

KH

虚拟现实技术与应用

北京科海培训中心

# 虚拟现实

## 技术与应用

黄心渊 编著



社

科学出版社



北京科海培训中心

---

# 虚拟现实技术与应用

黄心渊 编著

科学出版社

1999

## 内 容 简 介

JS 172/07

本书从实际应用的角度讨论虚拟现实中的图形生成技术。全书内容共分3篇:第1篇介绍虚拟现实的基础知识和虚拟现实的图形生成工具 3DS MAX 和 Maya 的特殊功能;第2篇介绍在计算机上生成真立体图形的方法和生成过程,并给出了如何根据已有动画序列自动生成真立体动画序列的方法和技术;第3篇介绍虚拟现实技术的几个应用示例。通过机械装配过程的虚拟现实演示系统和建筑室内浏览的虚拟现实演示系统制作中的一些问题,重点讲述工程动态模拟的一般过程和关键技术。

本书可供高等院校计算机、自动化、机械、建筑、工业设计、装潢、电影、电视、医学等领域的有关专业作为教材或参考书,也可供从事相关领域研究或制作的科技人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

虚拟现实技术与应用/黄心渊编著. —北京:  
科学出版社,1999.7

(计算机实用技术系列丛书)

ISBN 7-03-007740-7

I. 虚… I. 黄… III. 计算机仿真 N. TP391.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 29795 号

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

北京市朝阳区科普印刷厂印刷

科学出版社总发行 各地新华书店经销

\*

1999年7月第一版

开本:787×1092 1/16

1999年7月第一次印刷

印张:12 $\frac{1}{8}$

印数:1—5 000

字数:295千字

定价:18.00元

# 前 言

近年来,虚拟现实技术是十分活跃的研究领域。它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、高度并行的实时计算技术和人的行为学研究等多项关键技术,虚拟现实技术是这些技术的更高层次的集成和渗透,是多媒体技术发展的更高境界,它能给用户以更逼真的体验,为人们探索宏观世界和微观世界中研究和直接观察事物的运动变化规律提供了极大的便利。

虚拟现实技术的应用前景非常广阔。它开始于军事领域的需求,在军事和航天领域的模拟和训练中起到了非常重要的作用。另外,虚拟现实技术在医疗、工业、娱乐和教育等方面的应用也具有很大的潜力。可以想象,如果你能够进入具有沉浸感的境界来工作,那么您肯定再也不愿意使用“枯燥”的图文界面了。虚拟现实本身是一种人机界面,它完全有可能在不久的将来把图形界面淘汰掉,就像图形界面把单词的字符界面推下计算机界面的历史舞台一样。

虚拟现实的研究领域非常广阔。本书主要围绕虚拟现实中图形生成实用技术的有关问题展开讨论,并着重介绍如何将这些技术应用到实际中去。

本书共分为9章,主要内容如下:

- 根据介绍虚拟现实的发展概况、虚拟现实的图形观察设备以及生成虚拟现实图形的常用软件。这些是虚拟现实中图形生成的基础。
- 介绍体视图形的生成方法以及利用计算机自动生成体视动画的算法和系统。
- 较为具体地讨论了实用虚拟现实技术在工程模拟中的应用,并给出一些制作方法和技巧。
- 利用本书介绍的方法与技术,制作了机械零件装配过程和建筑室内浏览的虚拟现实模拟作品。

本书注重实用。除了讲述基本原理外,较为充分地论述了实用虚拟现实技术实现的具体过程,以及实现中的关键问题和技巧。这对从事动画制作、工程模拟的读者会有切实的参考作用。

本书在讲述制作的基础上,对某些关键问题作了较为深入的探讨,提出了解决问题的方法与算法。这对从事这方面研究工作的人员或许有所帮助。

国家“863”计划信息领域智能计算机系统主题对实用虚拟现实技术的研究课题给予了大力连续的资助,书中所反映的研究成果就是项目中的一部分内容。需要特别说明的是,本书是集体研究的成果,还有许多人,例如戈建、古梅、孙伟、范志刚等同志为本书作了许多有益的工作。北方工业大学副校长齐东旭教授对本书的研究内容提出过许多宝贵意见,在此一并表示感谢。

本书涉及的内容,有直接可应用的,也有属于探索性的。由于虚拟现实技术涉及的范围很广,这里不可能一览概全。我们的目的在于通过本书的出版,使更多的读者能够将计算机动画技术、多媒体技术向深度发展和广泛应用。书中难免有不足之处,敬请读者批评指正。

