

21世纪高等学校规划教材 | 计算机应用

虚拟现实技术 基础与应用

苗志宏 马金强 编著



清华大学出版社

21世纪高等学校规划教材



虚拟现实技术 基础与应用

苗志宏 马金强 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

虚拟现实技术是近年来发展十分迅速的一项计算机技术,并在各个领域中得到了广泛的应用。

本书介绍了虚拟现实技术的基础知识以及实现方法。主要内容有虚拟现实技术基础概念和原理、3ds Max 中三维模型的建立方法、利用 Visual C++ 平台上的 OpenGL 构建交互式三维场景过程、OpenGL 中真实感三维图形实现过程以及 3ds Max 与 OpenGL 混合编程方法。全书结合大量的实例来讲解实现原理,具有较好的可读性和操作性。

本书可以作为普通高等院校计算机科学与技术以及相关专业的教材,也可供从事相关专业的技术研发人员学习和参考。

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

虚拟现实技术基础与应用/苗志宏,马金强编著.--北京:清华大学出版社,2014

21世纪高等学校规划教材·计算机应用

ISBN 978-7-302-35964-7

I. ①虚… II. ①苗… ②马… III. ①数字技术—高等学校—教材 IV. ①TP391.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 066034 号

责任编辑:黄 芝 薛 阳

封面设计:傅瑞学

责任校对:焦丽丽

责任印制:何 芊

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:三河市君旺印装厂

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:17

字 数:410千字

版 次:2014年5月第1版

印 次:2014年5月第1次印刷

印 数:1~2000

定 价:29.50元

产品编号:052198-01

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@tup.tsinghua.edu.cn



前言

虚拟现实技术是近年来发展十分迅速的一项计算机技术,该项技术是模拟人类视觉、听觉、力觉、触觉等感知行为的高度逼真的人机交互技术,是在数字图像处理、计算机图形学、多媒体技术、人机接口技术、计算机仿真技术及传感器技术等信息技术基础上发展起来的一门多学科交叉技术。虽然该技术的相关研究早在 20 世纪 60 年代初就已开始,但直到 20 世纪 90 年代初,随着计算机硬件技术的飞速发展,这项技术才得到了长足的发展。目前该技术在军事、航天、医学、工业、教育等领域中发挥了重要的作用,其未来的发展将更为迅速。

虚拟现实系统的实现方法和途径有很多,目前也有很多相关的软件和开发平台。虚拟现实系统建模软件 3ds Max 是当今流行的三维实体制作工具,它具有建模功能强大、操作简便和易于掌握等特点,目前已经成为使用人数最多、应用最为广泛的三维建模及渲染软件。在虚拟现实系统中,三维场景的交互响应功能和真实感图形的绘制是其重要的组成部分,OpenGL(Open Graphics Library, 开放图形程序接口)是实现这些功能的常用工具。OpenGL 是在 SGI 等多家世界闻名的计算机公司的倡导下,以 SGI 的 IRIS GL 三维图形库为基础制定的一个通用共享的开放式三维图形标准。OpenGL 于 1992 年 7 月发布 1.0 版,目前已成为占主导地位的跨平台可移植的三维图形开发应用工具。OpenGL 是图形硬件的一个软件接口,它可以作为 Visual C++ 平台的开发库,能很方便地实现相关图形算法。

本书在介绍虚拟现实技术基本概念、基础理论、硬件设备和相关技术等基础知识的基础上,重点介绍了 3ds Max 中三维模型的建立方法,OpenGL 中三维场景的构建过程以及真实感三维图形的实现技术。本书内容循序渐进、深入浅出,并通过列举大量的开发实例来讲解虚拟现实系统开发的基本过程,读者可以仿照本书中的实例开发出自己的应用程序。本书部分实例还结合消防灭火模拟训练,介绍了火灾虚拟场景的构建问题,读者可以在此基础上进一步发展,将其应用到其他领域中。

