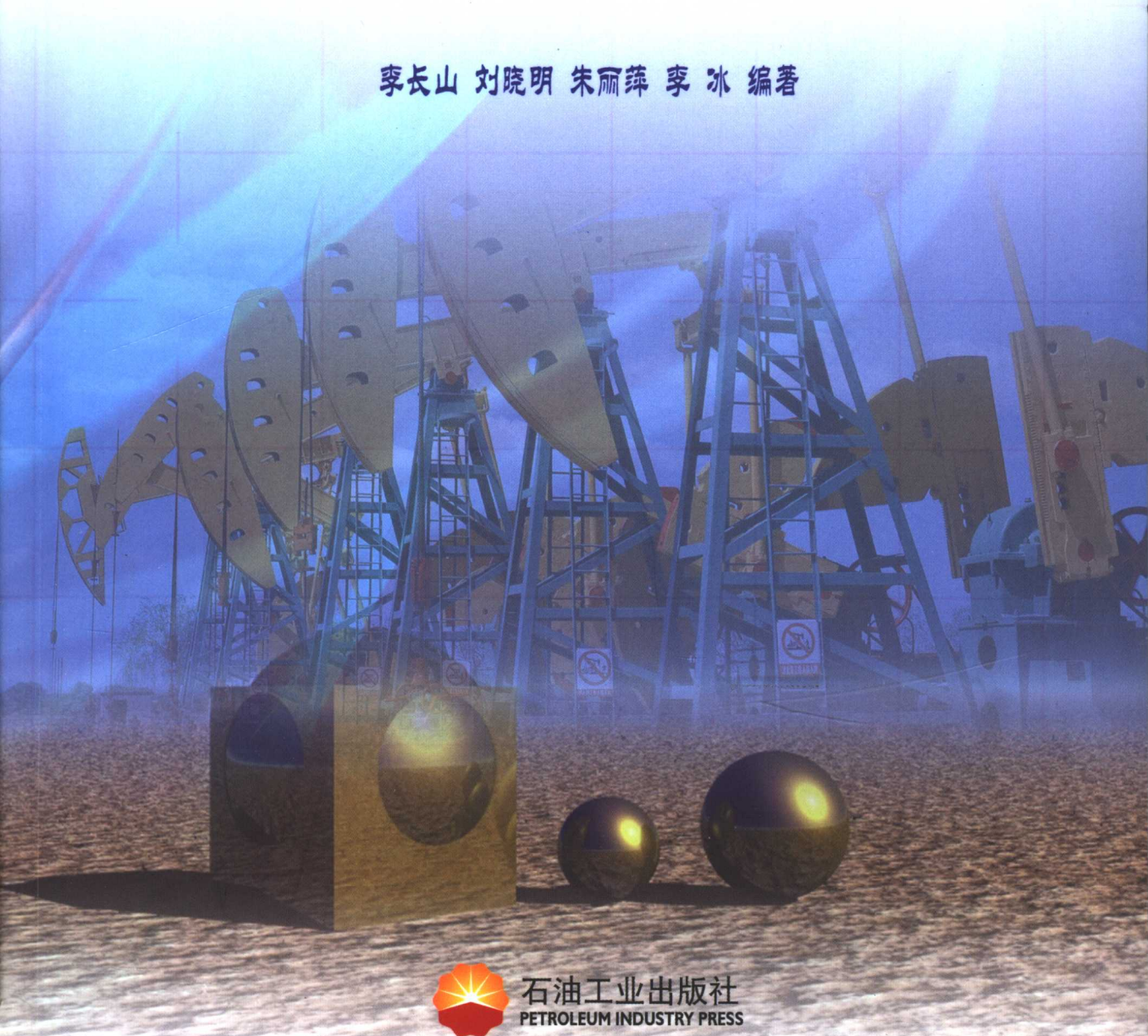


虚拟现实技术及其应用

XUNI XIANSHI JISHU JIQI YINGYONG

李长山 刘晓明 朱丽萍 李冰 编著



石油工业出版社
PETROLEUM INDUSTRY PRESS

虚拟现实技术及其应用

李长山 刘晓明
朱丽萍 李 冰 编著

石油工业出版社

内 容 提 要

本书对虚拟现实技术的基本理论、虚拟现实系统开发平台、虚拟现实系统开发实例等做了较为系统的论述。该书的特点是理论与实践结合紧密。本书是作者和项目组成员在多年科学研究和大量工程实践的基础上,参考了国内外本领域许多专家的研究成果,精心编著的一部关于虚拟现实技术的著作。该书在军事训练、教育培训、城市建设规划、电力系统、制造业、娱乐业等许多领域的仿真中均具有较高的参考价值。

本书可供高等院校计算机专业相关师生、从事虚拟现实技术与应用的开发人员参考使用,也可作为虚拟现实技术爱好者的阅读材料。

图书在版编目(CIP)数据

虚拟现实技术及其应用/李长山等编著.

北京:石油工业出版社,2006.2

ISBN 7-5021-5418-3

I. 虚…

II. 李…

III. 虚拟技术

IV. TP391.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 005427 号

虚拟现实技术及其应用

编著 李长山 刘晓明 朱丽萍 李 冰

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里2区1号 100011)

网 址:www.petropub.cn

总 机:(010) 64262233 发行部:(010) 64210392

经 销:全国新华书店

印 刷:石油工业出版社印刷厂

2006年2月第1版 2006年2月第1次印刷

787×1092毫米 开本:1/16 印张:18.25

字数:461千字 印数:1—1000册

定 价:30.00元

(如出现印装质量问题,我社发行部负责调换)

版权所有,翻印必究

前 言

