

构建个性化网络虚拟世界——

21世纪网络虚拟世界入门与提高丛书之一

吴小华 主编 姜安德 周玲 编著

VRML

从入门到精通



国防工业出版社

21世纪网络虚拟世界入门与提高丛书之一

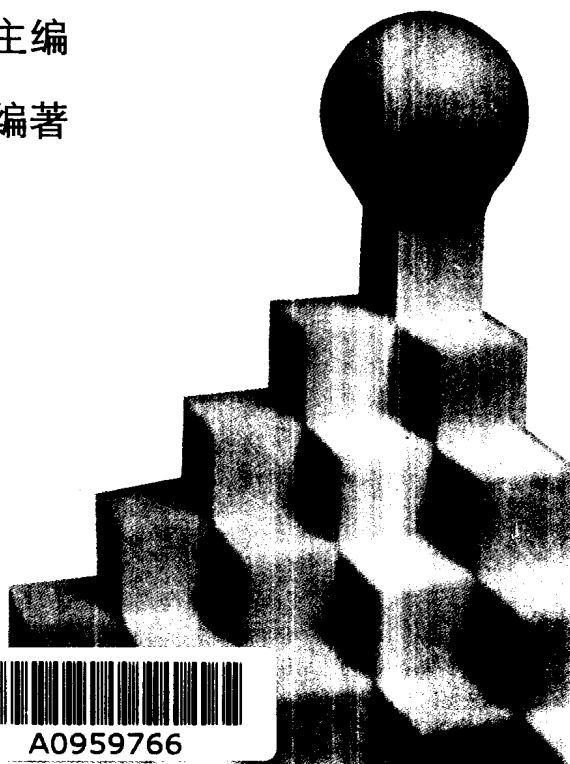


构建个性化网络虚拟世界

—— VRML 从入门到精通

吴小华 主编

姜安德 周玲 编著



A0959766

国防工业出版社

•北京•

图书在版编目 (CIP) 数据

构建个性化网络虚拟世界: VRML 从入门到精通/姜安德, 周玲编著. —北京: 国防工业出版社, 2002.1

(21 世纪网络虚拟世界入门与提高丛书: 1 吴小华主编)

ISBN 7-118-02686-7

I. 构... II. ①姜...②周... III. VRML 语言—程序设计 IV. TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 068331 号

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

北京奥隆印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 25 578 千字

2002 年 1 月第 1 版 2002 年 1 月北京第 1 次印刷

印数: 1-3000 册 定价: 34.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

内 容 简 介

VRML 是虚拟现实建模语言的简称。本书共包括十九章, 介绍了 VRML 语言的起源发展、基本概念、节点语法规则和利用 VRML 语言进行页面设计的方法和技巧, 如, 通过 VRML 语言创建复杂的 VRML 场景, 并在该场景中添加光照、纹理、声音、动画并实现互动功能等。本书把 VRML 语言写得由浅到深、通俗易懂, 并配有例子和图片, 使读者易于理解和掌握。

本书既可以作为 VRML 初学者入门的不可多得的参考书, 也可以作为广大 VRML 爱好者非常实用的工具书, 还可以作为大、中专毕业生的毕业设计指导书。



《构建个性化网络虚拟世界——VRML 从入门到精通》全面介绍了 VRML 语言的各个方面。内容涵盖了 VRML 的历史、发展状况、VRML 的基本语言构成以及 VRML 的高级应用。引导读者从基本概念步步深入到掌握 VRML 的高级应用。本书适合对 VRML 不太了解的初学者，也适合有一定 VRML 知识的设计者查阅参考。

VRML 是 1994 年 10 月在芝加哥召开的第二次 WWW 会议上诞生的，自从诞生以来就得到广泛的重视，并在短期内得到了迅猛的发展，于 1997 年发展成 VRML 2.0 规格。VRML 是基于 Web 的开发语言之一，就是利用简单的语法来生成动态的、交互性强的、支持多用户的 VRML 虚拟场景，使 Web 页面更生动、真实，以满足浏览者的视觉、听觉及触觉感受，让人有一种和现实中一样的感觉，仿佛置身于现实生活中。