本书由苗志宏、马金强编著。其中,第 5~7 章由苗志宏编写,第 1~4 章由马金强编写,第 8 章由苗志宏、马金强共同编写,苗志宏对全书进行了统编和审校。在本书的编写过程中参考了大量的相关文献,也从中汲取了不少经验,在此向这些文献的作者、译者表示感谢。同时,本书得到了清华大学出版社魏江江主任和黄芝编辑的大力支持及帮助,对此深表感谢。

虽然编者从长期的高校教育教学实践工作中积累了大量的资料,但由于时间仓促,书中难免有错误和不足之处,殷切希望广大读者批评指正。

编者

2014 年 1 月

第 1 章 虚拟现实技术概述	1
1.1 虚拟现实技术的基本概念	1
1.1.1 虚拟现实的概念	1
1.1.2 虚拟现实的原理和本质	2
1.1.3 虚拟现实技术与其他技术的关系	3
1.2 虚拟现实技术的发展历程	4
1.2.1 虚拟现实技术的萌芽阶段	5
1.2.2 虚拟现实系统的产生和初步形成	6
1.2.3 虚拟现实技术的高速发展和完善	7
1.3 虚拟现实技术的特性和系统组成	8
1.3.1 虚拟现实技术的特性	8
1.3.2 虚拟现实系统的组成	9
1.4 虚拟现实技术的分类与应用	10
1.4.1 虚拟现实技术的分类	10
1.4.2 虚拟现实技术的应用	13
本章小结	21
练习与思考	21
第 2 章 虚拟现实系统的硬件设备	22
2.1 虚拟现实的生成设备	22
2.1.1 高性能个人计算机	22
2.1.2 图形工作站	22
2.1.3 巨型机	24
2.1.4 分布式网络计算机	25
2.2 虚拟现实交互设备	25
2.2.1 视觉显示设备	25
2.2.2 听觉感知设备	29
2.2.3 虚拟物体操作设备	31
2.2.4 运动捕捉设备	35
本章小结	39
练习与思考	40

第 3 章 虚拟现实的相关技术	41
3.1 虚拟现实中的计算机图形学原理	41
3.1.1 三维图形绘制原理	41
3.1.2 坐标系	42
3.1.3 透视投影	44
3.1.4 三维裁剪	45
3.1.5 三维消隐	45
3.2 虚拟现实建模技术	45
3.2.1 几何建模技术	46
3.2.2 物理建模技术	49
3.2.3 运动建模技术	50
3.3 实时动态绘制技术	51
3.3.1 实时动态绘制技术的基本原理	51
3.3.2 实时动态绘制技术简介	51
3.4 人机自然交互技术	53
3.4.1 手势识别技术	53
3.4.2 面部表情识别技术	53
3.4.3 眼动跟踪	53
3.4.4 触觉、力觉反馈传感技术	54
3.5 三维虚拟声音技术	54
3.5.1 三维虚拟声音的特征	55
3.5.2 语音识别与合成技术	55
本章小结	57
练习与思考	57
第 4 章 三维建模工具软件 3ds Max	58
4.1 三维建模工具软件简介	58
4.1.1 3ds Max	58
4.1.2 XSI	59
4.1.3 Maya	59
4.2 3ds Max 基础知识	60
4.2.1 3ds Max 的工作界面	60
4.2.2 对象	64
4.3 3ds Max 基本操作	66
4.3.1 创建对象	66
4.3.2 对象属性	69
4.3.3 变换对象	70
4.3.4 对象的复制	73

