

先学：构建虚拟世界

先用：引领三维潮流

X3D 网络立体动画 游戏设计

——虚拟增强现实技术



张金钊 张金锐 张金镒 著



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

X3D 网络立体动画游戏设计

——虚拟增强现实技术

张金钊 张金锐 张金镛 著

华中科技大学出版社

中国·武汉

图书在版编目(CIP)数据

X3D 网络立体动画游戏设计——虚拟增强现实技术/张金钊 张金锐 张金镛 著. —武汉:华中科技大学出版社,2011.8

ISBN 978-7-5609-7136-0

I. X… II. ①张… ②张… ③张… III. 三维-动画-设计 IV. TP391.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 092737 号

X3D 网络立体动画游戏设计——虚拟增强现实技术 张金钊 张金锐 张金镛 著

策划编辑:谢燕群

责任编辑:熊 慧

封面设计:潘 群

责任校对:祝 菲

责任监印:张正林

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录 排:华中科技大学惠友文印中心

印 刷:湖北新华印务有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:17

字 数:424 千字

版 次:2011 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

定 价:39.80 元



湖北新华印务

本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

内容简介

本书全面介绍计算机的前沿科技——X3D 网络立体动画游戏设计技术，即虚拟增强现实三维立体网络程序设计技术。X3D 网络立体动画游戏设计技术作为第二代三维立体网络程序设计技术，是目前计算机虚拟增强现实技术领域最前沿的一种新型开发技术，它是融合宽带网络、三维立体造型和场景设计、动画游戏设计、虚拟人设计、人工智能、信息地理、X3D/CAD 组件、X3D 事件工具组件及 X3D 网络通信节点设计的高新技术。X3D 大有一统网络三维立体设计的趋势，具有划时代意义，是未来网络、多媒体、游戏设计及人工智能方面的关键技术，是 21 世纪计算机领域的核心之一。

本书是目前虚拟增强现实技术领域最前沿的计算机科技图书之一，是集 X3D 基本几何节点、复杂节点、渲染效果节点、图像纹理绘制节点、影视媒体节点、组节点、动画游戏节点设计，以及虚拟人运动设计、信息地理及人工智能于一体的实用科技图书。本书内容丰富，叙述由浅入深，思路清晰，结构合理，实用性强，书中配有大量的 X3D 网络立体动画游戏设计源程序实例，可使读者更容易掌握 X3D 虚拟增强现实三维立体网络程序设计方法。

本书可作为计算机领域的科技图书，也可以作为高等院校研究生和本科、专科学生的计算机网络、多媒体、游戏设计、数字艺术设计、机械加工设计、美术装潢设计、建筑规划设计、虚拟信息地理、虚拟医疗、军事模拟、航空航天等专业的教材，同时也可作为计算机软件开发人员和工程技术人员的实用工具书。

21 世纪,人类已经进入数字化时代。数字地球、数字城市、数字家庭……数字进入人类生活的各个领域。数字化时代最具特色、最前沿、最具代表性的开发技术——X3D 虚拟增强现实技术,即 X3D 网络立体动画游戏设计技术,作为计算机的核心技术之一已广泛应用于社会生活的各个领域。X3D 虚拟增强现实技术是目前计算机领域的前沿科技,是 21 世纪初在国内外兴起的一种新型技术,其发展前景十分广阔,潜力巨大。X3D 作为计算机的前沿科技,是宽带网络、多媒体、游戏设计、虚拟人设计、信息地理与人工智能相融合的高新技术,是未来网络、多媒体、游戏设计、虚拟人设计、信息地理及人工智能方面的关键技术。