计算机的应用增强和扩大了人的认识世界和改造世界的能力,并为人类提供了前所未有的信息服务。但是计算机并不能代替人的角色,计算机要发挥更大的作用,其关键是以更自然和更有效的方式与人进行信息交流,也就是要以人所习惯的方式与计算机进行通信。从本质上说,虚拟现实就是一种先进的计算机用户接口,它通过给用户同时提供诸如视、听、触等各种直观而又自然的实时感知交互手段,最大限度地方便用户的操作,从而减轻用户的负担、提高整个系统的工作效率。

“虚拟现实(Virtual Reality)”一词始创于20世纪80年代。关于它的研究可以追溯到20世纪60年代,最初的研究主要集中在美国的军方与NASA(美国国家航空宇航局),用于各种武器系统操纵人员特别是飞机驾驶员与宇航员的模拟训练。随着冷战后美国军费的削减,这些技术逐步转为民用。由于虚拟现实技术能够借助计算机构建出一个与现实环境十分逼真的虚拟环境,且支持用户使用自然的技能亲身感受它,因而引起了人们的极大兴趣。目前,它在军事、航空航天、机械设计、科学计算、娱乐、影视等诸多领域起着重要作用,有些应用甚至是其他技术所无法替代的。因此,它的潜在应用十分广阔。

我们计算机应用研究室虚拟现实项目组,从1998年开始涉足虚拟现实领域,进行了虚拟现实技术的探索,从基础理论、软件工具系统、虚拟现实系统开发平台和虚拟现实技术应用等几个方面,对虚拟现实技术进行了深入的理论研究和大量的工程实践。我们承担了若干省部、局级虚拟现实研究项目和工程项目,投入了大量的资金和人力。在项目研究的过程中,为了在大庆油田普及虚拟现实技术的基本知识,我们根据研究成果整理成一本虚拟现实技术参考书,并利用该书进行了多期的虚拟现实技术培训,进行了积累和反复试用;而且从2000年开始,我们为本科生、研究生开设“虚拟现实技术”选修课,主要讲述虚拟现实技术现有的理论基础,并贯穿虚拟现实技术最前沿的一些研究成果和研究思路,颇受学生欢迎。在上述基础上于2004年正式出版发行了《虚拟现实技术及其应用》(刘贤梅等编著)一书。经过两年多的发展,国内外关于虚拟现实技术的研究及开发工具又有了新的突破和进展,我们项目组基于相关项目的支持,在虚拟现实研究领域又有了新成果、开发了若干新系统。基于上述工作,总结新成果,修订原著作和参考书,完成了这本《虚拟现实技术及其应用》。

