

高等院校应用型本科“十三五”规划教材

XUNIXIANSHI JISHU YU YINGYONG

# 虚拟现实 (VR)

## 技术与应用

© 主编 李建



河南大学出版社  
HENAN UNIVERSITY PRESS

XUNI XIANSI JISHU YU YINGYONG  
虚拟现实(VR)技术与应用

主 编 李 建  
副主编 王 芳  
张天伍  
杨爱云

河南大学出版社  
· 郑州 ·

## 图书在版编目(CIP)数据

虚拟现实(VR)技术与应用/李建主编. —郑州:河南大学出版社,2017.12

ISBN 978-7-5649-3044-8

I. ①虚… II. ①李… III. ①虚拟现实 IV. ①TP391.98

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 308931 号

责任编辑 柳 涛  
李 慧  
责任校对 陈 巧  
技术校对 朱春华  
封面设计 王 韧

---

出 版 河南大学出版社

地址:郑州市郑东新区商务外环中华大厦 2401 号 邮编:450046

电话:0371-86059712(高等教育出版分社)

0371-86059713(营销部)

网址:www.hupress.com

排 版 郑州市今日文教印制有限公司

印 刷 郑州市运通印刷有限公司

版 次 2018 年 1 月第 1 版

印 次 2018 年 1 月第 1 次印刷

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 20.5

字 数 492 千字

定 价 48.00 元



---

(本书如有印装质量问题,请与河南大学出版社营销部联系调换)



## 内容提要

本书较系统地介绍了虚拟现实技术的概念、发展历程、未来趋势、硬件设备、软件技术、开发平台及应用领域等。全书共有 9 章,详细介绍了虚拟现实的概念和发展现状、虚拟现实的关键技术、虚拟现实系统的硬件设备和相关软件、全景摄影和 VR 摄影技术、Web3D 技术、Unity 虚拟现实开发平台的基本开发流程及虚拟现实、增强现实在各行业的典型应用和未来展望。

本书既可作为高等院校虚拟现实、数字媒体技术(艺术)、计算机应用等相关专业的基础教材,也为所有对虚拟现实技术感兴趣的读者,提供了一本较为翔实的入门教程。



# 前 言

虚拟现实(Virtual Reality, VR)技术是指采用计算机技术为核心的现代高科技手段生成一种虚拟环境,用户借助特殊的输入/输出设备,与虚拟世界中的物体进行自然的交互,从而通过视觉、听觉和触觉等获得与真实世界相同的感受。

自 20 世纪 50 年代起,虚拟现实技术从模糊的概念到产品落地,并运用到军事、工业、地理与规划、房地产、文化等领域。头戴 3D 显示器是沉浸式 VR 设备的雏形,任天堂、Olympus、索尼相继推出过头戴 3D 显示器产品,但因软硬件、内容不成熟未能形成市场规模。2013 年以来,显示器分辨率、显卡 GPU 并行渲染和 3D 实时建模能力、网络速度等技术的快速提升带来了 VR 设备的轻量化、便捷化和精细化,大幅提升了 VR 设备的体验。2014 年 Facebook 以 20 亿美金收购 Oculus。Samsung、Google、Sony、HTC 等国际消费电子巨头均加入 VR 设备的研发,推出大量沉浸式 VR 设备,并不断更新换代,让电子科技公司、手机制造商、科技创业公司等看到市场前景,各大厂商和投资机构纷纷投资,各个领域都普遍看好 VR 产业的未来,VR 市场潜力巨大。2016 年被称为 VR 元年,全世界迎来了虚拟现实发展的新浪潮。阿里巴巴成立代号为“GM Lab”的虚拟现实实验室,第一个项目是“造物神”计划,联合商家建立 3D 商品库,实现虚拟世界的购物体验。华为与徕卡合作设立创新实验室,将在 VR 领域开展联合研发。

近年来,随着虚拟现实技术的快速发展,各行各业对虚拟现实技术的学习需求日益旺盛,很多高校也开设了相关课程,本书的编写满足了社会和高校对虚拟现实书籍的需求。本书较系统地介绍了虚拟现实技术的概念、发展历程、未来趋势、硬件设备、软件技术、开发平台及应用领域等。虚拟现实理论知识与实践经验耦合度高,所以学习虚拟现实技术需要理论和实践相结合,在注重理论知识学习的基础上,还应具备一定的实践应用能力。

