

XUNI XIANSHI YU DUOPINGTAI KAIFA

虚拟现实与 多平台开发



刘颖 张颖 陈松 著



西南交通大学出版社

XUNI XIANSI YU DUOPINGTAI KAIFA

虚拟现实与 多平台开发

 刘颖 张颖 陈松 著

西南交通大学出版社
· 成 都 ·

内容简介

本书结合大量的虚拟现实开发实例,较系统全面地介绍了虚拟现实在主流平台上的开发技术。全书主要内容包括虚拟现实的概念、主流开发平台和开发工具,详细介绍了基于 VRML 的多种技术手段,基于 Direct3D 的应用程序框架的建立和实现,基于 Java 的 JMonkeyEngine 开源引擎和 Java Applet 程序开发,基于 Flash 的 FLEX BUILD 开发平台以及基于 OpenGL 的开发,并在相应部分给出了部分核心代码。

本书适合于有一定基础的从事虚拟现实技术研究、虚拟现实应用开发的专业人员以及相关专业的研究生阅读。

图书在版编目(CIP)数据

虚拟现实与多平台开发 / 刘颖, 张颖, 陈松著. —
成都: 西南交通大学出版社, 2014.9
ISBN 978-7-5643-3410-9

I. ①虚… II. ①刘… ②张… ③陈… III. ①数字技
术—研究 IV. ①TP391.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 204537 号

虚拟现实与多平台开发

刘颖 张颖 陈松 著

责任编辑	张宝华
助理编辑	宋彦博
特邀编辑	黄庆斌
封面设计	何东琳设计工作室
出版发行	西南交通大学出版社 (四川省成都市金牛区交大路 146 号)
发行部电话	028-87600564 028-87600533
邮政编码	610031
网 址	http://www.xnjdcbs.com
印 刷	四川川印印刷有限公司
成品尺寸	185 mm × 240 mm
印 张	30.5
字 数	593 千字
版 次	2014 年 9 月第 1 版
印 次	2014 年 9 月第 1 次
书 号	ISBN 978-7-5643-3410-9
定 价	80.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 言

对于虚拟现实 (Virtual Reality, VR), 国内也有人译为“灵境”、“幻真”等, 国外与虚拟现实同类的术语还有虚拟环境、人工现实及计算机空间等。所谓“虚拟现实”, 就是利用各种先进的硬件技术及软件工具设计出合理的软硬件平台及交互手段, 使参与者能交互式地观察和操纵系统生成的虚拟世界。在这个虚拟世界中, 人们可以直接观察周围世界及物体的内在变化, 与其中的物体之间进行交互, 并能实时产生与真实世界相同的感受, 使人与计算机融为一体。它强调的是逼真的感觉、自然的交互、个人的视点及迅速的响应。

虚拟现实是近年来一种十分活跃的研究与应用技术, 其发展极为迅速, 已应用在军用、民用的各个领域, 并发挥了重要作用。虚拟现实技术在医学、工业、商业、娱乐业、教育领域有极大的发展潜力, 在今后的几年中, 其发展必将提速。虚拟现实技术的出现也必将对我们的生活、工作带来巨大冲击。

全书的整体结构分为七章: 第一章系统地介绍了虚拟现实技术的构成、分类、应用、研究现状和发展方向。第二章对主流的虚拟现实开发平台 VRML、Direct3D、Java、Flash、OpenGL 等五大平台进行了较详细的介绍。第三章是基于 VRML 的开发, 通过直升机飞行、虚拟建筑、虚拟校园、虚拟超市、公路休息区、虚拟城市、公路汽车等七个开发实例, 从不同侧面详细介绍了基于 VRML 平台开发的多种技术手段, 并给出了部分核心代码。第四章是基于 Direct3D 的开发, 通过精选的飞鹰坐骑、三维竹园漫游两个开发实例, 完整地介绍了基于 Direct3D 应用程序框架的建立和实现, 并给出了部分核心代码。第五章是基于 Java 的开发, 通过三维随机迷宫系统、烟花模拟、商品展示等三个开发实例, 介绍了基于 Java 平台的开发过程, 其中重点介绍了 JMonkeyEngine 开源引擎的使用和浏览器模式的 Java Applet 程序的开发。第六章是基于 Flash 的开发, 重点介绍 Flash 的 FLEX 开发技术, 以 FLEX BUILD 3.0 为开发平台, 采用 as 3.0 编程语言, 设计了一个虚拟社区, 并给出了部分核心代码。第七章是基于 OpenGL 的开发, 通过宇宙漫游、碰撞检测、波浪模拟、三维场景、曲面的绘制等 5 个开发实例, 介绍了基于 OpenGL 平台的程序框架的构建过程, 并给出了部分核心代码。