作者

1998年12月

# 目 录

## 第 1 篇 实用虚拟现实系统概述

<b>第 1 章 实用虚拟现实技术总论</b> .....	<b>(1)</b>
1.1 引言 .....	(1)
1.2 虚拟现实的发展过程 .....	(5)
1.3 国外虚拟现实技术的研究现状 .....	(6)
1.3.1 美国的研究状况 <sup>[27-51,64,68,70,71,85-87]</sup> .....	(6)
1.3.2 欧洲的研究状况 <sup>[25,56,81,82]</sup> .....	(8)
1.3.3 日本的研究状况 <sup>[55]</sup> .....	(8)
1.4 国内虚拟现实技术的研究现状 .....	(9)
1.5 虚拟现实技术存在的问题及发展方向 .....	(10)
<b>第 2 章 观察方法与观察设备</b> .....	<b>(12)</b>
2.1 引言 .....	(12)
2.2 液晶眼镜观察方法 .....	(14)
2.2.1 液晶眼镜的接口及常见部件 .....	(14)
2.2.2 视差 .....	(17)
2.2.3 体视的计算 .....	(20)
2.2.4 编写生成体视图像的软件 .....	(23)
2.2.5 液晶眼镜的局限性 .....	(26)
2.3 头盔观察方法 .....	(26)
2.3.1 当前的头盔显示器技术 .....	(26)
2.3.2 头盔显示器的工作原理 .....	(28)
2.3.3 制作自己的头盔显示器 .....	(34)
2.3.4 为头盔显示器提供良好的视频信号 .....	(36)
2.3.5 制作单视场头盔显示器 .....	(36)
2.3.6 设计软件的注意事项 .....	(37)
2.4 一种基于微机的实用虚拟现实系统的硬件组成 .....	(37)
2.4.1 系统的硬件结构 .....	(37)
2.4.2 计算机自动控制液晶片切换的驱动接口设计 .....	(40)
2.4.3 接口的硬件电路控制 .....	(41)
<b>第 3 章 虚拟现实的制作工具:3DS MAX</b> .....	<b>(42)</b>
3.1 3D Studio MAX 简介 .....	(42)
3.1.1 3D Studio MAX 中的对象 .....	(43)
3.1.2 与创建场景对象有关的概念 .....	(45)

3.1.3	改变对象的概念 .....	(49)
3.1.4	场景中的层级概念 .....	(51)
3.1.5	动画的概念 .....	(53)
3.1.6	材质与贴图的概念 .....	(55)
3.1.7	MAXScript 的概念 .....	(56)
3.2	制作举例 .....	(57)
3.2.1	创建地形 .....	(57)
3.2.2	调整视图并设定动态的文字 .....	(59)
3.2.3	动画的设定 .....	(62)
3.2.4	给对象指定材质并制作材质动画 .....	(63)
3.2.5	雪花粒子 .....	(64)
3.3	3DS MAX 的开发语言 .....	(66)
3.3.1	MAXScript 及其应用 .....	(66)
3.3.2	max 命令 .....	(67)
3.3.3	编写一个简单的用户界面 .....	(67)
3.4	3DS MAX 与 VRML .....	(72)
3.4.1	建模工具和建模策略 .....	(72)
3.4.2	使用 VRML Exporter 提供的工具 .....	(75)
3.4.3	其他技术 .....	(75)
3.4.4	VRML Exporter 能导出什么、不能导出什么 .....	(76)
<b>第 4 章</b>	<b>虚拟现实的制作工具: Maya .....</b>	<b>(77)</b>
4.1	Maya 的用户工作空间 .....	(78)
4.2	从属(Dependency)图 .....	(81)
4.2.1	节点 .....	(82)
4.2.2	属性 .....	(83)
4.2.3	连接 .....	(84)
4.2.4	轴心点 .....	(84)
4.2.5	层级 .....	(84)
4.2.6	MEL 脚本语言 .....	(84)
4.3	Maya 中的动画 .....	(85)
4.3.1	关键帧动画 .....	(85)
4.3.2	路径动画 .....	(86)
4.3.3	互动动画 .....	(86)
4.3.4	动力学动画(Dynamics) .....	(87)
4.4	在 Maya 中建模 .....	(88)
4.4.1	NURBS 曲线 .....	(88)
4.4.2	NURBS 表面 .....	(89)
4.4.3	多边形 .....	(90)
4.4.4	绘图历史 .....	(91)
4.5	变形(Deformations) .....	(91)
4.5.1	栅格 .....	(91)
4.5.2	雕刻对象 .....	(92)

4.5.3 簇 .....	(92)
4.6 角色动画 .....	(92)
4.6.1 骨架和关节 .....	(93)
4.6.2 反向运动: .....	(93)
4.6.3 给角色增加肌肤 .....	(94)
4.7 渲 染 .....	(95)
4.7.1 明暗组 .....	(95)
4.7.2 纹理贴图 .....	(95)
4.7.3 照明 .....	(96)
4.7.4 运动模糊 .....	(96)
4.7.5 硬件渲染 .....	(97)
4.7.6 A 缓存渲染 .....	(97)
4.7.7 光线追踪渲染 .....	(97)
4.7.8 渲染器的工作方式 .....	(97)

