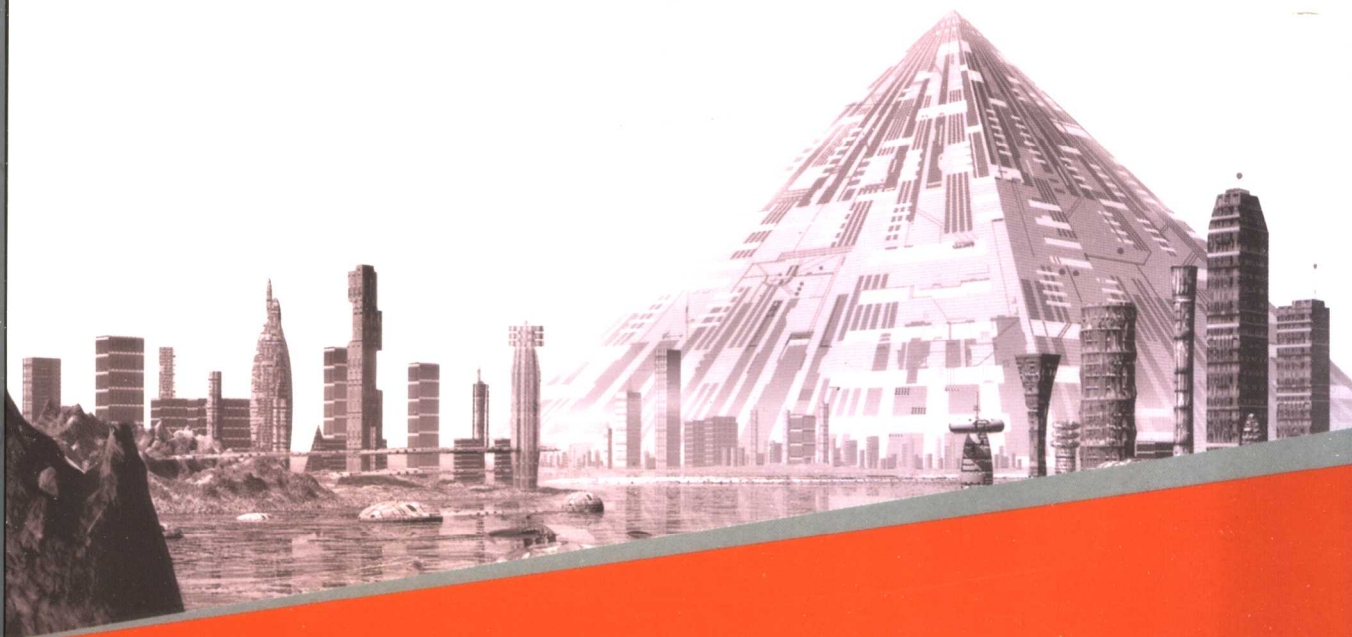



# 虚拟现实技术



XUNI XIANSHI JISHU

胡小强 编著

 北京邮电大学出版社  
www.buptpress.com



# 虚拟现实技术

胡小强 编著

北京邮电大学出版社  
·北京·

## 内 容 简 介

本书重点介绍了有关虚拟现实技术的概念、发展历程与组成、虚拟现实系统的硬件设备、虚拟现实的相关技术、虚拟现实技术系统的工具软件及在现实中的应用。全书共有七个章节,内容包括:虚拟现实技术概论、虚拟现实系统的硬件设备、虚拟现实系统的相关技术、Web3D技术与软件、虚拟现实建模语言VRML、虚拟现实技术的研究与应用。附录了VRML的关键字与域参考。本书的配套光盘内容有:虚拟现实系统相关工具软件的试用版本,相关的创作素材、浏览插件、作品实例等。

本书内容较为系统、全面,编写时本着侧重于普及、推广及应用的原则,在介绍虚拟现实技术必要理论知识的同时,还介绍了几个具有代表性虚拟现实工具软件,并采用实例进行讲解,使读者能在较短的时间内对虚拟现实技术有所了解,并能进行应用。

本书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,同时可作为高等本科院校的图形图像、电子商务、教育技术、多媒体、计算机等相关专业本科教材,也可供相关专业方向的研究生学习时参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

虚拟现实技术/胡小强编著. —北京:北京邮电大学出版社,2005  
ISBN 7-5635-0967-4

I. 虚... II. 胡... III. 虚拟技术 IV. TP391.9

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第075551号

---

书 名:虚拟现实技术

编 著:胡小强

责任编辑:周 堃 方 瑜

出版发行:北京邮电大学出版社

社 址:北京市海淀区西土城路10号(邮编:100876)

电话传真:010-62282185(发行部) 010-62283578(FAX)

电子信箱:publish@bupt.edu.cn

经 销:各地新华书店

印 刷:北京源海印刷有限责任公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:20.5

字 数:504千字

印 数:1—3000册

版 次:2005年7月第1版 2005年7月第1次印刷

---

ISBN 7-5635-0967-4/TP·145

定 价:36.00元

·如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系·

# 前 言

虚拟现实(Virtual Reality)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年代被人们注意以来,目前发展极为迅速,已应用在很多领域中。在美国一家杂志社评选影响未来的十大科技水平时,Internet位居第一,虚拟现实技术名列第二。