X3D 是互联网三维立体图形国际通用软件标准,它定义了如何在多媒体中整合基于网络传播的动态交互三维立体效果。利用 X3D 第二代三维立体网络程序设计语言能在网络上创建逼真的三维立体场景,开发与设计三维立体网站和网页程序。运行 X3D 程序可以直接进入 Internet,还可以创建虚拟数字城市、网络超市、虚拟网络法庭,实现网络选房与展销等,从而改变目前网络与用户交互二维平面的局限性,使用户在网络三维立体场景中实现动态的交互和感知交流,体验身临其境的感觉和感知。2004 年 8 月,X3D 被国际标准组织(ISO)正式批准成为国际通用标准。X3D 大有一统网络三维立体设计的趋势,具有划时代的意义。X3D 可以在不同的硬件设备中使用,并可用于不同的应用领域,如军事模拟仿真、科学可视化、航空航天模拟、多媒体再现、工程应用、信息地理、虚拟旅游、考古、虚拟教育、虚拟游戏等领域。

X3D 虚拟增强现实三维立体网络程序设计具有如下特点。

(1) 丰富的多媒体功能,能够实现各种多媒体制作,如在三维立体空间场景中播放影视节目、环绕立体声等。

(2) 强大的网络功能,可以在网络上创建三维立体空间场景和造型进行动态交互、浏览、展示等,也可以通过运行 X3D 程序直接接入 Internet 上网,创建三维立体网页和网站等。

(3) 程序驱动功能,这是 X3D 最突出的特点,它利用程序支持各种本地和网络三维立体场景和造型。

(4) 便于设计游戏软件,如虚拟驾驶、跑车游戏、虚拟飞行、虚拟围棋、虚拟象棋、虚拟跳棋、虚拟弹球等游戏软件。

(5) 可以实现虚拟人行走、运动设计。

(6) 可以创建虚拟增强现实三维立体造型和场景,提供变换层级、光影效果、材质应用、多通道/多进程纹理绘制功能,能够更好地实现三维立体交互界面。

(7) 能够实现信息地理设计,便于开发数字地球、数字城市及虚拟社区等。

(8) 提供 CAD 节点,这些节点与 X3D 文件相结合进行软件项目的开发与设计,可以极大地提高软件项目的开发效率。

(9) 提供事件工具组件,该组件的名称是“EventUtilities”。

(10) 提供自定义节点,开发者可以根据实际项目的需求设计与开发用户需要的新节点、节点类型及接口事件等。

(11) 用户动态交互功能。

(12) 感知功能,利用动态感知和传感器节点,可以实现用户与场景、造型之间的智能动态感知交互效果。

本书全面详细地阐述了 X3D 的语法结构、节点(Node)、域(Field)等,突出语法定义中每个节点中域的域值描述,并结合具体的实例源程序深入浅出地进行引导和讲解,激发读者的学习兴趣。

本书采用工学结合的方式编写,由张金钊、张金锐、张金镛完成全稿撰写,数源嘉业科技公司总经理袁伟在几何节点设计部分的编写过程中提供了很大帮助。本书以真实虚拟校园项目为导向,在学中做,在做中学,理论联系实际,使读者在学习过程中由浅入深、循序渐进地掌握 X3D 虚拟增强现实技术。

“知识改变命运,教育成就未来”,只有不断地探索、学习和开发未知领域,才能有所突破和创新,为人类的进步做出应有的贡献。“知而获智,智达高远”,只有探索和开发获得未知领域的知识,凝聚智慧、高瞻远瞩,才能有所突破和创新。“知识是有限的,而想象力是无限的”,想象力在发散思维的驱动下,在浩瀚的宇宙空间中驰骋翱翔。希望广大读者在 X3D 虚拟增强现实技术世界中充分发挥自己的想象力,实现全部梦想。