本书编写特点:理论联系实际,理论、应用和案例相结合;深入浅出,图文并茂,易于理解;注重实践应用,包括开发应用软件介绍、典型应用案例,使读者在短时间内能快速掌握相关实用技术。

本书既可以作为高等院校虚拟现实、数字媒体技术(艺术)、计算机应用等相关专业的基础教材,也能为社会和高校中对虚拟现实技术感兴趣的读者提供翔实的学习资料和学习参考,期望通过本书的推出能够达到普及知识、掌握技术、面向应用、开阔思路等目的。

本书主要包括以下内容。

第 1 章,介绍了虚拟现实技术的概念、特性、发展历程,虚拟现实产业的发展现状和前景,VR、AR、MR 的概念、区别和联系。



第2章,介绍了虚拟现实VR、增强现实AR在各行业的典型应用和未来展望,重点介绍了虚拟博物馆、虚拟旅游、虚拟样板间、虚拟实验室、虚拟购物、虚拟医疗等方面的应用。

第3章,介绍了虚拟现实是多种技术的综合,关键技术主要包括立体高清显示技术、三维建模技术、三维虚拟声音技术、人机交互技术等。

第4章,介绍了虚拟现实的硬件设备,包括生成设备、输入设备和输出设备。

第5章,介绍了虚拟现实的相关软件,包括3ds Max、Maya、Cult3D、Autodesk123D等三维建模软件,Unity、VRP、Virtools、Vizard等虚拟现实开发平台,C#、JavaScript、OpenGL、Python等相关开发语言。

第6章,介绍了三维全景的基本概念、三维全景图及VR全景的制作方法。

第7章,介绍了Web3D的发展历程、相关技术、常用开发软件,重点介绍了Three.js的技术特征和基本开发方法。

第8章,介绍了Unity虚拟现实开发平台的基本开发流程,包括Unity窗口界面组成、物理引擎和碰撞检测、各种资源(3D模型、Terrain地形、材质贴图、灯光、音频、摄像机等)、UGUI界面开发、Mecanim动画系统等。

第9章,介绍了三个综合案例的完整开发流程,包括虚拟装修的虚拟现实案例、涂涂乐增强现实案例、虚拟试衣间混合现实案例。

本书由李建任主编,王芳、张天伍、杨爱云任副主编,其中第1、6章由李建编写,第2章由王雨佳编写,第3章由杨爱云编写,第4章由张天伍编写,第5章由闫培玲编写,第7章由黄涛编写,第8章由王芳编写,第9章由李雨恒编写。全书由郭欣统稿并担任主审,河南工程学院学生汪剑、胡坤伦参与了校对工作。

本书编写过程中,参阅了大量的书籍、文献资料和网络资源,在此向所有资源的作者表示感谢。由于受作者水平和时间所限,加之虚拟现实技术发展迅速,日新月异,书中难免存在局限和错误等不足之处,欢迎广大读者不吝指正及沟通交流,以促进我国虚拟现实产业和虚拟现实技术与内容开发不断发展和进步。

