



高等学校计算机科学与技术教材

- ① 原理与技术的完美结合
- ② 教学与科研的最新成果
- ③ 语言精炼，实例丰富
- ④ 可操作性强，实用性突出

VRML编程实训教程

□ 张金钊 张金锐 张金镐 杨昊诚 著

Ⓢ CD-ROM



清华大学出版社

北京交通大学出版社

TP312/2649D

2008

高等学校计算机科学与技术教材

VRML 编程实训教程

张金钊 张金锐 张金镛 杨昊诚 著

清华大学出版社
北京交通大学出版社
· 北京 ·

内 容 简 介

本书从软件工程项目开发的角度出发,指导读者学习和运用虚拟现实建模语言(VRML),并进行软件工程项目开发实践。本书由浅入深地引导读者利用软件工程的思想开发设计各种虚拟现实三维立体场景,并运用VRML的基本节点和复杂节点,进行基本的三维立体场景设计、自然景观场景设计、室内外场景设计、三维人体和动物场景设计、道路桥梁场景设计、建筑场景设计及综合场景设计等。

本书是一本虚拟现实三维立体网络程序开发和应用的实践教材,全书内容丰富,叙述简明扼要,思路清晰,结构合理,实用性强,可作为高等院校计算机网络、多媒体、人工智能、机械设计、装潢设计及建筑规划设计等相关专业的教材,同时也可作为计算机软件开发人员和工程技术人员的参考用书。

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 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

VRML 编程实训教程/张金钊等著. — 北京:清华大学出版社;北京交通大学出版社, 2008. 1

(高等学校计算机科学与技术教材)

ISBN 978-7-81082-619-8

I. V… II. 张… III. VRML 语言-程序设计-高等学校-教材 IV. TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 167624 号

责任编辑:张利军

出版者:清华大学出版社 邮编:100084 电话:010-62776969 <http://www.tup.com.cn>

北京交通大学出版社 邮编:100044 电话:010-51686414 <http://press.bjtu.edu.cn>

印刷者:北京瑞达方舟印务有限公司

发行者:新华书店总店北京发行所

开本:185×260 印张:19.5 字数:522千字 配 CD-ROM 光盘 1 张

版次:2008 年 1 月第 1 版 2008 年 1 月第 1 次印刷

书号:ISBN 978-7-81082-619-8/TP·233

印数:1~4 000 册 定价:35.00 元(含光盘)

本书如有质量问题,请向北京交通大学出版社质监组反映。对您的意见和批评,我们表示欢迎和感谢。

投诉电话:010-51686043, 51686008; 传真:010-62225406; E-mail: press@bjtu.edu.cn。

前 言

进入 21 世纪, 人类正迈入数字化的崭新时代, 信息产业也得到了迅猛的发展。计算机技术作为核心的信息技术已广泛应用于社会生活的各个领域。特别是计算机网络、多媒体、人工智能技术的迅速发展, 已经深入人类社会的所有领域。而虚拟现实技术则是计算机技术的前沿科技, 是宽带网络、多媒体与人工智能相融合的高新技术, 也是把握未来网络、多媒体及人工智能的关键技术。作为第二代网络程序设计语言的虚拟现实建模语言 (VRML), 是虚拟现实技术的核心开发工具, 也是近期才兴起的一种新型网络程序设计语言。在国外, VRML 兴起于 20 世纪末, 而我国在 21 世纪初才刚刚开始起步, 发展前景十分广阔, 潜力巨大。

利用虚拟现实建模语言 (VRML) 开发的软件产品可使用户具有身临其境的感受, 可使用户与虚拟世界中的场景和造型进行交流与互动, 并使其具有沉浸感、交互性和想像力。利用虚拟现实技术可为人类创建一个虚拟空间, 向参与者提供视觉、听觉、触觉、导航漫游等方面身临其境的感受, 并且可以与虚拟现实环境中的三维实体进行交互和感知, 亲身体验在虚拟现实世界中遨游的神秘、浩瀚的感受。

本书旨在帮助读者通过学习掌握虚拟现实三维立体网络程序的开发和应用技能, 使读者了解在计算机软件开发方面如何利用目前国际上最先进的开发工具, 以及如何运用软件工程的思想来开发和设计三维立体网络程序。本书从软件工程项目开发的角度出发, 在引导读者运用虚拟现实建模语言 (VRML) 的同时, 利用传统瀑布开发模型、原型开发模型和现代渐进式开发模型指导软件工程项目开发。本书由浅入深, 思路清晰, 结构合理, 利用软件工程的思想开发设计各种虚拟现实三维立体场景, 并运用虚拟现实建模语言 (VRML) 的基本节点和复杂节点, 进行基本的三维立体场景设计、自然景观场景设计、室内外场景设计、三维人体和动物场景设计、道路桥梁场景设计、建筑场景设计及综合场景设计等。本书通过对大量实例深入浅出的讲解, 旨在激发读者的学习兴趣, 因为“兴趣”是最好的老师。