虚拟现实技术是一系列高新技术的汇集,这些技术包括计算机技术、计算机图形学、传感技术、人体工程学、人机交互理论、多媒体技术等。虚拟现实技术是对这些技术更高层次的集成与渗透。虚拟现实技术、理论分析、科学实验,已成为人类探索客观世界规律的三大手段。据权威人士断言,虚拟现实技术将是21世纪信息技术的代表,可见其重要性。

虚拟现实技术的应用较为广泛,从军事到民用领域,已有很多的应用系统,并且已经在多个领域中发挥重要的作用。在医学、工业、商业、娱乐业、教育领域都有极大的发展潜力,在以后的几年中,发展将会更为迅速。虚拟现实技术的出现必将对我们的生活、工作带来巨大的冲击,是一项值得关注的重要技术。

尽管如此,现在的虚拟现实技术就像当初问世的电脑、互联网络一样,并不为大家所熟悉,也没有引起人们足够关注,甚至连计算机相关专业人员也了解甚少,国内、国外相关的书籍和资料寥寥无几,业界也重视不足,并且我国虚拟现实技术水平与国外相比有较大的差距。所以,我觉得很有必要加强这一技术方面的教育,在相关专业应用领域、在高等教育领域中,增加虚拟现实技术相关的内容,以吸引更多的人了解它、关注它、研究它、应用它,以推动我国虚拟现实技术的发展。

在本书的编写中主要侧重于虚拟现实技术的应用,书中介绍了虚拟现实技术的基本概念、基础理论、虚拟现实系统的硬件设备、虚拟现实中的相关技术、应用状况等,并介绍了几个基于桌面型虚拟现实技术的实用工具软件。

在编写过程中,得到况扬、赵自明、杨国琴、杜欢桐等同志的大力帮助,在此衷心表示感谢。特别感谢汪艳同志承担了大量的文稿录入与修改工作。

由于目前虚拟现实技术发展极为迅速,且很多相关的技术标准尚未完善,有关虚拟现实技术的资料极少,加之作者水平有限,时间仓促,书中有错漏之处,恳请读者批评指正。

胡小强

2005年3月

# 目 录

## 第 1 章 虚拟现实技术概论

1.1 虚拟现实技术基本概念 .....	2
1.1.1 虚拟现实技术的概述 .....	2
1.1.2 虚拟现实技术的发展历程 .....	3
1.1.3 虚拟现实系统的组成 .....	6
1.2 虚拟现实技术的特征 .....	7
1.2.1 沉浸性 .....	7
1.2.2 交互性 .....	9
1.2.3 想象性 .....	9
1.3 虚拟现实系统分类 .....	10
1.3.1 沉浸式虚拟现实系统 .....	10
1.3.2 桌面式虚拟现实系统 .....	11
1.3.3 增强式虚拟现实系统 .....	12
1.3.4 分布式虚拟现实系统 .....	14
1.4 虚拟现实中的因素 .....	15
1.4.1 人的视觉 .....	16
1.4.2 人的耳朵 .....	18
1.4.3 身体感觉 .....	20
1.4.4 健康与安全问题 .....	22
1.5 虚拟现实技术与其他学科技术 .....	23
1.5.1 计算机图形学 .....	23
1.5.2 多媒体技术 .....	25
1.5.3 虚拟现实技术与多媒体技术、仿真技术、图形学 .....	26
1.6 虚拟现实技术的实现意义与影响 .....	27
思考题 .....	29

## 第 2 章 虚拟现实系统的硬件设备

2.1 虚拟现实系统的输入设备 .....	30
2.1.1 基于自然的交互设备 .....	30
2.1.2 三维定位跟踪设备 .....	37

2.2 虚拟世界输出设备	45
2.2.1 视觉感知设备	46
2.2.2 听觉感知设备	57
2.2.3 触觉(力觉)反馈设备	58
2.3 虚拟世界生成设备	66
2.3.1 基于 PC 机的 VR 系统	67
2.3.2 基于图形工作站的 VR 系统	69
2.3.3 高度并行的 VR 系统	71
2.3.4 基于分布式结构的 VR 系统	72
思考题	73

### 第 3 章 虚拟现实系统的相关技术

3.1 立体显示技术	74
3.1.1 彩色眼镜法	75
3.1.2 偏振光眼镜法	75
3.1.3 串行式立体显示法	76
3.1.4 裸眼立体显示实现技术	77
3.2 环境建模技术	78
3.2.1 几何建模技术	79
3.2.2 物理建模技术	80
3.2.3 行为建模技术	81
3.2.4 听觉的建模技术	82
3.3 真实感实时绘制技术	83
3.3.1 真实感绘制技术	83
3.3.2 基于几何图形的实时绘制技术	84
3.3.3 基于图像的实时绘制技术	87
3.4 三维虚拟声音的实现技术	88
3.4.1 三维虚拟声音的概念与作用	88
3.4.2 三维虚拟声音的特征	89
3.4.3 语音识别技术	90
3.4.4 语音合成技术	90
3.5 自然交互与传感技术	91
3.5.1 手势识别	92
3.5.2 面部表情识别	93
3.5.3 眼动跟踪	95
3.5.4 触觉(力觉)反馈传感技术	95
3.6 实时碰撞检测技术	96
3.6.1 碰撞检测的要求	97
3.6.2 碰撞检测的实现方法	97
思考题	98