目前虚拟现实应用发展迅速, 很多相关技术日新月异, 加之作者水平有限以及时间仓促, 书中难免存在遗漏之处, 恳请读者批评指正。

衷心感谢为本书做了大量准备工作的刘英英、奚木春、刘政、张海峰、杜娅、屈星宇、何军、洪浩原、李杰、谢迎冬、董伟成、甘乙茹、李友良、莫飞、夏玲、徐小乐、章磊、蔡建、池丽燕、刘培福、刘翔、刘彦、赵永鹏、周国钰等同志。

作 者

2014年5月

目 录

第 1 章 虚拟现实	1
1.1 虚拟现实概述	1
1.2 虚拟现实技术	11
1.3 虚拟现实系统	19
第 2 章 开发平台	21
2.1 VRML	21
2.2 Direct3D	26
2.3 Java	28
2.4 Flash	38
2.5 OpenGL	40
第 3 章 基于 VRML 的开发	46
3.1 直升机飞行	46
3.2 虚拟建筑	74
3.3 虚拟校园	94
3.4 虚拟超市	125
3.5 公路休息区	153
3.6 虚拟城市	176
3.7 公路汽车	198
第 4 章 基于 Direct3D 的开发	223
4.1 飞鹰坐骑	223
4.2 三维竹园漫游	267
第 5 章 基于 Java 的开发	289
5.1 三维随机迷宫系统	289

5.2	烟花模拟	316
5.3	商品展示	342
第 6 章	基于 Flash 的开发	356
6.1	虚拟社区概述	356
6.2	虚拟社区模拟	356
第 7 章	基于 OpenGL 的开发	378
7.1	宇宙漫游	378
7.2	碰撞检测	398
7.3	波浪模拟	423
7.4	三维场景	437
7.5	曲面绘制	461
参考文献		476

第1章 虚拟现实

1.1 虚拟现实概述

1.1.1 虚拟现实概念

虚拟现实 (Virtual Reality, VR) 又译作灵境、幻真, 即利用计算机发展中的高科技手段构造出一个虚拟的境界, 使参与者获得与现实一样的感觉。虚拟现实是近年来出现的高新技术, 也称灵境技术或人工环境。虚拟现实是利用计算机模拟产生一个三维空间的虚拟世界, 提供使用者关于视觉、听觉、触觉等感官的模拟, 让使用者如同身临其境一般, 可以及时、没有限制地观察三度空间内的事物。我们可以设想这样一幅情景: 当你戴上特制的头盔与手套后, 你就发现你已置身于一座博物馆中, 当你向前行走或者转头时, 你所看见的景象也会随之改变, 你可穿过大厅, 推开前面的大门; 而当你看见一件精美的展品时, 你甚至可以上下下、里里外外仔细地观摩……这听起来是否有些诱人呢?

VR 是一项综合集成技术, 涉及计算机图形学、人机交互技术、传感技术、人工智能等领域。它用计算机生成逼真的三维视、听、嗅觉等感觉, 使人作为参与者通过适当装置, 自然地对虚拟世界进行体验和交互作用。使用者进行位置移动时, 计算机可以立即进行复杂的运算, 将精确的 3D 世界影像传回产生临场感。该技术集成了计算机图形 (CG) 技术、计算机仿真技术、人工智能、传感技术、显示技术、网络并行处理等技术的最新发展成果, 是一种由计算机技术辅助生成的高技术模拟系统。

概括地说, 虚拟现实是人们通过计算机对复杂数据进行可视化操作与交互的一种全新方式。它与传统的人机界面以及流行的视窗操作相比, 虚拟现实在技术思想上有了质的飞跃。

虚拟现实中的“现实”是泛指在物理意义上或功能意义上存在于世界上的任何事物或环境, 它可以是实际上可实现的, 也可以是实际上难以实现的或根本无法实现的。而“虚拟”是指用计算机生成的意思。因此, 虚拟现实是指用计算机生成的一种特殊环境, 人可以通过使用各种特殊装置将自己“投射”到这个环境中, 并操作、控制环境, 实现特殊的目的, 即人是这种环境的主宰。

如果真正实现了虚拟现实, 那么对整个人类的生活与发展将会发生很大的变革。目前, 各国的科技工作者都为虚拟现实进行着艰苦的努力。相应的数据手套与头盔已经研制出来, 虽然离完全意义上的虚拟现实还有一段距离, 但是, 我们可以相信: 在不远的将来, 人类的这一理想总会实现。