编者

2017年6月于郑州



# 目 录

第 1 章 虚拟现实技术概论 .....	( 1 )
1.1 虚拟现实技术概述 .....	( 1 )
1.1.1 基本概念 .....	( 1 )
1.1.2 虚拟现实技术的特性 .....	( 4 )
1.1.3 虚拟现实系统的组成 .....	( 6 )
1.2 虚拟现实技术的发展历程 .....	( 7 )
1.2.1 虚拟现实技术发展历程 .....	( 7 )
1.2.2 虚拟现实技术研究现状 .....	( 11 )
1.2.3 虚拟现实技术的发展趋势 .....	( 14 )
1.3 虚拟现实技术的分类 .....	( 15 )
1.3.1 沉浸式虚拟现实系统 .....	( 15 )
1.3.2 增强式虚拟现实系统 .....	( 16 )
1.3.3 桌面式虚拟现实系统 .....	( 16 )
1.3.4 分布式虚拟现实系统 .....	( 17 )
1.4 虚拟现实产业发展现状与前景 .....	( 17 )
1.4.1 我国虚拟现实产业发展情况 .....	( 17 )
1.4.2 国外虚拟现实产业发展情况 .....	( 18 )
1.4.3 虚拟现实产业链 .....	( 18 )
1.4.4 虚拟现实产业发展前景 .....	( 19 )
1.5 AR、MR 技术 .....	( 20 )
1.5.1 什么是 AR、MR .....	( 20 )
1.5.2 怎样区分 VR 与 AR、MR .....	( 22 )
小结 .....	( 23 )
习题 .....	( 24 )
第 2 章 典型应用与未来展望 .....	( 25 )
2.1 永恒的博物馆 .....	( 25 )
2.1.1 “虚拟博物馆”及其发展现状 .....	( 25 )
2.1.2 “虚拟博物馆”的特点 .....	( 27 )
2.1.3 “虚拟博物馆”的应用技术 .....	( 28 )



2.1.4	“虚拟博物馆”的发展趋势 .....	( 29 )
2.2	随时可用的万能实验室 .....	( 30 )
2.2.1	虚拟实验室的概念 .....	( 30 )
2.2.2	虚拟实验室的分类及特点 .....	( 32 )
2.2.3	虚拟实验室的发展现状 .....	( 33 )
2.2.4	虚拟实验室未来的两个发展方向 .....	( 34 )
2.3	沉浸式“Buy+”时代 .....	( 35 )
2.3.1	虚拟现实购物——更加直观的网店 .....	( 35 )
2.3.2	仍在布局中的虚拟现实购物 .....	( 38 )
2.3.3	虚拟现实购物的未来展望 .....	( 41 )
2.4	足不出户找“医生” .....	( 42 )
2.4.1	虚拟现实手术系统 .....	( 42 )
2.4.2	虚拟现实远程医疗 .....	( 43 )
2.4.3	虚拟现实医学教育 .....	( 44 )
小结	.....	( 45 )
习题	.....	( 45 )
<b>第3章</b>	<b>虚拟现实的关键技术</b> .....	( 46 )
3.1	立体高清显示技术 .....	( 46 )
3.1.1	立体视觉的形成原理 .....	( 47 )
3.1.2	立体高清显示技术 .....	( 48 )
3.2	三维建模技术 .....	( 53 )
3.2.1	几何建模 .....	( 53 )
3.2.2	物理建模 .....	( 56 )
3.2.3	运动建模 .....	( 58 )
3.3	三维虚拟声音技术 .....	( 59 )
3.3.1	三维虚拟声音的特征 .....	( 59 )
3.3.2	头部相关传递函数 .....	( 60 )
3.3.3	语音识别与合成技术 .....	( 60 )
3.4	人机交互技术 .....	( 62 )
3.4.1	手势识别技术 .....	( 62 )
3.4.2	面部表情识别技术 .....	( 63 )
3.4.3	眼动跟踪技术 .....	( 64 )
3.4.4	其他感觉器官的反馈技术 .....	( 66 )
3.5	虚拟现实引擎 .....	( 67 )
3.5.1	虚拟现实引擎概述 .....	( 67 )
3.5.2	虚拟现实引擎架构 .....	( 68 )
小结	.....	( 69 )





