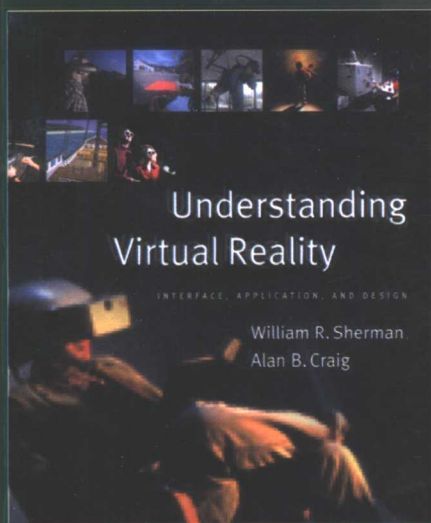


虚拟现实系统

—— 接口、应用与设计

Understanding Virtual Reality

Interface, Application, and Design



[美] William R. Sherman 著
Alan B. Craig

魏迎梅 杨 冰 等译

吴玲达 审校



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

<http://www.phei.com.cn>

国外计算机科学教材系列

虚拟现实系统

——接口、应用与设计

Understanding Virtual Reality
Interface, Application, and Design

[美] William R. Sherman 著
Alan B. Craig

魏迎梅 杨 冰 等译

吴玲达 审校

电子工业出版社
Publishing House of Electronics Industry
北京·BEIJING

内 容 简 介

虚拟现实是技术发展的综合产物,是一种新的媒体。目前虚拟现实的研究重点正在从对技术的研究转变成对应用的研究。本书立足于虚拟现实的具体应用,从根源上剖析了研究虚拟现实的意义以及虚拟现实技术能给我们带来什么,详细而全面地讲述了有关虚拟现实的主要内容,包括如何构造虚拟世界、如何创建虚拟现实应用系统、如何使用户更好地参与到虚拟世界中以及如何与虚拟世界进行交互等。本书紧密联系了当前虚拟现实领域已取得的最新成果和未来发展方向,并通过大量的实例来促进读者对虚拟现实的理解。

本书可作为计算机科学、工程学、心理学、医学、教育学、自然科学和艺术等多门学科的本科生和研究生教材,也非常适合那些对虚拟现实感兴趣,特别是想了解虚拟现实能够提供哪些应用或解决哪些问题的有关人员阅读。

Authorized translation from the English language edition published by Elsevier Science(USA). Copyright © 2003 by Elsevier Science(USA).

Translation Copyright © 2004 by Publishing House of Electronics Industry.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage retrieval system, without permission from the Publisher.

本书中文简体专有翻译出版版权由 Elsevier Science(USA)授予电子工业出版社。其原文版权及中文翻译出版版权受法律保护。未经许可,不得以任何形式或手段复制或抄袭本书内容。

版权贸易合同登记号 图字:01-2002-5607

图书在版编目(CIP)数据

虚拟现实系统——接口、应用与设计/(加)舍曼(Sherman, W.)等著;魏迎梅等译.

-北京:电子工业出版社,2004.11

(国外计算机科学教材系列)

书名原文:Understanding Virtual Reality: Interface, Application, and Design

ISBN 7-121-00320-1

I. 虚... II. ①舍... ②魏... III. 虚拟技术-教材 IV. TP391

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第107822号

责任编辑:马 岚

特约编辑:马爱文

印 刷:北京智力达印刷有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编:100036

经 销:各地新华书店

开 本:787×1092 1/16 印张:24.5 字数:627千字

印 次:2004年11月第1次印刷

定 价:49.00元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换;若书店售缺,请与本社发行部联系。联系电话:(010)68279077。质量投诉请发邮件至 zlt@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