由于时间仓促,作者水平有限,书中的缺点和不足在所难免,敬请读者把对本书的意见和建议告诉我们。电子邮箱:zhzjza@21cn.com。

作 者

2011 年 2 月 28 日

第 1 章 X3D 技术概述	1
1.1 X3D 的发展历史及其特点和应用	1
1.2 X3D 增强现实技术	7
1.3 X3D 软件开发环境	10
1.3.1 记事本 X3D 编辑器	11
1.3.2 X3D-Edit 专用编辑器	11
1.4 X3D 运行环境	14
第 2 章 X3D 语法概述	16
2.1 X3D 计量单位	16
2.2 X3D 文件语法结构	19
2.2.1 X3D 文件类型	19
2.2.2 X3D 文件结构	19
2.3 X3D 节点和域	24
2.4 X3D 文件中事件、路由和脚本	30
第 3 章 X3D 几何 3D 节点设计	32
3.1 Shape 节点设计	32
3.1.1 Shape 节点的语法定义	32
3.1.2 Appearance 节点设计	33
3.1.3 Material 节点设计	34
3.1.4 Geometry 节点设计	36
3.1.5 Shape 节点源程序实例	36
3.2 Sphere 节点	38
3.2.1 Sphere 节点的语法定义	38
3.2.2 Sphere 节点源程序实例	39
3.3 Box 节点	40
3.3.1 Box 节点的语法定义	40
3.3.2 Box 节点源程序实例	41

3.4	Cone 节点	42
3.4.1	Cone 节点的语法定义	42
3.4.2	Cone 节点源程序实例	44
3.5	Cylinder 节点	45
3.5.1	Cylinder 节点的语法定义	45
3.5.2	Cylinder 节点源程序实例	46
3.6	Text 节点	48
3.6.1	Text 节点的语法定义	48
3.6.2	FontStyle 节点的语法定义	50
3.6.3	Text 节点源程序实例	52
第 4 章	X3D 三维立体复杂节点设计	54
4.1	PointSet 节点	54
4.1.1	PointSet 节点的语法定义	54
4.1.2	PointSet 节点源程序实例	55
4.2	IndexedLineSet 节点	56
4.2.1	IndexedLineSet 节点的语法定义	57
4.2.2	IndexedLineSet 节点源程序实例	58
4.3	IndexedFaceSet 节点	59
4.3.1	IndexedFaceSet 节点的语法定义	60
4.3.2	IndexedFaceSet 节点源程序实例	62
4.4	IndexedTriangleFanSet 节点	63
4.4.1	IndexedTriangleFanSet 节点的语法定义	64
4.4.2	IndexedTriangleFanSet 节点源程序实例	65
4.5	IndexedTriangleSet 节点	66
4.5.1	IndexedTriangleSet 节点的语法定义	66
4.5.2	IndexedTriangleSet 节点源程序实例	67
4.6	IndexedTriangleStripSet 节点	68
4.6.1	IndexedTriangleStripSet 节点的语法定义	69
4.6.2	IndexedTriangleStripSet 节点源程序实例	69
4.7	IndexedQuadSet 节点	71
4.8	ElevationGrid 节点	71
4.8.1	ElevationGrid 节点的语法定义	72
4.8.2	ElevationGrid 节点源程序实例	73
4.9	Extrusion 节点	75

4.9.1	Extrusion 节点的语法定义	75
4.9.2	Extrusion 节点源程序实例	78
4.10	X3D 顶点坐标节点	79
4.10.1	FloatVertexAttribute 节点	79
4.10.2	Matrix3VertexAttribute 节点	80
4.10.3	Matrix4VertexAttribute 节点	80
4.10.4	XvlShell 节点	81
第 5 章	X3D 渲染效果节点设计	84
5.1	X3D 效果节点	84
5.1.1	Coordinate 节点	84
5.1.2	CoordinateDouble 节点	85
5.1.3	Normal 节点	85
5.1.4	Color 节点	86
5.1.5	ColorRGBA 节点	87
5.2	Background 节点	87
5.2.1	Background 节点的语法定义	88
5.2.2	Background 节点源程序实例	89
5.3	X3D 空间大气效果节点	91
5.3.1	Fog 节点	91
5.3.2	LocalFog 节点	94
5.3.3	FogCoordinate 节点	96
5.4	X3D 视点效果节点	96
5.4.1	ViewPoint 节点	97
5.4.2	NavigationInfo 节点	100
5.5	X3D 光照效果节点	103
5.5.1	PointLight 节点	104
5.5.2	DirectionLight 节点	108
5.5.3	SpotLight 节点	110
5.6	X3D 阴影节点设计	113
5.6.1	X3D 阴影节点的语法定义	114
5.6.2	X3D 阴影节点源程序实例	116
5.7	WorldInfo 节点	119
第 6 章	X3D 图像纹理绘制节点设计	120
6.1	ImageTexture 节点	120