本书的特点是理论与实践紧密结合,除了讲述基本概念、基本原理外,较为充分地论述了实用虚拟现实技术实现的具体过程,以及实现此过程的关键问题和技巧。这对从事虚拟现实系统开发的人员会有切实的参考作用。

本书系统地介绍了虚拟现实的基本概念、虚拟现实系统的组成与分类、虚拟现实技术硬件设备、虚拟现实的开发环境与平台、人机交互系统的设计、桌面虚拟环境系统平台VRT、实时三维仿真建模工具软件平台——MultiGen、管理和驱动三维场景的软件开发包——OpenGVS、应用实例等。书中介绍的应用实例是作者和项目组成员多年的研究成果。

本书的第1章至第5章由李长山编写,第6章至第7章由李冰编写,第8章至第10章由刘晓明编写,第11章至第14章由朱丽萍编写,全书由李从信负责审核并最后定稿。

除了本书的署名作者外,项目组教师李从信、刘贤梅、任庆东、司国海、吴秀芹、赵姬

和研究生贾惠柱、罗杰、瞿炜娜、王长威、尹晓哲、刘井丽、王晓哲、邓红、汤磊、张婷、杨友红、刘芳、吴秀英、李全忠、佟巍、王海峰、李冰、李荣辉、俞莲莲等均在各个系统的开发和各自的研究方向上进行了卓有成效的工作，为项目的完成和研究成果的取得做出了各自的贡献，他们同是本书的作者。

由于虚拟现实技术是一个崭新的学科研究领域，而且作者水平有限，书中的错漏之处在所难免，恳请读者指正。我们的目的在于通过本书的出版，使更多的读者能够将虚拟现实技术在深度上和广度上有所发展，欢迎对这一领域有兴趣的朋友和同行为我们多提意见，相互切磋，共同促进国内的虚拟现实技术研究。

目 录

上篇 虚拟现实技术概述

第1章 虚拟现实的基本概念	3
1.1 虚拟现实的概念	3
1.2 虚拟现实系统的特征	4
1.2.1 沉浸性 (Immersion)	4
1.2.2 交互性 (Interaction)	5
1.2.3 构想性 (Imagination)	5
1.3 虚拟现实的发展	6
1.4 虚拟现实技术在石油工业中的应用	8
1.4.1 地震资料解释	9
1.4.2 井下作业三维仿真	9
1.4.3 员工技术培训	9
1.4.4 应用虚拟现实技术进行事故调查和研究	9
1.4.5 数字油田	10
第2章 虚拟现实系统的组成和分类	11
2.1 虚拟现实系统的组成	11
2.1.1 输入系统	12
2.1.2 输出系统	13
2.1.3 虚拟环境数据库	14
2.1.4 虚拟现实软件	14
2.2 虚拟现实系统的分类	15
2.2.1 桌面虚拟现实系统	15
2.2.2 沉浸式虚拟现实系统	15
2.2.3 分布式虚拟现实系统	16
2.3 典型的虚拟现实系统的介绍	16
2.3.1 VIDEOPLACE 系统	16
2.3.2 VIEW 系统	17
2.3.3 Dialogue 系统	19
2.3.4 SuperVision 系统	19
2.3.5 CAVE 系统	21
第3章 虚拟现实硬件设备及其相关技术	26
3.1 概述	26
3.1.1 实时三维计算机图形技术	26
3.1.2 立体显示	26