4.3.5 常用辅助工具	76
4.4 几何体的创建	77
4.4.1 标准基本体	77
4.4.2 扩展基本体	78
4.4.3 创建二维图形	79
4.5 修改和编辑模型	81
4.5.1 三维几何体的编辑修改器	82
4.5.2 二维图形的编辑和修改	89
4.6 高级建模	99
4.6.1 网格建模	99
4.6.2 多边形建模	102
4.6.3 面片建模	107
4.6.4 NURBS 建模	109
4.7 材质和贴图	113
4.7.1 材质	113
4.7.2 贴图	119
4.8 灯光和摄影机	121
4.8.1 灯光基础知识	122
4.8.2 灯光类型	122
4.8.3 灯光的基本参数	124
4.8.4 摄影机简介	126
4.8.5 摄影机的基本参数	127
4.9 3ds Max 模型和 OpenGL 技术	129
4.9.1 OpenGL 技术简介	129
4.9.2 3ds Max 模型在 OpenGL 中的使用	130
本章小结	130
练习与思考	131
第 5 章 OpenGL 程序设计基础	133
5.1 OpenGL 基础知识	133
5.1.1 OpenGL 简介	133
5.1.2 OpenGL 的主要功能	134
5.1.3 OpenGL 的函数库	134
5.1.4 OpenGL 函数命名规则	135
5.1.5 OpenGL 的数据类型	135
5.1.6 OpenGL 的工作方式	136
5.1.7 OpenGL 是状态机	137
5.2 OpenGL 实用工具包	137
5.3 简单的 OpenGL 应用程序	139

5.3.1	创建基于控制台的 OpenGL 应用程序	139
5.3.2	创建基于 SDK 的 OpenGL 应用程序	141
5.3.3	创建基于 MFC 的 OpenGL 应用程序	151
	本章小结	155
	练习与思考	155
第 6 章	OpenGL 图形绘制和变换	156
6.1	基本图形绘制	156
6.1.1	基本图元描述	156
6.1.2	绘制平面图形	158
6.2	坐标变换	166
6.2.1	坐标变换的基本概念	166
6.2.2	视点变换	167
6.2.3	模型变换	168
6.2.4	投影变换	169
6.2.5	视口变换	173
6.2.6	矩阵堆栈操作	174
6.2.7	综合应用实例	176
	本章小结	182
	练习与思考	182
第 7 章	OpenGL 三维场景真实感图形显示技术	183
7.1	真实感显示技术的基本概念	183
7.2	颜色模型	184
7.2.1	RGB 模式	184
7.2.2	颜色索引模式	186
7.2.3	应用实例	187
7.3	光照模型与材质	191
7.3.1	光照基本知识	191
7.3.2	创建光源	192
7.3.3	选择光照模型	196
7.3.4	材质的定义	197
7.3.5	综合应用实例	199
7.4	纹理映射	202
7.4.1	纹理的定义	202
7.4.2	控制纹理滤波	204
7.4.3	纹理处理	205
7.4.4	多重纹理	206
7.4.5	应用实例	207

7.5 OpenGL 综合应用实例——粒子系统实现	216
7.5.1 粒子系统简介	216
7.5.2 基于面向对象程序设计方法的粒子系统构建	217
7.5.3 用粒子系统模拟火焰和消防水枪喷射效果	221
本章小结	223
练习与思考	223
第 8 章 虚拟现实系统综合开发实例	225
8.1 虚拟环境中三维模型的实现	225
8.1.1 三维模型建造的基本原则	225
8.1.2 三维模型建造实例	226
8.2 3ds 模型与 OpenGL 混合编程简介	228
8.2.1 3ds 文件格式简介	228
8.2.2 导入 3ds 文件到 OpenGL 中	229
8.3 虚拟现实消防灭火三维场景的构建	243
8.3.1 应用实例简述	243
8.3.2 场景模型的构建	244
8.3.3 初始化场景	250
8.3.4 键盘交互实现	251
8.3.5 多视口的实现	254
8.3.6 主函数的实现	255
本章小结	255
练习与思考	255
参考文献	257