## 第4章 虚拟现实技术的相关软件

4.1 虚拟现实技术的建模工具软件	99
4.1.1 3DS MAX	99
4.1.2 MultiGen Creator 系列	111
4.2 虚拟现实技术开发工具软件	117
4.2.1 虚拟世界工具箱	117
4.2.2 VEGA 系列	123
思考题	136

## 第5章 Web3D 技术与软件

5.1 Web3D 技术概述	137
5.1.1 发展过程	137
5.1.2 Web 技术的特点	140
5.2 全景技术	142
5.2.1 全景技术概述	143
5.2.2 全景图制作前期拍摄	148
5.2.3 全景图后期制作	152
5.3 Cult3D 技术	157
5.3.1 Cult3D 概述	157
5.3.2 Cult3D 的工作流程	158
5.3.3 Cult3D 窗口简介	159
5.3.4 Cult3D 制作实例	167
5.3.5 Cult3D 应用展示	179
5.4 基于 Web 的其他技术	183
5.4.1 Virtools	183
5.4.2 Java3D	184
5.4.3 Viewpoint	185
5.4.4 Atmosphere	186
5.4.5 Shockwave	186
5.4.6 EON Studio	187
5.4.7 Rocket3D Studio	188
5.5 Web3D 技术应用与发展	189
5.5.1 Web3D 技术应用中的问题	189
5.5.2 Web3D 技术的应用方向	190
思考题	191

## 第6章 VRML 虚拟现实建模语言

6.1 VRML 语言概述 .....	192
6.1.1 VRML 的特点 .....	192
6.1.2 VRML 的发展前景 .....	193
6.2 VRML 场景的编辑与浏览 .....	194
6.2.1 VRML 的编辑器 .....	194
6.2.2 VRML 场景的浏览器 .....	197
6.3 VRML 文件特点 .....	204
6.3.1 VRML 文件的语法与结构 .....	204
6.3.2 VRML 节点 .....	205
6.4 创建基本几何造型 .....	209
6.4.1 外形节点 Shape 的使用 .....	209
6.4.2 构建虚拟场景的几何造型 geometry 域 .....	210
6.4.3 设置虚拟对象的外观和材质 .....	210
6.4.4 创建基本几何造型 .....	211
6.4.5 添加文本造型 .....	215
6.4.6 点、线、面的构建 .....	217
6.5 虚拟造型中的群节点 .....	227
6.5.1 虚拟对象的空间坐标变换 .....	227
6.5.2 编组节点的使用 .....	230
6.5.3 调用其他节点 .....	230
6.5.4 LOD 细节层次节点 .....	231
6.5.5 Anchor 锚节点 .....	233
6.6 构建虚拟现实的环境 .....	235
6.6.1 在虚拟场景添加背景 .....	235
6.6.2 为造型添加纹理 .....	237
6.6.3 虚拟环境中添加光照 .....	240
6.6.4 虚拟环境中添加声音 .....	246
6.6.5 虚拟环境中视点变换 .....	252
6.7 动画效果的实现 .....	255
6.7.1 时间传感器节点的使用 .....	255
6.7.2 利用插补器构造动画 .....	256
6.8 虚拟对象交互功能的实现 .....	260
6.8.1 触摸型检测器的使用 .....	260
6.8.2 感知型检测器的使用 .....	266
6.9 VRML 通用接口 .....	270



6.9.1 Script 脚本节点 .....	271
6.9.2 VRML 与网络 .....	274
6.9.3 VRML 与 Cult 3D .....	276
6.9.4 VRML 与 Office .....	277
6.10 VRML 与 3DSMAX .....	277
6.10.1 3DSMAX 的场景导出 .....	277
6.10.2 在 3DSMAX 中插入节点 .....	278
6.11 VRML 程序的优化 .....	281
6.11.1 文件容量的优化 .....	281
6.11.2 提高渲染速度 .....	283
思考题 .....	285
<b>第 7 章 虚拟现实技术的研究与应用</b>	
7.1 虚拟现实技术的研究现状 .....	286
7.1.1 国外的研究状况 .....	286
7.1.2 我国的研究状况 .....	288
7.2 虚拟现实技术的应用现状 .....	289
7.2.1 军事与航空航天 .....	289
7.2.2 科学可视化 .....	292
7.2.3 教育与培训 .....	294
7.2.4 建筑设计与城市规划 .....	297
7.2.5 娱乐、文化艺术领域 .....	299
7.2.6 商业领域 .....	301
7.2.7 工业应用 .....	303
7.2.8 医学领域 .....	305
7.3 虚拟现实技术的存在问题及发展方向 .....	306
7.3.1 目前存在的问题 .....	306
7.3.2 今后的研究方向 .....	307
思考题 .....	308
附录 A VRML 的关键字 .....	309
附录 B 域参考 .....	309
参考网站 .....	314
参考文献 .....	315