1.1.2 虚拟现实应用

1. 应用分类

虚拟现实方法根据不同的标准可分为不同类别，这里按照信息资源本身的特征将其划分为七类。

(1) 一维虚拟现实。

一维信息是简单的线性信息，如文本，或者一系列数字。最通常的一维信息可能就是文本文献了。在很多情况下，可视化文本文献不是必要的，因为它们可以容易地被完整阅读，或者阅读所需要的特定部分。然而，在某些情况下，我们需要借助可视化技术增加文本信息的有效性。

在美国，MIT 的可视化语言工作组曾进行了一个“虚拟莎士比亚项目 (Virtual Shakespeare Project)”，对莎士比亚的剧本进行可视化表示，从而帮助用户对它们更好地利用和更深入地理解。

计算机软件（程序）可以说是一种特殊形式的文档。自从 20 世纪 70 年代的软件危机爆发以来，人们开始意识到软件维护的重要性。而软件维护过程中最重要的一个方面就是如何迅速分析大规模的源代码，并从中找到特定的代码部分。

贝尔实验室的 Eick 等人在可视化系统 SeeSoft 中实现了一种对上百万行计算机程序进行可视化的方法。SeeSoft 可以用于知识发现、项目管理、代码管理、开发方法分析等领域。SeeSoft 曾经被用于帮助检测大型软件中与“2000 年问题”有关的代码。

可视化显示一维数据的系统包括：文档透镜（图 1.1.1），它可以把多页缩小文本映像成三维形体，这样方便用户查阅某一页；乔治亚理工学院的“信息壁画”计划，在紧凑的空间用不同量值的颜色、点和线来表示大量数据，同时为查看数据详细资料提供便利。所有这些系统表明，即便对简单的一维数据而言，可视化照样能够增强信息效用。

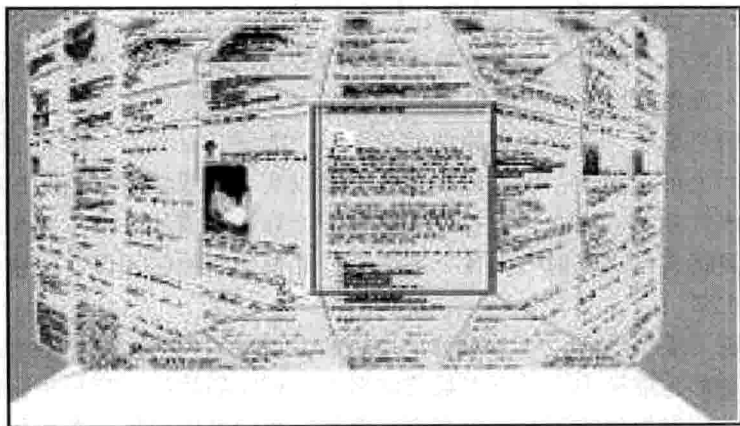


图 1.1.1 文档透镜

（2）二维虚拟现实。

在虚拟现实环境中，二维信息是指包括两个主要属性的信息。宽度和高度可以描述事物的大小，事物在 X 轴和 Y 轴的位置表示了它在空间的定位。城市地图和建筑平面图都属于二维虚拟现实。

最常见的二维虚拟现实是地理信息系统（GIS）。商业 GIS 系统长时间用于区域规划、交通规划和管理、天气预报以及绘图。简单的 GIS 以个性化地图的方式应用在 WWW 上相当普遍，这些地图用来显示响应一个搜索引擎提问的地址的定位。

现在人们经常用到标绘数据，尤其是医疗和人口调查方面的数据。乔治亚理工学院的一群研究人员利用“信息壁画”这项技术来准确自动地显示数据，譬如人口密度，如图 1.1.2 所示。在该例中，美国地图上的一个个点表示人口密集中心，不同颜色表示每个中心的人口密集度。正如上面讨论的一维数据范例那样，这种可视化能够提供复杂数据的全部视图，这样浏览者就能看清模式和关系，而用文本表示法就很难看清。

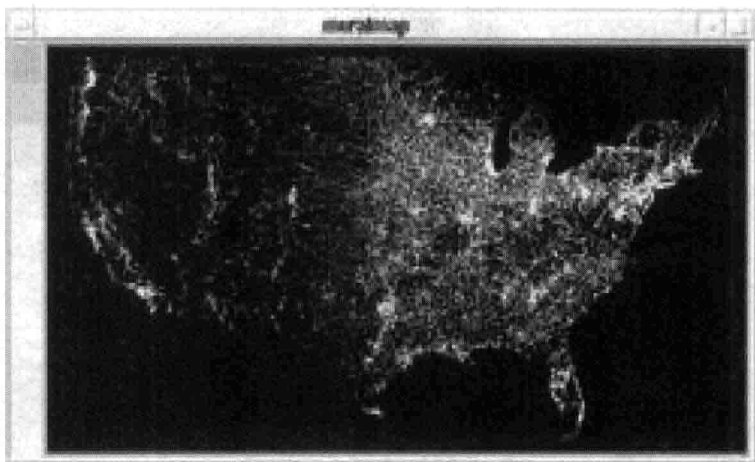


图 1.1.2 人口密度

（3）三维虚拟现实。

三维信息通过引入体积的概念超越了二维信息。许多科学计算可视化都是三维虚拟现实，因为科学计算可视化的主要目的就是表示现实的三维物体。计算机模型可以让科学家模拟试验、操作那些现实世界中代价昂贵、实施困难、非常危险或者是现实世界中不可能进行的事情。

