有的感知。除了计算机图形技术所生成的视觉感知外,还有听觉、触觉、力觉、运动等感知,甚至还包括嗅觉和味觉等,也被称为多感知(Multi-Sensation)。

② 自然技能是指人的头部转动、眼睛、手势或其他人体行为动作,由计算机来处理 and 参与者的动作相适应的数据,对用户的输入(手势、口头命令等)做出实时响应,并分别反馈到用户的五官,使用户有身临其境的感觉,并成为该模拟环境中的一个内部参与者,还可以和在该环境中的其他参与者打交道。

③ 传感设备是指三维交互设备。常用的有立体头盔、数据手套、三维鼠标和数据衣等穿戴于用户身上的装置和设置于现实环境中的传感装置,如摄像机、地板压力传感器等。

VR并不是真实的世界,也不是现实,而是一种可交替更迭的环境,人们可以通过计算机的各种媒体进入该环境,并与之交互。从技术上开看,VR与各相关技术有着或多或少的相似之处(计算机图形学、仿真技术、多媒体技术、传感器技术和人工智能等),但在思想方法上,VR已经有质的飞跃。VR是一门系统性技术,它需要将所有组成部分作为一个整体去追求系统整体性能的最优。从脱离不同的应用背景来看,VR技术是把抽象、复杂的计算机数据空间表示为直观的、用户熟悉的事物,它的技术实质在于提供了一种高级的人与计算机交互的接口。

虚拟现实世界一词当前也频频出现。虚拟现实世界是由计算机及相关设备构造出来的。主要硬件有:计算机,可以是一台超级计算机,也可以使微型计算机网络系统,还可以是工作站;显示设备,有头盔显示器、双筒全方位监视器、风镜型显示器和全景大屏幕显示屏等;位置跟踪设备及其他交互设备,交互设备有数据手套和数据衣等,由它们产生信号,与计算机实现交互作用。计算机有数据库,库内存有很多图像和声音等。

1.2 虚拟现实系统的组成

虚拟现实是计算机与用户之间的一种更为理想化的人—机界面形式。与传统计算机接口相比,虚拟现实系统具有三个重要特征:沉浸感(Immersion)、交互性(Interaction)、想象力(Imagination),任何虚拟现实系统都可以用三个I来描述其特征。其中,沉浸感与交互性是决定一个系统是否属于虚拟现实系统的关键特征。图1.2所示为虚拟现实技术特征。

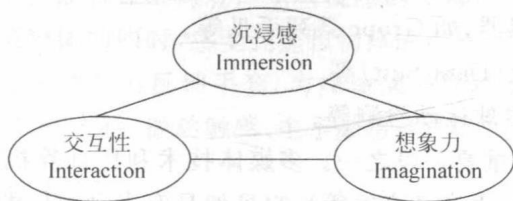


图 1.2 虚拟现实技术特征

(1) 沉浸感。

沉浸感又称临声感。虚拟现实技术是根据人类的视觉、听觉的生理心理特点,由计算机产生逼真的三维立体图像,使用者通过头盔显示器、数据手套或数据衣等交互设备,便可将自己置身于虚拟环境中,成为虚拟环境中的一员。使用者与虚拟环境中的各种对象的相互作用,就如同在现实世界中的一样。当使用者移动头部时,虚拟环境中的图像也实时地跟随变化,物体可以随着手势移动而运动,还可听到三维仿真声音。使用者在虚拟环境中,一切感觉都非常逼真,有种身临其境的感觉。

(2) 交互性。

虚拟现实系统中的人机交互是一种近乎自然的交互,使用者不仅可以利用计算机键盘、鼠标进行交互,而且能够通过特殊头盔、数据手套等传感设备进行交互。计算机能根据使用者的头、手、眼、语言及身体的运动来调整系统呈现的图像及声音。使用者通过自身的语言、身体运动或动作等自然技能,对虚拟环境中的任何对象进行观察或操作。

(3) 想象力。

由于虚拟现实系统中装有视、听、触、动觉的传感及反应装置,因此,使用者在虚拟环境中可获得视觉、听觉、触觉、动觉等多种感知,从而达到身临其境的感受。

用户通过传感装置直接对虚拟环境进行操作,并得到实时三维显示和其他反馈信息(如触觉、力觉反馈等),当系统与外部世界通过传感装置构成反馈闭环时,在用户的控制下,用户与虚拟环境间的交互可以对外部世界产生作用(如遥控操作等)。因此,虚拟现实系统具有三 I 特性,其系统基本组成主要包括检测模块、反馈模块、传感器模块、控制模块、3D 模型库和建模模块。

① 检测模块:检测用户的操作命令并通过传感器模块作用于虚拟环境。

② 反馈模块:接收来自传感器模块的信息,为用户提供实时反馈。

③ 传感器模块:一方面接收来自用户的命令,并将其作用于虚拟环境;另一方面将操作后产生的结果以各种反馈的形式提供给用户。

④ 控制模块:对传感器进行控制,使用户、虚拟环境和现实产生作用。

⑤ 3D 模型库:现实世界的三维表示,并构成相应的虚拟环境。

⑥ 建模模块:获取现实世界的三维数据,并建立它们的三维模型。

VR 传感装置的类型:

① 视觉:头盔式立体显示器(Head-Mounted Display, HMD)。例如, VPL 公司的 Eyephone,可以分为透过型和非透过型两种。

② 听觉:三维音响输出装置、定位装置。

③ 检测手动(包括位置):数据手套(Data Glove),例如, DHM(DeXterous Handmaster, 精密型数据手套)、Cyberglove(手指露出型数据手套)。

④ 力反馈:触觉传感器,如 Grope 系列手爪等。

⑤ 身体运动:数据衣(Data Suit)等。

⑥ 语音识别、合成、眼球运动检测等。

多媒体是仿真技术的重要手段之一。多媒体技术利用计算机综合组织、处理和操作多种媒体信息(如图形、图像、声音和文字等),它虽然具有多种媒体的支持,但在感知范围上却没有 VR 广泛。其表现形式也是二维的,因此,它的存在感和交互性也不如 VR 优越。目前