习题 .....	( 70 )
<b>第 4 章 虚拟现实系统的硬件设备 .....</b>	<b>( 71 )</b>
4.1 虚拟现实系统的生成设备 .....	( 71 )
4.1.1 高性能个人计算机 .....	( 71 )
4.1.2 高性能图形工作站 .....	( 72 )
4.1.3 巨型机 .....	( 73 )
4.1.4 分布式网络计算机 .....	( 74 )
4.2 虚拟现实系统的输入设备 .....	( 75 )
4.2.1 跟踪定位设备 .....	( 76 )
4.2.2 人机交互设备 .....	( 80 )
4.2.3 快速建模设备 .....	( 81 )
4.3 虚拟现实系统的输出设备 .....	( 83 )
4.3.1 视觉感知设备 .....	( 84 )
4.3.2 听觉感知设备 .....	( 91 )
4.3.3 触觉感知设备 .....	( 92 )
4.3.4 其他输出设备 .....	( 95 )
小结 .....	( 96 )
习题 .....	( 97 )
<b>第 5 章 虚拟现实技术的相关软件 .....</b>	<b>( 98 )</b>
5.1 三维建模软件 .....	( 98 )
5.1.1 3ds Max .....	( 98 )
5.1.2 Maya .....	( 102 )
5.1.3 Autodesk 123D .....	( 104 )
5.1.4 医学 3D 建模软件(Materialise Mimics 和 3D-Doctor) .....	( 106 )
5.2 虚拟现实开发平台 .....	( 113 )
5.2.1 Unity .....	( 114 )
5.2.2 VRP .....	( 120 )
5.2.3 Virtools .....	( 123 )
5.2.4 Vizard .....	( 124 )
5.3 虚拟现实开发常用脚本编程语言介绍 .....	( 128 )
5.3.1 C# .....	( 128 )
5.3.2 JavaScript .....	( 130 )
5.3.3 OpenGL .....	( 136 )
5.3.4 Python .....	( 139 )
小结 .....	( 142 )
习题 .....	( 142 )



<b>第 6 章 三维全景技术</b> .....	(144)
6.1 三维全景概述 .....	(144)
6.1.1 三维全景的概念 .....	(144)
6.1.2 三维全景应用领域 .....	(147)
6.2 全景照片的拍摄硬件 .....	(148)
6.2.1 三维全景制作常见硬件 .....	(148)
6.2.2 VR 全景视频设备 .....	(150)
6.3 全景图的制作 .....	(156)
6.3.1 制作流程 .....	(156)
6.3.2 全景拼图软件 PTGui 的基本操作 .....	(159)
6.3.3 手机端 360 全景图制作步骤及常见问题 .....	(163)
6.3.4 全景航拍及应用简介 .....	(166)
6.3.5 VR 全景图的制作 .....	(168)
习题 .....	(171)
<b>第 7 章 Web3D 技术基础</b> .....	(172)
7.1 Web3D 技术简介 .....	(172)
7.1.1 Web3D 技术的发展历程 .....	(172)
7.1.2 虚拟现实建模语言 VRML .....	(173)
7.1.3 Web3D 核心技术及其特征 .....	(174)
7.2 Web3D 的实现技术与应用 .....	(175)
7.2.1 建模技术 .....	(175)
7.2.2 显示技术 .....	(176)
7.2.3 交互技术 .....	(177)
7.2.4 Web3D 技术的应用 .....	(177)
7.3 几种常用的 Web3D 技术 .....	(179)
7.3.1 Java3D .....	(179)
7.3.2 Shout3D .....	(179)
7.3.3 WebMax .....	(180)
7.3.4 VRPIE .....	(180)
7.4 基于 WebGL 的 3D 技术 Three.js .....	(181)
7.4.1 HTML5 简介 .....	(181)
7.4.2 什么是 WebGL .....	(181)
7.4.3 Three.js 及其相关文档 .....	(182)
7.4.4 用 Three.js 创建三维场景 .....	(183)
小结 .....	(187)
习题 .....	(188)