3.1.3	用户(头、眼)的跟踪	27
3.1.4	手及手势、人体姿势的跟踪	27
3.1.5	立体声及语音输入输出	27
3.1.6	触(力)觉反馈	28
3.2	立体显示技术及设备	28
3.2.1	眼睛的立体视觉	28
3.2.2	双目视差——立体成像的基础	30
3.2.3	立体图像的产生与显示	30
3.2.4	视觉显示设备	31
3.2.5	显示方法及效果	34
3.3	听觉技术及设备	35
3.3.1	声音方向的确定	35
3.3.2	录制三维声音	37
3.3.3	虚拟声音的产生	37
3.4	触觉、力觉技术及设备	39
3.4.1	触摸的感觉	39
3.4.2	触觉与运动感觉的关联	39
3.4.3	虚拟触觉的重要性及复杂性	40
3.4.4	触觉和力反馈的装置	41
3.4.5	力反馈的效果	43
3.5	数据手套	43
3.6	鼠标的演变	46
3.7	数据衣	47
第4章	虚拟环境的开发环境与平台	49
4.1	桌面虚拟环境系统 VRT	49
4.2	分布式虚拟环境系统 dVS	49
4.3	世界工具包 WTK	51
4.3.1	虚拟环境的合成	51
4.3.2	仿真管理程序	52
4.3.3	宇宙中的对象	52
4.4	实时三维视景数据库建模和优化工具 MultiGen	55
4.5	实时三维视景管理软件 OpenGVS	56
4.6	实时视景仿真驱动系统 Vega	58
4.6.1	LynX 图形环境	59
4.6.2	场景图管理	59
4.6.3	API 应用程序接口	59
4.6.4	AudioWorks2 声音仿真	59
4.6.5	Vega Class Recorder 记录和重放场景	60
4.7	视景开发系统 VTree SDK	60
4.7.1	VTree 应用编程接口	61

4.7.2	三种层次的开发功能	61
4.8	3D 虚拟现实工具 EON	61
4.8.1	EON 技术简介	61
4.8.2	EON Reality VR 软件系统方案	62
4.9	多功能的三维开发工具 Virtools	64
4.9.1	Virtools Physics Pack	64
4.9.2	Virtools VR Pack	64
4.9.3	Virtools AI Pack	64
4.9.4	Virtools Xbox Kit 游戏开发模块	65
4.9.5	Virtools Server 网络服务器模块	65
第 5 章	人机交互系统的设计	66
5.1	人机交互技术的发展历程	66
5.2	人机交互部分的组成及基本原理	67
5.2.1	硬件系统	68
5.2.2	软件系统	72
5.2.3	用户界面系统	74
5.3	系统集成	77
5.3.1	多信息流集成	77
5.3.2	多信息流同步	79

中篇 几种常用的虚拟环境开发平台

第 6 章	桌面虚拟环境系统平台 VRT	85
6.1	VRT 简介	85
6.1.1	VRT 组件	85
6.1.2	VRT 编辑器	86
6.1.3	VRT 浏览器	87
6.2	VRT 开发步骤	87
6.2.1	准备阶段	87
6.2.2	实现阶段	88
6.2.3	出版发布阶段	89
6.3	构造模型	89
6.3.1	Shape Editor	89
6.3.2	World Editor	96
6.3.3	纹理映射	103
6.3.4	Distance 的概念	103
6.4	视点	105
6.4.1	视点控制的任务	105
6.4.2	“虚拟人”的设计	105
6.4.3	视点控制方式的设计	106