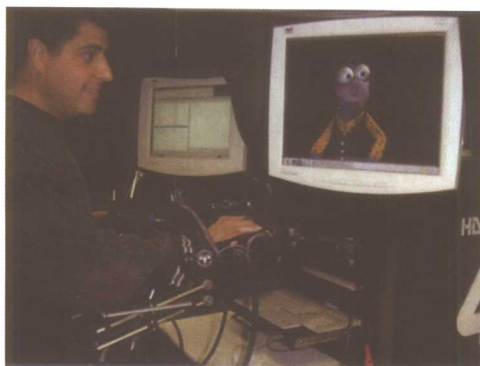
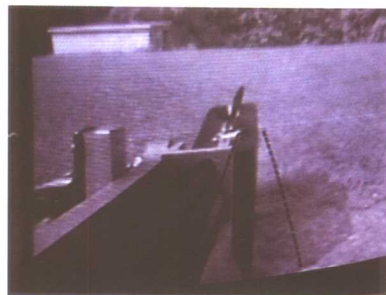
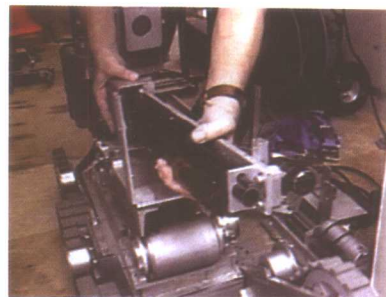
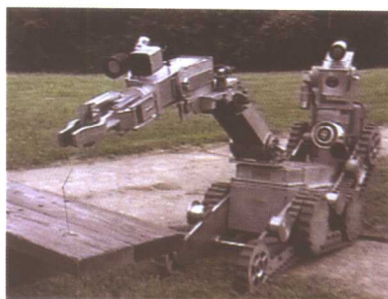


彩图 1

早期的虚拟现实系统通常使用低分辨率的头盔显示器和数据输入手套

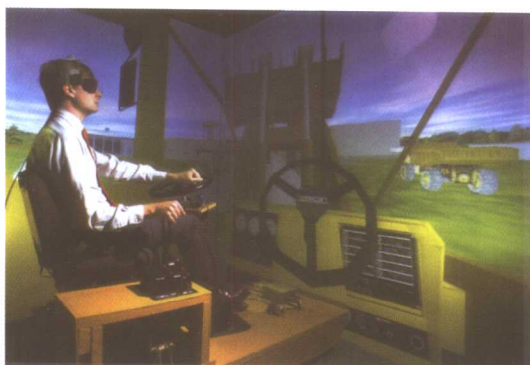
彩图 2

遥操作使警察可以在一个安全的地方完成与危险环境的交互



彩图 3

木偶操纵师使用 Waldo 手部输入设备控制 Gonzo 计算机图形表示



彩图 4

Kem Ahlers 在 CAVE VR 显示环境中测试 Caterpillar 虚拟原型系统

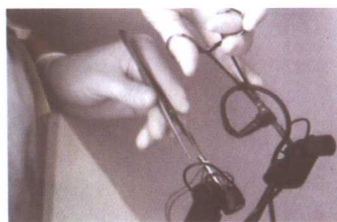
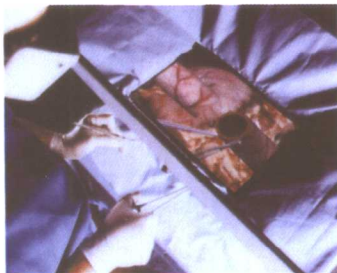


