

XUNIXIANSI JISHU JIQI YINGYONG

虚拟现实技术 及其应用



刘贤梅 袁 满 杨王黎 赵万萍 编著
李从信 主审

@

哈尔滨地图出版社

虚拟现实技术及其应用

XUNI XIANSI JISHU JIQI YINGYONG

刘贤梅 袁 满 杨王黎 赵万萍 编著

李从信 主审

哈尔滨地图出版社

• 哈尔滨 •

内 容 简 介

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紧密结合。

本书是作者和课题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。

本书既可以作为高等院校计算机等有关专业研究生、高年级本科生课程的参考用书,又可以作为从事虚拟现实技术研究与应用的开发人员的参考书,还可以作为相关领域人员了解虚拟现实知识的参考材料。

图书在版编目(CIP)数据

虚拟现实技术及其应用/刘贤梅等编著. —哈尔滨:
哈尔滨地图出版社, 2004. 5

ISBN 7-80529-873-4

I. 虚... II. 刘... III. ①虚拟技术-高等学校-
教材②虚拟技术-专业学校-教材 IV. TP391

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 088236 号

哈尔滨地图出版社、发行

(地址: 哈尔滨市南岗区测绘路 2 号 邮政编码: 150086)

安达市安福印刷厂印刷

开本: 787×1 092 mm 1/16 印张: 16 字数: 385 千字

2004 年 5 月第 1 版 2004 年 5 月第 1 次印刷

印数: 1~1 000 定价: 25.00 元

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,有些应用甚至是其它技术所无法替代的。它的潜在应用十分广阔。

我们计算机应用研究室课题组,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,我们给本科生、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读者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课题组成员多年的研究成果。

本书第 6 至第 9 章、第 12 章由刘贤梅编写,第 2 至第 5 章由袁满编写,其它章节由杨王黎和赵万萍编写。全书由刘贤梅统一编排定稿,最后由李从信教授主审。

本书是课题组成员共同研究的结果，他们为虚拟现实技术研究做了大量的工作，在此感谢他们的大力支持与协作。

由于虚拟现实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，并可以通过电子邮件 liuxianmei@yeah.net 与作者联系。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向深度和广度发展，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。

刘贤梅

2003 年 12 月

目 录

第一篇 虚拟现实技术概述

第 1 章 虚拟现实的基本概念	1
1.1 虚拟现实的概念	1
1.2 虚拟现实系统的特征	2
1.2.1 沉浸性 (Immersion)	3
1.2.2 交互性 (Interaction)	3
1.2.3 构想性 (Imagination)	4
1.3 虚拟现实的发展	5
第 2 章 虚拟现实系统的组成和分类	8
2.1 虚拟现实系统的组成	8
2.1.1 输入系统	10
2.1.2 输出系统	10
2.1.3 虚拟环境数据库	11
2.1.4 虚拟现实软件	11
2.2 虚拟现实系统的分类	13
2.2.1 桌面虚拟现实系统	13
2.2.2 沉浸式虚拟现实系统	13
2.2.3 分布式虚拟现实系统	14
2.3 几个典型的虚拟现实系统的介绍	14
2.3.1 VIDEOPLACE 系统	15
2.3.2 VIEW 系统	15
2.3.3 Dialogue 系统	17
2.3.4 SuperVision 系统	18
2.3.5 CAVE 系统	20
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	27
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	28
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	29
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	31
3.2.4	视觉显示设备	32
3.2.5	显示方法及效果	35
3.3	听觉技术及设备	37
3.3.1	声音方向的确定	37
3.3.2	录制三维声音	38
3.3.3	虚拟声音的产生	39
3.4	触觉、力觉技术及设备	41
3.4.1	触摸的感觉	41
3.4.2	触觉与运动感觉的关联	42
3.4.3	虚拟触觉的重要性及复杂性	42
3.4.4	触觉和力反馈的装置	43
3.4.5	力反馈的效果	45
3.5	数据手套	46
3.6	鼠标的演变	49
3.7	数据衣	50
第 4 章	虚拟环境的开发环境与平台	52
4.1	桌面虚拟环境系统 VRT	52
4.2	分布式虚拟环境系统 dVS	52
4.3	世界工具包 WTK	54
4.3.1	虚拟环境的合成	54
4.3.2	仿真管理程序	55
4.3.3	宇宙中的对象	56
4.4	实时三维视景数据库建模和优化工具 MultiGen	59
4.5	实时三维视景管理软件 OpenGVS	60
4.6	实时视景仿真驱动系统 Vega	62
4.6.1	LynX 图形环境	62
4.6.2	场景图管理	63
4.6.3	API 应用程序接口	63
4.6.4	AudioWorks2 声音仿真	64
4.6.5	Vega Class Recorder 记录和重放场景	64
4.7	视景开发系统 Vtree SDK	64
4.7.1	VTree 应用编程接口	65
4.7.2	三种层次的开发功能	65
第 5 章	人机交互系统的设计	67
5.1	人机交互技术的发展历程	67
5.2	人机交互部分的组成及基本原理	68
5.2.1	硬件系统	70