6.1.1 ImageTexture 节点的语法定义	120
6.1.2 ImageTexture 节点源程序实例	121
6.2 Image3DTexture 节点	123
6.3 ImageCubeMapTexture 节点	124
6.4 PixelTexture 节点	124
6.5 Pixel3DTexture 节点	125
6.6 TextureBackground 节点	126
6.7 TextureCoordinate 节点	128
6.7.1 TextureCoordinate 节点的语法定义	128
6.7.2 TextureCoordinate 节点源程序实例	129
6.8 TextureCoordinate3D 节点	130
6.9 TextureCoordinate4D 节点	131
6.10 TextureCoordinateGenerator 节点	132
6.11 TextureMatrixTransform 节点	133
6.12 TextureTransform 节点	133
6.12.1 TextureTransform 节点的语法定义	134
6.12.2 TextureTransform 节点源程序实例	135
6.13 TextureTransform3D 节点	136
6.14 MultiTexture 节点	137
6.15 MultiTextureCoordinate 节点	138
6.16 MultiTextureTransform 节点	139
6.17 Composed3DTexture 节点	140
6.18 ComposedCubeMapTexture 节点	141
6.19 GeneratedCubeMapTexture 节点	141
第 7 章 X3D 多媒体影视节点设计	143
7.1 X3D 音响效果节点	143
7.1.1 AudioClip 节点	143
7.1.2 Sound 节点的语法定义	145
7.1.3 Sound 节点源程序实例	147
7.2 MovieTexture 节点	148
7.2.1 MovieTexture 节点的语法定义	148
7.2.2 MovieTexture 节点源程序实例	150
第 8 章 X3D 组节点设计	153
8.1 Group 节点	153

8.1.1	Group 节点的语法定义	153
8.1.2	Group 节点源程序实例	154
8.2	StaticGroup 节点	156
8.3	Transform 节点	156
8.3.1	Transform 节点的语法定义	157
8.3.2	Transform 节点源程序实例	158
8.4	Inline 节点	160
8.4.1	Inline 节点的语法定义	160
8.4.2	Inline 节点源程序实例	161
8.5	Switch 节点	162
8.5.1	Switch 节点的语法定义	163
8.5.2	Switch 节点源程序实例	163
8.6	Billboard 节点	165
8.6.1	Billboard 节点的语法定义	165
8.6.2	Billboard 节点源程序实例	166
8.7	Anchor 节点	168
8.7.1	Anchor 节点的语法定义	168
8.7.2	Anchor 节点源程序实例	170
8.8	LOD 节点	173
第 9 章	X3D 动画游戏节点设计	175
9.1	TimeSensor 节点	175
9.2	X3D 按键传感器节点	177
9.2.1	KeySensor 节点	177
9.2.2	StringSensor 节点	178
9.3	X3D 动画游戏节点设计	179
9.3.1	PositionInterpolator 节点	179
9.3.2	PositionInterpolator2D 节点	182
9.3.3	OrientationInterpolator 节点	183
9.3.4	ScalarInterpolator 节点	185
9.3.5	ColorInterpolator 节点	186
9.3.6	CoordinateInterPolator 节点	189
9.3.7	CoordinateInterpolator2D 节点	190
9.3.8	NormalInterpolator 节点	191
9.4	X3D 触摸检测器节点	192