相对其他 Web 开发技术而言，VRML 有着不可替代的功能，如，生成 HTML 所不能生成的动态效果，并且用户可通过交互功能来改变 VRML 场景，在生成同样动态效果的场景情况下，VRML 比 Java、JavaScript 等程序语言更容易掌握和使用，特别是 VRML 可嵌入 Java、JavaScript 等脚本语言，使 Web 页面更完善。

在计算机和因特网已经深入政府、企业及家庭的今天，VRML 有着更好的发展环境，它将在各行各业得到广泛的应用，在不久的将来，VRML 将同 HTML 语言一样，使用更普及、更流行。

本书以循序渐进的方式向读者系统地介绍了 VRML 的各个方面。第 1 章介绍了 VRML 的起源、发展、前景，并包括其功能和支持 VRML 的浏览器的详细介绍。在第 2 章中，以一些简单生动的例子，帮助读者初步接触 VRML，理解 VRML 的总体框架，介绍了文件头、造型、原型、事件和路由的基本概念。从第 3 章开始，系统地介绍了 VRML 中的一些基本节点。第 3~5 章介绍了创建基本几何体（球体、圆柱、立方体、锥体）以及对它们进行包括平移、旋转、缩放等空间变换。第 6、7 章介绍了对几何体进行效果渲染，包括纹理、色彩、材质以及向量的应用。至此，介绍的都是 VRML 中的一些最基本的应用，在接下来的部分介绍了一些高级应用。包括第 11 章的构造以点、线、面为基础的复杂造型和挤出造型以及海拔栅造型。优化场景中的一些方法，包括第 12 章的添加天空和地面，第 19 章的场景的雾化，第 13 章的为场景添加各种光源。为了增强场景的效果，介绍了第 17 章的控制视点，以及第 8 章对造型的编组和内联，第 10 章的原型的应用。在第 16 章中详细地介绍了脚本在 VRML 中的应用，利用脚本可以实现强大的功能。第 15 章介绍了如何在场景中实现各种动画效果。最后为了完成 VRML 的网上发布，在第 18 章中介绍了网络发布的必要步骤，以及对场景的优化。

本书通过大量有针对性的例子详细介绍了 VRML 中的各节点语法，并配有大量图片，使读者更容易理解和掌握。

由于场景效果与所使用的浏览器有较大关系，使用不同浏览器往往效果差异很大，为

了得到与书中相同效果，请参照例子所附图片使用浏览器。

本书由吴小华主编，姜安德、周玲、夏小星、汪毅等编写，由于作者水平有限，经验不足，加之时间仓促，书中肯定会有不少缺点和错误，恳请得到专家和读者的批评指正，以便及时改正。

本书中的程序代码可以在国防工业出版社计算机室网站（<http://www.NDIP.com.cn/computer/>）上免费获得。

编 者



目 录

第 1 章 VRML 概述	1
1.1 虚拟现实	1
1.2 VRML 的诞生及发展	2
1.3 VRML 与 Web	3
1.4 VRML 2.0 的功能和应用	3
1.5 VRML 虚拟现实实例	4
1.6 VRML 编辑器及播放器	6
小结	8
第 2 章 基本概念	9
2.1 VRML 的约定及其基本概念	9
2.1.1 VRML 的通用语法结构	9
2.1.2 VRML 的基本概念	10
2.2 VRML 空间计量单位	11
2.3 VRML 文件的基本要素	11
2.4 VRML 节点的简介	12
2.5 域	14
2.6 几个简单 VRML 场景的创建	16
小结	19
第 3 章 在场景中添加几何体	20
3.1 shape 节点对几何体的封装	20
3.2 添加立方体	24
3.3 添加球体	25
3.4 添加圆锥体	26
3.5 添加圆柱体	28
3.6 在同一场景中设置多个造型	30
小结	35
第 4 章 几何体的平移、旋转与缩放	36
4.1 理解 VRML 空间	36
4.1.1 平移坐标系的理解	36
4.1.2 旋转坐标系的理解	38
4.1.3 缩放坐标系的理解	41
4.2 Transform 节点的语法	43
4.3 平移几何体	43
4.4 旋转几何体	45