本书配套光盘上载有全部的编程实例源程序, 而且都在计算机上经过严格的调试并通过, 供读者学习时参考。

由于时间仓促, 作者水平有限, 书中的缺点和不足在所难免, 敬请广大读者批评指正。

作 者
2007 年 12 月

目 录

第 1 章 虚拟现实技术简介	(1)
1.1 虚拟现实技术的发展	(1)
1.2 虚拟现实技术的特点	(2)
1.3 虚拟现实技术的发展前景	(3)
1.4 虚拟现实技术	(3)
1.5 虚拟现实动态交互感知设备	(5)
1.6 虚拟现实软件技术	(10)
1.6.1 VRML 的基本概念	(10)
1.6.2 VRML 的立体空间计量单位	(11)
1.6.3 VRML 文件的语法	(12)
1.6.4 VRML 的节点和域	(16)
第 2 章 虚拟现实软件项目开发设计	(21)
2.1 计算机工程实践	(21)
2.2 软件项目的瀑布开发模型	(22)
2.3 软件项目的原型开发模型	(24)
2.4 软件项目的渐进开发模型	(25)
2.5 软件项目开发的管理	(29)
2.6 软件工程项目的实施	(30)
2.6.1 虚拟现实运行环境的要求	(31)
2.6.2 虚拟现实浏览器	(31)
2.7 虚拟现实软件项目开发工具	(34)
2.7.1 VRML 编辑器	(34)
2.7.2 CosmoWorlds	(37)
2.7.3 Autodesk VIZ	(38)
2.8 VRML 源程序的运行和调试	(41)
2.8.1 VRML 源程序的运行	(42)
2.8.2 VRML 源程序的调试	(42)
第 3 章 虚拟现实三维立体场景设计	(43)
3.1 虚拟现实汉诺塔游戏场景设计	(43)
3.1.1 虚拟现实汉诺塔游戏的开发设计	(43)
3.1.2 虚拟现实汉诺塔游戏的算法设计	(43)

3.1.3	虚拟现实汉诺塔游戏场景源程序实例	(44)
3.2	虚拟现实奥运五环场景设计	(50)
3.2.1	虚拟现实奥运五环场景软件设计	(51)
3.2.2	虚拟现实奥运五环场景源程序实例	(51)
3.3	虚拟现实生日烛光场景设计	(54)
3.3.1	虚拟现实生日烛光场景软件设计	(54)
3.3.2	虚拟现实生日烛光场景源程序实例	(55)
3.4	虚拟现实大红灯笼场景设计	(57)
3.4.1	虚拟现实大红灯笼场景软件设计	(57)
3.4.2	虚拟现实大红灯笼场景源程序实例	(58)
3.5	虚拟现实东方明珠塔场景设计	(65)
3.5.1	虚拟现实东方明珠塔场景软件设计	(66)
3.5.2	虚拟现实东方明珠塔场景源程序实例	(66)
3.6	虚拟现实月亮围绕地球转动场景设计	(78)
3.6.1	虚拟现实月亮围绕地球转动场景软件设计	(78)
3.6.2	虚拟现实月亮围绕地球转动场景源程序实例	(78)
3.7	虚拟现实三维立体相册设计	(83)
3.7.1	虚拟现实三维立体相册软件设计	(83)
3.7.2	虚拟现实三维立体相册源程序实例	(84)
第4章	虚拟现实自然景观场景设计	(87)
4.1	虚拟现实山脉场景设计	(87)
4.1.1	虚拟现实山脉场景软件设计	(87)
4.1.2	虚拟现实山脉场景源程序实例	(87)
4.2	虚拟现实雪山场景设计	(90)
4.2.1	虚拟现实雪山场景软件设计	(90)
4.2.2	虚拟现实雪山场景源程序实例	(91)
4.3	虚拟现实树木场景设计	(98)
4.3.1	虚拟现实树木场景软件设计	(98)
4.3.2	虚拟现实树木场景源程序实例	(98)
4.4	虚拟现实雪山树林场景设计	(101)
4.4.1	虚拟现实雪山树林场景软件设计	(102)
4.4.2	虚拟现实雪山树林场景源程序实例	(102)
4.5	虚拟现实海上日出场景设计	(105)
4.5.1	虚拟现实海上日出场景软件设计	(105)
4.5.2	虚拟现实海上日出场景源程序实例	(106)
4.6	虚拟现实自然景观综合场景设计	(109)
4.6.1	虚拟现实自然景观综合场景软件设计	(109)
4.6.2	虚拟现实自然景观综合场景源程序实例	(110)