近年来，三维虚拟现实被广泛地应用于建筑和医学领域。我国“863”高技术发展研究课题“数字化虚拟中国人数据集构建与海量数据库系统”的目的就是用计算机在三维空间模拟真实人体的所有特征。

（4）多维虚拟现实。

多维信息是指在虚拟现实环境中的那些具有超过 3 个属性的信息，在可视化中，这些属

性是相当重要的。例如,关于某地所有房屋的价值和它们的地址数据的一个清单(一维数据),可以按照价值排序;也可以创建一个测度,用点的大小来表示房子的相对价值,并且将点放置在地图上来表示它们的位置(二维数据)。但是,如果还有其他关于房子的信息,比如卧室数量、年代、面积等,这些是二维空间可视化中的次要信息。

不过,如果你有一个数据库,列有房子的诸多属性,而应用目的是让用户可以用其中任何一种属性对房子信息进行排序,那么这些数据就是多维数据。马里兰大学人机交互实验室的研究人员开发出了一种名为动态查询的框架,使用者使用它就可以对这种多维数据进行可视化处理。譬如说,HomeFinder 应用提供了有关房子的多维数据的可视化功能。

HomeFinder 可以显示查询华盛顿特区售房数据库的结果,使用者只需移动与数据库里面的属性(如价格、卧室数量、面积及离中心区距离)相对应的滑块即可(见图 1.1.3)。使用者移动滑块时,查询结果会在显示的地图上动态更新。使用者从地图上选一个点,所选房子的详细介绍就会一览无遗。

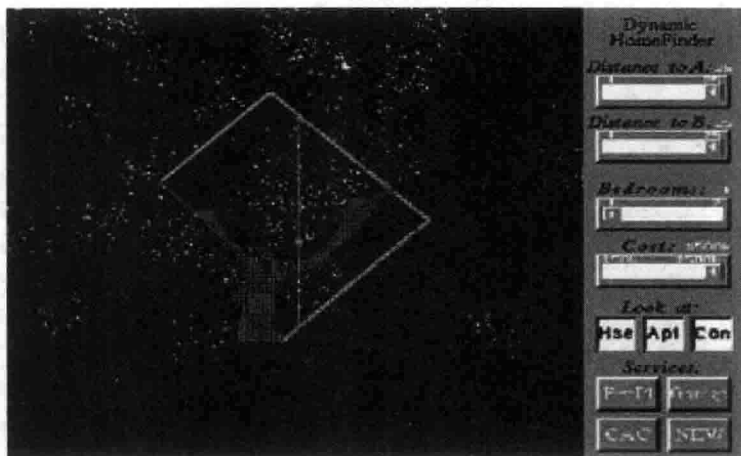


图 1.1.3 售房数据库查询

(5) 时间序列虚拟现实。

有些信息自身具有时间属性,可以称为时间序列信息。比如,一部小说或者新闻就可以有 timeline。学者 Liddy 建立了一个从文本信息中抽取时间信息的系统 SHESS。该系统自动生成一个知识库,这个知识库聚集了关于任何已命名的实体(人、方位、事件、组织、公司或者思想观念)的信息,并且按照时间序列组织这些知识,这个时间序列覆盖了知识库的整个周期。

如果事物本身是按照时间序列发生的,那么根据时间顺序图形化显示事物是一种普遍使用的、很有效的虚拟现实方法。项目管理工具,如 Microsoft Project,可以使用户一眼看出持续发生事件的概况。

时间线在多媒体制作软件中, 提供了很好的同步控制功能, 如 Flash。

(6) 层次虚拟现实。

抽象信息之间的一种最普遍关系就是层次关系, 如磁盘目录结构、文档管理、图书分类等。传统的描述层次信息的方法就是将其组织成一个类似于树的节点连接表示。这种表示结构简单直观, 但是, 对于大型的层次结构而言, 树形结构的分支很快就会拥挤交织在一起, 变得混乱不堪, 这主要是因为层次结构在横向(每层节点的个数)和纵向(层次结构的层数)扩展的不成比例造成的。