4.4.1	绕轴的旋转	45
4.4.2	围绕中心的旋转	47
4.5	缩放几何体	50
4.5.1	在不同方向上的缩放	50
4.5.2	围绕中心点的缩放	51
4.6	综合应用举例	55
小结		57
第5章	在多坐标系下的空间变换	58
5.1	理解局部坐标系	58
5.2	构造多坐标系世界	58
5.3	多坐标系下的空间变换	59
5.3.1	在多坐标系下坐标系的平移	59
5.3.2	在多坐标系下坐标系的旋转	61
5.3.3	在多坐标系下坐标系的缩放	64
5.4	组合应用	65
小结		71
第6章	为几何体添加纹理	72
6.1	理解纹理	72
6.2	纹理坐标	73
6.3	使用纹理	74
6.3.1	纹理图的格式	74
6.3.2	光源和材质对纹理的影响	74
6.3.3	纹理的重复	76
6.3.4	纹理图的引入 (url)	77
6.4	Texture 节点	77
6.4.1	ImageTexture	77
6.4.2	MovieTexture	80
6.4.3	PixelTexture	82
6.5	纹理映射	86
6.6	纹理变换	88
6.6.1	translation	89
6.6.2	scale	89
6.6.3	rotation	90
6.6.4	transformation Center	91
小结		92
第7章	材质、色彩与法向量	93
7.1	理解材质	93
7.2	Appearance 节点	93
7.3	Material 节点	94
7.3.1	改变几何体的颜色	95

7.3.2	为几何体设置透明度	97
7.3.3	改变发光效果	97
7.3.4	材质的综合应用	99
7.4	色彩	101
7.4.1	对不同平面填充颜色	101
7.4.2	对不同顶点填充颜色	104
7.4.3	对线造型填充颜色	108
7.4.4	对 ElevationGid 造型填充	109
7.5	法向量	111
7.5.1	角向量和面向量	111
7.5.2	creaseAngle 域	114
7.5.3	ccw 域和 normalIndex 域	114
	小结	115
第 8 章	造型的编组和内联	116
8.1	组节点	116
8.1.1	Group 基本组	116
8.1.2	Transform 变换组	120
8.1.3	布告牌组	120
8.1.4	创建开关组	122
8.2	内联	125
8.2.1	什么是内联	125
8.2.2	Inline 节点	126
8.2.3	应用内联	126
	小结	128
第 9 章	添加文本造型	129
9.1	什么是 VRML 中的文本	129
9.2	Text 节点语法	129
9.3	FontStile 节点语法	130
9.4	构造文本造型	131
9.4.1	控制文本串的长度	132
9.4.2	控制字体尺寸	133
9.4.3	控制字体风格	134
	小结	135
第 10 章	原型的应用	136
10.1	理解原型	136
10.2	PROTO 节点语法	137
10.3	定义原型	137
10.3.1	定义节点类型名	137
10.3.2	定义节点接口	138
10.3.3	定义节点体	139

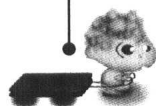
10.4	EXTERNPROTO 外部原型	142
10.5	创建新节点	143
10.5.1	构造新的几何体	143
10.5.2	动画节点	147
10.5.3	创建不同外观的原型	152
	小结	157
第 11 章	复杂造型	158
11.1	基于定点的几何造型	158
11.1.1	理解点、线、面集	160
11.1.2	Coordinate 节点语法	160
11.1.3	构造离散点	161
11.1.4	用索引面集节点构造不规则面	162
11.2	创建标高网格	166
11.3	创建挤出造型	169
11.4	应用举例	178
	小结	181
第 12 章	添加背景	182
12.1	理解背景	182
12.2	Background 节点	182
12.3	创建天空	184
12.4	创建地面	190
12.5	创建全景图	196
12.6	Worldinfo	197
12.7	NavigationInfo	198
12.7.1	speed 域	198
12.7.2	type 域	199
12.7.3	headlight	202
12.7.4	visibilityLimit	203
12.7.5	avatarSize	203
	小结	206
第 13 章	在场景中添加光源	208
13.1	什么是光源	208
13.1.1	光源颜色	208
13.1.2	直接光线和环境光线	208
13.2	光源类型	209
13.2.1	DirectionalLight	209
13.2.2	PointLight	211
13.2.3	SpotLight	219
13.3	产生阴影	222
13.4	光源的综合应用	224