第1章

虚拟现实技术概述

人会做梦,会幻想,而虚拟现实技术能使梦想成真。未驾驶过飞机,也能知道驾机飞行的感觉;没有当过宇航员,却能体会到太空飞行中失重的滋味;虽不是潜水员,但能感受到深沉大海的孤寂、观看到神奇炫目的景观……虚拟现实技术所带来的身临其境的神奇效应正渗透到各行各业。虚拟现实技术已经成为信息领域中继多媒体技术、网络技术之后被广泛开发与应用的热点。目前,虚拟现实技术、理论分析和科学实验已经成为人类探索客观世界规律的三大手段。本章作为本书的开篇章节将介绍虚拟现实技术的基本概念、发展历程、特性、系统组成、分类及应用情况。

【学习目标】

- (1) 掌握虚拟现实技术的基本概念。
- (2) 了解虚拟现实技术的发展历程。
- (3) 掌握虚拟现实技术的特性和系统组成。
- (4) 了解虚拟现实技术的分类与应用。

1.1 虚拟现实技术的基本概念

1.1.1 虚拟现实的概念

虚拟现实(Virtual Reality, VR)是由美国 VPL Research 公司创始人 Jaron Lanier 在 1989 年提出的,目前在学术界被广泛使用。Virtual 是虚假的意思,其含义是这个环境或世界是虚拟的,不是真实的,这个环境或世界是人工构造的,是存在于计算机内部的。Reality 就是真实的意思,其含义是现实的环境或真实的世界。把两者合并起来就是虚拟现实,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,让你感觉到就如真实的一样。在国内,钱学森院士称它为“灵境”。

当前,关于虚拟现实的定义存在多种说法,主要分为狭义的和广义的两种。

所谓狭义的定义认为虚拟现实技术是一种智能的人机界面或一种高端的人机接口。“虚拟现实技术之父”Ivan Sutherland 认为:“计算机屏幕只是一个窗口,但通过这个窗口,我们可以看见一个虚拟的世界。我们面临的挑战是如何使这个世界看起来真实、动起来真实、听起来真实、摸起来真实!”它通过视觉、听觉、触觉、嗅觉和味觉等看到彩色或立体的景象、听到虚拟环境中的声音、感觉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。

所谓广义的定义认为虚拟现实技术不仅是一种人机接口,更主要是对虚拟想象或真实世界的模拟再现。通过把客观世界的局部用电子的方式模拟出来,并通过自然的方式接收或响应模拟环境的各种感官刺激,在与虚拟世界中的人及物体产生交流的同时,使用户产生身临其境的感觉。

这里,虚拟现实技术的定义可以归纳为:虚拟现实技术是一种可以创建和体验虚拟世界的计算机技术,它利用计算机生成一种虚拟环境,借助一些特殊的输入输出设备,让用户与虚拟环境进行交互,实时感知和操作虚拟世界中的各种对象,从而通过视觉、触觉和听觉等获得身临其境的真实感受。

虚拟现实中的虚拟环境主要有以下几种情况。

(1) 模拟真实世界中的环境。例如地理环境、建筑场馆、文物古迹等。这种真实环境可能是已经存在的,也可能是已经设计好但还没有建成的,或者是曾经存在但现在已经发生变化、消失或者受到破坏的。其目的是逼真地模仿真实世界中的环境,建立和现实世界一样的几何、物理模型。

(2) 模拟人类主观构造的环境。例如影视制作中的科幻场景和电子游戏中的三维虚拟世界。此环境完全是虚构的,用户也可以参与其中,并与之进行交互的非真实世界。但它的交互性和参与性不是很明显。

(3) 模拟真实世界中人类不可见的环境。例如分子的结构和空气中的速度、温度、压力的分布等。这种环境是真实环境,客观存在的,但是受到人类视觉、听觉器官的限制而不能被感应到。一般情况是以特殊的方式(如放大尺度的形式)进行模仿和仿真,使人能够看到、听到,或者感受到,体现科学可视化。

虚拟现实技术是在计算机图形学、计算机仿真技术、人机接口技术、多媒体技术以及传感技术的基础上发展起来的交叉学科,由于它生成的视觉环境是立体的、音效是立体的、人机交互是和谐友好的,因此虚拟现实技术改变了人与计算机之间枯燥、生硬和被动的现状,计算机创造的环境将人们陶醉在流连忘返的工作环境之中。它的兴起,为人机交互界面的发展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。