人们在对层次虚拟现实进行研究的过程中提出了一系列新的可视化技术, 典型的有: Robertson、Mackinlay 和 Card 等提出的一种利用三维图形技术对层次结构进行可视化的方法 Cone Tree; Shneiderman 等提出的一种可以充分利用屏幕空间的层次信息表示模型 Tree-Map; Lamping 和 Rao 等提出的一种基于双曲几何的可视化和操纵大型层次结构的 Focus+Context 技术 Hyperbolic Tree。

关于层次虚拟现实的研究, 目前大都集中在如何寻求高效、简洁的层次虚拟现实结构方面。在层次信息的表现上, 具有明显的认知心理学特征。除了加强用户的可用性测试实践外, 如何利用计算机图形学等技术动态地表示层次信息仍然比较困难。

Xerox PARC 的科研人员开发了 Cone and Cam Trees。这种方法使用三维空间来描述等级信息, 其中根结点或者放置在空间(锥形树)的顶端, 或者放置在空间(凸轮树)的最左端。子节点均匀地分布在根结点的下面或者右面的锥形延展部分。Cone and Cam Trees 不是静态显示, 当用户用鼠标点击了某个节点时, 这个节点会高亮度显示, 同时这个树结构发生旋转, 将该节点旋转到图形的前方。一个完整的 Cone and Cam Trees 图形能够持续旋转, 使得用户可以观察大型等级结构, 理解其中关系。研究人员在单独的一个屏幕范围内创造的 Cone and Cam Trees 图形可以描述实际书本描述的 80 页有组织的內容。

(7) 网络虚拟现实。

目前, Web 的信息不计其数, 这些信息分布在世界各地的数以万计的网站上, 网站通过文档之间的超链接彼此交织在一起。不论 Web 现在的规模有多大, 它还将继续膨胀。如何方便地利用 Web 上的信息成了一个迫切需要解决的问题。然而, 目前的信息访问方式, 却远远不能让人满意。虚拟现实在帮助人们理解信息空间的结构, 快速发现所需信息, 有效防止信息迷途等方面将会扮演越来越重要的角色。

网络信息并不一定完全是网络上的信息, 准确地讲, 它是指这样的一个节点, 它们与其他任意数量的节点之间有着联系。因为网络数据集中的节点不受其他与它们相联系的有限数量节点的限制(与层次节点不同, 它们只有一个父节点), 网络数据结构没有内在的等级结构, 两个节点之间可以有多种联系, 节点以及节点间的关系可以有多个属性。

2. VR 在各个领域的应用

虚拟现实不仅仅是一个演示媒体, 而且还是一个设计工具。它以视觉形式反映了设计者

的思想,比如装修房屋之前,你首先要做的事是对房屋的结构、外形做细致的构思,为了使之定量化,你还需设计许多图纸,当然这些图纸只能内行人读懂,虚拟现实可以把这种构思变成看得见的虚拟物体和环境,使以往只能借助传统的设计模式提升到数字化的即看即所得的完美境界,大大提高了设计和规划的质量与效率。运用虚拟现实技术,设计者可以完全按照自己的构思去构建装饰“虚拟”的房间,并可以任意变换自己在房间中的位置去观察设计的效果,直到满意为止。既节约了时间,又节省了做模型的费用。

虚拟现实的应用十分广泛,几乎可以应用于教育、医学、工程技术、金融、通信、商业和仿真等各种领域。

(1) 现实在教育上的应用。

虚拟校园是虚拟现实技术在教育领域最早的具体应用,虽然大多数虚拟校园仅仅实现校园场景的浏览功能,但虚拟现实技术提供的浏览方式、全新的媒体表现形式都具有非常鲜明的特点。天津大学早在1996年,在SGI硬件平台上基于VRML国际标准,最早开发了虚拟校园,使没有去过天津大学的人,可以领略近代史上久负盛名的大学。随着网络时代的来临,网络教育迅猛发展,尤其是在宽带技术将大规模应用的今天,内地一些高校已经开始逐步推广、使用虚拟校园模式。

在虚拟教学方面,可以应用教学模拟进行演示、探索、游戏教学。利用简易型虚拟现实技术表现某些系统(自然的、物理的、社会的)的结构和动态,为学生提供一种可供他们体验和观测的环境。建立教学模拟的关键工作是创建被模拟对象(真实世界)的模型,然后用计算机描述此模型,通过运算产生输出。这些输出能够在一定程度上反映真实世界的行为。教学模拟是一种十分有价值的CAI模式,在教学中被广泛应用。例如中国地质大学开发的地质晶体学学习系统,利用虚拟现实技术演示它们的结构特征,直观明了。