# 第 1 章 虚拟现实技术概论

近年来,随着科技的发展、人类的进步,我们进入到一个新的信息时代,数字化信息技术给我们的生活带来了巨大的变化。众所周知,计算机已成为信息时代信息处理的主要工具,成为人类与信息空间交流的主要通道。而在这其中,人机交互的界面是一个主要的障碍,特别是非计算机专业人员如何来克服这个障碍,轻松自如地操作计算机,应对信息时代的挑战,是近几年研究的一项热门课题。

从计算机发明到现在,人机界面主要还是通过窗口,基于键盘、鼠标的 WIMP (Windows、Icon、Menu、Pointing Device) 模式,这种模式是间接的、非直觉的、有限的,这极大地影响了用户对计算机的使用,甚至影响到人们的工作与生活。

如今每天面对着大量的信息资讯,如何智能处理和高效利用这些来自于客观世界的海量信息?如何扩展人类的感知通道,提高人类对跨越时空事物和复杂动态事件的感知能力,实现人与信息空间的自然、和谐的交互?这些都已渐渐成为人类面临的一个新挑战,而虚拟现实技术是解决这个挑战最有效的方法途径,如图 1-1 所示。

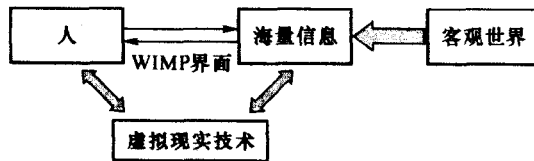


图 1-1 信息社会中虚拟现实技术的应用

目前,虚拟现实技术已成为计算机相关领域中继多媒体技术、Internet 网络技术之后关注及研究、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。虚拟现实从英文“Virtual Reality”一词翻译过来,“Virtual”的含义即这个世界或环境是虚拟的,不是真实的,是由计算机生成的,存在于计算机内部的世界,“Reality”的含义是现实的世界或现实的环境,这里的“现实”实际上是泛指在物理意义上或功能上存在于世界的任何事物与环境,它可以是客观存在的,也可以是在客观世界难以实现或根本无法实现的,把两者结合起来就称为虚拟现实,也就是说本来不存在的事物和环境,通过各种技术虚拟出来,感觉到如同处在真实世界的一样。

虚拟现实技术,又称“灵境技术”、“虚拟环境”、“赛伯空间”等,这项技术原来是美国军方开发研究出来的一项计算机技术,主要用于军事上的仿真,一直到 20 世纪 80 年代末,虚拟现实技术才开始作为一个较完整的体系而受到人们的极大关注。它是 20 世纪以来科学技术进步的结晶,集中体现了计算机技术、计算机图形学、传感技术、人体工程学、人机交互理论等多个领域的最新成果。它以计算机技术为主,利用计算机等设备来产生一个看起来像

真的,听起来像真的,摸起来像真的三维虚拟世界,这个虚拟世界是人工建造的,存在于计算机内部的环境。在这个虚拟世界中,能实时产生与真实世界相同的感受,使人人与虚拟世界融为一体,人们可以直接观察周围世界及物体的内在变化,与虚拟世界中的物体之间进行自然的交互(包括感知环境并干预环境)。

虚拟现实技术的发展与普及,对我们有十分重大的意义。它改变了过去人与计算机之间枯燥、生硬、被动的交流方式,使人机之间的交互变得更加人性化,为人机交互界面开创了新的研究领域,为智能工程的应用提供了新的界面平台,为各类工程的大规模数据可视化提供了新的描述方法,也同时改变了人们的工作方式和生活方式,改变了人们的思想观念。虚拟现实技术已成为一门艺术,是一种文化,深入我们的生活中。据有关权威人士断言,在21世纪,人类将进入虚拟现实的科技新时代,虚拟现实技术将是信息技术的代表,与多媒体技术、网络技术并称为三大前景最好的计算机技术。同时,虚拟现实技术、理论分析、科学实验也已成为人类探索客观世界规律的三大手段。

## 1.1 虚拟现实技术基本概念

### 1.1.1 虚拟现实技术的概述

关于虚拟现实技术,现在一般有几种不同的定义,主要分为狭义和广义两种。所谓狭义的,被认为是一种先进的人机界面(人机交互方式),在这种情况下,虚拟现实技术被称之为“基于自然的人机界面”,在此环境中,用户看到的是彩色的、立体的景象,听到的是虚拟环境中的声响,手、脚等可以感受到虚拟环境反馈给他的作用力,由此使用户产生一种身临其境的感觉。换言之,人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,具有与在真实世界中一样的感觉。广义的,即对虚拟想象(三维可视化的)或真实三维世界的模拟。它不仅仅是一种界面,更主要的部分是内部的模拟。人机交互界面采用虚拟现实的方式界面,对某个特定环境真实再现后,用户通过自然的方式接受和响应模拟环境的各种感官刺激,与虚拟世界中的人及物体进行思想和行为等方面的交流,使用户产生身临其境的感觉。