5.2.2 软件系统	73
5.2.3 用户界面系统	76
5.3 系统集成	79

第二篇 桌面虚拟环境系统平台 VRT

第 6 章 建立虚拟世界	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	88
6.2 VRT 开发步骤	89
6.2.1 准备阶段	89
6.2.2 实现阶段	90
6.2.3 出版发布阶段	91
6.3 构造模型	91
6.3.1 Shape Editor	91
6.3.2 World Editor	99
6.3.3 纹理映射	107
6.3.4 Distance 的概念	109
6.4 视点	110
6.4.1 视点控制的任务	111
6.4.2 “虚拟人”的设计	111
6.4.3 视点控制方式的设计	112
第 7 章 SCL	114
7.1 什么是 SCL	114
7.2 SCL 变量、数组和过程	114
7.2.1 变量类型	114
7.2.2 数组	115
7.2.3 过程	115
7.2.4 条件结构	116
7.2.5 内置函数	117
7.2.6 触发 SCL	118
7.3 帧等待	119
7.4 编程实例	120
7.4.1 控制旋转	120
7.4.2 改变纹理	120
7.4.3 建立形状	121
7.4.4 使用声音	122

7.4.5 建立物体	122
第 8 章 世界集成	124
8.1 世界的内部集成	124
8.1.1 控制界面的总体布局	124
8.1.2 各种资源的创建	125
8.1.3 快捷键的设置	126
8.2 世界的外部集成	126
8.2.1 从另一个世界装载一个世界	126
8.2.2 基于网络集成世界	127
8.3 优化世界	130
8.4 VRT 中虚拟世界发布的三种方式	131
第 9 章 VRT SDK 编程	133
9.1 SDK 概述	133
9.1.1 SDK 应用程序类型	133
9.1.2 VRT、API 和应用程序模块之间的关系	133
9.1.3 API 接口	134
9.2 SCL 命令的工作过程	135
9.2.1 栈与栈内数据类型	135
9.2.2 SCL 命令的执行序列	136
9.2.3 编译器记录	137
9.3 VRT 两级编程体系	138
9.3.1 VRT 编程体系	138
9.3.2 VRT SDK 应用程序的实现	139
9.4 VRT SDK 编程实例	139
9.4.1 一个简单的实例——Example1	139
9.4.2 获取屏幕的宽度和高度值——Example2	142
9.4.3 SCL 和串口设备——Example3	144

第三篇 实时视景仿真工具平台——MultiGen 和 OpenGVS

第 10 章 基于多边形的建模工具——MultiGen	146
10.1 MultiGen 概述	146
10.1.1 MultiGen Creator 简介	146
10.1.2 MultiGen Creator 应用范围	147
10.1.3 MultiGen Creator 系统需求	147
10.2 MultiGen Creator 的构成	147
10.2.1 数字地形海拔数据模块 (DTED)	148
10.2.2 数字特征分析数据 (DFAD) 转换模块	149
10.2.3 纹理模块 (Texture)	149