虚拟现实技术的特点在虚拟培训方面表现得比较突出。虚拟现实技术的沉浸性和交互性,使学生能够在虚拟学习环境中扮演一个角色,全身心地投入学习,这非常有利于学生的技能训练。利用沉浸型虚拟现实系统可以做各种各样的技能训练,因此它对高职技能性教学有着无比强大的推动作用。西南交通大学开发的TDS-JD机车驾驶模拟装置可模拟列车启动、运行、调速及停车全过程,可向司机反馈列车运行过程中的重要信息。如每节车辆的车钩力或加速度、列车管压力波传递过程等,以进行特殊运行情况下的事故处理,有完善的训练结果评价及合理的评分标准。它在国内首先采用计算机成像及Windows界面,是国内市场占有率最高的模拟装置,可任意进行列车编组,可选择任意线路断面,在有场景条件下和无场景均可下条件模拟操纵。

虚拟现实应用于教育是教育技术发展的一个飞跃。它营造了“自主学习”环境,由传统的“以教促学”的学习方式代之为学习者通过自身与信息环境的相互作用来得到知识、技能的新型学习方式。

（2）虚拟现实在城市规划中的应用。

城市规划一直是对全新的可视化技术需求最为迫切的领域之一，虚拟现实技术可以广泛应用于城市规划的各个方面，并带来切实且可观的利益：展现规划方案的虚拟现实系统的沉浸感和互动性不但能够给用户带来强烈、逼真的感官冲击，获得身临其境的体验，还可以通过其数据接口在实时的虚拟环境中随时获取项目的数据资料，方便大型复杂工程项目的规划、设计、投标、报批、管理，有利于设计与管理对各种规划设计方案进行辅助设计与方案评审。

（3）虚拟现实在房产开发中的应用。

随着房地产业竞争的加剧，传统的展示手段（如平面图、表现图、沙盘、样板房等）已经远远无法满足消费者的需要。虚拟现实技术是集影视广告、动画、多媒体、网络科技于一身的最新型的房地产营销方式，在国内的广州、上海、北京等大城市，国外的加拿大、美国等经济和科技发达的国家都非常热门，是当今房地产行业一个综合实力的象征和标志。其最主要的核心是房地产销售，同时在房地产开发中的其他重要环节（申报、审批、设计、宣传等）都有着非常迫切的需求。

（4）虚拟现实在医学中的应用。

VR在医学方面的应用具有十分重要的现实意义。由于近代非侵入诊断技术（如CT、MRI和正电子放射断层扫描（PET））的发展，医生已经可以较易获得病人有关部位的一组二维断层图像。CT打破传统的胶片感光成像模式，通过计算机重构人体器官或组织的图像，使医学图像从二维走向三维，使人们从人体外部可以看到内部。

在虚拟环境中，可以建立虚拟的人体模型，借助于跟踪球、HMD、感觉手套，学生可以很容易了解人体内部各器官结构，这比现有的采用教科书的方式要有效得多。另外，在远距离遥控外科手术，复杂手术的计划安排，手术过程的信息指导，手术后果预测及改善残疾人生活状况，乃至新型药物的研制等方面，VR技术都有十分重要的意义。

（5）虚拟现实在工业仿真中的应用。

当今世界工业已经发生了巨大变化，大规模人海战术早已不再适应工业的发展，先进科学技术的应用显现出巨大的威力，特别是虚拟现实技术的应用正对工业进行着一场前所未有的革命。虚拟现实已经被世界上一些大型企业广泛地应用到工业的各个环节，对企业提高开发效率，加强数据采集、分析、处理能力，减少决策失误，降低企业风险起到了重要的作用。虚拟现实技术的引入将使工业设计的手段和思想发生质的飞跃，更加符合社会发展的需要，在工业设计中应用虚拟现实技术是可行且必要的。

（6）虚拟现实在工程上的应用。

计算机辅助工程（CAE）包括计算机辅助设计（CAD）、计算机辅助制造（CAM）和计算机辅助运行等多项内容。可视化技术有助于整个工程过程一体化和流线化，并能使工程的领导和技术人员看到和了解过程中参数变化对整体的动态影响，从而达到缩短研制周期、节省

工程费用的目的。可视化技术可将多种来源的各种数据（包括表格数据、离散采样数据、贴体坐标数据、结构网格数据和非结构网格数据等）融合成三维的图形图像。

（7）虚拟现实在科技开发上的应用。

虚拟现实可缩短开发周期，减少费用。例如克莱斯勒公司 1998 年初便利用虚拟现实技术在设计某两种新型车上取得突破，首次使设计的新车直接从计算机屏幕投入生产线，也就是说完全省略了中间的试生产。由于利用了卓越的虚拟现实技术，使克莱斯勒避免了 1500 项设计差错，节约了 8 个月的开发时间和 8000 万美元费用。利用虚拟现实技术还可以进行汽车冲撞试验，不必使用真的汽车便可显示出不同条件下的冲撞后果。现在虚拟现实技术已经和理论分析、科学实验一起，成为人类探索客观世界规律的三大手段。用它来设计新材料，可以预先了解改变成分对材料性能的影响。在材料还没有制造出来之前便知道用这种材料制造出来的零件在不同受力情况下是如何损坏的。