第5章	虚拟现实室内场景设计	(118)
5.1	虚拟现实多功能客厅场景设计	(118)
5.1.1	虚拟现实多功能客厅场景软件设计	(118)
5.1.2	虚拟现实多功能客厅场景源程序实例	(118)
5.2	虚拟现实卧室场景设计	(130)
5.2.1	虚拟现实卧室场景软件设计	(130)
5.2.2	虚拟现实卧室场景源程序实例	(131)
5.3	虚拟现实厨房场景设计	(140)
5.3.1	虚拟现实厨房场景软件设计	(140)
5.3.2	虚拟现实厨房场景源程序实例	(140)
5.4	虚拟现实卫生间场景设计	(149)
5.4.1	虚拟现实卫生间场景软件设计	(150)
5.4.2	虚拟现实卫生间场景源程序实例	(150)
5.5	虚拟现实书房场景设计	(160)
5.5.1	虚拟现实书房场景软件设计	(160)
5.5.2	虚拟现实书房场景源程序实例	(160)
5.6	虚拟现实电教室场景设计	(172)
5.6.1	虚拟现实电教室场景软件设计	(172)
5.6.2	虚拟现实电教室场景源程序实例	(173)
第6章	虚拟三维人体及动物场景设计	(179)
6.1	虚拟现实室内三维人体场景设计	(179)
6.1.1	虚拟现实室内三维人体场景软件设计	(179)
6.1.2	虚拟现实室内三维人体场景源程序实例	(180)
6.2	虚拟现实室外三维人体场景设计	(191)
6.2.1	虚拟现实室外三维人体场景软件设计	(191)
6.2.2	虚拟现实室外三维人体场景源程序实例	(192)
6.3	虚拟现实室外三维动物场景设计	(196)
6.3.1	虚拟现实室外三维动物场景软件设计	(196)
6.3.2	虚拟现实室外三维动物场景源程序实例	(197)
6.4	虚拟现实室内三维宠物场景设计	(200)
6.4.1	虚拟现实室内三维宠物场景软件设计	(200)
6.4.2	虚拟现实室内三维宠物场景源程序实例	(201)
6.5	虚拟现实三维人体骨骼设计	(212)
6.5.1	虚拟现实三维人体骨骼软件设计	(212)
6.5.2	虚拟现实三维人体骨骼源程序实例	(212)
第7章	虚拟现实道路桥梁场景设计	(224)
7.1	虚拟现实公路场景设计	(224)
7.1.1	虚拟现实公路场景软件设计	(224)

7.1.2	虚拟现实公路场景源程序实例	(224)
7.2	虚拟现实立交桥场景设计	(234)
7.2.1	虚拟现实立交桥场景软件设计	(234)
7.2.2	虚拟现实立交桥场景源程序实例	(234)
7.3	虚拟现实桥梁场景设计	(238)
7.3.1	虚拟现实桥梁场景软件设计	(238)
7.3.2	虚拟现实桥梁场景源程序实例	(238)
7.4	虚拟现实机场场景设计	(243)
7.4.1	虚拟现实机场场景软件设计	(243)
7.4.2	虚拟现实机场场景源程序实例	(244)
第8章	虚拟现实建筑场景设计	(252)
8.1	虚拟现实商场建筑场景设计	(252)
8.1.1	虚拟现实商场建筑场景软件设计	(252)
8.1.2	虚拟现实商场建筑场景源程序实例	(253)
8.2	虚拟现实办公楼建筑场景设计	(256)
8.2.1	虚拟现实办公楼建筑场景软件设计	(256)
8.2.2	虚拟现实办公楼建筑场景源程序实例	(257)
8.3	虚拟现实文化馆建筑场景设计	(260)
8.3.1	虚拟现实文化馆建筑场景软件设计	(260)
8.3.2	虚拟现实文化馆建筑场景源程序实例	(261)
8.4	虚拟现实住宅楼建筑场景设计	(274)
8.4.1	虚拟现实住宅楼建筑场景软件设计	(274)
8.4.2	虚拟现实住宅楼建筑场景源程序实例	(274)
8.5	虚拟现实医院建筑场景设计	(277)
8.5.1	虚拟现实医院建筑场景软件设计	(278)
8.5.2	虚拟现实医院建筑场景源程序实例	(278)
第9章	虚拟现实综合场景设计	(284)
9.1	虚拟现实城市建筑规划设计	(284)
9.1.1	虚拟现实城市建筑总体设计	(286)
9.1.2	虚拟现实城市建筑详细设计	(286)
9.1.3	虚拟现实城市建筑规划设计的编码和测试	(287)
9.2	虚拟现实全景技术设计	(296)
9.2.1	虚拟现实全景技术软件设计	(298)
9.2.2	虚拟现实全景技术源程序实例	(298)
附录A	VRML 参考节点	(301)
附录B	VRML 参考网站	(303)
参考文献		(304)

第 1 章 虚拟现实技术简介

虚拟现实技术是指利用计算机系统和虚拟现实硬件及软件所构成的虚拟现实环境，并通过多种虚拟现实交互设备使参与者投身于虚拟现实环境中。在虚拟现实环境中可以直接与虚拟现实场景中的事物交互，产生身临其境的感受，从而使人在虚拟空间中得到与自然世界同样的感受。在虚拟现实环境中，可以真实地感受视觉、听觉、触觉及智能感知，达到直观而又自然的效果。