10.3	MultiGen Creator 的基本环境	150
10.3.1	MultiGen 的参考书	150
10.3.2	MultiGen Creator 的主界面	150
10.3.3	在 3D 世界中漫游	151
10.3.4	MultiGen Creator 的基本建模模块功能概述	152
10.4	层次结构视图	155
10.4.1	Open Flight 结构	155
10.4.2	层次结构视图	157
10.4.3	数据模型的层次目录结构	157
10.5	构建模型	158
10.5.1	实时模型构建时一些好的经验	158
10.5.2	构建一个房子	159
第 11 章	通用漫游引擎构造工具——OpenGVS	185
11.1	OpenGVS 简介	185
11.2	系统的软件结构	187
11.2.1	OpenGVS 软件层次	187
11.2.2	OpenGVS 的软件模块	188
11.3	系统的软件规则	191
11.4	一个简单的 OpenGVS 程序实例	192
11.4.1	导入数据库模型	193
11.4.2	Step #0, 即 User0.c	194
11.4.3	进一步分析	197
11.4.4	Step #1, 即 User1.c	198
11.4.5	Step #2, 即 User2.c	201
11.4.6	例子总结	205
11.5	相机	206

第四篇 虚拟现实技术的应用

第 12 章	一个虚拟变电所培训系统的设计实例	210
12.1	概述	210
12.2	建模	211
12.3	细节等级 (LOD, Level of Detail) 管理技术	215
12.3.1	引入的原因	215
12.3.2	LOD 管理技术的含义	215
12.3.3	LOD 的切换选择标准	216
12.3.4	树的 LOD 表示	218
12.4	虚拟实体操纵技术	219
12.4.1	基于鼠标的人机交互	219

12.4.2 基于数据手套的人机交互	226
12.5 系统的集成与发布	237
第 13 章 虚拟现实技术在建筑漫游中的应用	240
13.1 虚拟建筑漫游简介	240
13.2 场景数据库的构建	241
13.2.1 选择合适的建模工具	241
13.2.2 确定场景数据库的树状层次结构	241
13.2.3 场景数据库的构建过程	242
13.3 大庆石油学院新校区模型的构建	242
13.3.1 大庆石油学院新校区模型的树状层次结构	242
13.3.2 地形模型的构建	243
13.3.3 其它模型的构建	244
13.3.4 模型集成	247
13.3.5 建模中常见的问题	249
13.4 通用漫游引擎的实现	249
13.4.1 通用漫游引擎框架结构	250
13.4.2 场景数据库加载	251
13.4.3 输入映射与解释	251
13.4.4 视点控制	252
13.4.5 碰撞检测	253
13.4.6 地形匹配技术	255
附录 VRT SCL 命令集	259
参考文献	280

第 1 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,手势对导引对方的注意力、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,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、日等国政府及大公司已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目的等。

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,使之产生身临其境感觉的交互式视景仿真,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”,首先必须克服一系列的技术“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。

1.2.1 沉浸性 (Immersion)

它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,而且在操作过程中他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。

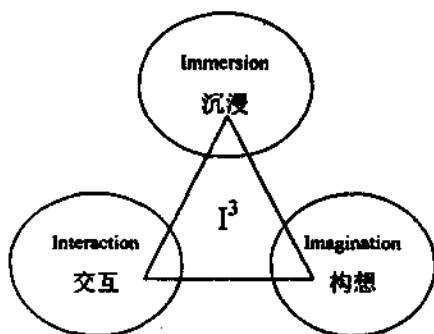


图 1.1 虚拟现实技术的特征

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,也就产生了许多基于软件的技术,例如虚拟仿真、虚拟全景空间等。由于虚拟现实本身并不限制使用的技术范围,只要能到达目标,可以把各种技术有效地集成起来设计出一个成功的虚拟现实系统。