6.5	SDK 概述.....	107
6.5.1	SDK 应用程序类型	107
6.5.2	VRT、API 和应用程序模块之间的关系	108
6.5.3	API 接口	108
第 7 章	基于多边形的建模工具——MultiGen.....	110
7.1	MultiGen 概述	110
7.1.1	MultiGen Creator 简介.....	110
7.1.2	MultiGen Creator 应用范围.....	111
7.1.3	MultiGen Creator 系统需求.....	111
7.2	MultiGen Creator 的构成	111
7.2.1	数字地形海拔数据模块 (DTED)	111
7.2.2	数字特征分析数据 (DFAD) 转换模块.....	112
7.2.3	纹理模块 (Texture)	112
7.3	MultiGen Creator 的基本环境	113
7.3.1	MultiGen 的参考书.....	113
7.3.2	MultiGen Creator 的主界面.....	113
7.3.3	在 3D 世界中漫游	115
7.3.4	MultiGen Creator 的基本建模模块功能概述.....	115
7.4	层次结构视图.....	118
7.4.1	Open Flight 结构	118
7.4.2	层次结构视图	120
7.4.3	数据模型的层次目录结构	120
7.5	构建模型.....	121
7.5.1	实时模型构建时一些好的经验	121
7.5.2	构建一个房子	122
第 8 章	通用漫游引擎构造工具——OpenGVS.....	147
8.1	OpenGVS 简介	147
8.2	系统的软件结构.....	149
8.2.1	OpenGVS 软件层次	149
8.2.2	OpenGVS 的软件模块	150
8.3	系统的软件规则.....	152
8.4	一个简单的 OpenGVS 程序实例	154
8.4.1	导入数据库模型	154
8.4.2	Step #0, 即 User0.c.....	155
8.4.3	进一步分析	158
8.4.4	Step #1, 即 User1.c.....	159
8.4.5	Step #2, 即 User2.c.....	162
8.4.6	例子总结	166
8.5	相机.....	166

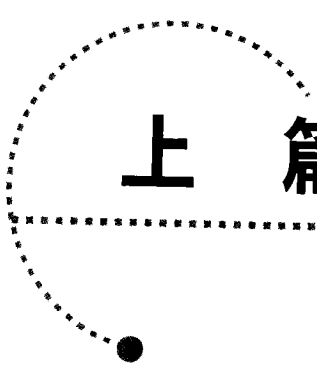
第9章 多功能的三维开发工具——Virtools	170
9.1 Virtools 系列简介.....	170
9.2 Virtools Dev 简介.....	171
9.2.1 什么是 Virtools Dev.....	171
9.2.2 Virtools Dev 3.0 简介.....	171
9.2.3 组成 Virtools Dev 的基本结构.....	175
9.2.4 Virtools 执行流程.....	176
9.2.5 从 3ds max 中输出模型与动作并导入 Virtools.....	176
9.2.6 Virtools Dev 运行主界面简介.....	181
9.2.7 Virtools Dev 菜单命令介绍.....	181
9.3 Virtools 实例.....	183
9.3.1 实例一：行为交互模块 Look At BB 的应用.....	183
9.3.2 实例二：行为交互模块 Curve Follow 的应用.....	186

下篇 虚拟现实技术的应用

第10章 采油厂安全操作仿真演练系统的设计与实现	193
10.1 系统简介.....	193
10.2 三维场景模型的构建.....	195
10.2.1 三维模型构建原理.....	195
10.2.2 建模工具的选择.....	197
10.2.3 模型构建实例.....	197
10.3 实时视景生成显示技术.....	199
10.3.1 可见性判定和消隐技术.....	200
10.3.2 层次细节模型.....	200
10.3.3 纹理映射技术.....	201
10.3.4 单元分割技术.....	203
10.4 三维场景实时控制程序设计与实现.....	203
第11章 常用电力设备的三维可视化培训系统设计	207
11.1 系统简介.....	207
11.2 建模.....	208
11.2.1 三维可视化对象的结构及工作原理分析.....	208
11.2.2 多维信息空间数字化.....	209
11.2.3 多维信息空间数字化建模过程分析.....	210
11.3 虚拟环境逼真化的显示过程.....	214
11.3.1 电力培训系统模型的材质分析.....	215
11.3.2 灯光及摄像机.....	218
11.3.3 漫游动画的渲染.....	219
11.4 电力培训系统的后期处理与集成.....	219
11.4.1 漫游动画的后期处理.....	220