## 第 2 篇 体视动画的生成技术

### 第 5 章 视差算法及体视图的生成 ..... (98)

5.1 一般方法 .....	(99)
5.2 在计算机上生成体视图 .....	(101)
5.2.1 在计算机上生成体视图的方法 .....	(101)
5.2.2 在 3DS MAX 中生成体视图 .....	(101)
5.2.3 用 3DS MAX 制作体视图的一个例子 .....	(104)

### 第 6 章 体视图的自动生成..... (107)

6.1 自动生成体视动画的一种算法 .....	(107)
6.2 程序实现 .....	(109)
6.2.1 程序流程 .....	(109)
6.2.2 控制摄像机的属性参数 .....	(111)
6.3 左右视图的合成 .....	(113)
6.4 体视图的色彩处理 .....	(121)
6.5 体视图的生成与处理系统 .....	(122)
6.5.1 系统的结构 .....	(122)
6.5.2 渲染控制的实现 .....	(123)

## 第 3 篇 实用 VR 技术的应用

### 第 7 章 虚拟现实在工程模拟中的应用 ..... (126)

7.1 概述 .....	(126)
7.2 工程动态模拟的一般过程 .....	(126)
7.3 工程模拟中的一些关键技术 .....	(129)
7.3.1 建模中关键技术 .....	(129)

7.3.2	材质技术 .....	(134)
7.3.3	运动控制技术 .....	(136)
<b>第 8 章</b>	<b>工程模拟应用举例 .....</b>	<b>(138)</b>
8.1	发动机装配过程的动态模拟 .....	(138)
8.1.1	发动机零部件模型的特点 .....	(138)
8.1.2	发动机零部件装配过程的运动轨迹分析 .....	(138)
8.1.3	建立零部件的实体模型 .....	(140)
8.1.4	灯光及材质处理 .....	(143)
8.1.5	动画的实现 .....	(143)
8.1.6	体视图的生成与合成 .....	(145)
8.1.7	配音与编辑合成 .....	(147)
8.2	大功率行波管的动态模拟 .....	(150)
8.2.1	模型的建立 .....	(151)
8.2.2	设置灯光和材质 .....	(151)
8.2.3	运动的设定 .....	(152)
8.2.4	编辑与合成 .....	(152)
<b>第 9 章</b>	<b>实用 VR 技术在建筑中的应用 .....</b>	<b>(153)</b>
9.1	建筑浏览模型的特点 .....	(153)
9.2	建模应注意的问题 .....	(154)
9.3	摄像机和灯光的使用 .....	(160)
9.3.1	摄像机的使用 .....	(160)
9.3.2	光照效果 .....	(161)
9.4	材质的使用 .....	(164)
9.4.1	设计材质的时候需要考虑的典型问题 .....	(164)
9.4.2	材质的获取问题 .....	(168)
9.5	体视图的生成与合成 .....	(169)
9.6	配音与编辑合成 .....	(170)
<b>参考文献</b>	<b>.....</b>	<b>(177)</b>



# 第 1 篇 实用虚拟现实系统概述

本篇共分为 4 章。第 1 章是实用虚拟现实技术总论，主要介绍国内外的研究概况及该技术的发展方向；第 2 章是观察设备与观察方法，主要介绍实用虚拟现实中的简易头盔和立体眼镜系统；第 3 章是虚拟现实的工具：3DS MAX，主要介绍制作虚拟现实作品时的常用软件 3DS MAX，并着重讨论了与虚拟现实相关的特殊功能；第 4 章是虚拟现实的另一个工具：Maya，主要介绍制作虚拟现实作品时的另一个常用软件 Maya。

## 第 1 章 实用虚拟现实技术总论

### 1.1 引言

科学技术的发展促使人们为了适应未来信息社会的需要，必须提高人与信息社会的接口能力，提高人对信息的理解能力。人们不仅要求能通过打印输出或显示屏幕的窗口，在外部去观察信息处理的结果，而且还希望能通过人的视觉、听觉、触觉，以及形体、手势或口令，参与到信息处理的环境中去，获得身临其境的体验。这种信息处理方法已不再是建立在一个单维的数字化的信息空间上，而是建立在一个多维化的信息空间，建立在一个定性和定量相结合，感性认识和理性认识相结合的综合集成环境，而虚拟现实 VR(Virtual Reality)技术将是支撑这个多维信息空间的关键技术。虚拟现实技术归根结底就是要把计算机从善于处理数字化的单维信息改变为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<sup>[10, 13]</sup>。