彩图 5

Mandala应用系统从第二人称视角获得虚拟现实体验，当参与者的图像与虚拟鼓交互时，参与者在屏幕上观察到他们自己的动作

彩图 6

图中所示的蓝色和绿色目标，为光学跟踪系统提供了基准标记。在这个增强现实应用系统中，患者内部器官的虚拟表示在显示时与他们的身体是对准的

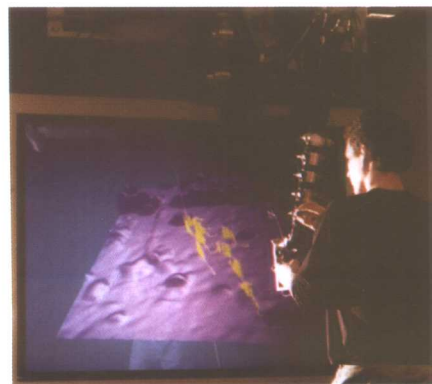


彩图 7

VR 训练系统中的手术过程练习提供了视觉和触觉反馈

彩图 8

通过显微镜上的虚拟现实接口，研究人员使用力反馈设备与真实世界的原子进行交互





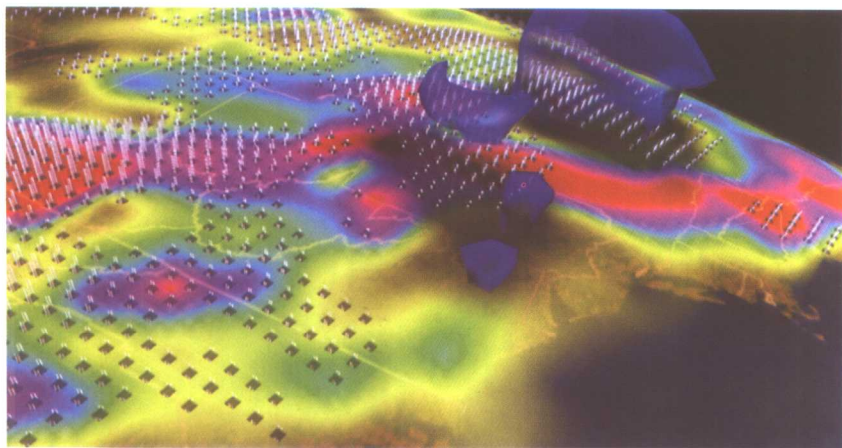
彩图 9

模仿在空中飞行和失重的感觉有很多种方法。图中显示的是一个VR参与者被悬挂在公共电子艺术博物馆的天花板上



彩图 10

Flogiston 椅子安装了液压运动基础平台，它能给坐在上面的人提供振动反馈



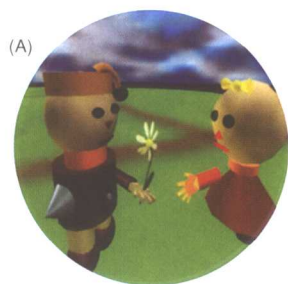
彩图 11

使用纹理映射技术，能够在一张美国地图上叠加额外的信息。这里使用了不同的颜色表示降雨量

彩图 12

虚拟玻璃电梯帮助临床医生治疗患者的恐高症





(A)

(B)



➡ 彩图 13

尽管是在地理位置不同的地方，但通过使用不同类型的VR系统，孩子们可以利用替身在NICE VR应用系统中完成各种协作任务

➡ 彩图 14

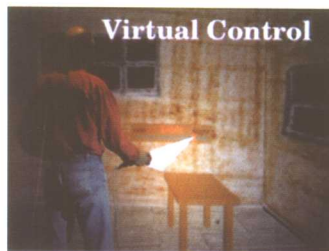
在虚拟现实接口中执行的操作可以划分成4类。图中显示的是一个参与者分别使用这些方法移动一张桌子