11.4.2	图片的后期处理	220
11.4.3	后期合成技术及后期编辑	221
第 12 章	一个虚拟变电所培训系统的设计实例	222
12.1	概述	222
12.2	建模	222
12.3	细节等级 (LOD, Level of Detail) 管理技术	226
12.3.1	引入的原因	226
12.3.2	LOD 管理技术的含义	226
12.3.3	LOD 的切换选择标准	227
12.3.4	树的 LOD 表示	228
12.4	虚拟实体操纵技术	229
12.4.1	基于鼠标的人机交互	230
12.4.2	基于数据手套的人机交互	236
12.5	系统的集成与发布	246
第 13 章	虚拟现实技术在建筑漫游中的应用	248
13.1	虚拟建筑漫游简介	248
13.2	场景数据库的构建	249
13.2.1	选择合适的建模工具	249
13.2.2	确定场景数据库的树状层次结构	249
13.2.3	场景数据库的构建过程	249
13.3	大庆石油学院新校区模型的构建	250
13.3.1	大庆石油学院新校区模型的树状层次结构	250
13.3.2	地形模型的构建	251
13.3.3	其他模型的构建	251
13.3.4	模型集成	255
13.3.5	建模中常见的问题	256
13.4	通用漫游引擎的实现	257
13.4.1	通用漫游引擎框架结构	257
13.4.2	场景数据库加载	258
13.4.3	输入映射与解释	258
13.4.4	视点控制	259
13.4.5	碰撞检测	260
13.4.6	地形匹配技术	262
第 14 章	井下作业三维仿真系统的设计与实现	264
14.1	简介	264
14.2	建模	264
14.2.1	建模工具的选择	264
14.2.2	建模过程及实例	265
14.3	交互性图形用户界面的设计	267
14.4	井下作业仿真系统的三维引擎设计	267

14.5	系统关键技术.....	269
14.5.1	三维场景的显示	269
14.5.2	多边形网格模型	269
14.5.3	碰撞检测	269
14.5.4	粒子系统	270
14.6	系统实现中用到的其他相关技术.....	271
14.6.1	OpenFlight 文件格式——三维实时模拟的标准数据库格式	271
14.6.2	三维视景管理技术	272
参考文献		276



上 篇

虚拟现实技术概述

本篇从虚拟现实的基本概念、虚拟现实系统的组成与分类、虚拟现实硬件设备、虚拟现实系统的开发环境与平台、人机交互系统的设计等几个方面的内容来概述虚拟现实技术的基本理论、核心技术和一些国外现有的应用系统。

第1章 虚拟现实的基本概念

1.1 虚拟现实的概念

计算机的应用增强和扩大了人的认识和改造世界的能力,提供了前所未有的信息服务。但是计算机并不能代替人的角色,计算机要发挥更大的作用,其关键是以更自然和有效的方式与人进行信息交流,也就是要以人所习惯的方式与计算机进行通信。人与人之间通信的特点可归结如下:

(1) 它是利用视觉、听觉、触觉、力觉、嗅觉等多种感觉,在多种媒体空间中的通信,其中最重要的是视觉和听觉。视觉不但是人类最主要的信息获取手段,而且还是一种思维手段,这就是形象思维。

(2) 它是实时交互的通信,除了要求信息的实时交流以外,手势对引导对方的注意力、说明讨论的对象也起很重要的作用。

计算机的应用离不开人的智能,人一机交互技术是发展计算机应用的关键,虚拟现实就是探讨理想的人—计算机通信方式的技术。

虚拟现实是近年来十分活跃的技术研究领域,是一系列高新技术的汇集,这些技术包括计算机图形学、多媒体技术、人工智能、人机接口技术、传感器技术以及高度并行的实时计算技术,还包括人的行为学研究等多项关键技术。虚拟现实是多媒体技术发展的更高境界,是这些技术的更高层次的集成和渗透。它能给用户以更逼真的体验,它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事物的运动变化规律,提供了极大的便利。由于它的诱人前景,一经问世就立即受到了人们的高度重视。有关人士认为,20世纪80年代是个人计算机的年代,20世纪90年代是多媒体计算机的年代,21世纪初是虚拟现实技术的时代。为了在本世纪把握虚拟现实这一新技术,美、英、日等国政府及很多大的公司不惜投入巨额资金进行该领域的研究与开发工作,并在许多应用领域显示出良好的前景。