虚拟现实系统产生的虚拟世界不同于一般的虚拟世界,虚拟现实产生的虚拟世界可以称作“三维的、由计算机生成的、存在于计算机内部的虚拟世界”,这个世界或环境是人工构造的,是存在于计算机内部的。这种虚拟的世界,通常有两种情况。一种情况是真实世界的再现。如文物保护中真实建筑物的虚拟重建。这种真实建筑物可能是已经建好的,或是已经设计好但尚未建成的,也可能是原来完好的,现在被破坏了的。另一种情况是完全虚拟的人造世界。如在虚拟风洞中,借助可视化技术构造的虚拟风洞世界或在三维动画设计中形成的,人工构造的虚拟世界。如果涉及界面,则称之为“具有虚拟现实界面的由计算机生成的三维虚拟世界”。而一般虚拟世界的定义,也就成了“使人有参与感、可与之交互的非真实的世界”,这种世界并不一定是由计算机生成的,人的参与感、沉浸性也不一定要像虚拟现实系统那样强烈。

综上所述,虚拟现实技术的定义可以归纳如下:虚拟现实技术是指采用以计算机技术为核心的现代高科技生成逼真的视、听、触觉等一体化的虚拟环境,用户借助必要的设备以

自然的方式与虚拟世界中的物体进行交互,相互影响,从而产生亲临真实环境的感受和体验。这里所谓虚拟环境指计算机生成的具有色彩鲜明的立体图形,它可以是某一特定现实世界的真实体现,也可以是纯粹构想的虚拟世界。必要的设备指包括立体头盔式显示器、数据手套、数据衣等穿戴于用户身上的设备和设置于现实环境中的传感设备(不直接穿戴在身上)。自然交互是指用日常使用的方式对虚拟环境内的物体进行操作并得到实时立体反馈,如手的移动、头的转动、人的走动等。

从虚拟现实技术的相关概念可以看出,在人机交互的方面有了很大的改进:

### 1. 人机接口形式的改进

传统的计算机常规交互使用计算机屏幕、键盘、鼠标、打印机等接口设备,这些设备很好地完成了各类数据和多媒体信息的交互,但这类设备是面向计算机的。而在虚拟现实系统中,采用头盔式显示器、数据手套、空间跟踪设备,通过这些设备,人可以利用自己的视觉、听觉、力觉等来感知环境,用自然的方式实现与环境互动。这些设备不是特别为计算机设计的,而是专门为人设计的。这也是虚拟现实技术中最有特色的内容,充分体现了计算机人机接口的新方向。

### 2. 人机接口内容的改进

计算机从 20 世纪 40 年代发明以来,最早的应用就是数值计算。当时,计算机和用户的交互内容是与计算有关的数值。此后,计算机扩大到处理数值、字符串、文本等各类数据。近年来,计算机更扩大到处理图像、图形、声音、语言等多种媒体的信息。虚拟现实系统中,由计算机提供的不是“数据”、“信息”,而是“环境”,以环境为计算机处理的对象和人机交互的内容。人机交互内容的改进,开拓了计算机应用的新思路、体现了计算机应用的新方向。

### 3. 人机接口效果的改进

虚拟现实系统中,用户通过基于自然的特殊设备,得到逼真的感知效果,使人产生身临其境的感觉,好像人置身于真实世界中的一样,这也就大大改进了人机交互的效果,同时也体现了人机交互的一个发展要求。

由于虚拟现实技术产生的具有交互作用的虚拟世界,使得人机交互界面更加形象和逼真,激发了人们对虚拟现实技术的兴趣。近十年来,国内外对虚拟现实技术的应用较广泛,在军事与航空航天、科技开发、商业、医疗、教育、娱乐等多个领域也得到越来越广泛的应用,并取得了巨大的经济效益与社会效益。正是因为虚拟现实技术是一个发展前景非常广阔的新技术,人们对它的应用前景充满了憧憬。

## 1.1.2 虚拟现实技术的发展历程

虚拟现实技术像大多数技术一样,不是突然出现的,它经过军事、企业界及学术实验室长时间研制开发后才进入民用领域。虽然它在 20 世纪 80 年代后期被世人关注,但早在 20 世纪 50 年代中期就有人提出这一构想:计算机刚在美国、英国的一些大学相继出现,电子技术还处于以真空电子管为基础的时候,美国的 Morton Heilig 就成功地利用电影技术,通过“拱廊体验”让观众经历了一次沿着美国曼哈顿的想象之旅。但由于当时各方面的条件制约,如缺乏相应的技术支持、没有合适的传播载体、硬件处理设备缺乏等原因,虚拟现实技术没有得到很大的发展,直到 20 世纪 80 年代末,随着计算机技术的高速发展及互联网技术的普及,才使虚拟现实技术得到广泛的应用。