1.1 虚拟现实技术的发展

计算机技术发展迅猛，已由初级计算、实时控制、事务处理等迅速朝着巨型化、微型化、网络化、智能化及多媒体化等方面发展。计算机将人类社会带入了崭新的信息时代。尤其是计算机网络的飞速发展，使我们的地球变成了一个地球村。早期的网络系统主要传送文字、数字等信息，随着多媒体技术在网络上的应用，使得目前的计算机网络无法承受如此巨大的信息量。为此，人们开发出信息高速公路，即宽带网络系统。而在信息高速公路上驰骋的高速跑车就是 VRML 虚拟现实建模语言系统。本书讲述的是 VRML 高级编程语言，通过生动、鲜活的软件项目开发实例，使读者能够真正体会到软件开发的实际意义、真实效果，并获得无穷的乐趣。

虚拟现实建模语言（Virtual Reality Modeling Language, VRML）是最近才兴起的一门新型语言，它可以通过创建一个虚拟场景而达到现实中的效果。VRML 支持三维动画，其实时交互功能大大改变了原来互联网上单调、交互性较差的弱点，从而创建一个全新的可进入、可参与的三维立体虚拟现实世界。

VRML 虚拟现实建模语言用来在网络上创建逼真的三维虚拟场景。它改变了网络上 2D 画面的状态，并能实现 3D 动画效果，特别是改变了当前网络与用户交互的局限性，使得人机交互更加方便、灵活，使虚拟世界的真实性、交互性和动态性得到了更充分的体现。

VRML 是一种进行三维造型和渲染的图形描述性语言，它把“虚拟世界”看成一个“场景”，而场景中的一切都被看作“对象”（也称为节点），对每一个对象的描述就构成了 .wrl 文件。VRML 主要是为了在网页中实现三维动画效果及基于三维对象用户的交互。由于 HTML 语言不支持三维图像和立体声音文件，因而只能停留在平面设计阶段，更不要说动态交互了。而 VRML 改变了原来互联网上的单调、交互性差的弱点，将人的行为作为浏览器的主体，VRML 创造的是一个可进入、可参与的虚拟世界，使得人们可以在计算机网络上看到生动活泼、逼真的三维立体世界，并可以自由地在网络上遨游、驰骋。

VRML 是虚拟现实三维立体网络程序设计语言，是宽带网络、多媒体与人工智能相融合的高科技产品，是把握未来网络、多媒体及人工智能的关键技术。

虚拟现实三维立体网络程序设计语言始于 20 世纪 90 年代，1991 年 Mark Pesce 和 Tony Parsi 在美国旧金山开始计算机空间的设计并开发 Web 的 3D 接口，这是三维浏览器的原形，

用来在 Internet 上浏览三维画面。1994 年 5 月,在瑞士日内瓦 CERN 实验室举行的万维网 (WWW) 第一届国际会议上介绍了可在万维网上运行的虚拟现实界面,即虚拟现实建模语言 (Virtual Reality Modeling Language)。1994 年 10 月,在芝加哥召开的第二次万维网会议上公布了 VRML 1.0 版规范草案。1996 年初,VRML 委员会审阅并讨论若干个 VRML 2.0 版本。1996 年 3 月,VGA、VRML 设计小组决定将硅图公司 (Silicon Graphics Inc, SGI)、Sony 等公司的 Moving Worlds 方案改造成为 VRML 2.0 版,并于 1996 年 8 月公布。

VRML 国际标准草案就是以 VRML 2.0 版为基础制定的,于 1997 年 4 月提交国际标准化组织 ISO JYCL/SC24 委员会审议,并在 1997 年 12 月认定,依照惯例定名为 VRML 97 (ISO/TEC 14772-1:1997)。1998 年 1 月通过 VRML 97 国际标准,现在正继续向前发展。1998 年 VRML 联盟改名为 Web3D 联盟,年底提出新的标准 X3D (VRML 200X 规范)。2000 年春,Web3D 联盟完成了 VRML 到 X3D 的转换。

1.2 虚拟现实技术的特点

虚拟现实技术的特点主要体现在虚拟现实技术的沉浸感、交互性、想像力,简称 3I 特性,以及网络功能、多媒体技术、人工智能、计算机图形学、动态交互智能感知和程序驱动三维立体模型与场景等特点。

(1) 沉浸感 (Immersion) 是指用户置身于计算机虚拟环境中的真实程度,理想的虚拟现实环境应使用户难以辨认其场景是现实空间还是虚拟空间,使其难辨真假,甚至超越真实。

(2) 交互性 (Interaction) 是指参与者对虚拟现实场景中物体的可操作程度及从虚拟环境所得到的反馈的自然程度和实时性等。这种交互性主要借助于虚拟现实技术中的三维交互设备,如立体眼镜、头盔显示器、数据手套及虚拟现实三维空间跟踪球等。

(3) 想像力 (Imagination) 是指在虚拟现实世界如何开发并寻找合适的场景和对象,以充分发挥人类的想像力和创造力。在多维信息空间中,可以依靠自己的认识和感知能力获取知识,发挥主观能动性,去拓宽知识领域,开发新的产品,把“虚拟”和“现实”有机地结合起来,使人类的生活更加富足、美满和幸福。