从本质上说,虚拟现实就是一种先进的计算机用户接口,它通过给用户同时提供诸如视、听、触等各种直观而又自然的实时感知交互手段,最大限度地方便用户的操作,从而减轻用户的负担、提高整个系统的工作效率。根据虚拟现实所应用的对象的不同,VR的作用可以表现为不同的形式。例如,将某种概念设计或构思成可视化和可操作化的过程,实现逼真的现场效果,达到任意复杂环境的廉价模拟训练等目的。

虚拟现实的定义可以归纳如下:虚拟现实是利用计算机生成一种模拟环境(如飞机驾驶舱、操作现场等),通过多种传感设备使用户“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。这里所谓模拟环境就是用计算机生成的具有表面色彩的立体图形,即是通过视、听、触觉等作用于用户,使之产生身临其境的交互式视景仿真,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世界。传感设备包括立体头盔(Head Mounted Display, HMD)、数据手套(Data Glove)、数据衣(Data Suit)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(不直接戴在身上)。自然交互是指用日常使用的方式对环境内的物体进行操作(如用手拿东西、行走等)并得到实时立体反馈。

1.2 虚拟现实系统的特征

自从计算机被发明以来，在传统的信息处理环境中一直是以计算机为主体的，是“人围着机器（计算机）转”的。例如，在传统的仿真和建模环境中，虽然主观上一直在强调要发挥人的主动作用，但由于在客观上计算机只能在处理数字化的信息时才发挥出强大的威力，人不得不去“凑合”当时的计算机所能提供的技术条件，人和机器的关系是不甚和谐的。

为了从“机器是主体”改变到“人是主体”，从“人围着机器转”改变到要让“机器围着人转”，必须首先克服一系列的技术“瓶颈”。以仿真和建模为例，这些“瓶颈”技术包括：如何实现参与仿真和建模的人的感知能力、认知能力和心理状况在仿真环境中的反应，如何表达和处理定性知识等。归根结底是如何把计算机只善于处理数字化的单调信息改变为计算机也善于处理人所能感受到的、在思维过程中所接触到的、除了数字化信息之外的其他各种表现形式的多维信息。

为了达到以上所说的目标，我们必须首先回答一个前提性的问题，即“人的思维过程是可以认识的吗”，如果答案是否定的，又如何能设计出这种多维信息的智能计算机和信息处理系统呢？

我国著名科学家钱学森同志曾写道：“我们认为人的思维过程是可以理解的。不但如此，而又具有具体的研究途径，即通过四门科学：人工智能、认知科学、神经生理学（神经解剖学）和心理学。这个研究范围要比逻辑学广得多，它包括了人的全部思维，包括逻辑思维和形象思维。”为了使计算机不仅仅成为人进行逻辑思维的有力工具，而且也是人进行形象思维的帮手，首先要求计算机应能适应于人所惯用的信息获取形式和思维过程。例如：人并不是仅仅靠听和看文字（或数字）材料获取信息的，而是通过他与所处环境的交互作用，利用人本身对所接触事物的感知和认知能力，以全方位的方式获取各式各样表现形式的信息。

怎样才能从技术的角度去说明上述这种适应于人的信息环境的特点呢？虚拟现实技术的三角形比较简洁地说明了虚拟现实系统的基本特征，即三个“I”，它们是 Immersion—Interaction—Imagination（沉浸—交互—构想），见图 1.1。

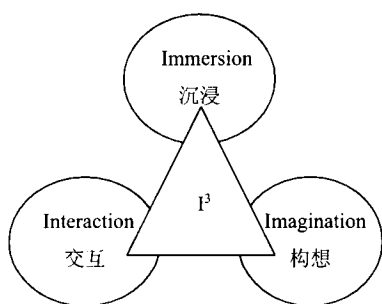


图 1.1 虚拟现实技术的特征

1.2.1 沉浸性 (Immersion)

沉浸性是指计算机操作人员作为人机环境的主导者存在于虚拟环境中。多媒体技术虽然为人们提供了丰富多彩的信息表示形式，且使人人与计算机可以交往，但是在交往过程中，人们只能从计算机外部去观察这些表现形式，人们十分清晰地感觉到，自己独立处于界面之外；对于虚拟现实，通过多维方式与计算机所创造的虚拟环境进行交互，能使参与者全身心地沉浸在计算机所生成的三维虚拟环境中，产生身临其境的感觉，将人与环境融为一体，使操作人员相信在虚拟境界中人也是确实存在的，而且在操作过程中参与者可以自始至终地发挥作用，就像在真正的客观现实世界中一样。