9.4.1	TouchSensor 节点	192
9.4.2	PlaneSensor 节点	193
9.4.3	CylinderSensor 节点	196
9.4.4	SphereSensor 节点	199
9.5	X3D 智能感知检测器节点	202
9.5.1	VisibilitySensor 节点	202
9.5.2	ProximitySensor 节点	203
9.5.3	Collision 节点	204
9.5.4	LoadSensor 节点	205
第 10 章	X3D 高级节点设计	207
10.1	X3D 曲面节点设计	207
10.1.1	曲线节点设计	207
10.1.2	曲面节点设计	209
10.2	X3D 地理信息节点设计	214
10.2.1	GeoElevationGrid 节点	214
10.2.2	其他 X3D 地理信息节点	216
10.3	CAD 节点设计	220
10.3.1	CADAssembly 节点	220
10.3.2	CADFace 节点	221
10.3.3	CADLayer 节点	222
10.3.4	CADPart 节点	223
10.4	X3D 虚拟人节点设计	224
10.4.1	HAnimHumanoid 节点	224
10.4.2	其他 X3D 虚拟人节点	225
第 11 章	X3D 事件网络接口设计	228
11.1	X3D 事件工具组件节点设计	228
11.1.1	BooleanFilter 节点设计	228
11.1.2	BooleanSequencer 节点设计	229
11.1.3	BooleanToggle 节点设计	230
11.1.4	BooleanTrigger 节点设计	231
11.1.5	IntegerSequencer 节点设计	231
11.1.6	IntegerTrigger 节点设计	232
11.1.7	TimeTrigger 节点设计	233
11.2	X3D 网络通信节点设计	234

11.2.1	SignalPdu 节点	234
11.2.2	其他 X3D 网络通信节点	236
11.3	X3D 通用接口节点	240
11.3.1	Script 节点	240
11.3.2	其他 X3D 通用接口节点	244
11.4	X3D 自定义节点	244
11.4.1	ProtoBody 节点	245
11.4.2	ProtoDeclare 节点	245
11.4.3	ProtoInstance 节点	245
11.4.4	ProtoInterface 节点	246
11.4.5	Connect 节点	246
11.4.6	ExternProtoDeclare 节点	246
11.4.7	IS 节点	247
11.4.8	X3D 自定义节点源程序实例	247
第 12 章	X3D 虚拟现实综合实例	250
参考文献		259

X3D (extensible 3D, 扩展 3D) 虚拟现实软件技术以传统计算机为依托, 虚拟现实软件为基础, 构造出大众化的虚拟现实软件开发环境, 创建三维立体场景、造型、动画及游戏设计等。利用传统的计算机、网络和虚拟现实软件环境实现的虚拟现实技术, 能够虚拟现实硬件, 有助于以硬件零投资、最少软件投入获得最大效益。该平台适合于普通个人、工程技术人员及开发团队使用, 属于经济实用型虚拟现实的开发系统。X3D 虚拟现实开发运行环境涵盖了 X3D 开发环境和 X3D 运行环境。X3D 开发环境利用文本编辑器或 X3D-Edit 专用编辑器设计、开发和编写 X3D 源程序; X3D 运行环境主要是指各种 X3D 浏览器, 可以安装和使用 Xj3D 和 BS Contact X3D_VRML 7.0/7.2 浏览器浏览各种 X3D 三维立体场景和造型。

1.1 X3D 的发展历史及其特点和应用

X3D 是由 Web3D 联盟于 1998 年底提出的。Web3D 联盟是致力于研究和开发互联网上虚拟现实技术的国际性非营利性组织, 其主要任务是制定互联网三维图形的标准与规范, 其前身是 VRML (virtual reality modeling language, 虚拟现实建模语言) 联盟, VRML 联盟先后提出了 VRML 1.0、VRML 2.0 和 VRML 97 规范。Web3D 联盟已经完成可扩展的三维图形规范 (extensible 3D specification), 简称 X3D 规范。

X3D 规范使用 XML (extensible markup language, 可扩展标记语言) 表达对 VRML 三维立体几何造型和实体行为的描述能力。X3D 这种缩写形式就是为了突出新规范中 VRML 与 XML 的集成。X3D 规范是新一代具有扩充性的三维图形规范, 延伸了 VRML 97 规范的功能。从 VRML 97 到 X3D 是三维立体图形规范的一次重大变革, 而最大的改变之处, 就是 X3D 结合了 XML 和 VRML 97 的功能。