虚拟现实技术的发展大致分为三个阶段:从 20 世纪的 50 年代到 70 年代,是虚拟现实技术的探索阶段;80 年代初期到 80 年代中期,是虚拟现实技术系统化,从实验室走向实用的阶段;80 年代末期到本世纪初期,是虚拟现实技术高速发展的阶段。



图 1-2 Sensorama 立体电影系统

1962 年,美国电影摄影师 Morton Heilig 研制出一套称为 Sensorama 的立体电影系统,如图 1-2 所示,这是一套只能供一个人观看,具有多种感官刺激的立体显示设备,它是模拟电子技术在娱乐方面的具体应用。在观看时,它生成立体的图像、立体的声音效果,并产生不同的气味,座位也能根据剧情的变化产生摇摆或振动,还能感觉到有风在吹动。在当时,这套设备非常先进,但观众只能观看,而不能改变所看到的和所感受到的世界,也就是说无交互操作功能。

1965 年,计算机图形学的奠基者美国科学家 Ivan Sutherland 博士在一篇名为“*The Ultimate Display(终极的显示)*”的论文中,首次提出了一种全新的、富有挑战性的图形显示技术,即能否不通过计算机屏幕这个窗口来观看计算机生成的虚拟世界,而是使观察者直接沉浸在计算机生成的虚拟世界之中,就像我们生活在客观世界中一样:随着观察者随意地转动头部与身体(即改变视点),他所看到场景(即由计算机生成的虚拟世界)就会随之发生变化,同时,他还可以用手、脚等部位以自然的方式与虚拟世界进行交互,虚拟世界会产生相应的反应,从而使观察者有一种身临其境的感觉。这一理论后来被公认在虚拟现实技术中起着里程碑的作用,所以我们称 Ivan Sutherland 既是“计算机图形学”之父,也是“虚拟现实技术”之父。

在随后几年中,Ivan Sutherland 在麻省理工学院(MIT)开始头盔式显示器(HMD)的研制工作,人们戴上这个头盔式显示器就会产生身临其境的感觉。在 1968 年,Ivan Sutherland 使用两个可以戴在眼睛上的阴极射线管(CRT)研制出了第一个头盔式显示器,并发表了“*A Head-Mounted 3D Display*”的论文,对头盔式显示器装置的设计要求、构造原理进行了深入的分析,并描绘出这个装置的设计原型,成为三维立体显示技术的奠基性成果。在第一个 HMD 的样机完成后不久,研制者们又反复研究,在此基础上把能够模拟力量和触觉的力反馈装置加入到这个系统中,并于 1970 年研制出了一个功能较齐全的头盔式显示器系统,如图 1-3 所示。

基于 20 世纪 60 年代以来所取得的一系列成就,美国的 VPL 公司的创始人 Jaron Lanier 在 20 世纪 80 年代初正式提出了“*Virtual Reality*”一词。当时,研究此项技术的目的是提供一种比传统计算机模拟更好的方法。

进入 20 世纪 80 年代,美国宇航局(NASA)及美国国防部组织了一系列有关虚拟现实技术的研究,并取得了令人瞩目的研究成果,从而引起了人们对虚拟现实技术的广泛关注。1984 年,NASA Ames 研究中心虚拟行星探测实验室的 M. McGreevy 和 J. Humphries 博士组织开发了用于火星探测的虚拟世界视觉显示器,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世界。在随后的虚拟交互世界工作站(VIEW)项目中,他们又开发了通用多传感个人仿真器和遥控设备。



图 1-3 虚拟现实技术之父 Ivan Sutherland 与他设计的头盔式显示器

1993 年的 11 月,宇航员利用虚拟现实系统的训练成功地完成了从航天飞机的运输舱内取出新的望远镜面板的工作,波音公司在由数百台工作站组成的虚拟世界中,用虚拟现实技术设计出由 300 万个零件组成的波音 777 飞机。

1996 年 10 月 31 日,世界第一个虚拟现实技术博览会在伦敦开幕。全世界的人们可以通过因特网坐在家中参观这个没有场地、没有工作人员、没有真实展品的虚拟博览会。这个博览会是由英国虚拟现实技术公司和英国《每日电讯》电子版联合举办的。人们首先通过电话线将电脑与因特网相连,输入博览会的网址,即可进入展厅和会场等地,而且全部是立体图像。展厅内有大量的展台,人们可从不同角度和距离观看展台和展品。如果用鼠标点一下展台上人物的照片,这个人物便会“活”起来,甚至向你做一番介绍;如果你在参观中看到一扇门,你只要用鼠标点击一下门上的把手就可以将门打开,并把你带到另一个房间。