(4) 具有强大的网络功能,可以通过运行 VRML 程序直接接入互联网,还可以创建立体网页与网站。

(5) 具有多媒体功能,能够实现多媒体制作,将文字、语音、图像、影片等融入三维立体场景,并合成声音、图像,以达到舞台影视效果。

(6) 创建三维立体造型和场景,实现更好的立体交互界面。

(7) 具有人工智能,主要体现在 VRML 具有感知功能,可以利用感知传感器节点来感受用户及造型之间的动态交互。

(8) 动态交互智能感知,即用户可以借助虚拟现实硬件设备或软件产品,直接与虚拟现实场景中的物体、造型进行动态智能感知交互,使用户有身临其境的真实感受。

(9) 利用程序驱动三维立体模型与场景,便于与各种程序设计语言、网页程序进行交互,而且有着良好的程序交互性和接口,便于系统扩充、交互、上网等功能的实现。

虚拟现实三维立体网络程序设计语言 (VRML) 是第二代 Web 网络程序设计语言,是

21 世纪主流高科技软件开发工具,是把握未来宽带网络、多媒体及人工智能的关键技术。掌握了虚拟现实三维立体网络程序设计语言 (VRML),就掌握了软件开发的主动权,可以在未来世界里驰骋翱翔。

1.3 虚拟现实技术的发展前景

虚拟现实建模语言 (VRML) 源于虚拟现实技术,是 20 世纪末发展起来的涉及众多学科的高新技术。它是集计算机、仿真、微电子、传感与测量技术于一体的高新科技的融合。而虚拟现实建模语言 (VRML) 正是利用虚拟现实技术,在计算机中创建一种虚拟环境,并通过视觉、听觉、触觉、味觉、嗅觉及生理反应等感知器,使用户产生一种与现实生活相同的感受,有身临其境的感觉甚至生理感觉,从而实现用户与虚拟现实环境直接进行交互。

虚拟现实建模语言 (VRML) 涉及计算机网络、多媒体及人工智能技术三大领域,以及自然科学、社会科学和哲学等学科领域。具体来讲,虚拟现实环境一般涉及计算机图形学、图像处理、模式识别、传感器、语音处理、网络技术、并行处理、人工智能等高新技术,还涉及天文、地理、数学、物理、化学、美学、医学、军事、生理和心理等领域。

计算机硬件技术、网络技术及多媒体技术的融合与高速发展使得虚拟现实技术获得长足的发展,使虚拟现实技术能在 Internet 上得以实现和发展。目前网站使用的均为二维图像与动画网页,而在网站上采用虚拟现实建模语言 (VRML),则可以设计出虚拟现实三维立体网页场景和立体景物。利用虚拟现实技术可以制造出一个逼真的“虚拟人”,为医学实习、治疗、手术及科研做出贡献,也可应用于军事领域而设计一个“模拟战场”来进行大规模的高科技军事演习,既可以节省大量费用,又使部队得到了锻炼。在航空航天发射中,也可以制造一个“模拟航天器”,模拟整个航天器生产、发射、运行和回收的全过程。虚拟现实技术还可以应用于工业、农业、商业、教学、娱乐和科研等方面,其应用前景非常广阔。总之,虚拟现实建模语言 (VRML) 是 21 世纪融计算机网络、多媒体及人工智能为一体的最为优秀的开发工具和手段。

1.4 虚拟现实技术

虚拟现实技术是以计算机技术为平台,利用虚拟现实硬件、软件资源而实现的一种极其复杂的人与计算机之间的交互和沟通过程。利用虚拟现实技术可为人类创建一个虚拟空间,可向参与者提供视觉、听觉、触觉、嗅觉、导航漫游等身临其境的感受,并与虚拟现实环境中的三维实体进行交互和感知,亲身体验在虚拟现实世界中遨游的神秘、浩瀚的感受。

虚拟现实技术是指利用计算机系统、多种虚拟现实专用设备和软件构造一种虚拟环境,实现用户与虚拟环境直接进行自然交互和沟通的技术。

人类是世界的主宰,人通过虚拟现实硬件设备,如三维头盔显示器、数据手套、三维语音识别系统等与虚拟现实计算机系统进行交流 and 沟通,可使人亲身感受到虚拟现实空间中真实的身临其境的感受。

虚拟现实系统与其他计算机系统的最本质区别是“模拟真实的环境”。虚拟现实系统模拟的是“真实环境、场景和造型”,把“虚拟空间”和“现实空间”有机地结合而形成一

个虚拟的时空隧道，即虚拟现实系统。

虚拟现实技术的分类模式有：沉浸式虚拟现实技术模式、分布式虚拟现实技术模式、桌面式虚拟现实技术模式及纯软件虚拟现实技术模式。

沉浸式虚拟现实技术模式也称最佳虚拟现实技术模式，选用了完备而先进的虚拟现实硬件设备和虚拟现实软件技术来支持。虚拟现实硬件和软件投资规模比较大，效果自然良好，适合于大中型企业使用。

分布式虚拟现实技术模式是指基于网络虚拟环境，将位于不同物理位置的多个用户或多个虚拟现实环境通过网络互联，并共享信息资源，使用户在虚拟现实的网络空间中更好地协调工作。这些用户既可以在同一个地方工作，也可以在世界上各个不同的地方工作，彼此之间可以通过分布式虚拟网络系统联系在一起，共享计算机资源。分布式虚拟现实环境既可以利用分布式计算机系统提供的强大计算能力，又可以利用分布式本身的特性，再加之虚拟现实技术，可使人们真正感受虚拟现实网络所带来的巨大潜力。