Direct User Control



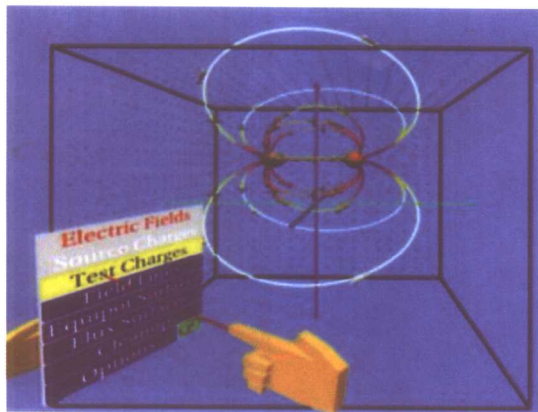
Physical Control



Virtual Control



Agent Control



⬆ 彩图 15

学生使用MaxwellWorld学习电场的3D属性。这个应用系统提供的双手操作接口使用户能够方便地使用菜单系统



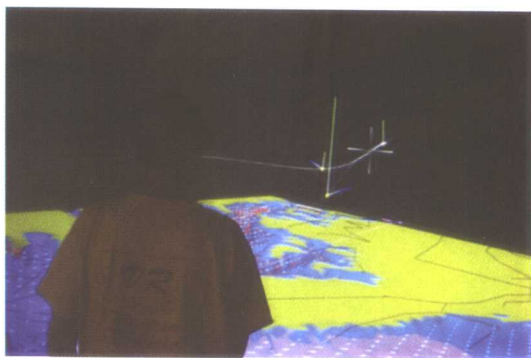
⬆ 彩图 16

在摩托罗拉大学的装配线训练系统中，模仿了真实世界中的对象（例如专门设计的键盘）



彩图 17

在医生训练过程中需要有敏锐的触觉。该系统提供针尖上的力反馈和模仿 X 光检查的视觉显示



彩图 18

图中的样条表示计算机特技摄像机在 Chesapeake 海湾的可视化表示上的运动路线



彩图 19

在酒店和食品店之类的场所中，消费者戴上头盔显示器就可以加入到广告大战中



彩图 20

迪斯尼的来宾抓住一张虚拟魔毯，可以驾驶它在阿拉伯世界的 Agrabah 魔法洞穴中寻宝

(A)



(B)



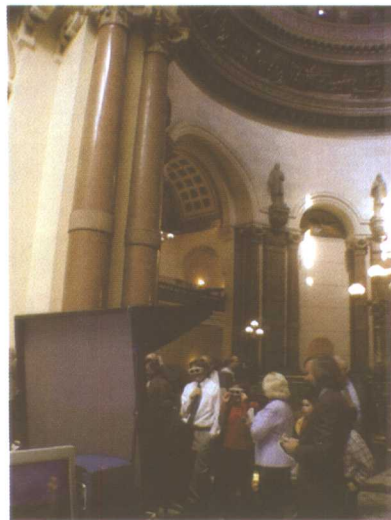
彩图 21

在虚拟显示设备中经过校准的一块两英寸高的地板，能够给沉浸于其中的参与者提供足够的暗示，使他相信自己是站在跳台的边缘。(A) 物理世界；(B) 相应的虚拟世界



彩图 22

在 Placeholder VR 体验中，石块组成的圆圈为参与者提供了边界和框架



彩图 23

伊利诺伊州国会大厦看上去并不像是安装有虚拟现实系统的地方，但是图中所示的 ImersaDesk 之类的可移动 VR 系统使得旅行展览成为可能

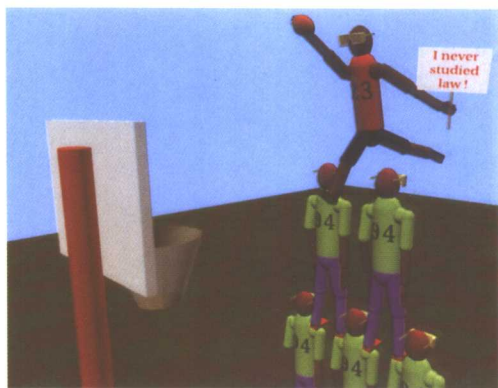


彩图 24

精心的装饰把人们带入了 Legend Quest 的意境中。Legend Quest 是一个基于位置的多用户网络 VR 游戏体验

➡ 彩图 25

在虚拟世界中，自然规律是由应用系统设计者制定的



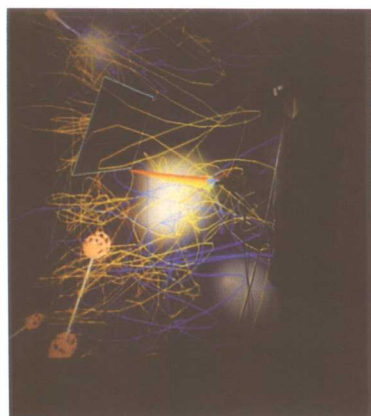
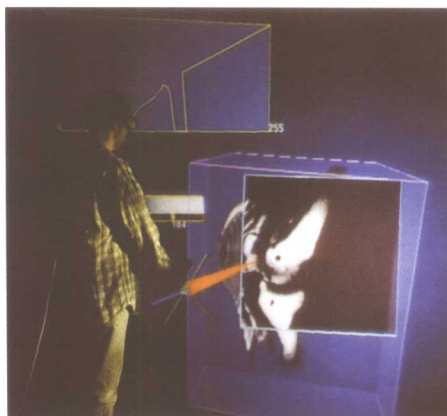
⬆ 彩图 26