第 8 章 Unity 开发基础 .....	(191)
8.1 一个 Unity 简单案例 .....	(191)
8.2 Unity 窗口界面 .....	(196)
8.2.1 创建 Unity 项目 .....	(197)
8.2.2 Scene 与场景漫游 .....	(197)
8.2.3 Hierarchy 与场景搭建 .....	(199)
8.2.4 Project 与资源管理 .....	(201)
8.2.5 Inspector 与组件管理 .....	(202)
8.3 物理引擎和碰撞检测 .....	(203)
8.3.1 物理引擎和刚体 .....	(203)
8.3.2 碰撞器 .....	(205)
8.3.3 碰撞检测 .....	(206)
8.4 Unity 资源 .....	(209)
8.4.1 Terrain 地形系统 .....	(209)
8.4.2 3D 模型对象 .....	(214)
8.4.3 材质贴图 .....	(215)
8.4.4 灯光 .....	(218)
8.4.5 摄像机 .....	(221)
8.4.6 音频 .....	(223)
8.5 Unity 图形用户界面 .....	(226)
8.5.1 GUI 图形用户界面 .....	(226)
8.5.2 UGUI 图形用户界面 .....	(226)
8.5.3 常用输入类 .....	(230)
8.6 Mecanim 动画系统 .....	(231)
8.6.1 Unity 动画系统概述 .....	(231)
8.6.2 动画剪辑 .....	(232)
8.6.3 动画状态机 .....	(232)
8.7 简单应用举例 .....	(237)
8.7.1 创建地形 .....	(237)
8.7.2 场景搭建 .....	(237)
8.7.3 获取能量和炮弹 .....	(238)
8.7.4 攻击敌方坦克 .....	(241)
8.7.5 声音特效 .....	(243)
8.7.6 发布测试 .....	(245)
小结 .....	(247)
习题 .....	(248)



<b>第9章 综合开发案例</b> .....	(252)
9.1 虚拟现实应用案例——虚拟装修 .....	(252)
9.1.1 应用的背景及功能概述 .....	(252)
9.1.2 应用的策划及准备工作 .....	(253)
9.1.3 应用的架构 .....	(263)
9.1.4 应用的界面设计 .....	(263)
9.1.5 应用的美术资源设计 .....	(266)
9.1.6 应用的逻辑开发 .....	(267)
9.1.7 应用界面的完善 .....	(278)
9.1.8 应用的优化与改进 .....	(279)
9.1.9 打包与发布 .....	(279)
9.2 增强现实应用案例——涂涂乐 .....	(280)
9.2.1 应用的背景及功能概述 .....	(280)
9.2.2 应用的策划及准备工作 .....	(280)
9.2.3 应用的架构 .....	(281)
9.2.4 应用的界面设计 .....	(282)
9.2.5 应用的美术资源设计 .....	(285)
9.2.6 应用的逻辑开发 .....	(286)
9.2.7 应用的优化与改进 .....	(288)
9.2.8 打包与发布 .....	(288)
9.3 混合现实应用案例——虚拟试衣间 .....	(289)
9.3.1 应用的背景及功能概述 .....	(289)
9.3.2 应用的策划及准备工作 .....	(290)
9.3.3 应用的架构 .....	(293)
9.3.4 应用的界面设计 .....	(293)
9.3.5 应用的美术资源设计 .....	(298)
9.3.6 应用的逻辑开发 .....	(300)
9.3.7 应用界面的完善 .....	(310)
9.3.8 应用的优化与改进 .....	(311)
9.3.9 打包与发布 .....	(311)
小结 .....	(312)
参考文献 .....	(313)



# 第1章 虚拟现实技术概论

## 教学目标

- 理解虚拟现实技术的概念
- 了解虚拟现实技术的特性
- 了解虚拟现实技术的发展历程
- 了解虚拟现实产业的发展现状与前景
- 能够区分 VR、AR 与 MR

## 1.1 虚拟现实技术概述

虚拟现实技术是 20 世纪末逐渐兴起的一门综合性技术,涉及计算机图形学、多媒体技术、传感技术、人机交互、显示技术、人工智能等多个领域,交叉性非常强。虚拟现实技术在教育、医疗、娱乐、军事等众多应用领域有着非常广泛的应用前景。由于改变了传统的人与计算机之间被动、单一的交互模式,用户和系统的交互变得主动化、多样化、自然化,因此虚拟现实技术被认为是 21 世纪发展最为迅速、对人们的工作生活有着重要影响的计算机技术之一。

### 1.1.1 基本概念

虚拟现实是从英文 Virtual Reality 翻译过来的,简称“VR”,是由美国 VPL Research 公司创始人 Jaron Lanier 在 1989 年提出的,拉尼尔认为:Virtual Reality 指的是由计算机产生的三维交互环境,用户参与这些环境中,获得角色,从而得到体验。

之后,许多学者对 Virtual Reality 的概念进行了深入的探讨,Nicholas Lavroff 在《虚拟现实游戏室》一书中将虚拟现实定义为:使你进入一个真实的人工环境里,并对你的一举一动所作出的反应,与在真实世界中的一模一样。