1.1.2 虚拟现实的原理和本质

虚拟现实技术的原理如图 1-1 所示,人在物理交互空间通过传感器集成等设备与由计算机硬件和 VR 引擎产生的虚拟环境交互。来自多传感器的原始数据经过传感器处理成为融合信息,经过行为解释器产生行为数据,然后输入虚拟环境并与用户进行交互,最后,来自虚拟环境的配置和应用状态再反馈给传感器,如图 1-2 所示。

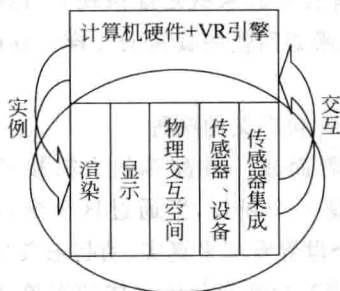


图 1-1 虚拟现实技术原理图

虚拟现实的本质在于它的模拟和仿真,可以通过现有的信息技术手段达到对现实世界中客观事物的模拟和再现。不管技术如何发展,虚拟现实系统都是为了更好地把现实世界中的事物尽可能真实地表现出来,所以,它的主体

还是现实,虚拟现实只是最现实的模拟,并不是现实。但是它又通过模仿,尽可能地模拟出现实中的功能和特性,通过交互的手段,令使用者产生“身临其境”的感觉。

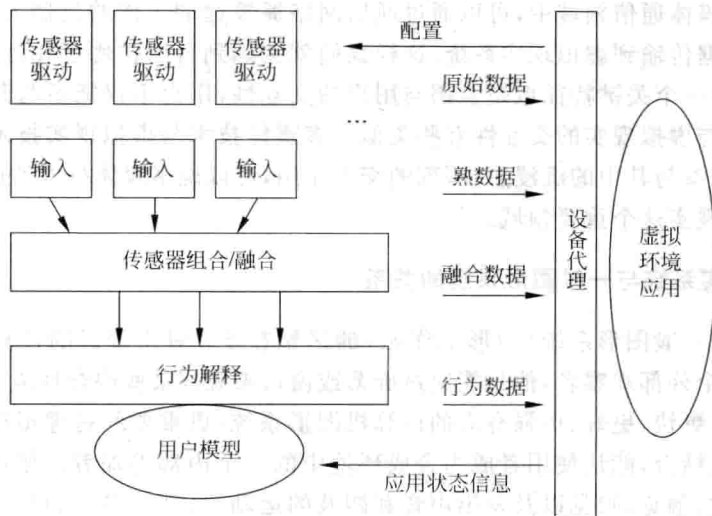


图 1-2 多感知交互模型

1.1.3 虚拟现实技术与其他技术的关系

1. 虚拟现实技术与可视化仿真技术的关系

虚拟现实与可视化仿真技术有着密切的联系:两者都被视为现代图形学的应用主流和技术生长点。可视化仿真着重于将计算机产生的大量数据转化为图形,化抽象思维为形象思维,而虚拟现实则致力于提供和谐的人机交互环境,使研究人员在虚拟环境中身临其境般地去研究数据关系。

可视化仿真不仅是对仿真计算的结果进行可视化,更重要的是为研究人员提供与仿真数据交互作用的手段,能够实时跟踪和有效地观察数值模拟和实验过程,即仿真结果可视化和仿真过程可视化。仿真的研究人员不仅仅要通过打印输出或显示屏幕等方式,从系统的外部去观察信息处理和仿真结果,而且还要通过各种感官以及形体、声音等途径加入到仿真系统中去,这样的仿真系统已不再是建立在单维的数字化的信息空间上,而是建立在一个多维化的、定性和定量相结合的、感性和理性相结合的综合集成环境中。虚拟现实技术是建立在多维信息空间上的仿真系统的关键技术,这样的实时人机交互的和谐界面环境将使仿真技术达到更加完美的地步,可以说虚拟现实技术将是可视化仿真发展的终极目标。