真实世界中的一个貌似大猩猩的人，正在观看由一个VR参与者在VR体验中扮演的 Atlanta 公园的一只小猩猩



⬆ 彩图 27

在VR应用系统中重建越战的场景，用于治疗战争在老兵们心中留下的创伤



⬆ 彩图 28

Crumbs体可视化应用系统用于研究各种数据，从马蹄上的球节到氢分子的温度和密度

(A)



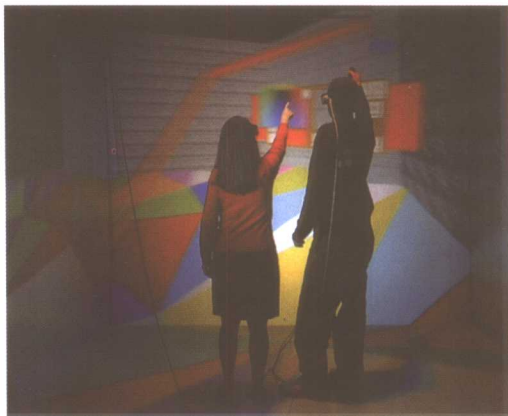
(B)

彩图 29

增强现实系统通过在装配面板上添加线图来帮助工人装配线束

彩图 30

Joy Malnar 教授在结构设计教室中使用 ShadowLight CAVE 应用系统评定一个学生的工作 (ShadowLight 应用系统由 Kalev Leetaru 提供)



彩图 31

Osmose VR 应用系统为艺术表现提供了一个短暂的超现实主义的环境 (图像由 Char Davies 提供)



彩图 32

Thing Growing VR 应用系统允许参与者在交互叙事环境中与虚拟生物发生接触 (Thing Growing 应用系统由 Josephine Anstey 提供)

出版说明

21世纪初的5至10年是我国国民经济和社会发展的关键时期,也是信息产业快速发展的关键时期。在我国加入WTO后的今天,培养一支适应国际化竞争的一流IT人才队伍是我国高等教育的重要任务之一。信息科学和技术方面人才的优劣与多寡,是我国面对国际竞争时成败的关键因素。

当前,正值我国高等教育特别是信息科学领域的教育调整、变革的重大时期,为使我国教育体制与国际化接轨,有条件的高等院校正在为某些信息学科和技术课程使用国外优秀教材和优秀原版教材,以使我国在计算机教学上尽快赶上国际先进水平。

电子工业出版社秉承多年来引进国外优秀图书的经验,翻译出版了“国外计算机科学教材系列”丛书,这套教材覆盖学科范围广、领域宽、层次多,既有本科专业课程教材,也有研究生课程教材,以适应不同院系、不同专业、不同层次的师生对教材的需求,广大师生可自由选择和自由组合使用。这些教材涉及的学科方向包括网络与通信、操作系统、计算机组织与结构、算法与数据结构、数据库与信息处理、编程语言、图形图像与多媒体、软件工程等。同时,我们也适当引进了一些优秀英文原版教材,本着翻译版本和英文原版并重的原则,对重点图书既提供英文原版又提供相应的翻译版本。

在图书选题上,我们大都选择国外著名出版公司出版的高校教材,如Pearson Education培生教育出版集团、麦格劳-希尔教育出版集团、麻省理工学院出版社、剑桥大学出版社等。撰写教材的许多作者都是蜚声世界的教授、学者,如道格拉斯·科默(Douglas E. Comer)、威廉·斯托林斯(William Stallings)、哈维·戴特尔(Harvey M. Deitel)、尤利斯·布莱克(Uyless Black)等。