桌面式虚拟现实技术模式也称基本虚拟现实技术模式，使用最基本的虚拟现实硬件设备和软件技术，以达到一个虚拟现实技术的最基本的配置。其特点是投资较少，效率可观，属于经济型投资范围，适合于中小企业投资使用。

纯软件虚拟现实技术模式也称大众化模式，是在无虚拟现实硬件设备和接口的前提下，利用传统的计算机、网络和虚拟现实软件环境实现的虚拟现实技术。其特点是投资最少，效果显著，属于民用范围，适合于个人、小集体开发使用，是一种既经济又实惠的虚拟现实技术开发模式。

虚拟现实技术的模式如图 1-1 所示。

沉浸式 (硬件) 虚拟现实	分布式 (网络) 虚拟现实	桌面式 (基本) 虚拟现实	纯软件 (网络) 虚拟现实
计算机系统(硬件和软件)			

图 1-1 虚拟现实技术模式

虚拟现实技术的发展和普及要从最廉价的纯软件(网络)虚拟现实系统开始逐步过渡到桌面式(基本)虚拟现实系统，然后进一步发展完善为沉浸式(硬件)虚拟现实系统，并通过这三个发展历程，最终实现真正具有真实动态交互和感知功能的虚拟现实系统，从而实现人类真实的视觉、听觉、触觉、嗅觉、漫游和移动物体等身临其境的感受。

一个典型虚拟现实系统包括计算机系统、虚拟现实软件系统、虚拟现实硬件设备和人类活动，如图 1-2 所示。

完整的计算机系统包括计算机硬件设备、软件产品、多媒体设备及网络设施，它可以是一台大型计算机、工作站或 PC(个人计算机)。

虚拟现实软件系统包括虚拟现实软件 VRML、JAVA3D、OpenGL、Vega 等。

虚拟现实硬件设备包括三维立体眼镜、数据手套、数据头盔、数据及各种动态交互传感器设备等。

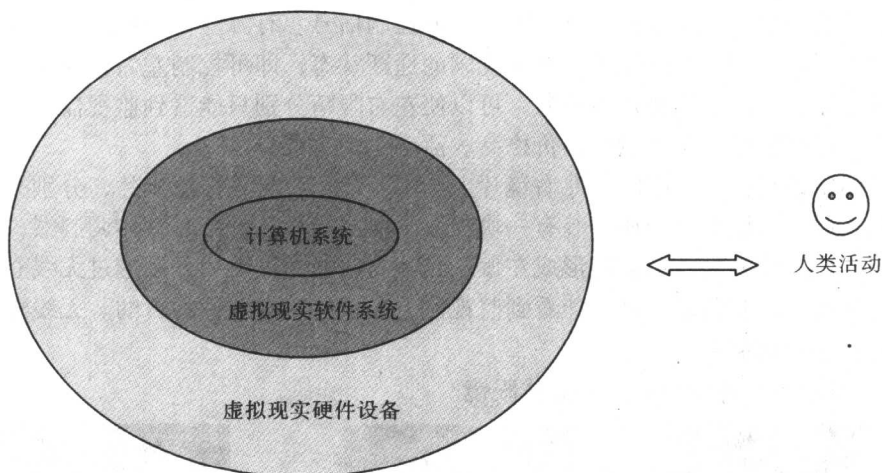


图 1-2 典型完整的虚拟现实系统

1.5 虚拟现实动态交互感知设备

虚拟现实动态交互感知设备主要用于将各种控制信息传输到计算机，虚拟现实计算机系统再把处理后的信息反馈给参与者，从而实现“人”与“虚拟现实计算机系统”的真实动态交互和感知效果。虚拟现实硬件设备可以实现虚拟现实场景中“人”与“机”的动态交互，使人充分体验虚拟现实中的沉浸感、交互性和想像力。

对于人类的感知系统，有 60% 以上的信息是通过视觉获得，20% 左右通过听觉获得，还有 20% 是通过触觉、嗅觉、味觉、手势和面部表情等获得。而虚拟现实硬件系统设备就要实现和满足人们的需求，实现“人”与“机”之间的信息传递和数据转换。将虚拟环境中的三维物体造型、动作、声音进行转换而形成人类能够识别的信息，再将人类的主观愿望通过虚拟现实设备传递给虚拟现实系统，如将人的动作（转动、走动、手势等）变成作用信息，再通过反馈使人能获得视觉、听觉、触觉的感受。此外，还可以使用摄像机、压力传感器、视觉跟踪器、惯性仪、语音识别系统等。

虚拟现实动态交互感知设备主要包括三维立体眼镜、具有 3D 功能的头盔显示器（HMD）、数据手套（Data Glove）、数据衣（Data Suit）、跟踪设备（Tracking Equipment）、控制球（Cyberpuck Controller）、三维立体声耳机（Three Dimensional Earphone）、三维立体扫描仪和三维立体投影设备等。虚拟现实硬件系统集成了高性能的计算机软件、硬件、跟踪器及先进的传感器等设备，因此虚拟现实硬件系统设备复杂且昂贵。