虚拟现实技术近年来在技术研究领域十分活跃，它汇集了计算机图形学、多媒体技术、人工智能、人机接口技术、传感器技术、高度并行的实时计算技术和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，是这些技术高层次的集成和渗透；它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中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人们的高度重视。

虚拟现实技术所涉及的领域十分广泛，这个领域的技术潜力巨大，应用前景也很广阔，但目前尚处在婴儿时期，还存在着很多尚未解决的理论问题和尚未克服的技术障碍<sup>[15, 16]</sup>。

虚拟现实的视觉显示系统大致可以分为3大类<sup>[9, 11, 59]</sup>: 头盔式显示屏、高分辨率 CRT 系统和与传统显示器连用的三维立体眼镜。头盔式显示屏价格昂贵(一般在1万美元以上), 视屏效果比后两种好, 但根据目前我国的情况而言, 后两种系统可能逐渐在民用领域得到广泛应用。无论使用哪种系统, 都必须解决立体显示和立体图像资源问题。立体显示技术(也称为体视技术)相对传统显示技术而言, 它主要借鉴人类的视觉原理, 使平面图像能产生出真正的立体效果。

在面向家庭的体视图像观察硬件方面, 国内的中国科技开发院威海分院在“863”项目的支持下, 开展了大量的研究工作, 制作出了性能稳定、价格便宜的立体眼镜<sup>[102]</sup>。

国外在面向家庭体视图像观察硬件方面也做了大量工作, 如美国、韩国和某些欧洲国家都推出了类似的简易观察设备。

在软件方面, 美国、日本、韩国和欧洲的某些国家也做了一些工作。例如, 都推出了配合其立体眼镜的图像合成系统, 并提供了多种实用选项。但是这些系统都还存在这样那样的问题。在作品方面, 为配合其立体眼镜的销售, 国外的有关单位也都推出其配套的演示光盘(图 1.1、图 1.2、图 1.3 和图 1.4 就是这类光盘出的一些图片), 但是没有提供便利的制作工具。