小结.....	229
第 14 章 添加声音	230
14.1 基本知识.....	230
14.1.1 声音文件.....	230
14.1.2 声音的立体化及优先级.....	231
14.2 声音节点.....	232
14.2.1 AudioClip 节点.....	232
14.2.2 Sound 节点.....	234
14.3 声音节点的应用.....	237
小结.....	247
第 15 章 添加动画效果	248
15.1 理解事件和路由.....	248
15.2 TimeSensor 节点.....	249
15.3 插补器.....	251
15.3.1 颜色插补器.....	251
15.3.2 坐标插补器.....	258
15.3.3 法线插补器.....	260
15.3.4 朝向插补器.....	264
15.3.5 位置插补器.....	266
15.3.6 标量插补器.....	266
15.4 动画的实现.....	271
小结.....	282
第 16 章 脚本	283
16.1 Script 节点语法.....	283
16.2 处理事件.....	284
16.3 用 Script 节点控制动画.....	295
小结.....	301
第 17 章 控制视点	302
17.1 理解视点控制.....	302
17.2 Viewpoint 节点.....	302
17.3 视点的应用.....	304
17.4 视点绑定.....	311
小结.....	319
第 18 章 性能优化和在网上发布	320
18.1 优化 VRML 文件.....	320
18.1.1 删除程序中不必要的间隔.....	320
18.1.2 优化文件中的导入模型.....	320
18.1.3 使用命名.....	321
18.1.4 使用原型.....	322
18.1.5 利用 gzip 压缩 VRML 文件.....	324

18.2 优化场景的渲染.....	325
18.2.1 有效使用纹理.....	325
18.2.2 适当使用光源.....	331
18.2.3 运用 LOD(Level of detail).....	332
18.2.4 使用 Group, Transform 对场景进行规划.....	339
18.2.5 使用简单节点取代复杂节点.....	339
18.2.6 优化碰撞.....	339
18.3 网上发布.....	339
18.3.1 VRML 的网上实现.....	339
18.3.2 VRML 与 HTML 的结合.....	340
18.4 外部创作界面.....	342
小结.....	346
第 19 章 场景的雾化	347
19.1 理解雾化.....	347
19.2 Fog 节点语法.....	347
19.3 雾化的应用.....	348
小结.....	353

第1章

VRML概述



早在网络刚开始普及时，人们就利用网络来做许多现实中难以做到的事，比如，和天南地北的人聊天，在网上观赏现实中由于种种原因而不能去的旅游胜地，网上购物，学习新科技等。而在电脑及网络相当普及的今天，大部分人在网上都有其数字化的化身，即 ICQ、OICQ、E-mail 及一些账号等。人们通过这些化身进行网上聊天、购物、学习等活动，在很大程度上方便和丰富了人们的生活。不过这些化身还是有缺陷的，在触觉、嗅觉、味觉等方面不可能代替人，不能满足人们的需求，人们需要的是真正的化身，VRML 便是现在最能满足这些要求的语言。

VRML 是虚拟现实建模语言（即 Virtual Reality Modeling Language，其早期名字为 Virtual Reality Markup Language）的简称，其发音为“vee-are-em-ell”。本章将初步介绍 VRML 的发展和应用，以及与 VRML 制作相关的编辑器和浏览器，并通过一个简单的 VRML 制作实例，力求使你对 VRML 有一个大概了解。