根据虚拟现实的概念及其上述三个特征,我们不难将VR与相关技术区分开来,例如,仿真技术、计算机图形技术以及多媒体技术等。

仿真(Simulation)是一门利用计算机软件模拟实际环境进行科学实验的技术,从模拟实际环境这一特点看,仿真技术与VR技术有着一定的相似性。但是,首先在多感知方面,仿真技术原则上以视觉和听觉为主要感知,很少用到其他感知(如触觉、力觉等);在存在感方面,仿真基本上将用户视为“旁观者”,可视场景不随用户的视点变化,用户也没有身临其境之感;在交互性方面,仿真一般不强调交互的实时性。

计算机图形技术(Computer Graphics, CG)是一门实时图形生成与显示的技术,它具有良好的实时交互性和一定的自主性。但是,在多感知和存在感方面与虚拟现实有较大差距。CG主要依赖于视觉和听觉感知,虽然生成的图形可以具有三维立体数据,但由于感知手段的限制,用户并不能感到自己和生成的图形世界融合在一起,比如场景不能随自己的视线改变而改变等。

多媒体(Multimedia)技术是利用计算机综合组织、处理和操作多种媒体信息(如视频、音频、图像、文字等)的技术。虽然具有多种媒体,但是在感知范围上仍没有虚拟现实广泛,例如多媒体并不包括触觉、力觉等感知。另外,多媒体处理的对象主要是二维的,因

此在存在感和交互性方面与虚拟现实有着本质的区别。

尽管虚拟现实与上述相关技术有较大差异,但是虚拟现实又与它们密切相关。虚拟现实是在众多的相关技术基础上发展起来的,但它又不是相关技术的简单组合。从技术上看,虚拟现实与各相关技术有着或多或少的相似之处,但是在思维方式上虚拟现实已经有了质的飞跃。由于虚拟现实是一门系统性技术,因此它不能像某一单项技术那样只从一个方面考虑问题,它需要将所有组成部分作为一个整体,去追求系统整体性能的最优。

虚拟现实技术当前受到重视的原因可归纳如下。

(1) 相关技术日趋成熟,为虚拟现实技术的研究提供了基础,如:

- 实时三维图形生成与显示技术。
- 三维声音定位与合成技术。
- 传感器技术:视觉、触觉、力觉传感器等。
- 识别定位技术:语音、三维景物、表情、手势识别等。
- 环境建模技术:视觉建模、行为建模、CAD 技术等。

(2) 各种传感设备以及计算机价格不断降低,使实现 VR 的应用成为可能。

(3) 虚拟现实提供了别的技术难以实现的巨大可能性,从降低成本、减少危险、提高效率、克服物理条件限制、拓宽应用领域等方面都极具吸引力。

(4) 不论是在商业性,还是在实用性以及技术创新上都富有巨大的潜力。

可以预料虚拟现实技术可能改变人们的思维方式和生活方式,导致一场重大的技术革命。

1.3 虚拟现实的发展

虚拟现实的发展是建立在相关技术的发展基础之上的。20 世纪,由于把人的想象力与电子学结合在一起,为虚拟现实的飞速发展建立了牢固的基础。换言之,电子学支持了电话、视频技术以及计算机的发展,而今天,计算机又把这些技术组合在虚拟现实的环境中。现在,市场上已经出现了许多虚拟现实终端产品,既有以个人计算机为平台的低档系统,也有以并行与分布式结构为基础的高性能系统。

LINK 飞行模拟器是虚拟现实的先驱之一。1929 年 Edwin Link 设计了一种竞赛乘坐器,它使得乘客有一种乘坐飞机飞行的感觉。这种乘坐器后来发展成为飞行模拟器,作为飞行员的训练设备。像 Wright-Patterson 空军基地的 Supercockpit 这类飞行模拟器都是现代虚拟现实的最初体现。

20 世纪 60 年代初期,由 Morton Heiling 研制的 Sensorama 摩托车模拟器是虚拟现实技术的另一个先驱,使参与者像坐着一台摩托车在街道上行驶,感觉到耳边的风声,马路边的电线杆在后退,座位在摇动,甚至闻到从食品店散发出来的阵阵诱人的香味。