在虚拟环境中引入听觉系统可以补充视觉信息，以增强对环境的感知。在现实世界中，人们可以操作各种物体，并能感觉到物体的运动阻力、表面纹理、质量、柔性等特征，在虚

拟环境中如要体验到这些特性必须引入触觉和力感反馈系统。

1.2.2 交互性 (Interaction)

交互性是指操作者与虚拟环境中所遇到的各种对象的相互作用的能力,它是人机和谐的关键性因素。交互性包含对象的可操作程度、用户从环境中得到反馈的自然程度及虚拟场景中对象依据物理学定律运动的程度等。虚拟现实是自主参考系,即以用户的视点变化进行虚拟交互。这个过程中最重要的因素是实时性,实时性是指计算机能够响应用户的输入并立即改变虚拟场景的状态。

参与者利用视觉、听觉、触觉、嗅觉和味觉等感官功能,通过对话、头部运动、眼部运动、手势、行走、转身、拾取和放置等人类自然技能对虚拟环境中的实体进行交互操作,这种交互是三维的,用户是交互作用的主体,与虚拟客体间可进行多行为的交互。虚拟现实提供人与计算机通信的自然的手段,使计算机系统从处理传统单维数值信息转变到处理人类在思维过程中接触到的表现形式各异的多维信息,因而从根本上改变了人与计算机系统的交互操作方式。

例如,用户可以用自己的手去直接抓取虚拟环境中的物体,这时会有握着东西的感觉,并可以感觉到物体的重量(其实这时手中并没有物体),视景中被抓的物体也会立刻随着手的移动而移动。

理想的虚拟现实系统应该使用人的一切自然技能来交互,但是目前虚拟现实技术所使用的交互媒体仅限于视觉、听觉、力觉、触觉、运动等几种,无论从感知范围还是从感知的精确程度都无法与人相比拟,所以还不能完全使用人的自然技能和系统交互。

1.2.3 构想性 (Imagination)

通过虚拟现实,可以从定性和定量两个方面来形成综合集成环境,引导人们去深化概念和萌发新意,抒发人们的创造力,所以虚拟现实不仅仅是一个用户与终端的接口,而且可使用户沉浸于此环境中获取新的知识,提高感性和理性认识,从而产生新的构思。这种构思结果输入到系统中去,系统会将处理后的状态实时显示或由传感装置反馈给用户。如此反复,这是一个学习——创造——再学习——再创造的过程,因而可以说,虚拟现实是启发人的创造性思维的活动。

另外,虚拟现实不仅可以模拟真实的世界,还可以模拟纯粹构想出来的世界,让操作者插上理想的翅膀,翱翔于想象的世界中,只有虚拟现实才可以达到这样的境界。如用虚拟现实可以模拟出人类生活在火星上的情景。

根据虚拟现实的概念及其上述三个特征,我们不难看出,虚拟现实强调的是一种身临其境的方式,为了对虚拟现实有一个完整的印象,我们可以想象有这样一个场景:用户在戴上头盔显示器和数据手套后,他不仅可以看到一个排球,而且还可以摸到它,并能感受到触觉反馈,用户还可以用手拍动排球,拍球的时候,不仅能感受到排球对手的反作用力,还能听到拍球发出的“嘭嘭”声。

但是,只具有部分虚拟现实特征的系统我们有时候也称为虚拟现实系统。因为有的应用也不需要完全的沉浸或投入。在实际应用中,不同虚拟现实系统设计的侧重点和所受约束各不相同。例如,受资金限制装备不上最先进的硬件设备,或是硬件本身的性能达不到要求,这样系统的计算速度、交互手段可能会受到影响,此时就只能从软件上着手弥补缺陷,也就