为确保教材的选题质量和翻译质量,我们约请了清华大学、北京大学、北京航空航天大学、复旦大学、上海交通大学、南京大学、浙江大学、哈尔滨工业大学、华中科技大学、西安交通大学、国防科学技术大学、解放军理工大学等著名高校的教授和骨干教师参与了本系列教材的选题、翻译和审校工作。他们中既有讲授同类教材的骨干教师、博士,也有积累了几十年教学经验的老教授和博士生导师。

在该系列教材的选题、翻译和编辑加工过程中,为提高教材质量,我们做了大量细致的工作,包括对所选教材进行全面论证;选择编辑时力求达到专业对口;对排版、印制质量进行严格把关。对于英文教材中出现的错误,我们通过与作者联络和网上下载勘误表等方式,逐一进行了修订。

此外,我们还将与国外著名出版公司合作,提供一些教材的教学支持资料,希望能为授课老师提供帮助。今后,我们将继续加强与各高校教师的密切联系,为广大师生引进更多的国外优秀教材和参考书,为我国计算机科学教学体系与国际教学体系的接轨做出努力。

电子工业出版社

教材出版委员会

主 任	杨芙清	北京大学教授 中国科学院院士 北京大学信息与工程学部主任 北京大学软件工程研究所所长
委 员	王 珊	中国人民大学信息学院院长、教授
	胡道元	清华大学计算机科学与技术系教授 国际信息处理联合会通信系统中国代表
	钟玉琢	清华大学计算机科学与技术系教授 中国计算机学会多媒体专业委员会主任
	谢希仁	中国人民解放军理工大学教授 全军网络技术研究中心主任、博士生导师
	尤晋元	上海交通大学计算机科学与工程系教授 上海分布计算技术中心主任
	施伯乐	上海国际数据库研究中心主任、复旦大学教授 中国计算机学会常务理事、上海市计算机学会理事长
	邹 鹏	国防科学技术大学计算机学院教授、博士生导师 教育部计算机基础课程教学指导委员会副主任委员
	张昆藏	青岛大学信息工程学院教授

专家评价

本书是一本介绍虚拟现实媒体的书籍，我们正准备将其作为一门课的教材。该书首先介绍了VR和相关术语的定义，接着引出了所需的硬件技术，并讨论了虚拟世界中的绘制和交互问题，最后探讨了VR体验以及如何使用VR解决真实世界中的问题。该书并没有涉及大量的数学问题，而是引导读者去阅读原始资料以获得更多的信息，这是作者的一个非常明智的决策。本书也没有过多讨论有关系统细节和网络化虚拟环境的内容，而是给出了有关的阅读材料，为读者查找提供了方便。Sherman 和 Craig 已经完成了这本巨著，我们强烈推荐大家尽快去购买！

Michael Zyda
MOVES 学院主任

本书对VR领域进行了权威而详细的探讨，它的两位作者都是VR领域的权威人士和专业人士。虚拟现实作为一种以观察者为中心、提供大视场和动态显示的技术，经过20多年的发展，在使用各种操作系统、计算机和专用库的众多软件应用系统的推动下，目前已形成了多种形式，作者在本书中对此做了大量的详细介绍。

大多数虚拟现实方面的书籍只是对VR的概述、总结和举例，包括了很多理论问题和历史遗留问题，本书的情况则不同。Sherman 和 Craig 在伊利诺伊大学 Urbana-Champaign 分校国家超级计算应用中心(NCSA)从事虚拟现实方面的实际研究开发工作(并且现在还在从事这方面的工作)，并与其他研究人员、教育学家、科学家和艺术家们一起在日常工作中使用这项技术。他们亲身体验着VR技术带来的痛苦与喜悦，以及在计算机、工程和科学领域获得的巨大成就。他们手里有很多公司的合约，要在很多学术会议上进行演示，并且从事IMAX产品的设计工作；与此同时，他们还撰写了这本书。最后的结果是，本书完整地见证了作者的研究历程，而不是根据多年以后重新回忆的细节整理而成的。