图 1.1 建筑图片

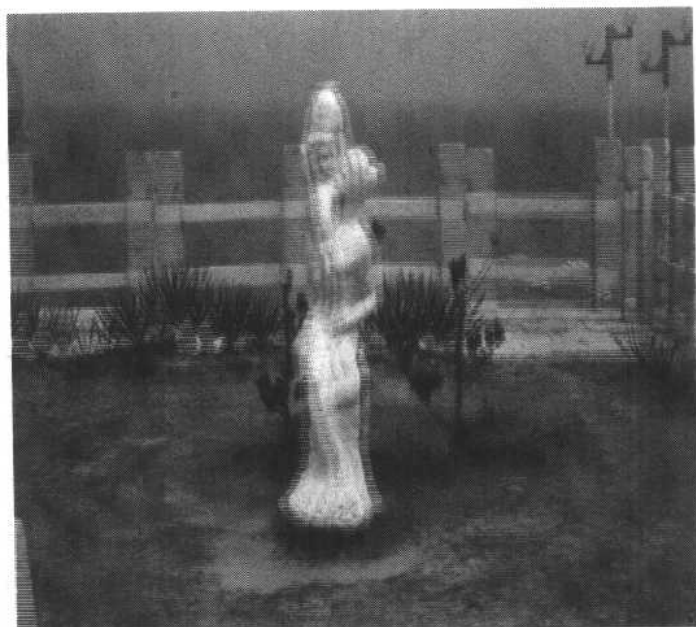


图 1.2 风景图片



图 1.3 游戏中的一个画面

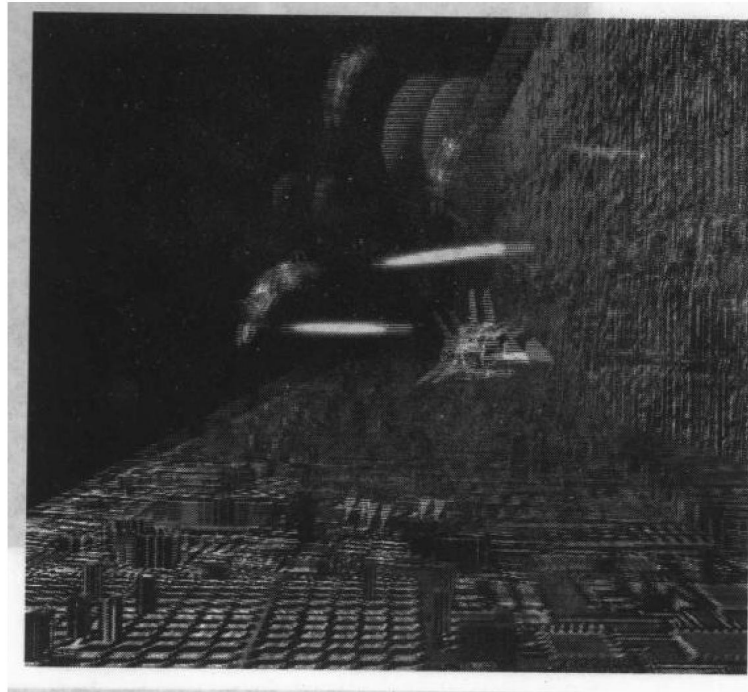


图 1.4 动物图片

在 1998 年的 SIGGRAPH 会议上, 国外的一些开发商也在某些平台的支持上开发了一些软件产品。例如美国的一家公司在 Autodesk 公司的 3DS MAX 平台上开发了直接渲染静态体视图像的外挂模块 (目前该模块仍然是一个测试版)。就是说, 在 3DS MAX 中建模和设置摄像机后, 可以立即渲染出体视图, 而不用再由用户调整摄像机<sup>[1, 2, 3]</sup>。

我们在“863”项目的支持下, 在软件及作品方面进行了一些探索, 取得了一定的成果, 如完成了体视动画的一些辅助生成算法, 并编制了相应的模块等<sup>[91, 107]</sup>。

现在软件及作品问题已经是阻碍实用 VR 普及的关键问题之一。我们知道, 如果没有人们感兴趣的作品, 再好的观察设备也是难以推广的。就如同没有软件, 计算机也会没有市场一样。

关于实用 VR 的研究及应用情况, 我们除了咨询一些相关的国内外公司 (如 Autodesk 中国公司、Intel 公司和北京黎明公司等) 并在因特网上查阅相关资料外, 还委托国家专利局检索了专利文献数据库。从检索的结果看, 国外在 VR 方面已经作了很有成效的工作, 并取得了一些研究成果。但是, 在实用的软件及作品方面还没有成熟的产品。

从我们的调研和查阅的资料来看, 该领域的发展方向是: ① 进一步研究开发可以面向家庭的高质量观察设备, 并开发与观察设备配套的软件工具; ② 开发生成体视 (真立体) 图像的软件平台; ③ 探索制作高质量作品的方法; ④ 开拓在机械设计、生产、试验、训练、演习、教育、游戏等专业领域的应用。从我国的国情来看, 开发低成本的硬件和软件产品应更占主导地位, 它可以带来直接的经济效益和社会效益<sup>[9, 10, 11, 72]</sup>。

## 1.2 虚拟现实的发展过程

在20世纪,人们已经成功地把想象力与电子学结合在一起。它为虚拟现实的飞速发展奠定了牢固的基础。简而言之,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实践中<sup>[52, 53, 54]</sup>。虚拟现实领域,无论在理论上,还是在技术上,甚至哲学上都涉及很多方方面面,虚拟现实已经成为一门艺术,是一种文化<sup>[60, 63]</sup>。

以下我们将回顾数十年来人们为虚拟现实所做的努力<sup>[12-24, 57, 58, 62, 70, 71, 84, 108]</sup>。

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。40年代初,在美国以Edwin Link命名的公司与Admiral DeFlorez公司一起,为了减少训练飞机驾驶员的时间和经费,正式开始了飞行模拟器的设计和研制工作。

1961年,美国Philoo公司首创了头盔式立体显示器(HMD)。

1962年,美国电影摄影师Morton Heilig研制出了第一套多感知仿真体验系统Sensorama Simulator,这是第一套VR视频系统。它具有图像、声音、振动、风、气味等感知性能,但属于非交互式的系统。

1965年,在IFIP会议上,有VR“先锋”之称的计算机图形学的创始人Ivan Sutherland作了题为“The Uelimate Display”的报告,提出了一项富有挑战性的计算机图形学研究课题。他指出,人们可以把显示屏当作一个窗口观察一个虚拟世界,使观察者有身临其境的感觉。这一思想提出了虚拟现实概念的雏形。

1968年,Ivan Sutherland使用两个可以戴在眼睛上的阴极射线管(CRT),研制出了第一台头盔式立体显示器(HMD)。并发表了题为“A Head-Mounted 3D Display”的论文,对头盔式三维显示装置的设计要求、构造原理进行了深入的讨论,并绘出了这种装置的设计原型,成为三维立体显示技术的奠基性成果。在30年之后的今天,HMD仍然使用CRT,只不过是今天的CRT比1968年的要轻得多。

1970年,Ivan Sutherland到犹他州大学继续研制头盔式立体显示器(HMD)。第一个HMD原型终于研制成功,但非常重。第一个虚拟对象是立方体,是犹他州大学Ivan Sutherland的学生Daniel Vickers编写的程序。