Ren Pimentel 和 Kevin Teixeira 在《虚拟现实:透过新式眼镜》一书中,将虚拟现实定义为:一种浸入式体验,参与者戴着被跟踪的头盔,看着立体图像,听着三维声音,在三维世界里自由地探索并与之交互。

L. Casey Larijani 在《虚拟现实初阶》一书中认为,虚拟现实潜在地提供了一种新的



人机接口方式,通过用户在计算机创造的世界中扮演积极的参与者角色,虚拟现实正在试图消除人机之间的差别。如图 1.1 所示。

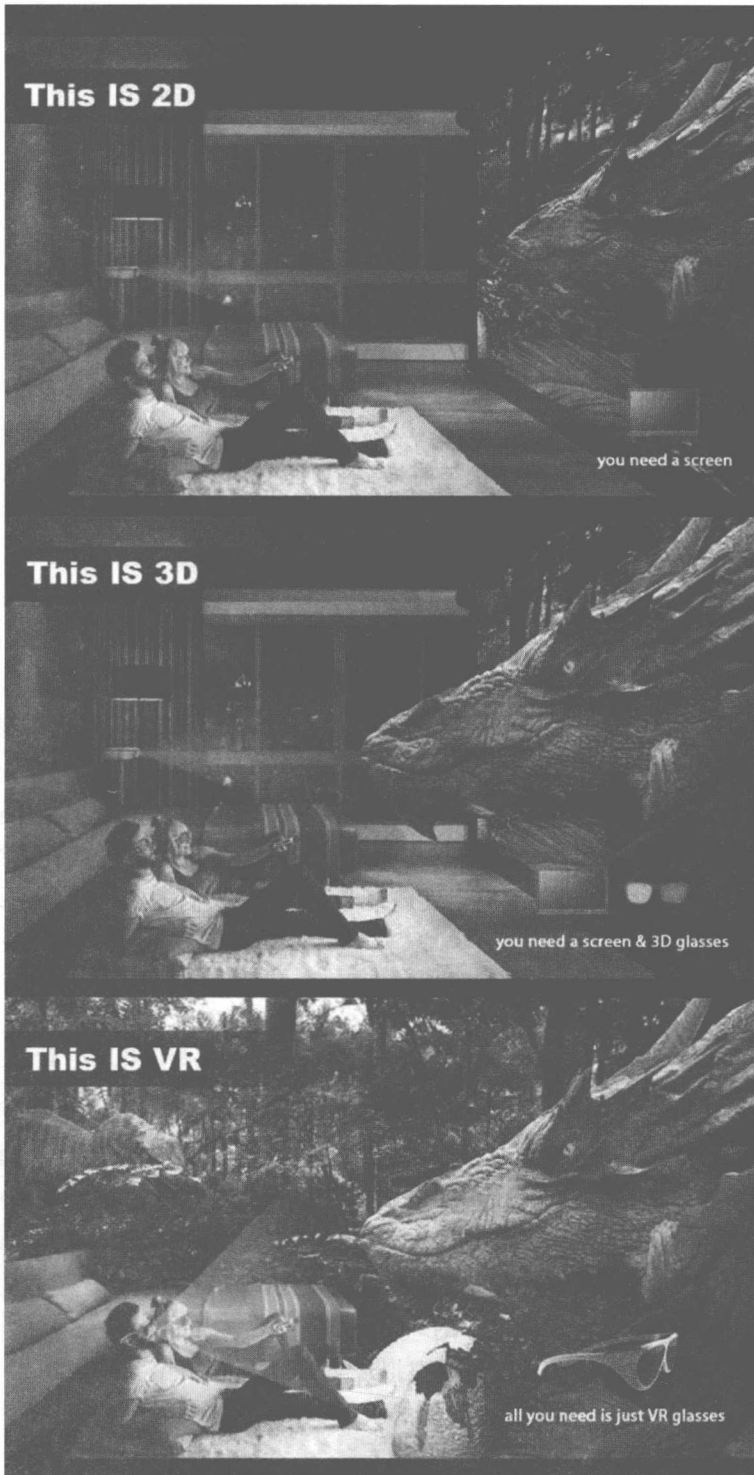


图 1.1 VR 场景示意图



我国著名科学家钱学森教授认为:Virtual Reality 视觉的、听觉的、触觉的以致嗅觉的信息,使接受者感到身临其境,但这种临境感不是真的亲临其境,只是感受而已,是虚的。为了使人们便于理解和接受 Virtual Reality 技术的概念,钱学森教授按照我国传统文化的语义,将 Virtual Reality 称为“灵境”技术。