本书是10多年以来VR领域最完整的一本参考书。

Tom DeFanti
伊利诺伊大学芝加哥分校计算机科学
电子可视化实验室著名教授
CAVE的发明者之一

译者序

“虚拟现实”这个概念自从 20 世纪 80 年代末被提出以来,迅速在信息科学领域和产业界掀起了研究热潮,也成为各种媒体争相报道甚至夸大渲染的热点话题。人们之所以对这种新兴技术表现出持久不衰的热情,是因为虚拟现实本身拥有一系列崭新的特点,这些特点又带来了巨大的应用魅力。虚拟现实技术给人们提供的是一个由计算机生成的、能给人以多种感官反馈、使人们沉浸于其中,同时又能以自然方式与之交互的虚拟世界。它可以使人类不受时空的限制,去经历和体验世界上早已发生或尚未发生的事件,观察和研究同一事件在各种假想条件下的发生和发展过程;可以深入到人类生理活动难以到达的宏观或微观世界去进行研究和探索,从而为人类认识世界和改造世界提供了全新的方法和手段。自从 20 世纪 90 年代以来,虚拟现实技术的进步和发展对科学的进步和社会的发展带来了深远的影响,虚拟现实的研究重点也从最初对技术的研究,发展到如何使用虚拟现实以及虚拟现实究竟能够做什么。

本书不仅从根源上剖析了研究虚拟现实的意义,以及虚拟现实技术能给我们带来什么,而且以应用为目的,详细而全面地讲述了有关虚拟现实的一些重要内容,包括如何构造虚拟世界、如何创建虚拟现实应用系统、如何使用户更好地参与到虚拟世界中、如何与虚拟世界进行交互等。

本书把虚拟现实看成是人们共享信息和体验的一种手段,是一种特殊的交流媒体,本书第一部分从这个角度出发,介绍虚拟现实的定义以及一些相关概念,探讨虚拟现实在人们交流思想和深入探索方面的潜力。第二部分是本书的重点,主要讨论了虚拟现实技术和虚拟现实应用系统的构建。其中,第 3 章和第 4 章详细介绍了虚拟现实接口技术;第 5 章和第 6 章介绍了如何在虚拟世界中给用户提供各种感官反馈和自然交互的手段;第 7 章和第 8 章重点讨论如何设计一个既能让人们沉浸于其中又能驾驭于其上,能启迪人们的创造力的应用系统。第 9 章介绍了虚拟现实的未来发展趋势。第三部分通过 4 个典型的虚拟现实应用案例,让读者进一步了解为什么需要虚拟现实,虚拟现实技术与具体的应用领域怎样结合才能发挥最大的作用。本书紧密联系当前虚拟现实领域已取得的最新成果和未来发展方向,深入浅出地讲述了虚拟现实技术和虚拟现实系统的主要内容,并提供了大量的应用实例,对于读者了解和掌握虚拟现实有很大的帮助,是学习虚拟现实的一本优秀书籍。

本书的翻译工作由国防科技大学多媒体实验室组织。国防科技大学多媒体实验室是国内最早从事虚拟现实技术研究的单位,在基于图像的虚拟信息空间、虚拟空间会议系统、虚拟战场环境等方面取得了一定的成果,得到了国家 863 高技术计划、“十五”武器装备预先研究、国家自然科学基金等项目的支持。

本书的翻译由魏迎梅和杨冰负责,参加本书翻译的还有该实验室的研究人员和研究生:宋汉辰、邓宝松、谷天阳、高宇、李卓、曾鹏、徐建军、栾悉道等。吴玲达教授在百忙中抽出宝贵时间认真审校了全书的译稿,并提出了一些很有价值的修改意见。