（8）虚拟现实在商业上的应用。

虚拟现实常被用于推销。例如，在建筑工程投标时，把设计方案用虚拟现实技术表现出来，便可把业主带入未来的建筑物里参观，如门的高度、窗户朝向、采光多少、屋内装饰等，都可以感同身受。它同样可用于旅游景点以及功能众多、用途多样的商品推销。因为用虚拟现实技术展现这类商品的魅力，比单用文字或图片宣传更加有吸引力。

（9）虚拟现实在娱乐上的应用。

英国出售的这样一种滑雪模拟器：使用者身穿滑雪服，脚踩滑雪板，手拄滑雪棍，头上戴着头盔显示器，手脚上都装着传感器。虽然在斗室里，只要做着各种各样的滑雪动作，便可通过头盔式显示器，看到堆满皑皑白雪的高山、峡谷、悬崖陡壁——从身边掠过，其情景就和在滑雪场里进行真的滑雪所感觉的一样。

三维游戏既是虚拟现实技术重要的应用方向之一，也为虚拟现实技术的快速发展起了巨大的需求牵引作用。尽管存在众多的技术难题，虚拟现实技术在竞争激烈的游戏市场中还是得到了越来越多的重视和应用。可以说，计算机游戏自产生以来，一直都在朝着虚拟现实的方向发展，虚拟现实技术发展的最终目标已经成为三维游戏工作者的崇高追求。从最初的文字 MUD 游戏，到二维游戏、三维游戏，再到网络三维游戏，游戏在保持其实时性和交互性的同时，逼真度和沉浸感正在一步步地提高和加强。

虚拟现实技术不仅创造出虚拟场景，而且还创造出虚拟主持人、虚拟歌星、虚拟演员。日本电视台推出的歌星 DiKi，不仅歌声迷人而且风度翩翩，引得无数歌迷纷纷倾倒，许多追星族欲亲睹其芳容，迫使电视台只好说明她不过是虚拟的歌星。美国迪斯尼公司还准备推出虚拟演员。这将使“演员”艺术青春常在、活力永存。明星片酬走向天价是导致使用虚拟演员的另一个原因。虚拟演员成为电影主角后，电影将成为软件产业的一个分支。各软件公司将开发数不胜数的虚拟演员软件供人选购。固然，在幽默和人情味上，虚拟演员在很长时间内甚至永远都无法同真实演员相比，但它的确能成为优秀演员。不久前由计算机拍成的

游戏节目《古墓丽影》片中的女主角入选全球知名人物,预示着虚拟演员时代即将来临。

(10) 虚拟现实其他方面的应用。

① 在室内设计中的应用。

虚拟现实不仅仅是一个演示媒体,而且还是一个设计工具。运用虚拟现实技术,设计者可以完全按照自己的构思去构建装饰“虚拟”房间,并可以任意变换自己在房间中的位置,去观察设计的效果,直到满意为止。

② 在军事模拟中的应用。

利用虚拟现实技术模拟战争过程已成为最先进的多快好省的研究战争、培训指挥员的方法。虚拟战场环境采用虚拟现实技术使受训者在视觉和听觉上真实体验战场环境,熟悉作战区域的环境特征。用户通过必要的设备可与虚拟环境中的对象进行交互作用、相互影响,从而产生“沉浸”于等同真实环境的感受和体验。虚拟战场环境的实现方法可通过相应的三维战场环境图形图像库,包括作战背景、战地场景、各种武器装备和作战人员等。

1991年海湾战争开始前,美军便把海湾地区各种自然环境和伊拉克军队的各种数据输入计算机内,进行各种作战方案模拟后才定下初步作战方案。后来实际作战的发展和模拟实验结果相当一致。

③ 在文物古迹中的应用。

利用虚拟现实技术,结合网络技术,可以将文物的展示、保护提高到一个崭新的阶段。通过计算机网络来整合统一大范围内的文物资源,并且通过网络在大范围内利用虚拟技术更加全面、生动、逼真地展示文物,从而使文物脱离地域限制,实现资源共享,真正成为全人类可以“拥有”的文化遗产。使用虚拟现实技术可以推动文博行业更快地进入信息时代,实现文物展示和保护现代化。