X3D 将 XML 的标记式语法定为三维图形的标准语法, 并且已经完成了 X3D 的文件类型定义 (document type definition, DTD)。目前世界上最前沿的网络三维立体图形标准——X3D 规范已成为网络上制作三维立体场景、造型的新宠。

1. X3D 发展历程

1998 年 VRML 联盟改名为 Web3D 联盟,同年底提出新的标准——X3D 规范,又称为 VRML 200x 规范。2000 年春,Web3D 联盟完成了从 VRML 到 X3D 的转换。X3D 整合了正在发展的 XML、Java、流媒体等先进技术,包括了更强大、更高效的三维计算能力、渲染质量和传输速度。

2002 年 3 月 X3D 第一版发布以来,已经有基于 Java 的开放源码的网络三维软件问世。Web3D 联盟在制定标准时成立了 Java 语言翻译工作小组,以便使 Java 程序能够与新的三维标准程序相协调。这也最终结束了新的 3D 标准程序与 Sun 的网络三维技术 Java3D technology 之间的冲突。

Web3D 联盟于 2003 年 10 月向国际标准组织提交标准申请。2004 年 8 月,X3D 被国际标准组织批准为国际标准 ISO/IEC 19775。X3D 国际标准是 XML 标准与三维标准的有机结合,X3D 被定义为可交互操作、可扩展、跨平台的网络三维国际标准。

Web3D 联盟发布的新一代国际标准 X3D 有望统一互联网三维立体图形软件规范、技术和产品。X3D 的高度可扩展性可以使开发人员根据自己的需求扩展功能,同时 X3D 整合了 Java3D、流媒体、XML 等先进技术,具备了先进的技术优势,可以断言,X3D 必将为互联网三维图形的发展提供一个广阔的发展前景。

2. X3D 的特点

X3D 的最大特点是由程序驱动,具有强大的网络功能,并且能够实现多媒体功能和人工智能,X3D 在动画游戏设计、地理信息系统设计、虚拟人运动设计、粒子火焰系统及曲面设计等方面表现出的优势尤为突出。现将 X3D 的特点详细叙述如下。

(1) 由程序驱动 X3D,利用虚拟现实语言创建三维立体造型和场景。

(2) 强大的网络功能 利用 X3D 提供的网络节点可以实现各种网络功能,如 X3D 场景网上浏览、下载、共享等,也可以通过超链接对象连接到其他场景或网络资源。

(3) 绘制虚拟现实图形 可以使用多边形化几何体、参数化几何体、变换层级、光照、材质、多通道及多进程纹理绘制虚拟现实三维图形;在二维图形中使用三维变换层级,显示各种文本、二维平面图形、二维向量等。

(4) 多媒体功能 在三维立体空间造型和场景中能够实现多媒体制作,将文字、语音、图像、影片等融入三维立体场景,播放影视节目、环绕立体声,实现舞台影视效果。

(5) 人工智能 在虚拟现实三维场景中,浏览者可以移动造型,进行碰撞、亲近度和可见度智能检测。

(6) 开发者可以自定义对象 通过创建用户自定义的数据类型,可以扩展 X3D 程序的功能。

(7) 强大的程序接口功能 利用脚本语言可以实现与各种语言的接口,动态地控制三维立体场景,使之更加生动和鲜活。

(8) 动态感知交互效果 利用虚拟现实硬件设备在三维立体空间中对虚拟物体和造型进行选取和拖曳,能够产生身临其境的动态感知交互效果。

(9) 虚拟现实动画设计 利用计时器和插补器节点可以实现物体和造型的各种动画效果,如人体的运动、汽车驾驶、轮船航行、宇宙飞船发射等。

(10) 虚拟现实高级设计功能 实现了虚拟人动画设计、地理信息系统设计、曲面设计、CAD 设计、粒子火焰系统及分布交互系统等虚拟现实高级设计功能的整合。

X3D 规范描述了基于时间的行为、交互三维、多媒体信息的抽象功能。它不定义物理设备及任何依靠特定设备执行的概念,如屏幕分辨率和输入设备,只考虑广泛的设备和应用,在解释和执行上提供很大的自由度。