1. 三维立体眼镜

三维立体眼镜是用于 3D 模拟场景 VR 效果的观察装置，它利用液晶光阀高速切换左右眼图像的原理，分有线和无线两类，可以增加沉浸感，支持逐行和隔行立体显示观察，是目前最为流行和经济适用的 VR 观察设备。

有线立体眼镜的镜框上装有电池及液晶调制器控制的镜片，立体监视器装有红外线发射

器, 根据监视器显示左右眼视图的频率发射红外控制信号。有源立体眼镜的液晶调制器接收到红外控制信号后, 调制左右镜片上液晶光阀的通断状态, 即可控制左右镜片的透明和不透明状态。通过轮流高速切换镜片的通断, 可以使左右眼睛分别只能看到监视器上显示的左右图像。有线立体眼镜的图像质量好、价格高、活动范围有限。

无线立体眼镜是在立体眼睛的左右镜片上利用两片正交的偏振滤光片, 分别只容许一个方向的偏振光通过。监视器前还安装有一块与显示屏同样尺寸的液晶立体调制器, 监视器显示的左右眼图像经液晶立体调制后形成左偏振光和右偏振光, 然后分别透过无线立体眼镜的左右镜片, 从而实现左右眼分别只能看到监视器上显示的左右图像的目的。无线立体眼镜价格低廉, 适合于大众消费。

图 1-3 所示为几种常用的三维立体眼镜。



图 1-3 几种常用的三维立体眼镜

2. 数据手套

数据手套是虚拟现实技术中应用的基本交互设备, 它作为一只虚拟的手或控件而用于三维虚拟现实场景的模拟交互, 可进行物体抓取、移动、装配、操纵、控制等动作。数据手套具有有线和无线、左手和右手之分, 可用于 WTK、Vega 等 3D VR 或视景仿真软件环境中。

在数据手套上有一个附加在手背上的传感器, 以及附加在拇指和其他手指上的弯曲的柔件传感器, 各个柔件传感器可用于测定拇指及其他手指的关节角。该系统向手套控制器询问其当前的数据, 可以使系统在任何时刻计算出手的位置和方向。

几种常用的数据手套如图 1-4 所示。



图 1-4 几种常用的数据手套

3. 数据头盔

头盔显示器 (又称数据头盔或数字头盔) 是虚拟现实应用中的 3D VR 图形显示与观察设备, 可单独与主机相连以接收来自主机的 3D VR 图形信号。其使用方式为头戴式, 辅以空间跟踪定位器可进行 VR 输出效果观察, 同时观察者可做空间上的自由移动, 如自由行

走、旋转等,其VR效果非常好,沉浸感极强。在VR效果的观察设备中,头盔显示器的沉浸感优于立体眼镜。

头盔显示器通常固定于用户的头部,用两个LCD或CRT显示,分别向左右眼睛显示由虚拟现实场景中生成的图像,左右两个显示屏中的图像是由计算机图形控制部分分别驱动的,屏幕上的两幅图像存在着视差,类似我们双眼的视差,大脑最终将融合这两幅图像而获得三维立体效果。

头盔显示器上装有头部位置跟踪设备,使虚拟现实用户头部的动作和视觉能够得到实时跟踪,计算机随时可以知道用户头部的位置及运动方向。计算机可以随着用户头部的运动,相应地改变呈现在用户视野中的图像,从而提高了用户的临场沉浸感,获得更好三维立体视觉效果。

几种常见的头盔显示器如图1-5所示。

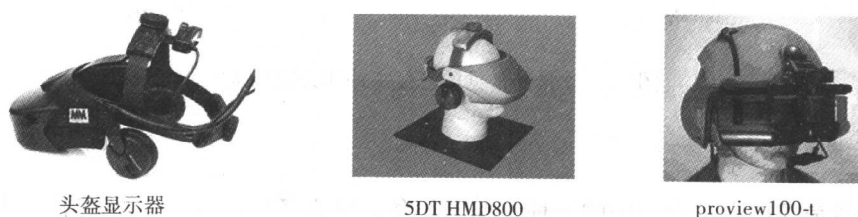


图1-5 几种常见的头盔显示器

4. 三维空间跟踪球

三维空间跟踪球是虚拟现实应用中的另一种基本的交互设备,用于6个自由度VR场景的模拟交互,可从不同的角度和方位对三维物体进行观察、浏览、操纵,也可作为3D Mouse来使用,并可与数据手套或立体眼镜结合使用。作为跟踪定位器,三维空间跟踪球还可单独用于CAD/CAM、Pro/E、UG等。

在三维空间中有6个自由度,3个平移运动方向,即物体沿着X轴、Y轴、Z轴3个自由度运动,并围绕三个旋转轴运动,即物体围绕X轴、Y轴、Z轴旋转形成6个自由度在三维立体空间中任意驰骋。三维空间跟踪球利用6个自由度进行操作。三维空间跟踪球装在一个凹形支架上,可以扭转、挤压、按下、拉出和摇晃等。其中,变形测定器可以测量用户施加在该球上的力度。该装置还配有传感器,用于测量物体6个自由度的操作情况,从而实现完善的三维交互过程。