1.1 虚拟现实

虚拟现实是集计算机技术、传感与测量技术、仿真技术、微电子技术等为一体的系统集成技术。理想中的虚拟现实是利用这些方面的技术，创建一个虚拟场景，使用户在这虚拟场景中有像在现实中一样的感觉，在视觉、听觉、嗅觉、味觉、触觉等方面均和现实中的感觉一样，也就是说人体所能从现实生活中感受到一切均能在虚拟现实感受到，且两者毫无差别。如通过一些仪器和设备，你就能够足不出户而到全世界任何一地旅游，这两者并不矛盾，因为你所感受到的全是虚拟的，但你的感觉会告诉你这是现实的。

也许看过《黑客帝国》的朋友会联想到该影片中的人物通过互动式头盔进入网络社会，并在网络社会进行各种活动，如谈话、打斗等，这些活动不但对其自身有影响，对网络社会也有影响。这就是虚拟现实的表现。虚拟现实技术在最近十年有目共睹的发展中已经把早期科学幻想小说家的梦想变为现实，它不再仅仅是美国宇航局的一项高科技项目，还普遍运用于游戏厅、家庭等平民化场所。实现一个有限形式的电脑空间的梦想成为可能。只



要有足够的硬件，在一台大型计算机上即可实现一个可编辑的三维空间，通过尖端的计算机图形技术就能使三维空间和它的内容可视化，并且用户可以通过某些设备进入这个三维世界中。有的场景则需要带上头盔式装置和手套，以给人们一个三维世界的效果；有的则利用大屏幕技术把用户包围在三维世界里，随着用户的移动，计算机重新计算正确的视野并以足够快的、人无法察觉的速度显示出来，以使它逼真。再加上使用在电子空间用户与作用对象能交互作用的设备，如手套，你就有了置身其中的感觉。

现今硬件技术及网络技术的飞速发展，已经使虚拟现实在 Internet 上成为可能，网络的带宽和微机的 3D 运算能力，都已经使网上的虚拟现实成为真实。我们可以想象，在一个虚拟的三维场景中，有着真正三维身体的“人”在其间交谈、工作，现实中的你可以在一个虚拟的三维“真实”世界中变成另一个你、一个活灵活现的你；一个可做出真正动作，真正与他人“来往”的你，而不再是利用数字化的化身。你可以永远告别用键盘敲打字母、符号的日子，你需要的可能只是一个 3D 鼠标和一个耳麦，就能够在虚拟世界中生活。

1.2 VRML 的诞生及发展

VRML 是 Mark Pesce 和 Tony Parisi 在 Gavin Bell 和 Brain Behlendorf 的帮助下于 1994 年创造的。

1993 年 12 月 Mark Pesce 和 Tony Parsi 在旧金山相识，他们开始致力于电脑空间方面的工作，并共同设计了 Web 的 3-D 接口，用来浏览 Internet 上的三维画面。

1994 年 5 月，他们应邀参加在瑞士日内瓦 CERN 实验室举行的万维网（WWW）第一届国际会议。在该会议上，Mark Pesce 和 Tony Parisi 介绍了他们开发的可在万维网上运行的虚拟现实界面。虚拟现实标志语言（Virtual Reality Markup Language）的名称是由惠普公司欧洲研究实验室的 Rava Raggett 提出的，他是万维网的早期开发者之一。很快，虚拟现实标志语言就被虚拟现实造型语言（Virtual Reality Modeling Language）所替代，这个名称更能反映它的目的。这次会议初步决定，十月份在芝加哥召开第二次万维网国际会议。

在研讨会之后，以 Mark Pesce 与 Brain Behlendorf 为主的相关人士成立了一个 mailing-list，讨论相关标准的制定。经过讨论，决定以现有的标准为基础，制定 VRML 的规格。决定采用 SGI（硅图公司 Silicon Graphics Inc）的 Open Inventor ASCII 的文件格式。同时 SGI 同意将这种文件格式的剖析程序向公众开放不需要任何专利权和专卖权，供大家使用，这非常有利于 VRML 的发展。不过，VRML 规格是采用部分的 Open Inventor 规格，再加上网络连接的能力制定而成。

