

全国高等院校“十五”计算机规划教材
现代高职高专信息技术教材（1）

虚拟现实 技术

申蔚 夏立文 编著

中国高等职业教育研究会
全国高等学校计算机基础教育研究会高职高专专业委员会
组编推荐



北京希望电子出版社
Beijing Hope Electronic Press
www.bhp.com.cn

全国高等院校“十五”计算机规划教材
现代高职高专信息技术教材（1）

虚拟现实 技术

申蔚 夏立文 编著

中国高等职业教育研究会
全国高等学校计算机基础教育研究会
高职高专专业委员会

组编推荐



北京希望电子出版社
Beijing Hope Electronic Press
www.bhp.com.cn

内 容 简 介

本书是全国教育科学“九五”规划重点研究项目成果教材,体现全新高职高专教育教学理念、当今IT专业领域主流技术和技能,是新时代首选教材系列,是“现代高职高专信息技术教材”丛书中的一本。

本书由7章和3个附录构成,内容包括:虚拟现实技术概论,实现VR系统的三维交互设备,实现VR系统的相关技术与软件,虚拟现实的制作工具3DS MAX,虚拟现实建模语言VRML,虚拟现实开发工具Superscape VRT,交互式虚拟现实设计实例,附录A:Superscape VRT中的属性列表,附录B:Superscape VRT中材质的应用分类,附录C:Superscape VRT材质纹理的特殊处理。虚拟现实是一门融合数字图像处理、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种学科而发展起来的计算机领域的高新技术。

本书内容新颖、知识涵盖面广。突出面向实践、重在应用的特点,在阐述虚拟现实技术理论知识的基础上,以大量的典型实例贯穿全书,使读者能够在较短的时间里逐步地了解、认识、掌握虚拟现实技术,并最终达到熟练运用VR开发工具制作三维交互的、效果逼真的虚拟现实场景的能力。本书配有大量的课后习题和实验,以及包含所有实例程序代码、制作结果的光盘,既便于老师教学,也便于学生自学。

本书不但是全国高职高专以及各类大专院校计算机专业学生的教材,对于行业、企业工程技术人员和从事虚拟现实技术的从业人员与爱好者也有重要的参考价值。

本CD内容为书中范例及效果图。

系 列 书 名 : 现代高职高专信息技术教材(1)

书 名 : 虚拟现实技术

文 本 著 者 : 申蔚 夏立文 编著

CD 制 作 者 : 希望多媒体开发中心

CD 测 试 者 : 希望多媒体测试部

责 任 编 辑 : 王玉玲

出 版、发 行 者 : 北京希望电子出版社

地 址 : 北京市海淀区知春路甲63号卫星大厦三层 100080

网 址 : www.bhp.com.cn

E-mail: lxr@bhp.com.cn

电 话 : 010-62520290,62521724,62528991,62630301,62524940,62521921,82610344 (发行)
010-82675588-202 (门市) 010-82675588-501,82675588-201 (编辑部)

经 销 : 各地新华书店、软件连锁店

排 版 : 希望图书输出中心 邓蛟龙

CD 印 刷 者 : 北京中新联光盘有限责任公司

文 本 印 刷 者 : 北京东升印刷厂

开 本 / 规 格 : 787毫米×1092毫米 16开本 14.5印张 320千字

版 次 / 印 次 : 2002年9月第1版 2002年9月第1次印刷

印 数 : 0001~5000册

本 版 号 : ISBN 7-900101-64-0

定 价 : 25.00元(本版CD)