我国著名的计算机科学家汪成为教授认为,虚拟现实技术是指在计算机软硬件及各种传感器(如高性能计算机、图形图像生产系统,特制服装、特制手套、特制眼镜等)的支持下生成的一个逼真的、三维的,具有一定视、听、触、嗅等感知能力的环境。使用户在这些软硬件设备的支持下,能以简捷、自然的方法与这一由计算机所产生的“虚拟”世界中的对象进行交互作用。它是现代高性能计算机系统、人工智能、计算机图形学、人机接口、立体影像、立体声响、测量控制、模拟仿真等技术综合集成的结果,目的是建立起一个更为和谐的人工环境。

我国虚拟现实领域的资深学者、工程院院士赵沁平教授认为,虚拟现实是以计算机技术为核心,结合相关科学技术,生成与一定范围内真实环境在视、听、触感等方面高度近似的数字化环境。用户借助必要的装备与数字化环境中的对象进行交互作用、相互影响,可以产生亲临对应真实环境的感受和体验。

总之,目前学术界普遍认为,虚拟现实技术是指采用以计算机技术为核心的现代高新技术,生成逼真的视觉、听觉、触觉一体化的虚拟环境,参与者可以借助必要的装备,以自然的方式与虚拟环境中的物体进行交互,并相互影响,从而获得等同真实环境的感受和体验。如图 1.2 所示。

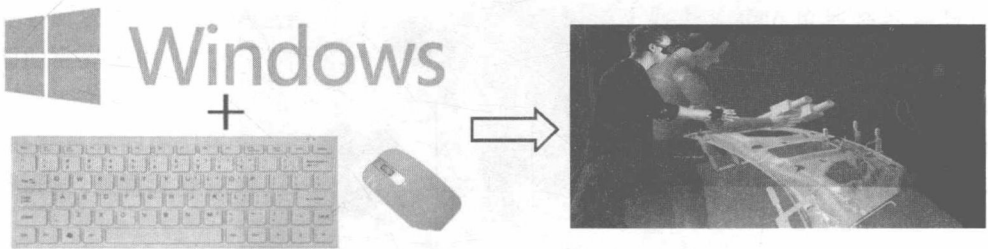


图 1.2 交互方式的改变

虚拟现实系统中的“虚拟环境”,包括以下几种形式。

一是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。

二是人类主观构造的环境。例如,影视制作中的科幻场景,电子游戏中三维虚拟世界。此环境完全是虚构的,用户也可以参与,并与之进行交互的非真实世界。如图 1.3 所示。



图 1.3 影视制作中的科幻场景

三是模仿真实世界中人类不可见的环境。例如,分子的结构,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,但是受人类视觉、听觉器官的限制不能感应到。如图 1.4 所示。

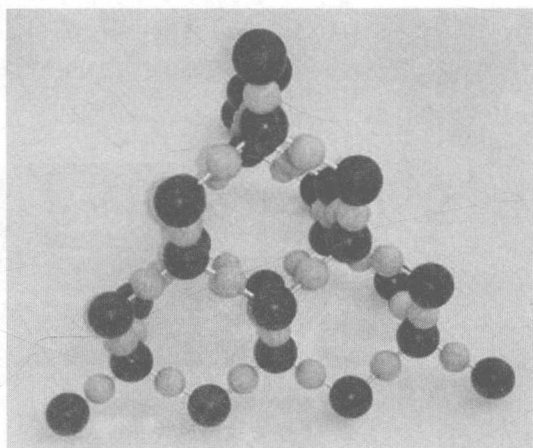


图 1.4 模拟的分子结构

虚拟现实技术是仿真技术的一个重要方向,是仿真技术与计算机图形学、人机接口技术、多媒体技术、传感技术、网络技术等多种技术的集合,是一门富有挑战性的交叉技术前沿学科和研究领域。