1994 年 10 月在芝加哥召开的第二次万维网会议上公布了 VRML 1.0 的规范草案。该方案是一个经过修改的 Open Inventor 3D 模拓文件格式的子集，再附加一些处理网络的相应功能和措施，其主要功能是完成静态的 3D 场景，以及与 HTML 链接的功能和措施。

1995 年秋，SGI 进一步推出了 WebSpace Author（供创作的程序）。这是一种 Web 创作工具，可在场景内交互地摆放物体，并改进了场景的功能，还可用于发表 VRML 文件。此时，VRML 设计工作组（VGA，VRML Architecture Group）相聚在一起，讨论下一个版本的 VRML。

1996 年初，VRML 委员会审阅并讨论了若干个 VRML 2.0 版本的建议方案，1996 年 3



月, VGA (VRML 设计小组) 决定将 SGI、SONY 等公司的 Moving Worlds 方案改造成为 VRML 2.0。并于 1996 年 8 月在新奥尔良的 SIGGRAPH'96 会议上公布。

VRML 的国际标准草案 (DIS, Draft of International Standard) 就是以 VRML 2.0 为基础制定的, 于 1997 年 4 月提交国际标准化组织 ISO JYCI/SC24 委员会审议, 依照惯例, 定名 VRML97(ISO/TEC 14772-1:1997), 在 1997 年 12 月认定。

1.3 VRML 与 Web

Web 是万维网 (World Wide Web) 的简称, 就是所有通过 Internet 可以访问的浏览器、服务器、文件和服务集合, 是 Internet 提供的最著名的服务, 它既有探索动人目标的魅力, 又有玩视频游戏的刺激性, 还可以通过直观易用的图形用户界面听音乐、看电影等。你不仅可以观看他人的作品, 还可以在 Web 上发表文章。

在 VRML 诞生前, Web 页面一般都是由超文本语言生成的, 其网页只能是简单的平面结构, 既使利用 Java 语言能够为万维网增色不少, 但也仅仅停留在平面设计阶段, 而制作精美的 3D 动画则难以在 Web 上发表, 更不要说动态交互了。而且实现环境与参与者的动态交互是非常繁琐的, VRML 改变了原来万维网上单调、交互性差的弱点, 将人的行动作为浏览的主体, 所有的现象都随浏览者的一言一行而改变。VRML 创造了一个可进入、可参与的虚拟世界。VRML 的诞生将使 Web 更加完善。

1.4 VRML 2.0 的功能和应用

VRML 2.0 版本是现在 VRML 的最新正式版本。VRML 2.0 包含了 3D 动画、3D 音效、传感器触发、事件输入输出、行为控制、支持多种脚本与多重使用者等功能, 真正在 Web 上实现了动态页面, 并加强了互动功能, 达到真正虚拟的效果。

VRML 可以在各行各业应用, 如创建虚拟城市、虚拟校园、虚拟超市、虚拟公司等, 当然用 VRML 创建自己喜欢的虚拟场景也是很方便的。下面是几个利用 VRML 在各方面取得成功的实例:

1. 科技探索

“一个对火星好奇的学生登上一个虚拟的宇宙飞船从地面点火起飞, 尝试各种飞行路径飞向这个红色星球。在火星表面登陆后, 驱车绕着科学上正确的轨迹运动——带有合适的重力和光照。”这一景象在火星探路者登上火星时, 已经借助 VRML 技术利用三维的虚拟太阳系模拟来自火星的大量数据, 发生在全球因特网用户的眼前。

2. 商业宣传

百事可乐公司在自己的网站上创建了一个广告画面: 探路者在火星表面走动且发现了一瓶百事可乐! 所有文件只有 12KB, 因此能十分方便地配置在一个普通的 Web 站点上。位于旧金山先进的 Web 设计公司 Construct 最近完成了一个 VRML 项目, 目的是展示 VRML