说明:凡我社产品如有残缺,可执相关凭证与本社调换。

现代高职高专信息技术教材

编委会成员名单

主 编：高 林

副主编：鲍有文 黄春麟 丁桂芝

编 委：（按姓氏笔划为序）

丁桂芝 马小军 王 本 王 辉 申 蔚

刘 莹 刘晓融 孙 慧 安淑芝 张俊玲

高 林 袁家政 曹 聪 黄春麟 鲍有文

樊月华

序 言

在新的世纪里，科学技术突飞猛进，知识经济日益显著。以微电子为基础，计算机、通信、网络、自动化、电子技术为主体的信息技术，是当前人类社会中发展最快、渗透性最强、应用面最广的先导技术。信息技术的广泛应用推动着以信息产品制造业、软件业、信息系统集成业和信息咨询服务业为主体的信息产业的发展。信息已成为重要的生产要素和战略资源，信息技术成为先进生产力的代表，信息产业将发展成为现代产业的带头产业，人类即将跨越工业时代进入信息社会。因此，信息化成为当今世界经济和社会发展的的大趋势，大力推进社会和国民经济信息化是推进我国社会主义现代化建设的重要任务。信息技术和产业的发展不仅需要大批专业技术人才，而且还产生了一批新的职业岗位，毋庸置疑，与信息技术相关的职业将成为未来最走俏的职业。

信息技术的人才需求将呈多元化趋势，表现在科学、工程、技术、管理、服务诸多方面的多元化。不仅需要从事信息科学、信息技术研发的人才，而且更缺少把研发成果转变为现实产品的工程化人才和产业人才，无论是从事信息科学、信息技术研发还是信息产品转化都需要大批的基础性人才和这类人才中的精英人才、领军人才。这实际上是对我国的高等教育和教育改革提出了新的要求和新的课题，要求我国的高等教育人才培养的多元化——针对社会需求，培养不同类型人才，这就要求改革我国高等教育的课程模式。在大学专科层次积极发展高等职业教育，进行技术应用型本科试点，培养工程硕士，开办软件学院都是这种尝试的重要组成部分，是高等教育适应和推动社会经济发展的重要标志。本套教材的编写就是为适应我国高等教育发展和培养技术应用性人才的需要，改革学科性的单一培养模式，在信息技术的专业领域进行教学改革的一次尝试。

本套教材的编写有以下特点：

(1) 注重技术能力目标分析，每本书都提出了该技术领域的技术能力目标，在每章开始的要点中，总结概括了其智能结构要求。

(2) 在编写过程中，注意以技术能力培养为本的课程模式的特点，先提出“问题”，然后对问题进行“分析”，最后总结归纳建立“概念”。即“找出问题，分析问题，总结归纳”是本套教材的写作特点。

(3) 案例分析是本套教材的又一写作特点，技术能力的培养不仅是培养学生的逻辑思维能力，更要培养学生的形象思维能力，案例分析是完成这种培养的有效方法。

(4) 针对典型技术问题，有的放矢地讲解是本套教材的第四个写作特点。

(5) 技术是练出来的而不是讲出来的，给出用于训练的大量题目，使学生通过实际练习，达到掌握技术的目的，是本套教材编写的第五个写作特点。

本套教材包括《操作系统原理与应用（Windows 2000）》、《操作系统原理与应用（Unix/Linux）》、《可视化程序设计与VB》、《数据库设计技术教程（SQL-Server）》、《数据结构与程序设计技术》、《网络程序设计与Java语言》、《计算机网络工程》、《计算机信息系统集成技术（Web技术）》、《多媒体实用技术》、《虚拟现实技术》等，适用于信息技术领域以技术应用性为培养目标的专业和高等职业教育专业，如计算机应用技术、通信、电子技

术、自动化技术、软件技术及其相关专业选用，也可供从事信息技术的专业人员参考或作为继续教育的培训教材。

本套教材在编写过程中，始终得到了中国高等职业教育学会、全国高等院校计算机基础教育研究会高职高专专业委员会的大力支持和帮助，并指派了优秀教师参加编写，在此，教材编委会对两个学会表示诚挚的谢意。

现代高职高专信息技术教材编委会

前 言

虚拟现实技术 (Virtual Reality, 简称 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, 将从根本上改变人与计算机之间枯燥、生硬和被动的现状, 为人机交互技术开创新的研究领域。

虚拟现实是一门实用性技术, 是一个在当今国际上倍受关注的新兴课题。目前, 它在航空航天、科学军事、机械工程、设计规划、教育培训和影视娱乐等诸多方面起着越来越重要的、其他相关技术无法替代的作用, 而未来它的潜在价值也必将对整个人类的生活与发展带来十分广泛的冲击和变革。