### 1.1.2 虚拟现实技术的特性

虚拟现实基于动态环境建模技术、立体显示和传感器技术、系统开发工具应用技术、实时三维图形生成技术、系统集成技术等多项核心技术,主要围绕虚拟环境表示的准确性、虚拟环境感知信息合成的真实性、人与虚拟环境交互的自然性、实时显示、图形生成、智能技术等问题的解决,使得用户能够身临其境地感知虚拟环境,从而达到探索、认识客





观事物的目的。

1994年美国科学家 G. Burdea 和 P. Coiffet 在《虚拟现实技术》一书中提出,虚拟现实具有以下三个重要特征,分别是沉浸感(Immersion)、交互性(Interaction)和构想性(Imagination),常被称为虚拟现实的 3I 特征。

### 1. 沉浸感(Immersion)

沉浸感是指用户感受到被虚拟世界所包围,好像完全置身于虚拟世界之中一样。虚拟现实技术最主要的技术特征是为了让用户觉得自己是计算机系统所创建的虚拟世界中的一部分,使用户由观察者变成参与者,沉浸其中并参与虚拟世界的活动。

与我们熟悉的二维空间不同的是,成熟的虚拟现实的视觉空间、视觉形象是三维的,音响效果也是精密仿真的三维效果。虚拟现实是根据现实世界的真实存在,由计算机模拟出来。它客观上并不存在,但一切都是符合客观规律的。它所实现的是使用户进入到三维世界中,运用多重感受完全参与到形成的“真实”世界中。

虚拟现实系统根据人类的视觉、听觉的生理、心理特点,通过外部设备及计算机产生逼真的三维立体图像,并利用头盔式显示器或其他设备,把参与者的视觉、听觉和其他感觉封闭起来,提供一个新的、虚拟的、非常逼真的感觉空间。参与者戴上头盔显示器和数据手套等交互设备,便可将自己置身于虚拟环境中,成为虚拟环境中的一员。当使用者移动头部时,虚拟环境中的图像也实时地跟着变化,做拿起物体的动作可使物体随着手的移动而运动。这种沉浸感是多方面的,不仅可以看见而且可以听到、触到及嗅到虚拟世界中所发生的一切,并且给人的感觉相当真实,以至于能使人全方位地临场参与这个虚幻的世界之中。

虚拟现实系统应该具备人在现实世界中具有的所有感知功能,但鉴于目前技术的局限性,在现在的虚拟现实系统的研究与应用中,较为成熟或相对成熟的主要是视觉沉浸、听觉沉浸、触觉沉浸技术,而有关味觉与嗅觉的感知技术正在研究之中,目前还很不成熟。

### 2. 交互性(Interaction)

交互性是指用户对模拟环境内物体的可操作程度和从环境得到反馈的自然程度。交互性的产生,主要借助于虚拟现实系统中的特殊硬件设备(如数据手套、力反馈装置等),使用户能通过自然的方式,产生同在真实世界中一样的感觉。虚拟现实系统比较强调人与虚拟世界之间进行自然的交互,交互性的另一个方面主要表现了交互的实时性。

例如,虚拟模拟驾驶系统中,用户可以控制包括方向、档位、刹车、座位调整等各种信息,系统也会根据具体变化瞬时传达反馈信息。用户可以用手直接抓取模拟环境中虚拟的物体,这时手有握着东西的感觉,并可以感觉物体的重量,视野中被抓的物体也能立刻随着手的移动而移动;崎岖颠簸的道路,用户会感觉到身体的震颤和车的抖动;上下坡路,用户会感受到惯性的作用;漆黑的夜晚,用户会感觉到观察路况的不便;等等。

交互性能的好坏是衡量虚拟系统的一个重要指标。在虚拟现实系统中的人机交互是一种近乎自然的交互,使用者不仅可以利用电脑键盘、鼠标进行交互,而且能够通过特