3. X3D 的应用

X3D 有着巨大的市场开发空间和应用前景,X3D 交互式三维图形技术解决了网络上大规模应用程序的开发问题。X3D 成为国际三维图形标准和规范,集成 VRML 2.0 和 XML,采用面向对象、组件化的设计思想,具有很强的可扩充性,在电子商务、可视化仿真、数据库可视化、科研、教育及娱乐等领域都有很好的应用前景。X3D 本身具有平台无关性、易扩展性、实用性和灵活性,尤其是与 XML 集成后,非常适合于分布式虚拟环境系统的开发,对虚拟城市的网络化起到了极大的推动作用。X3D 的出现为分布式虚拟城市系统的开发和实现提供了一个良好的契机。

X3D 的应用涵盖军事、科学研究与可视化、企业和电子商务、工程应用、信息地理、虚拟旅游、医学应用、教育及娱乐等领域。

1) 军事模拟仿真

虚拟现实技术在军事上有着广泛的应用和特殊的价值,如虚拟战场环境、武器系统试验仿真、作战指挥模拟等。

美国空军开发了超级驾驶舱项目,超级驾驶舱项目使用高分辨率显示头盔,帮助飞行员进入虚拟世界。如果天气晴朗,飞行员通过雷达可以“看到”地平线,能使用声音命令完成许多任务。美国加州海军研究院应国防部的要求,对大规模虚拟环境进行了开发与应用研究。该系统包括建筑穿行、带活动关节的人、互操作性、联网能力、地形数据库集成等细节。

从某种角度来说,美国国防部是先进技术的试验场,美国政府充分认识到研究虚拟现实

技术对于美国保持军事技术全球领先的重要意义。美国的重要虚拟现实研究项目还包括虚拟毒刺导弹训练系统、反潜艇作战训练系统等。如图 1-1 所示的是一项虚拟现实军事模拟仿真应用。



图 1-1 虚拟现实军事模拟仿真应用



图 1-2 虚拟现实科学研究与可视化应用

2) 科学研究与可视化

虚拟现实技术的一个重要应用领域是大规模科学计算。大多数科学计算产生的数据是非常庞大的，这些数据包括静态和动态的二维和三维数据集，它们来自于图像图形学、遥感技术、考古学、医学、海洋学及计算流体力学等领域。例如，一种典型科学计算模型是用于三维或多维空间的，要求计算网格点的值。如何更好地完成这些计算呢？采用虚拟现实技术生成的动态三维环境及其用户接口提供的自然人机交互方式是一种很好的选择，例如，IBM 公司设计的用于海底地形和海水涡流研究的海底地形数据可视化系统、哥伦比亚大学建立的股票交易可视化系统等。如图 1-2 所示的是一项虚拟现实科学研究与可视化应用。

3) 企业和电子商务

虚拟现实的三维立体表现形式能够全方位地展现一种商品。企业利用虚拟现实技术将他们的产品以三维形式发布在网上，可展现出逼真的产品造型；通过交互演示产品的功能和使用方法，充分利用互联网高速、迅捷的传播优势推广企业的产品。而顾客通过对虚拟现实三维立体产品的观察和互动操作，能够对产品有更加全面的了解和认识，这将使得顾客购买商品的几率大幅增加，为企业和销售者带来更加丰厚的利润。

例如，虚拟展厅、建筑房地产虚拟漫游展示就为企业市场营销提供了有效的解决方案支持。如图 1-3 所示的是一项虚拟现实企业和电子商务应用。

4) 虚拟工程设计

在虚拟工程设计应用中，可生产、检测、组装和测试各种模拟物体或零件。它包括生产、加工、装配、



图 1-3 虚拟现实企业和电子商务应用