本书在介绍虚拟现实技术的理论知识的基础上, 围绕实际应用着重介绍了几个制作三维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 章主要介绍了虚拟现实技术的概念、组成、特点及其与传统人机交互技术的区别, 并对目前 VR 技术的各类应用和国际上从事该项领域研究的情况进行了详细介绍。

第 2 章主要介绍了 VR 系统中的传感技术、各类三维交互设备的功能及其特点。

第 3 章主要介绍了实现 VR 系统的相关技术与软件, 包括立体显示、三维虚拟声音、触摸和力量反馈、场景建模等多项技术的原理、特征与实现, 并介绍了如何根据应用需求选择适当的 VR 软件工具集。

第 4 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。

第 5 章主要介绍了 VRML 这种适用于 Internet 网络上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 语言开发一个交互式虚拟世界的主要设计步骤, 并创新地提出了将 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 章主要介绍了功能强大的 Superscape VRT 三维交互式虚拟现实开发平台。这部分通过实例讲解, 详细地描述了使用 Superscape VRT 设计制作丰富多彩的、效果逼真的三维世界, 并体验在三维虚拟世界实现交互和动画的感觉。

第 7 章通过设计一个具体的中型场景——四合院, 向读者展示了实际应用 VR 工具软件的开发技术。

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、习题选择方面以力求面向实践、重在应用、便于教学为原则, 努力做到概念引出自然、内涵与外延适中、寓深奥于浅显, 使学生能够遵循指导, 由浅入深地了解、认识、掌握虚拟现实技术, 并最终达到熟练运用三维虚拟现实开发工具进行设计的能力。

本书适合作为高职高专各类学校的专业教材, 也可作为各类大专院校师生、行业企业工

程技术人员和从事虚拟现实技术的工作人员的重要参考书。同时，本书配有光盘，包含书中所有实例的程序代码、制作结果及其相关的图片、材质等各类文件和工具，供读者在学习过程中随时调用和模仿。

本书的第1章为合作编写；第2章至第5章由申蔚编写；第6章至第7章由夏立文编写，全书由申蔚校稿。本书在编写过程中，得到了高林教授、王利教授以及北京科瑞斯特公司丁理先生和羊红宇先生的大力帮助和支持，同时姚屹、华鹏等同志也为本书作了许多工作，在此一并表示感谢。

本书具有一定的先进性和系统性，但由于虚拟现实技术发展迅速、涉及范围较广，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。

作者

目 录

第 1 章 虚拟实现技术概论	1
1.1 人机交互技术的历史与发展	1
1.2 虚拟现实技术的基本概念	3
1.2.1 虚拟现实技术的发展概述	3
1.2.2 虚拟现实技术的概念	4
1.2.3 虚拟现实技术的基本特性	5
1.3 虚拟现实系统的分类	7
1.3.1 桌面式 VR 系统 (Desktop VR)	7
1.3.2 沉浸式 VR 系统 (Immersive VR)	8
1.3.3 叠加式 VR 系统	9
1.3.4 分布式 VR 系统 (Distributed VR, DVR)	10
1.4 虚拟现实技术的主要应用领域	11
1.4.1 军事应用	11
1.4.2 遥现与遥作	12
1.4.3 科学计算可视化	13
1.4.4 教育与培训	13
1.4.5 设计与规划	16
1.4.6 商业领域	17
1.4.7 艺术与娱乐	18
1.4.8 应用前景	18
1.5 国内外对虚拟现实技术的研究	19
1.5.1 美国的研究状况	19
1.5.2 欧洲的研究状况	20
1.5.3 亚洲的研究状况	20
1.5.4 我国的研究状况	21
1.6 下一代人机交互技术的展望	22
习题	22
第 2 章 实现 VR 系统的三维交互设备	24
2.1 VR 的三维跟踪传感设备	24
2.1.1 电磁波跟踪器	25
2.1.2 超声波跟踪器	25
2.1.3 光学跟踪器	26
2.1.4 其他空间跟踪系统	26
2.1.5 对跟踪传感设备的评价	27
2.2 VR 的立体显示设备	27
2.2.1 头盔显示器 (Head-Mounted 3D Display, HMD)	27