1996 年 12 月,世界第一个虚拟现实环球网在英国投入运行。这样,因特网用户便可以在一个由立体虚拟现实世界组成的网络中遨游,身临其境般地欣赏各地风光、参观博览会和到大学课堂听讲座等等。输入世界最大的虚拟现实技术软件公司之一英国“超景”公司的网址之后,电脑屏上将出现“超级城市”的立体图像,并可看到其中散步的人们。用户可从“市中心”出发参观虚拟超级市场、游艺室、图书馆和大学等地。如果遇到解说员,只需用鼠标在其像片上点一下,他就会用文字或声音向用户介绍有关情况。

进入 20 世纪 90 年代后,迅速发展的计算机硬件技术与不断改进的计算机软件系统极大地推动了虚拟现实技术的发展,使得基于大型数据集合的声音和图像的实时动画制作成为可能,人机交互系统的设计不断创新,很多新颖、实用的输入输出设备不断地出现在市场上,而这些都为虚拟现实系统的发展打下了良好的基础。

英国“超景”公司总裁在新闻发布会上说,虚拟现实技术的问世,是“因特网继纯文字信息时代之后的又一次飞跃,其应用前景不可估量”。随着因特网传输速度的加快,虚拟现实技术也趋于成熟。因此,虚拟现实全球网的问世已是大势所趋。这种网络将广泛地应用于工程设计、教育、医疗、军事演习、娱乐等领域。普通百姓生活在虚拟现实技术时代的日子即将到来。

### 1.1.3 虚拟现实系统的组成

一个典型的虚拟现实系统主要由计算机、输入输出设备、应用软件系统和数据库等组成,其模型如图 1-4 所示。

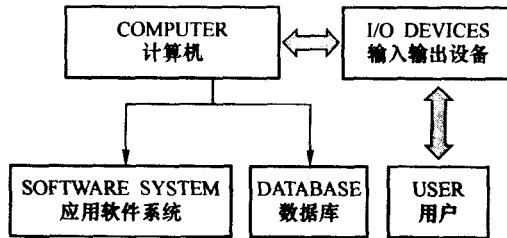


图 1-4 虚拟现实系统

#### 1. 计算机

在虚拟现实系统中,计算机是系统的核心,有人也称之为虚拟世界的发动机。它负责虚拟世界的生成、人与虚拟世界的自然交互等功能的实现。由于所生成的虚拟世界本身具有高度复杂性,尤其在大规模复杂场景中,生成虚拟世界所需的计算量极为巨大,因此对虚拟现实技术系统中的计算机配置提出了极高的要求。通常可分为基于高性能个人计算机、基于高性能图形工作站、高度并行的计算机及基于分布式结构计算机系统等。

#### 2. 输入与输出设备

在虚拟现实系统中,用户与虚拟世界之间要实现自然的交互,这必须采用特殊的输入与输出设备,用以识别用户各种形式的输入,并实时生成相应反馈信息。常用的设备有用于手势输入的数据手套,用于语音交互的三维声音系统等。

#### 3. 虚拟现实系统的应用软件

在虚拟现实系统中,应用软件完成的功能有:虚拟世界中物体的几何模型、物理模型、运动模型的建立;三维虚拟立体声的生成;模型管理技术及实时显示技术、虚拟世界数据库的建立与管理等。

#### 4. 数据库

虚拟世界数据库主要存放的是整个虚拟世界中所有物体的各方面信息。在虚拟世界中含有大量的物体,在数据库中就需要有相应的模型。如在显示图像前,需要有描述虚拟环境的三维数据库支持。

图 1-5 所示是基于头盔式显示器的典型虚拟现实系统,由计算机、头盔式显示器、数据手套、力反馈装置、话筒、耳机等设备组成。该系统首先由计算机生成一个虚拟世界,由头盔式显示器输出一个立体的显示,用户可以采用头的转动、手的移动、语音等与虚拟世界进行自然交互,计算机能根据用户输入的各种信息实时进行计算,即对交互行为进行反馈,由头盔式显示器更新相应的场景显示,由耳机输出虚拟立体声音、由力反馈装置产生触觉(力觉)反馈。

虚拟现实系统应用最多的专用设备是头盔式立体显示器和数据手套。但是把使用这些专用设备作为虚拟现实系统的标志还不十分准确,虚拟现实技术是在计算机应用(特别是计算机图形学方面)和人机交互方面开创的全新的学科领域,当前在这一领域我们的研究还处于初步,头盔式立体显示器和数据手套等设备只是当前已经实现虚拟现实技术的一部分虚

拟显示设备,虚拟现实技术所涉及的范围还很广泛,远不止这几种设备。



图 1-5 基于头盔式显示器的典型虚拟现实系统

## 1.2 虚拟现实技术的特征

虚拟现实系统提供了一种先进的人机界面,它通过为用户提供视觉、听觉、触觉等多种直观而自然的实时感知交互的方法与手段,最大程度地方便了用户的操作,从而减轻了用户的负担、提高了系统的工作效率,其效率主要由系统的沉浸程度与交互程度来决定。美国科学家 Burdea G. 和 Philippe Coiffet 在 1993 年世界电子年会上发表了一篇题为“Virtual Reality System and Applications”的文章,在该文中提出一个“虚拟现实技术的三角形”,它表示出虚拟现实技术具有的三个突出特征:沉浸性(Immersion)、交互性(Interactivity)和想象性(Imagination),如图 1-6 所示。