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,因而这一个交互式游戏的开发具有重要的意义。

1975年,Myron Krueger提出“人工现实”(Artificial Reality)的思想,展示了称之为Videoplac的“并非存在的一种概念化环境”。

到了20世纪80年代后期,因为图形显示技术已经能够满足视觉耦合系统的性能要求,液晶显示(LCD)技术的发展使得生产廉价的头盔式显示器成为可能,所以VR技术得以加速发展。

1981年,Michael McGreevey开始进行一个叫做“空间理解和高级显示”的项目研究,

后来他和美国航空航天管理局 (NASA) 的 Scott Fisher 建立了基于液晶显示 (LCD) 技术的虚拟可视环境头盔系统 VIVED HMD (Virtual Interactive Environment Workstation)。

1985 年, Scott Fisher 等研制了著名的称之为 VIEW 的一种“数据手套”(Data Glove), 这种柔性、轻质的手套装置可以测量手指关节动作、手掌的弯曲以及手指间的分合, 从而可编程实现各种“手语”。

1985 年, 研制成功第一套商用虚拟现实硬件——Intel 386, 第一套商用虚拟现实软件——美国空军的 Supercockpit 飞行模拟器。

1986 年, 研制成功了第一套基于 HMD 及数据手套的 VR 系统 VIEW。这是世界上第一个较为完整的多用途、多感知的 VR 系统, 它使用了头盔式显示器、数据手套、语言识别与跟踪等技术, 并应用于空间技术、科学数据可视化、远程操作等领域, 被公认为当前 VR 技术的发源地。

1987 年, 美国“VPL 研究公司”发明了数据服。

1988 年, VPL 建立了一套完整的 VR 系统, VPL 终于做到了 Morton Heilig 许多年前想做而未能做到的事。

1989 年, VPL 的创始人 Jaron Lanier 提出了“Virtual Reality”(虚拟现实)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”。根据他提出的这个名词的含义, VR 的一种定义是: VR 就是让用户在人工合成的环境里获得“进入角色”的体验。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<sup>[71]</sup>。

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 VR 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, 以及高分辨显示技术, 这为 VR 技术的发展确定了研究方向。

1992 年, 在法国召开了 VR 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”。

在“需求牵引”和“技术推动”下, 近年来 VR 已经取得的一些技术成果, 并已集成了一些很有实用前景的应用系统, 并且智能虚拟世界也在不断地发展<sup>[65]</sup>。

## 1.3 国外虚拟现实技术的研究现状

### 1.3.1 美国的研究状况<sup>[27-51, 64, 68, 70, 71, 85-87]</sup>

美国是 VR 技术的发源地。美国 VR 研究技术的水平基本上就代表国际 VR 发展的水平。目前美国在该领域的基础研究主要集中在感知、用户界面、后台软件和硬件四个方面。

美国宇航局 (NASA) 的 Ames 实验室完善了 HMD, 并将 VPL 的数据手套工程化, 使其成为可用性较高的产品。NASA 研究的重点放在对空间站操纵的实时仿真上, 大多数研究是在 NASA 的约翰逊空间中心完成的。他们大量运用了面向座舱的飞行模拟技术。NASA 完成的一项著名的工作是对哈勃太空望远镜的仿真。NASA 的 Ames 现在正致力于一个叫“虚拟行星探索”(VPE)的试验计划, 这一项目能使“虚拟探索者”(Virtual Explorer)利用虚拟环境来考察遥远的行星, 他们的第一个目标是火星。现在 NASA 已经建立了航空、

卫星维护 VR 训练系统, 空间站 VR 训练系统, 并且已经建立了可供全国使用的 VR 教育系统<sup>[67][78]</sup>。

北卡罗来纳大学(UNC)的计算机系是进行 VR 研究最早最著名的大学。他们主要研究: 分子建模、航空驾驶、外科手术仿真、建筑仿真等。在显示技术上, UNC 开发了一个帮助用户在复杂视景中建立实时动态显示的并行处理系统, 叫做像素飞机(Pixel Planes)。

Loma Linda 大学医学中心是一所经常从事高难度或者有争议课题的医学研究单位。David Warner 博士和他的研究小组成功地将计算机图形及 VR 的设备用于探讨与神经疾病相关的问题。他们以数据手套为工具, 将手的运动实时地在计算机上用图形表示出来; 他们还成功地将 VR 技术应用于受虐待儿童的心理康复之中, 并首创了 VR 儿科治疗法。

麻省理工学院(MIT)是一个一直走在最新技术前沿的科学研究机构。MIT 原先就是研究人工智能、机器人和计算机图形学及动画的先锋, 这些技术都是 VR 技术的基础。1985 年 MIT 成立了媒体实验室, 进行虚拟环境的正规研究。这个媒体实验室建立了一个名叫 BOLIO 的测试环境, 用于进行不同图形仿真技术的实验。利用这一环境, MIT 建立了一个虚拟环境下的对象运动跟踪动态系统。另外, MIT 还在进行“路径计划”与“运动计划”等研究。