作为一个故事片媒介。片长 11 分钟，高分辨率逼真图形的故事占了不到 1 兆字节的磁盘空间。相似长度和质量的一个 MPEG 电影将比它大 300 倍。电子购物珠宝加工商为远距离顾客加工珠宝，为了确保最终样式符合客户的期望，他应用 VRML 创作工具建立一个项链模型，然后把设计模型通过 Web 传送给顾客。虽然顾客没有拿到真正的东西，他（她）仍能从所有角度考察这种项链，检查反射面的形状，决定作为基片的宝石高度。在设计阶段，即在昂贵的宝石被琢磨之前，把顾客的需求呈现出来。

3. 文物保护

意大利教堂的壁画被破坏已经很长时间了，但是仍有足够的信息恢复它原来的模样。采用建筑造型恢复教堂和图像扫描技术恢复壁画，然后把它们集成到 VRML 文件中，这样艺术学院的学员就能在走廊里行走，观看头顶的壁画在一天中不同的时刻随光线不同呈现的不同图案。当然还可以增加鉴赏评论等有关壁画的信息。

4. 娱乐业

Blitom 是一家位于洛杉矶的娱乐公司，最近和 Cosmo 软件公司演示了第一部 VRML 动画片。将一个演员的动作和声音捕捉下来，即时转换成一个卡通角色，并且现场广播到 SIGGRAPH 展示会的多个视点。呈现出来的非常美丽的动画电影的确是一个活生生的超媒体感觉，即易修改、交互性和沉浸感。举例来说，每个观众都能独立地改变摄像机角度。这项工作目前进展到能够让这种类型的应用程序由用户利用 28.8kbps 的调制解调器在公共的 Internet 上运行。

1.5 VRML 虚拟现实实例

介绍了与 VRML 有关的大量知识后，相信用户已经对 VRML 有了一个大概的了解，下面将创建一个简单的 VRML 场景，让用户正式接触 VRML 编写。

例 1.1

```
#VRML V2.0 utf8
Group {
  children [
    Shape {
      appearance Appearance {
        material Material {
          diffuseColor 0.5 0.6 0.4
        }
      }
      geometry Box {
        size 2 2 2
      }
    }
  ]
}
```





```
Transform {  
    translation 4.0 0.0 0.0  
    children Shape {  
        appearance Appearance {  
            material Material {  
                diffuseColor 0.4 0.8 0.6  
            }  
        }  
        geometry Sphere {  
            radius 1  
        }  
    }  
}  
  
Transform {  
    translation -4.0 0.0 0.0  
    children Shape{  
        appearance Appearance {  
            material Material {  
                diffuseColor 0.8 0.3 0.7  
            }  
        }  
        geometry Cone {  
            height 2.0  
        }  
    }  
}
```