2. 虚拟现实技术与多媒体技术的关系

多媒体仅从字面上理解就是多种媒体的意思。实际上多媒体是指能用计算机进行文本、图形、图像、动画、音频、视频和计算机程序等信息处理,并在这些信息之间建立一定的逻辑关系,使之成为能交互式进行信息存取的集成系统。多媒体技术可以说是计算机、信号处理、电视、通信等技术相结合的一门综合技术。综合并协同处理声、文、图等信息的多媒体技

术将使计算机成为人类交流信息的媒体。多媒体技术的关键技术也是信息处理技术,特别是图形图像处理技术,这与虚拟现实技术有相同的发展背景。其次在应用方面两者更有相似之处,如在多媒体通信领域中,可以通过通信网络遥控远端工作的机器人,可将远端的环境数据、感觉数据传输到虚拟现实系统,这样我们就会感到自己仿佛已在远端的环境之中,交互式多媒体的一个关键特征也是强调与用户的交互性,用户不仅能参与其中而且还可提供反馈信息,这与虚拟现实的交互性有些类似。多媒体技术与虚拟现实技术的最大区别在于虚拟现实有人参与其中的沉浸感、深刻的交互作用,可以说多媒体技术的进一步发展和应用,将会是虚拟现实这个重要领域。

3. 虚拟现实系统与一般图形系统的关系

虚拟现实与一般图形系统(图形工作站)的区别在于:对于普通的计算机图形系统来说,使用者是一个外部观察者,他只能通过屏幕或窗口来观察某些综合环境。而虚拟现实系统不仅仅是一个更快、更好、更强有力的计算机图形系统,更重要的是虚拟现实系统通过其各项功能的有机结合,能让使用者成为合成环境中的一个内部参加者。使用者各种生理官能,如视觉、听觉、触觉、嗅觉以及发出声音和四肢的运动等,都能参与到这个环境中去切身体验。

1.2 虚拟现实技术的发展历程

虚拟现实技术作为一种有效地模拟生物在自然环境中的视、听、动等行为的交互技术,其思想、概念的孕育和出现可追溯到中国古代(公元前 468—公元前 376)的战国时期。据《墨子·鲁问》记载,“公输般削竹木以为鹊,成而飞之,三日不下”,其原材料是极薄的木片或竹片。后来人们在风筝上系上竹哨,利用风吹竹哨,声如筝鸣,故称“风筝”。模拟飞行动物发明的有声风筝(图 1-3),这是有关中国古代人试验飞行器模型的最早记载。



图 1-3 风筝

当人们在放风筝的时候,远远望去栩栩如生的模拟飞行动物和人之间互动的大自然场景与其发出的悦耳清新的筝鸣,其拟真、拟声、互动的行为是仿真技术在人们生活中的应用。这一过程历经了漫长的历史。后来该技术传到西方,西方人称风筝为飞行器,并利用风筝的原理发明了飞机。发明家 Edwin A. Link 于 1929 年发明了飞行模拟器,使乘坐者感觉和坐在真的飞机上是一样的,如图 1-4 所示。

人们从动物飞行的行为中得到了启发,产生了丰富的想象力,创造了以上发明。它推动了仿真技术的发展,也是虚拟现实技术的前身,蕴含了虚拟现实的思想。

虚拟现实技术是在信息科学的飞速发展得到了大发展,其发展历程大体上可以分为三个阶段:第一阶段是虚拟现实技术的萌芽(1956—1972);第二阶段是虚拟现实系统的产生和初步形成(1973—1989);第三阶段是虚拟现实技术的高速发展和完善(1990—2010)。