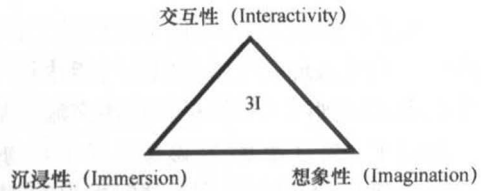


图 1-6 虚拟现实技术的三个特性

### 1.2.1 沉浸性

沉浸性又称浸入性,是指用户感觉到好像完全置身于虚拟世界之中一样,被虚拟世界所包围。虚拟现实技术的主要技术特征就是让用户觉得自己是计算机系统所创建的虚拟世界的一部分,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。比较理想的虚拟世界可以达到使用户难以分辨真假的程度,甚至超越真实,实现比现实更逼真的照明和音响等效果。

虚拟现实的沉浸性来源于对虚拟世界的多感知性,除了我们常见的视觉感知、听觉感知外,还有力觉感知、触觉感知、运动感知、味觉感知、嗅觉感知、身体感觉等。从理论上来说,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。



## 1. 视觉沉浸

视觉通道是给人的视觉系统提供图形显示。为了提供给用户身临其境的逼真感觉,视觉通道应该满足一些要求:显示的像素应该足够小,使人不至于感觉到像素的不连续;显示更新的频率应该足够高,使人不至于感觉到画面的不连续;要提供具有双目视差的图形,形成立体视觉;要有足够大的视场,理想情况是显示的画面充满整个视场。

虚拟现实系统向用户提供虚拟世界真实的、直观的三维立体视图,并直接接受用户控制。在虚拟现实系统中,产生视觉方面的沉浸性是十分重要的,视觉沉浸性的建立依赖于用户与合成图像的集成,虚拟现实系统必须向用户提供立体三维效果及较宽的视野,同时随着人的运动,输出的场景也随之实时地改变。较理想的视觉沉浸环境是在洞穴式显示设备(CAVE)中,采用多面立体投影系统可得到较强的视觉效果。另外,可将此系统与真实世界隔离,避免受到外面真实世界的影响,用户可获得完全沉浸于虚拟世界的感觉。

## 2. 听觉沉浸

声音通道是除视觉外的另一个重要感觉通道,如果在虚拟现实系统加入与视觉同步的声音效果作为补充,在很大程度上可提高虚拟现实系统的沉浸效果。在虚拟现实系统中,主要让用户感觉到的是三维虚拟声音,这与普通立体声有所不同,普通立体声可使人感觉声音来自于某个平面,而三维虚拟声音可使听者能感觉到声音来自于围绕双耳的一个球形中的任何位置。它可以模拟大范围的声音效果,如闪电、雷鸣、波浪声等自然现象的声音,在沉浸式三维虚拟世界中,两个物体碰撞时,也会出现碰撞的声音,并且用户根据声音能准确判断出声源的位置。

## 3. 触觉沉浸

在虚拟现实系统中,我们可以借助于各种特殊的交互设备,使用户能体验抓、握等操作的感觉。当然从现在技术来说不可能达到与真实世界完全相同的触觉沉浸,将来也不可能,除非技术发展到同人脑能进行直接交流。基于目前的技术水平,我们主要侧重于力反馈方面。如使用充气式手套,在虚拟世界中与物体相接触时,能产生与真实世界相同的感觉,如用户在打球时,不仅能听到拍球时发出的“嘭嘭”声,还能感受到球对手的反作用力,即手上感到有一种受压迫的感觉。

## 4. 嗅觉沉浸

有关嗅觉的模拟的开发是最近几年的一个课题,在日本最新开发出一种嗅觉模拟器,只要把虚拟空间中的水果放到鼻尖上一闻,装置就会在鼻尖处释放出水果的香味。其基本原理是这一装置的使用者先把能放出香味的环状的嗅觉提示装置套在手上,头上戴着图像显示器,就可以看到虚拟空间的事物。如果看到苹果和香蕉等水果,用指尖把显示器拉到鼻尖上,位置感知装置就会检测出显示器和环状嗅觉提示装置接近。环状装置里装着八个小瓶,分别盛着八种水果的香料,一旦显示器接近,气泵就会根据显示器上的水果形象释放特定的香味,让人闻到水果的飘香。

虽然这些设备还不是很成熟,但对于虚拟现实技术来说,是在嗅觉研究领域的一个突破。

## 5. 身体感觉沉浸、味觉沉浸等

在虚拟现实系统中,除了需要实现以上的各种感觉沉浸外,还有身体的各种感觉、味觉感觉等,但基于现在的科技水平,人们对这些沉浸性的形成的机理知之较少,还处于初级程度,有待进一步研究与开发。