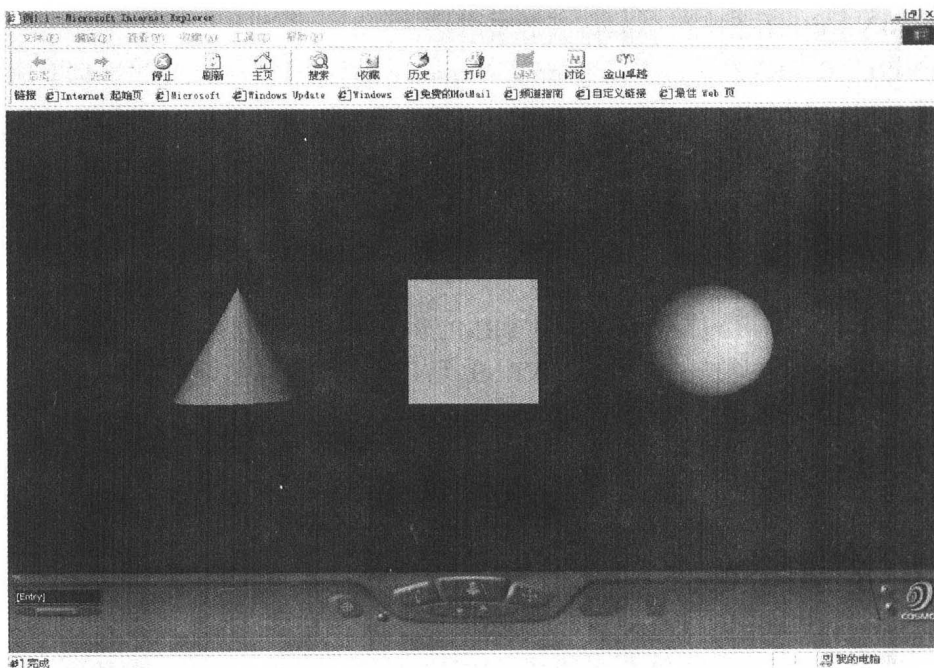


图 1.1 三个不同物体的造型





```
bottomRadius 1.0
```

```
}
```

```
}
```

```
}
```

```
]
```

```
}
```

这个例子描述了三个不同颜色、不同造型的物体，如图 1.1 所示。例子中各节点的使用法将在以后的章节中讲到。

1.6 VRML 编辑器及播放器

VRML 同 HTML 语言一样，是一种 ASCII 的描述性语言，可以用文本编辑器进行 VRML 编辑。用户可选用自己喜爱的文本编辑器，如，Windows 下的 NotePad（记事本），Dos 下的 Edit 等等。这些编辑器用法简单，不过功能也少，不适合编辑超大的文本，而且编辑步骤很繁琐，很少使用编辑器进行 VRML 编辑。现在 VRML 的编辑器除这些操作系统自带的外，还有很多功能强大的编辑器。如，Internet 3D Space Builder，Cosmo World，VrmlPad 1.2 等。这些均可在网上下载。正是有这些功能强大且简单好用的编辑器，才使得 VRML 的开发更简单、更完美。

VRML 有其自己特有的播放器，而目前支持 VRML 的播放器有很多，这些播放器的功能特性也有较大的差异。常会出现在这个播放器上能通过的 VRML 程序而在另一个播放器上并不能通过的现象，所以对于开发人员来说，了解各个 VRML 播放器之间的不同之处将有助于开发出具有更多兼容性的 VRML 程序。现在较常用、功能较强大的播放器有 Microsoft 2.0 VRML 浏览器和 Cosmo 播放器。

Microsoft 2.0 VRML 浏览器是 Internet Explorer 浏览器自带的，不过在早期的 Internet Explorer 版本中，没有自带。可以在 Windows 控制面板中选择【添加/删除程序】，然后进入【Windows 安装程序】选项卡，在【Internet 工具】列表框中选定【Microsoft 2.0 VRML 浏览器】选项。然后单击【确定】按钮，并根据相应的提示进行操作就可以完成 Microsoft VRML 浏览器的安装了。也可以从 <http://www.microsoft.com/VRML/> 下载。Microsoft 2.0 VRML 浏览器的操作界面如图 1.2 所示。

从图 1.2 中，可以看到 Microsoft 2.0 VRML 浏览器的控制面板上有一些用字母表示的按钮，浏览者正是通过这些按钮来浏览 VRML 场景的。下面详细介绍各按钮的作用。

Walk: 当选定这种方式时，浏览者在空间是以走路的方式进行的。在浏览器界面内按下鼠标左键之后往不同方向拖动鼠标，就可以前进、后退、左转、右转。拖动的距离长短与移动速度成正比。也可用键盘上的四个方向键。上键向前，下键后退，左、右键转头。这是默认的用户观察方式选项。

Pan: 使浏览者在空间进行上下左右的移动。

Turn: 使浏览者在空间无法改变自己的位置，只能改变自己的观察方向。

Roll: 使浏览者在空间无法改变自己的位置，只能以观察方向为轴旋转自己的观察方向。