SRI 研究中心建立了“视觉感知计划”, 研究现有 VR 技术的进一步发展。1991 年后, SRI 进行了利用 VR 技术对军用飞机或车辆驾驶的训练研究, 试图通过仿真来减少飞行事故。另外, SRI 还利用遥控技术进行外科手术仿真的研究。

华盛顿大学华盛顿技术中心的人机界面技术实验室(HIT Lab)在新概念的研究中起着领先作用, 同时也在进行感觉、知觉、认知和运动控制能力的研究。HIT 将 VR 研究引入了教育、设计、娱乐和制造领域。例如, 波音公司的 V22 运输机就是先在实验室中造出虚拟机后再投入生产的。

Dave Sims 等人研制出虚拟现实撤退模型来观看系统如何运作。此系统先假设在伦敦地铁中突然发生火灾, 一些人向出口跑去, 母亲们努力聚拢孩子们, 而一些人却在询问起火的原因。在出口处, 人群拥挤在门口, 使劲地向前挤, 但却不能前进一步。这时单击鼠标左键, 加宽门口拉走门柱, 许多人能迅速通过。人们得出结论: 在突发事件中, 保持平静和快速是非常重要的。现在在维加斯的虚拟购物商场中, 每一个字符都指定为一个随意的数字发生器, 当突然发生火灾时, 发生器立即指示一个熟悉的出口, 并且省去人们聚集家人或询问出口的麻烦。

SOFTIMAGE 公司的专家们提出了渗透将有助于扩大虚拟现实的美学感, 这是 VR 未来的一个发展方向。

伊利诺斯州立大学研制出在车辆设计中, 支持远程协作的分布式 VR 系统, 不同国家、不同地区的工程师们可以通过计算机网络实时协作进行设计。在设计车辆的过程中, 各种部件都可以共享一个虚拟环境, 并且可以查看对方任何一个位置的视频传递和相应的定位方向。在系统中采用了虚拟原型, 从而减少了设计图像和新产品进入市场的时间, 这样, 产品在生产之前就可以估算和测试, 并且大大地提高了产品质量<sup>[69]</sup>。

乔治梅森大学研制出一套在动态虚拟环境中的流体实时仿真系统。在一个分布交互式仿真系统中仿真真实世界复杂流体的物理特性, 包括仿真正在穿过水面行驶的船、仿真搅拌液体、仿真混合不同颜色的液体、仿真混合不能溶解的油和水、仿真下雨和流动的地形

以及仿真流体的相互影响等特性。但该系统有一些缺陷,例如:当船行进时不能显示出水的不同波浪曲线;不能用于任何精确的工程用途等<sup>[76]</sup>。

### 1.3.2. 欧洲的研究状况<sup>[25, 56, 81, 82]</sup>

欧共体(CEC)认为VR是一门新兴技术,已经组织了几次评价VR的专题活动。

德国 Damastadt 的 Fraunhofer 计算机图形学研究所开发一种名为“虚拟设计”的VR组合工具,可使得图像伴随声音实时显示。随着计算机技术的迅速发展,虚拟设计的组合工具也奇迹般的变化着,现在进行VR设计时,可以实时遍历的生成现实景物,它允许生成多达5万个以上三角形的复杂景物。

德国国家数学与计算机研究中心(GMD)专门成立了一个部门,研究科学视算与VR技术。研究的课题有VR表演,冲突检测,装订在箱子中的物体的移动,高速变换以及运动控制。GMD的另一个项目是利用二维卫星云图,对地球环境进行多维演示模型的虚拟重构。另外,他们还对声音以及其他一些人机工程学课题的作用展开研究。

英国的 Bristol 有限公司发现VR应用的焦点应该集中在软件与整体综合技术上。他们在软件研究和硬件开发的个别方面在世界上处于领先地位。该公司将VR分成三大类别:实际环境检测、虚拟环境控制、虚拟环境显示。

英国的 ARRL 有限公司关于远地呈现的研究试验主要包括VR技术重构问题。他们的产品还包括建筑与科学视算。

英国的 Leicester 市的 W 产业生产出VR游戏机。游戏者使用操纵杆通过屏幕进行对抗演习,参加对抗演习的虚拟物体和交战人员与虚拟物进行空战,当有多个人共同参与游戏时,参加游戏的人还可以与虚拟物合成。