虚拟现实是由多个学科融会产生的新学科,发展十分迅速。由于译者的水平有限,书中可能存在错误和疏漏之处,特别是书中提出的一些新思想,以及一些本身尚未明确界定的内容,

我们在理解上可能存在着偏差。例如,本书中将虚拟现实定义为“一种新的交流媒体(communication medium)”,这种说法应该还是比较新颖的。关于“medium”一词的含义,我们在内部曾经有过很大的争议。作者所提出的虚拟现实是“传递和表达信息的一种手段”,“让参与者感知到他们原有的感觉以外的东西”,基于这种理解,我们最终采用了“媒体”这种译法,但是我们认为它与传统的视频、音频等“媒体”是有所区别的。为了达到完全的沉浸与自然的交互,虚拟现实本身就可以整合多种媒体类型和多种模态的交互方式,但作为未来大型信息系统的一个组成部分,虚拟现实也可以看成是一种媒体。此外,对书中大量出现的“interface”一词,由于目前虚拟现实领域对“界面”和“接口”这两个术语还没有权威性的界定,考虑到虚拟现实更强调人与计算机之间的双向交互能力,当书中提到的“interface”指的是 VR 外部设备与计算机系统之间的输入、输出渠道时,我们选择使用了“接口”这个术语。此类问题还有很多,我们希望能够通过本书与 VR 领域的研究人员加强交流,做进一步的探讨。

恳请读者提出宝贵意见!

前 言

本书的内容

本书主要探讨虚拟现实(Virtual Reality,简称VR)的使用。在本书中,虚拟现实被看成是人们共享信息和体验的一种手段,是一种交流媒体。本书试图全面地介绍虚拟现实媒体,包括使人的身体产生沉浸效果所需的技术以及为提供那些非常有用和有意义的内容所必须设计的接口。

虚拟现实的研究重点正在发生变化,从最初主要注重技术,发展到更多地关注使用虚拟现实能够做什么,即研究内容正在驱动着应用。早期之所以注重技术,并不是由于研究者对沉浸在这种媒体中能够做什么缺乏兴趣,而是由于技术自身在很多方面都还不太成熟。北卡罗来纳大学 Chapel Hill 分校的 Fred Brooks 等研究者都把他们的工作目标放在能够使用虚拟现实的应用上,但是由于这些工作都需要在计算机图形学、显示和跟踪设备等领域取得重大进步,因此他们不得不把研究扩展到这些方向上来。

当所需要的这些技术成为一种普遍可以得到的技术,并且有足够的质量保障时,虚拟现实这种媒体就成为实现研究的一种切实可行的工具,而不仅仅是一个研究主题。从 20 世纪 80 年代后期到 90 年代初,技术上已取得了足够的发展,许多研究中心(商业公司和院校)都能够担负起虚拟现实实验的费用。目前这种技术正接近于不仅仅局限在大型研究机构中,而且能够为广大市场所接受。在这种情况下,从消费者的角度来看,使用和创建虚拟现实的内容将成为一种非常有效的投入。本书将探讨在科学研究、工业生产、艺术和医学等领域开发虚拟现实应用进行哪些准备工作。

正如娱乐业促进了计算机图形学的发展一样,电影、艺术以及家庭娱乐市场首先开拓了虚拟现实用于商用目的的可能性,这些都有助于把虚拟现实系统的价格降低到能够被更多实际应用所接受的合理范围内。目前,已经出现了许多可行的科学研究、工业生产、艺术和医学应用。

本书的目标是详细而全面地提供有关虚拟现实媒体的内容,包括如何使用它以及如何创建虚拟现实应用系统。此外,本书还简单地介绍了虚拟现实的起源、虚拟现实系统的组成以及使用户参与到虚拟世界中的接口方法。本书探讨了为某一特定的社会群体设计并能使其产生虚拟现实体验的系统和技术。

纵观全书,有许多现实世界的虚拟现实应用系统的例子,其范围涵盖了科学、制造、商务、医学、教育、体育、娱乐、艺术和军事等领域。附录 A 至附录 D 给出了 4 个典型的虚拟现实应用案例。其中对每个应用系统都详细地介绍了为什么需要虚拟现实,以前在该领域都做过哪些工作,该应用系统与虚拟现实是如何结合的,目前已经实现了哪些功能,以及未来的研究趋势。

本书对虚拟现实媒体的研究,从构造虚拟现实系统所需硬件的设计和实现开始,直到在虚拟现实如何提供更多的理解、更高的生产率以及更令人感兴趣。由于本书的目标是对后者的研究和报导,因此将不会深入到硬件技术的细节,而是简单地讨论虚拟现实系统的类型和不同类型之间的差别。由于技术的进步过于迅速,因此本书不可能包含该领域的各个方面,但是可以通过其他的一些资源来获得这些信息。