2.2.2	双目全方位显示器 (BOOM)	31
2.2.3	CRT 终端——液晶光闸眼镜	31
2.2.4	大屏幕投影——液晶光闸眼镜	32
2.3	手数字化设备	33
2.3.1	数据手套 (Data Glove)	33
2.3.2	浮动鼠标器 (Flying Mouse)	34
2.3.3	力矩球 (Space Ball)	35
2.4	其他交互设备	35
2.4.1	触摸和力反馈装置 (Touch / Force Feedback)	35
2.4.2	数据衣 (Data Suit)	37
2.4.3	三维扫描仪 (3D Handheld Laser Scanner)	37
2.5	VR 的声音系统	38
2.6	VR 硬件的系统集成	38
	习题	40
	实验	41
第 3 章	实现 VR 系统的相关技术与软件	42
3.1	实时显示处理技术	42
3.1.1	实时动态显示的概念及其决定因素	42
3.1.2	基于三维图形的实时显示技术	43
3.1.3	基于图像的实时动态显示技术	43
3.2	三维虚拟声音的显示技术	44
3.2.1	三维虚拟声音的概念与特征	44
3.2.2	三维虚拟声音系统的构建与头相关转移函数 (HRTF)	45
3.2.3	语音合成技术	46
3.3	触摸和力量反馈技术	46
3.4	虚拟环境中的自然交互技术	47
3.4.1	手势识别 (Gesture Recognition)	47
3.4.2	面部表情识别 (Face Detection & Recognition)	48
3.4.3	眼动跟踪 (Eye Movement-based Interaction)	50
3.5	三维建模技术	51
3.5.1	虚拟环境中的几何建模	51
3.5.2	虚拟环境中的行为建模	52
3.6	VR 软件工具集	52
3.6.1	World Tool Kit (WTK)	52
3.6.2	Minimal Reality Toolkit (MR)	53
3.6.3	Distributed Virtual Environment System (dVS)	54
3.6.4	Virtual Reality Toolkit (VRT)	54
3.7	关于虚拟现实技术的总结	54
	习题	56

实验	56
第 4 章 虚拟实现的制作工具 3DS MAX	57
4.1 3ds max 4 的基础知识	57
4.1.1 系统需求	57
4.1.2 3ds max 4 的操作界面	57
4.1.3 3ds max 4 的文件操作	61
4.2 创建基本三维几何模型	63
4.2.1 制作一个 3 人布艺沙发	63
4.2.2 制作一个台灯	67
4.2.3 小结	70
4.3 使用二维图形建立三维模型	71
4.3.1 制作花瓶	71
4.3.2 制作油画	74
4.3.3 小结	77
4.4 高级造型技巧	78
4.4.1 制作一枚导弹	78
4.4.2 NURBS 曲面造型	81
4.4.3 小结	85
4.5 材质与贴图	85
4.5.1 制作油漆反射桌面和陶壶	86
4.5.2 制作彩罐	88
4.5.3 小结	92
4.6 灯光与环境	92
4.6.1 灯光的运用	92
4.6.2 制作云雾缭绕的山脉	96
4.6.3 小结	98
4.7 三维动画制作	99
4.7.1 参数动画	99
4.7.2 腾空而起的导弹	100
4.7.3 摄像机动画 (浏览动画)	102
4.8 综合实例制作	104
4.8.1 制作画廊模型与材质	104
4.8.2 建立灯光系统	108
4.8.3 创建摄像机及其浏览动画	110
习题	113
实验	114
第 5 章 虚拟现实建模语言 VRML	115
5.1 VRML 语言概述	115
5.1.1 VRML 的概念	115