英国 Granfield 的高级机器人研究有限公司(ARRL)的核心计划包含三个层次:第一阶段搞一个基本的系统功能体系结构,作为协调整个计划的框架;第二阶段开展一系列一般性研究项目,解决有关关键技术问题;第三阶段设立一组演示系统项目为证实部分功能体系结构提供可行性分析。另外,ARRL还与空气肌肉有限公司设计并建成了一个由数据收集与反馈组成的双手套系统。

荷兰的VR研究工作主要是研究一般性的硬件/软件结构问题、人员因素问题,以及在工业和培训中的应用。例如:荷兰应用科学研究组织(TNO)的物理与电子实验室(FEL)有一个仿真训练组,将大家关心的一些仿真问题集中在该训练组进行研究。

### 1.3.3. 日本的研究状况<sup>[55]</sup>

在当前实用虚拟现实技术的研究与开发中日本是居于领先位置的国家之一,主要致力于建立大规模VR知识库的研究。另外在虚拟现实的游戏方面的研究也做了很多工作。但日本大部分虚拟现实硬件是从美国进口的。

东京技术学院精密和智能实验室研究了一个用于建立三维模型的人性化界面,称为SPIDAR(Space Interface Device for Artificial Reality)的系统。

NEC公司计算机和通信分部中的系统研究实验室开发了一种虚拟现实系统,它能让操作者都使用“代用手”去处理三维CAD中的形体模型。该系统通过VPL公司的数据手套把对模型的处理与操作者手的运动联系起来。

京都的先进电子通信研究所(ATR)系统研究实验室的开发者们正在开发一套系统,



它能用图像处理来识别手势和面部表情，并把它们作为系统输入。该系统将提供一个更加自然的接口，而不需要操作者带上任何特殊的设备。

日本国际工业和商业部的工业科学和技术代办处经营的产品科学研究院开发了一种采用 X、Y 记录器的受力反馈装置。他们把这种装置应用于一个虚拟现实的“游戏棒”中。

东京大学的高级科学研究中心将他们的研究重点放在远程控制方面，最近的研究项目是主从系统。该系统可以使用户控制远程摄像系统和一个模拟人手的随动机械人手臂。

东京大学的原岛研究室开展了 3 项研究：人类面部表情特征的提取、三维结构的判定和三维形状的表达、动态图像的提取。

东京大学的广濑研究室重点研究虚拟现实的可视化问题。为了克服当前显示和交互技术的局限性，他们正在开发一种虚拟全息系统。现在他们已经有了 4 项成果：一个类似 CAVE 的系统、用 HMD 在建筑群中漫游、人体测量和模型随动、飞行仿真器。

筑波大学工程机械学院研究了一些力反馈显示方法。他们开发了九自由度的触觉输入器；开发了虚拟行走原型系统，步行者只要脚上穿上全方向的滑动装置，他就能交替迈动左脚和右脚。

富士通实验室有限公司正在研究的一个项目是虚拟生物与 VR 环境的相互作用。他们还在研究虚拟现实中的手势识别，已经开发了一套神经网络姿势识别系统，该系统可以识别姿势，也可以识别表示词的信号语言。

#### 1.4 国内虚拟现实技术的研究现状

VR 技术是一项投资大，具有高难度的科技领域，和一些发达国家相比，我国还有一定的差距，但已引起政府有关部门和科学家们的高度重视。根据我国的国情，制定了开展 VR 技术的研究，例如：九五规划、国家自然科学基金会、国家高技术研究发展计划等都将 VR 列入了研究项目。在紧跟国际新技术的同时，国内一些重点院校，已积极投入到了这一领域的研究工作。

北京航空航天大学计算机系是国内最早进行 VR 研究、最有权威的单位之一，他们首先进行了一些基础知识方面的研究，并着重研究了虚拟环境中物体物理特性的表示与处理；在虚拟现实中的视觉接口方面开发出了部分硬件，并提出了有关算法及实现方法；实现了分布式虚拟环境网络设计，建立了网上虚拟现实研究论坛，可以提供实时三维动态数据库，提供虚拟现实演示环境，提供用于飞行员训练的虚拟现实系统，提供开发虚拟现实应用系统的开发平台，并将要实现与有关部门的远程连接<sup>[88-90]</sup>。

浙江大学 CAD&CG 国家重点实验室开发出了一套桌面型虚拟建筑环境实时漫游系统，该系统采用了层面迭加的绘制技术和预消隐技术，实现了立体视觉，同时还提供了方便的交互工具，使整个系统的实时性和画面的真实感都达到了较高的水平。另外，他们还研制出了在虚拟环境中一种新的快速漫游算法和一种递进网格的快速生成算法<sup>[94-96]</sup>。

哈尔滨工业大学计算机系已经成功地虚拟出了人的高级行为中特定人脸图像的合成，表情的合成和唇动的合成等技术问题，并正在研究人说话时头势和手势动作，语音和语调的同步等<sup>[97, 98]</sup>。