稍后的几项发明对虚拟现实终端的发展做出了很大的贡献。1965 年,美国 ARPA 信息处理技术办公室(IPTO)主任 Ivan Sutherland 发表了一篇题为“The Ultimate Display(终极的显示)”的论文。在论文中描述了如何把计算机显示屏幕作为“观看虚拟世界的窗口”,提出了观察客观世界的新方法和新设想。他认为计算机生成的图像应该非常逼真,以致于

计算机生成的场景与真实生活的场景完全一致。后来，人们把这篇经典论文看作虚拟现实技术研究的开端。

1967年在Frederick Brooks指导下，北卡罗莱纳大学开始了Grove计划，探讨力的反馈。力反馈可以将一个物体的压力通过用户接口引向参与者，使他感到虚拟环境对他有一种力作用。

1968年Sutherland主持设计和开发了第一个计算机图形驱动的头盔显示器HMD和头部运动跟踪系统。当参与者的头部运动时，显示器的显示画面随之变化，以匹配改变了的参与者的观察点。直到1970年，才研制出第一个功能较齐全的HMD系统。

1972年，Nolan Bushnell开发了第一个交互式电子游戏，称为Pong。它允许玩游戏的人在电视屏幕上操纵一个弹跳的乒乓球。由于交互性是虚拟现实技术的一个关键特征，因而这一个交互式游戏的开发具有重要的意义。

20世纪80年代以后，随着技术的进步，陆续地研制出较实用的头盔显示器、能提供六个自由度的数据手套、立体声耳机及相应的计算机硬件系统，为虚拟现实的研究奠定了良好的硬件基础。美国国防部高级项目计划局（Defense Advanced Research Projects Agency, DARPA）成功开发了Simulation Networking（模拟器网络计划），简称SIMNET，它最初企图将分散在不同地点的地面车辆（坦克、装甲车）仿真器用计算机网络联系起来，形成一个整体战场环境，进行各种复杂任务的训练和作战演习。到1990年，SIMNET被发展为DIS（Distributed Interactive Simulation）技术，扩展到包括陆、海、空各种武器平台的综合环境，并实现了体系对抗仿真。后来，DIS又进一步被发展为HLA（High-Level Architecture，即高层体系结构）。SIMNET是虚拟现实技术在军事领域成功应用的典范。

1989年，美国VPL公司奠基人Jaron Lanier正式提出了“Virtual Reality”一词，这个名词，意指“计算机产生的三维交互环境，在使用中用户是“投入”到这个环境中去的”。他明确指出：研究虚拟现实技术的目的是为了提供一种比传统计算机模拟更好的方法。从此，“Data Glove”和“Virtual Reality”便引起新闻媒介极大的关注和丰富的想象。

1990年，在美国达拉斯召开的Siggraph会议上，对VR技术进行了讨论，明确提出了虚拟现实技术的主要内容是：实时三维图形生成技术、多传感器交互技术以及高分辨率显示技术，这为虚拟现实技术的发展确定了研究方向。

1992年，在法国召开了虚拟现实的第一次国际会议，会议的名称是“真实世界和虚拟世界的接口”。

虚拟现实技术在航天科技方面得到了广泛的应用。美国国家航空宇航局（NASA）和欧洲空间局（ESA）正积极推进多项虚拟现实技术研究，其中包括对航天运载器外空间活动的研究、空间站自由操纵研究、哈勃望远镜空间维修研究和火星地表模拟研究等项目，并取得了显著的效果。在1993年11月，第一次执行哈勃望远镜维修任务时，宇航员从航天飞机运输舱内取出新的望远镜面板，成功替换了已损坏的MRI面板，修复了哈勃望远镜。这次维修任务的成功完全归功于虚拟现实仿真和训练系统。美国埃姆斯研究中心将火星探测卫星拍摄的火星地面数据进行处理后，成功开发了火星地表模拟系统，运用该系统进行火星探索，研究人员如同亲身处于火星表面。