5.1.2	VRML 的起源与发展历程.....	116
5.1.3	VRML 的功能与魅力.....	117
5.1.4	VRML 资源.....	119
5.2	VRML 的编辑器和浏览器.....	121
5.2.1	VRML 编辑器.....	121
5.2.2	VRML 浏览器.....	123
5.2.3	VRML 的压缩工具.....	126
5.3	设计 VRML 的虚拟世界.....	127
5.3.1	设计故事梗概.....	127
5.3.2	构建物体.....	127
5.3.3	传感器.....	129
5.3.4	事件和路由.....	130
5.3.5	动画和脚本.....	131
5.3.6	修改和测试.....	133
5.4	VRML 综合编程实例.....	134
5.4.1	设计思想.....	134
5.4.2	系统开发环境.....	134
5.4.3	系统功能设计.....	135
5.4.4	系统的程序设计与实现.....	138
5.5	3DS MAX 与 VRML.....	144
5.5.1	将 3DS MAX 的形体导出到 VRML.....	144
5.5.2	在 3DS MAX 中插入 VRML 节点.....	148
5.5.3	制作实例.....	152
5.5.4	用 3DS MAX 建立虚拟世界的技巧.....	155
	习题.....	158
	实验.....	159
第 6 章	虚拟现实开发工具 Superscape VRT.....	160
6.1	Superscape VRT 开发平台简介.....	160
6.2	Superscape VRT 开发平台的浏览器.....	161
6.2.1	交互三维虚拟现实世界浏览器.....	161
6.2.2	浏览器的工具条.....	162
6.3	世界编辑器和材质库.....	163
6.3.1	世界编辑器.....	163
6.3.2	材质库 (Warehouse).....	163
6.4	三维虚拟世界中的对象.....	164
6.4.1	边界体 (Bounding cubes).....	165
6.4.2	点 (Points).....	165
6.4.3	面 (Faces).....	165
6.4.4	形体 (Shapes).....	166

6.4.5 对象 (Objects)	167
6.4.6 组对象 (Group objects)	168
6.4.7 属性 (Attributes)	168
6.4.8 动态对象 (Dynamic objects)	168
6.4.9 动画 (Animations)	168
6.5 建造三维虚拟世界	169
6.5.1 用 VRT 设计三维虚拟世界	169
6.5.2 三维虚拟世界的创建步骤	169
6.5.3 在三维虚拟世界中创建形体	170
6.5.4 街区场景实例	176
6.6 在 WWW 中应用三维虚拟世界	188
6.6.1 WWW 中三维虚拟世界的文件格式	188
6.6.2 WWW 中应用三维虚拟世界的方法	188
6.7 小结	189
习题	190
实验	190
第 7 章 交互式虚拟现实设计实例	191
7.1 前言	191
7.2 设计思想	191
7.2.1 整体规划	191
7.2.2 关键对象的设计思想	192
7.3 设计过程	194
7.4 小结	207
习题	207
实验	207
附录 A Superscape VRT 中的属性列表	208
附录 B Superscape VRT 中材质的应用分类	209
附录 C Superscape VRT 中材质纹理的特殊处理	213

本章知识

- 了解人机交互技术的历史与发展方向
- 掌握虚拟现实技术的概念、组成、特性和工作方式
- 掌握各类虚拟现实系统的分类、特点、软硬件需求和适用范围
- 熟悉虚拟现实技术的各类应用

虚拟现实技术（Virtual Reality，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编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。

虚拟现实技术实时的三维空间表现能力、人机交互式的操作环境以及给人带来的身临其境感受，将一改人与计算机之间枯燥、生硬和被动的现状。它不但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工具，为各类工程的大规模的数据可视化提供了新的描述方法，同时，它还能为人们探索宏观世界和微观世界以及由于种种原因不便于直接观察的事物的运动变化规律，提供极大的便利。

VR 技术一经问世，人们就对它身临其境的真实感和对超越现实的虚拟性的追求，以及建立的个人能够沉浸其中、进出自如并具有交互作用的虚拟世界，产生了浓厚的兴趣。近几年，虚拟现实技术不但已开始在地产业、军事、医学、设计、考古、艺术、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。因此，有关人士认为：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 VR 技术的时代。