三维空间跟踪球如图1-6所示。

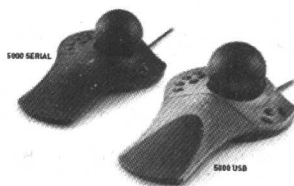


图1-6 三维空间跟踪球

5. 三维空间跟踪定位器

三维空间跟踪定位器是虚拟现实系统中用于空间跟踪定位的装置,一般与其他虚拟现实设备结合使用,如数据头盔、立体眼镜、数据手套等。它使参与者在空间上能够自由移动、旋转而不局限于固定的空间位置,操作更加灵活、自如、随意。三维空间跟踪定位器有6个自由度和3个自由度之分,用户可根据使用情况选择相应的产品。几种常见的三维空间跟踪定位器如图1-7所示。

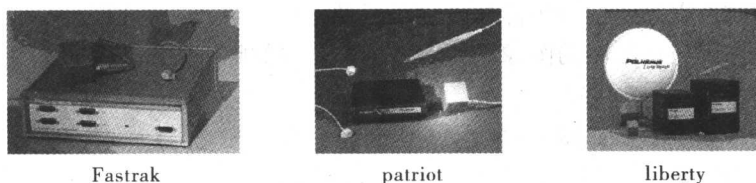


图1-7 几种常见的三维空间跟踪定位器

6. 力反馈器

力反馈器是虚拟现实应用中的一种重要的设备,该设备能使参与者实现虚拟环境中除视觉、听觉之外的第三感觉——触觉和力反馈感,进一步增强与虚拟环境的交互性,从而真正体验到虚拟世界中的交互真实感。该设备广泛应用于虚拟医疗、虚拟装配等诸多领域。

(1) 触觉反馈装置:视觉的触觉反馈、电刺激式和神经肌肉刺激式触觉反馈、充气式触觉反馈、振动式触觉反馈。

(2) 力反馈装置:机械臂式和操纵杆式。

力反馈器如图1-8所示。

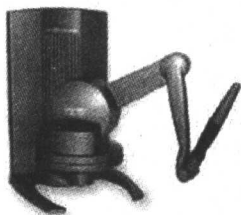


图1-8 力反馈器

7. 三维模型数字化仪

三维模型数字化仪(又称三维扫描仪或三维数字化仪)是一种先进的三维模型建立设备。该设备利用CCD成像、激光扫描等手段实现物体模型的取样,同时通过配套的矢量化软件对三维模型数据进行数字化,从而实现计算机系统对数字模型的控制。这种设备特别适用于建立一些不规则三维物体模型的工作中,如人体器官和骨骼模型的建立、出土文物三维数字模型的建立,等等。因此,其在医疗、动植物研究、文物保护等VR应用领域有着广阔的应用前景。

图1-9和图1-10分别为三维模型数字化仪和三维激光扫描仪。

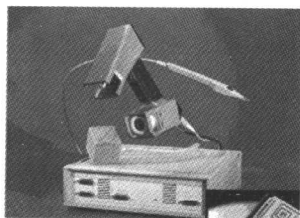


图 1-9 三维模型数字化仪



图 1-10 三维激光扫描仪

8. 三维立体摄像机

三维立体摄像机是一种能够拍摄立体视频图像的 VR 设备,通过将它拍摄的立体影像播放在具有立体显示功能的显示设备上,能产生具有超强立体感的视频图像,观看者戴上立体眼镜便能够身临其境地感受虚拟世界带来的真实视觉震撼,从而使得屏幕上的物体和影像场景可望又可及。它非常适合于城市风光展览、新产品展示、旅游、广告等展示和宣传性的行业使用。

图 1-11 为常见的三维立体摄像机。

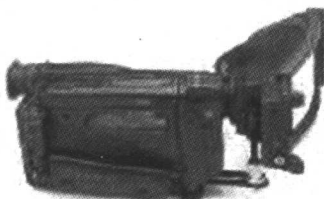


图 1-11 三维立体摄像机

9. 三维立体显示器

三维立体显示器是目前刚刚问世的一种新的高技术产品。过去的立体显示和立体观察都是在 CRT 监视器上戴上液晶光阀的立体眼镜进行观看,并且需要通过高技术编程开发才能实现立体现实和立体观察。而立体显示器则摆脱以往对该项技术的要求,不需要任何编程开发,就可以实现三维模型的立体显示,只要用肉眼即可观察到突出的立体显示效果,而不需要带任何立体眼镜设备。同时,它也可以实现视频图像(如立体电影)的立体显示和立体观察,同样也无须戴任何立体眼镜。

三维立体显示器如图 1-12 所示。

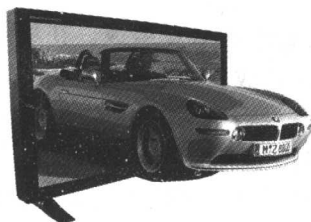


图 1-12 三维立体显示器