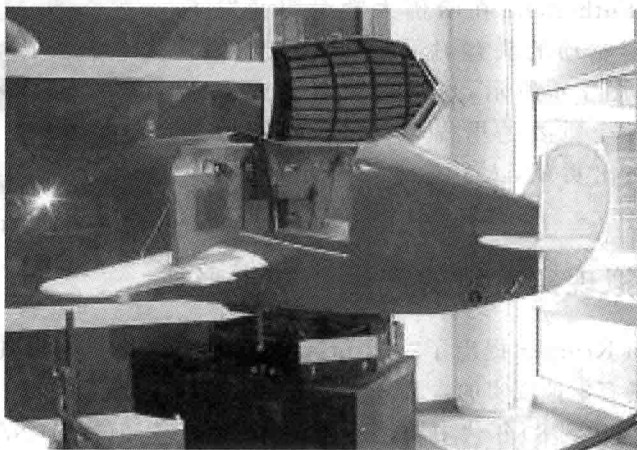


图 1-4 飞行模拟器

1.2.1 虚拟现实技术的萌芽阶段

在 1956 年,美国的 Morton Heilig 开发出了一个叫做 Sensorama 的摩托车仿真器, Sensorama 具有三维显示及立体声效果,能产生振动和风吹的感觉,如图 1-5 所示。



图 1-5 Sensorama 摩托车仿真器

1962 年,美国的 Morton Heilig 的专利“全传感仿真器”的发明,有振动和声的感觉。该专利也蕴含了虚拟现实技术的思想。

1965年 Ivan Sutherland 教授发表的论文 *the Ultimate Display*《最终显示》提出了感觉真实、交互真实的人机协作新理论。

1968年 Ivan Sutherland 在哈佛大学组织开发了第一个计算机图形驱动的头盔显示器 HMD 及头部位置跟踪系统,如图 1-6 所示,这一发明成为虚拟现实技术发展史上一个重要的里程碑。由于在图形显示和交互方面的杰出贡献,人们称他为“虚拟现实技术之父”。

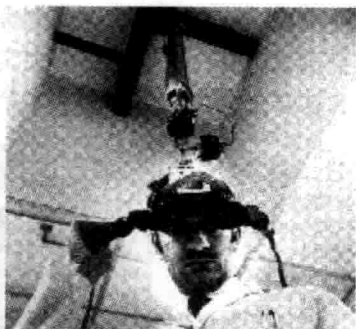


图 1-6 HMD 头盔显示器

1.2.2 虚拟现实系统的产生和初步形成

1973年 Myron Kruger 提出了“Artificial Reality”,这是早期出现的虚拟现实的词。从字面上来看,它具有虚拟现实的含义。

20世纪80年代初到80年代中期,美国国家航空和宇宙航行局(NASA)及美国国防部开始研究外层空间环境。1984年,NASA Ames 研究中心虚拟行星探测实验室的 M. McGreevy 和 J. Humphries 博士开发了虚拟环境视觉显示器用于火星探测,将探测器发回地面的数据输入计算机,构造了火星表面的三维虚拟环境。之后 NASA 又投入了资金对虚拟现实技术进行研究和开发,如非接触式的跟踪器。1985年以后,Fisher 在 Jaron Lanier 的接口程序的基础上作了进一步的研究。随后在虚拟交互环境工作站(VIEW)项目中,他们又开发了通用多传感个人仿真器等设备。很快,美国的 Stone 和 Hennequin 共同发明了数据手套,如图 1-7 所示,第一个数据手套被 NASA 用于虚拟现实,由 Warren Robinett 构思和实现手套与虚拟世界的交互技术。可以说手套、头盔是实现 VR 的硬件,交互式接口技术是实现 VR 的软件。



图 1-7 数据手套

1987年 James. D. Foley 教授在具有影响力的《科学的美国》杂志上发表了题为《先进的计算机界面》(*Interfaces for Advanced Computing*)的文章。在这篇文章中虚拟现实是用“Artificial Reality”来描述,他提出了虚拟现实有三个关键元素: Imagination, Interaction 和