1.1 人机交互技术的历史与发展

目前，计算机已经成为现代科学技术的支柱，而计算机的使用却离不开人与计算机之间的交互。因此，计算机的发展史不仅是计算机本身处理速度和存储容量飞速提高的历史，而且也是人机交互界面（Human-Computer Interface，简称 HCI）不断改进的历史。它的重要性就在于它极大地影响了最终用户的使用，影响了计算机的推广应用，甚至影响了人们的工作和生活。

从计算机诞生至今，人机交互界面经历了以下几个发展阶段。

- 命令行界面（Command Line Interface, CLI） 作为第一代人机交互界面，交互终端使用了文本编辑程序，可以把各种输入输出信息直接显示在屏幕上，并通过问答式对话、文本菜单或命令语言等方式进行人机交互。但在这种界面中，人只能使用手这一种交互通道，通过键盘输入信息，输出也只能是静态的单一字符，同时界面和应用还没有分开。因此，这一时期的人机交互界面的自然性和效率都很差。
- 图形用户界面（Graphical User Interface, GUI） 20世纪80年代初，GUI的广泛流行将人机交互推向图形用户界面的新阶段。人们不再需要死记硬背大量的命令，而可以通过窗口（Windows）、图标（Icon）、菜单（Menu）、指点装置（Pointing Device）直接对屏幕上的对象进行操作，即形成了所谓的 WIMP 的第二代人机界面。与命令行界面相比，图形用户界面采用视、点(鼠标)代替了记、击(键盘)，使得人机交互的自然性和效率都有较大的提高，从而极大地方便了非专业用户的使用。
- 多媒体界面（Multimedia Interface） 目前流行的多媒体界面可以看作是 WIMP 界面的另一种风格，它在界面信息的表现方式上进行了改进，采用了多种媒体。同时界面输出也开始转为静态/动态、二维图形/图像及其他多媒体信息的方式，从而有效地提高了计算机到用户的通信带宽。

图形交互技术的飞速发展充分说明了对于应用来说，使处理的数据易于操作并直观是十分重要的问题。人们的生活空间是三维的，虽然 GUI 已提供了一些仿三维的按钮等界面元素，但界面仍难进行三维操作；另一方面，人们习惯于日常生活中的人与人、人与环境之间的交互方式，其特点是形象、直观、自然，人通过多种感官来接收信息，如可见、可听、可说、可摸、可拿等，而且这种交互方式是人类所共有的，对于时间和地点的变化是相对不变的。但无论是命令行界面，还是图形用户界面，都不具有以上所述的进行自然、直接、三维操作的交互能力。因为在实质上它们都属于一种静态的、单通道的人机界面，而用户只能使用精确的信息在一维和二维空间中完成人机交互。因此，更加自然的交互方式将逐渐为人们所重视，并成为今后人机交互界面的发展趋向。为适应目前和未来的计算机系统要求，人机交互界面应能支持时变媒体（Time-Varing Media）实现三维、非精确及隐含的人机交互，而虚拟现实技术正是实现这一目地的重要途径，它为建立起方便、自然、直观的人与计算机的交互方式创造了极好的条件。

超脱不同的应用背景看，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，使用户能与计算机产生的数据空间进行直观的、感性的、自然的交互。它是多媒体技术发展的更高境界（如图 1.1 所示）。

作为新一代的人机交互系统，虚拟现实技术与传统交互技术的区别可以从下列几方面说明：

- 自然交互 人们研究“虚拟现实”的初衷就是“计算机应该适应人，而不是人适应计算机”，认为人机接口的改进应该基于相对不变的人类特性。在 VR 技术中，人机交互可以不再借助键盘、鼠标、菜单，而是使用头盔、手套甚至向“无障碍”的方向发展，从而使最终的计算机能对人体有感觉，聆听人的声音，通过人的所有感官传递反应。