④ 在油气勘探中的应用。

多年前,人们就已经找到了许多大型油气田。目前石油工业面临的一个严峻问题是:如何寻找规模小而埋藏深的油气田。除了寻找新油田之外,新技术的出现还允许我们通过改善分析和回收方法,使现存油田处于最佳状态,并延长很多油田的产油寿命。科学家和工程技术人员必须先对大量的地震勘探数据进行精确解释,然后才能确定油田是否存在,并确定对地下资源的开采管理方案。油气勘探的主要方式,是通过天然地震波或人工爆炸产生的声波在地质构造中的传播来重构大范围内的地质构造,并通过测井数据了解局部区域的地层结构,探明油藏气藏位置及其分布,估计蕴藏量及其勘探价值。由于地震数据及测井数据的数据量极其庞大,而且分布不均匀,因而无法根据纸面上的数据做出分析。利用可视化技术可以从大量的地质勘探数据或测井数据中,构造出感兴趣的等值面、等值线,并显示其范围及走向,并用不同颜色显示出多种参数及其相互关系,从而使专业人员能对原始数据做出正确解释,得到矿藏是否存在、矿藏位置及储量大小等重要信息。这不仅可以指导打井作业、减少无效井位、节约资金,而且必将大大提高寻找油藏的效率,从而具有重大的经济效益及社会效益。

英国 PGS Tigress 有限公司开发的数据可视化软件已在全世界许多油田和天然气开发中得到广泛应用, 显示的油藏三维图如图 1.14 所示。利用这种软件, 可以进行地震数据处理、测井多井评估、模拟油气的储存和生产过程。不仅能确定油气储存的位置, 而且可以跟踪油气的运动, 便于确定开采油气的最优路径。我国大庆勘探开发研究院开发了地质数据可视化系统, 可以全方位、方便灵活地对三维数据体中的断层、部面、层面及其内部所包含的数据类别、地质属性进行立体显示, 具有面向对象的开发环境, 能满足用户的各种数据可视化要求。

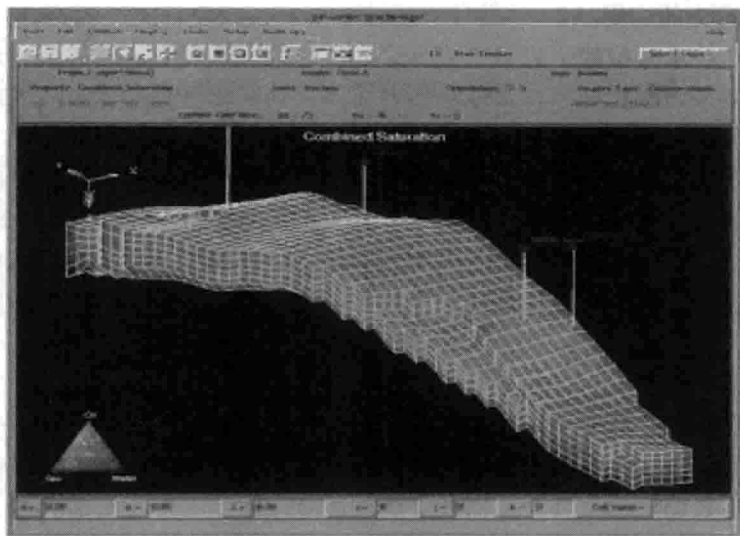


图 1.1.4 用 PGS Tigress 有限公司软件显示的油藏三维图

⑤ 在气象预报中的应用。

气象预报关系到亿万人民的生活、国民经济的持续发展和国家安全。对灾害性天气的预报和预防将会大大减少人民生命财产的损失。气象预报的准确性依赖于对大量数据的计算和对计算结果的分析。一方面, 科学计算可视化可将大量的数据转换为图像, 在屏幕上显示出某一时刻的等压面、等温面、旋涡、云层的位置及运动、暴雨区的位置及其强度、风力的大小及方向等, 使预报人员能对未来的天气做出准确分析和预测。另一方面, 根据气象监测数据和计算结果, 可将不同时期的气温分布、气压分布、雨量分布及风力风向等以图像形式表示出来, 从而对气象情况及其变化趋势进行研究和预测。

美国国家海洋和大气局 (NOAA) 的预报系统实验室开发了气象预报办公室 (WFWFO-Advanced) 的高级版, 其关键部分是显示天气数据的三维图像, 示例如图 1.1.5 所示。为此, 该实验室开发了三维可视化软件系统 Display 3D (D3D)。利用这个系统可以将从气球、地面站、雷达、飞机和卫星等收集来的大量数据进行显示和处理, 并在此基础上及时跟踪和评估当地的重要气象情况, 从而及时准确地做出天气预报。通常情况下, 气象工作者