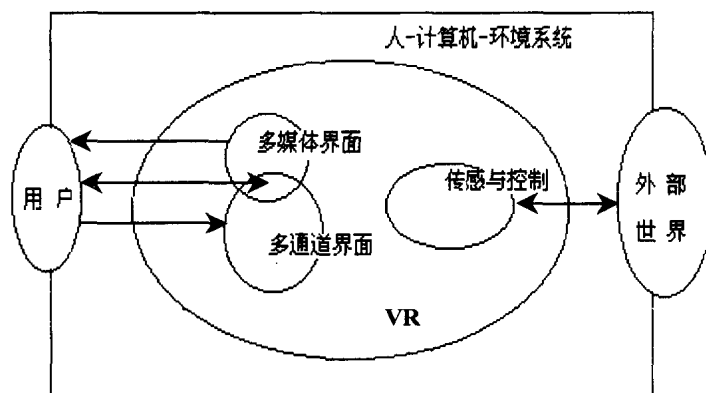


图 1.1 虚拟现实与多通道-多媒体用户界面的关系

- **多通道(Multimodality)** 多通道界面旨在充分利用一个以上的感觉和运动通道的互补特性来捕捉用户的意向，从而增进人机交互中的自然性。现在，计算机操作时，人的眼和手十分累，效率也不高。虚拟现实技术可以将听、说和手、眼等协同动作，实现高效人机通信，还可以由人或机器选择最佳反应通道，从而不会使某一通道负担过重。
- **高“带宽”** 现在计算机输出的内容已经可以快速、连续地显示彩色图像，其信息量非常大。而人们的输入却还是使用键盘一个又一个地敲击，虚拟现实技术则可以利用语音、图像及姿势等的输入和理解进行快速大批量地信息输入。
- **非精确** 精确交互技术是指能用一种技术来完全说明用户交互目的的交互方式，键盘和鼠标器均需要用户的精确输入。但是，人们的动作或思想往往并不很精确，而计算机应该理解人的要求，甚至于纠正人的错误，因此虚拟现实系统中智能化的界面将是一个重要的发展方向。
- **通过交互作用表示事物的现实性** 传统的计算机应用方式中，人机交互的媒介是将真实事物用符号表示，是对现实的抽象替代，而 VR 技术则可以使这种媒介成为真实事物的复现、模拟甚至想象和虚构。它能使用户感到并非是在使用计算机，而是在直接与应用对象打交道。

1.2 虚拟现实技术的基本概念

1.2.1 虚拟现实技术的发展概述

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。虚拟现实的出现与其他技术的成熟密切相关，如实时计算机系统、计算机图形、显示器、光纤及三维跟踪技术等。当各个技术都能提供自身的输入性能之后，虚拟现实系统便出现了。从诞生至今，伴随着计算机技术的飞跃，虚拟现实系统的发展及完善在不断地继续，其应用领域也在不断地扩大。这也进一步证实了作为一种更强大、更富创造性的人机交互系统，虚拟现实系统将有着非常广阔的发展前途。

下面，我们回顾一下虚拟现实技术数十年来的发展历程。

1929年，Edwin Link设计了一种竞赛乘坐器，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中的一个。

1961年，美国 Philoo 公司首创了头盔立体显示器。

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，后来被公认为在虚拟环境领域中起着里程碑的作用。

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，可以如同身临其境一样。

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。

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。

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. Mc Greevy 和 J. Humphries 博士组织开发了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（VIEW）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。

进入20世纪90年代，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动画制作成为可能，越来越多的新颖、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。其中，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。可以看出，正是因为虚拟现实系统极其广泛的应用领域，使得人们对它广阔的发展前景充满了憧憬与兴趣。

1.2.2 虚拟现实技术的概念

虚拟现实技术的定义可以归纳如下：虚拟现实技术（Virtual Reality，简称 VR）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技术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、摸等多种直观而又自然的实时感知。

一个典型的虚拟现实系统主要包括以下5大组成部分：虚拟世界、计算机、虚拟现实软件、输入设备和输出设备（如图1.2所示）。其中，虚拟世界是可交互的虚拟环境，涉及模型构筑、动力学特征、物理约束、照明及碰撞检测等；计算机环境涉及处理器配置、I/O通道及实时操作系统等；虚拟现实软件负责提供实时构造和参与虚拟世界的的能力，涉及建模、物理仿真等；输入和输出设备则用于观察和操纵虚拟世界，涉及跟踪系统、图像显示、声音交互、触觉反馈等。关于这些组成部分的具体知识，我们将在后面几章的内容中加以详述。