

VRML 入门与提高

陆昌辉 主编

仇 刚 蔡 勇 编著

北京 大学出版社

北 京

内 容 提 要

VRML 是一种三维造型和渲染的图形描述性语言，它的目的主要是为了在网页中实现三维动画效果以及基于三维对象的用户交互。

本书系统地介绍了 VRML 的起源、发展、当前应用情况及今后的发展前景，力求用通俗易懂的语言深入浅出地对 VRML 语言进行介绍，通过大量的实例对每个节点的语法进行详细的讲解，以便于读者理解和操作。本书所用实例均经过上机调试顺利运行。

本书读者对象为多媒体技术开发人员、应用程序设计人员以及高等院校相关专业的师生。

图书在版编目(CIP)数据

VRML 入门与提高/陆昌辉主编. —北京：北京大学出版社，2003.1

ISBN 7-301-06109-9

I. V… II. 陆… III. VRML—三维 - 教材 IV. F713.36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 097924 号

书 名：VRML 入门与提高

著作责任者：陆昌辉

责任编辑：黄庆生

标准书号：ISBN 7-301-06109-9/TP·0703

出版者：北京大学出版社

地 址：北京市海淀区中关村北京大学校内 100871

电 话：编辑部 62765013 发行部 62750672 出版部 62754962

网 址：<http://cbs.pku.edu.cn>

电子信箱：xxjs@pup.pku.edu.cn

印刷者：

发 行 者：北京大学出版社

经 销 者：新华书店

787 毫米 × 1092 毫米 16 开本 16.75 印张 430 千字

2003 年 1 月第 1 版 2003 年 1 月第 1 次印刷

定 价：24.00 元

前 言

20 世纪 90 年代以来,以互联网为代表的信息技术革命正以风卷残云之势冲击着全球经济、文化、军事、政治等各个领域。毫无疑问,在新的世纪百年中,这一趋势仍将继续对人类的生活方式、学习方式和工作方式产生深刻的影响。

作为互联网时代的宠儿,Web 孵化了五花八门的网络开发语言,如 HTML、XML、Java、JavaScript、ActiveX 等等。相对而言,VRML(虚拟现实造型语言,英文全称为 Virtual Reality Modeling Language)是其中一支不可忽视的生力军。VRML 是一种描述交互式三维场景和对象的文件格式,它允许描述三维对象并把它们组合到作者构想的虚拟场景中,目前广泛应用于创建充满动感的三维虚拟空间。与其他网络开发语言相比,VRML 具有自身特定的优势:

- HTML 语言特别适用于生成静态的 Web 页面,但无法对用户输入的页面实现动态响应,更不用说与用户进行交互了。而 VRML 不但能够生成动态的页面,而且交互性很强,即用户可以根据自己的意愿改变 VRML 所生成的场景。
- Java、JavaScript 等程序语言虽然也可以达到动态和交互的效果,但需要一定的高级语言基础,对用户而言有一定的难度。而 VRML 则比较容易掌握,适合推广普及。而且在 VRML 中可嵌入 Java、JavaScript 等脚本语言,使 Web 页面变得更完善。

本书系统地介绍了 VRML 的起源、发展、当前应用情况及今后的发展前景,力求用通俗易懂的语言深入浅出地对 VRML 语言进行介绍,通过大量的实例对每个节点的语法进行详细的讲解,以便于读者理解和操作。本书所用实例均经过上机调试顺利运行。全书共分 11 章,第 1 章和第 2 章主要介绍有关 VRML 的基础知识,读者学完这两章,对什么是 VRML、VRML 的应用情况等有了大概的了解;第 3 章到第 6 章通过一些简单的例子引导读者构造自己喜欢的虚拟现实三维空间,同时对有关语法进行详尽的介绍,至此读者已经基本上具备了用 VRML 编程的能力。第 7 章至第 11 章则属于高手进阶内容,分别介绍了如何使用原型、与用户交互、设置场景信息、网上发布作品以及使用 EAI 等。到此为止,读者已经基本上掌握了 VRML 包含的所有内容。特别需要指出的是,第 11 章对 VRML 与外部的 JavaScript 程序实现通信的功能只是点到为止,主要是考虑到本书的篇幅限制,没有详尽地展开。

在写作思路,本书按照循序渐进的手法,首先介绍 VRML 所包含的功能,然后引出具有此功能的节点,最后通过实例详细地讲解节点的用法。例如“播放声音”这一功能,可以通过 Sound 这一节点来实现,由此引出 Sound 节点,进而又引出了 AudioClip 节点,最后通过例子来具体讲解 Sound 节点和 AudioClip 节点的用法。

本书由仇刚、蔡勇、文旭华、李竞杰等编写。陆昌辉主编并负责书稿的组织和统稿工作。全书由王德军策划并审校。此外,吴晓华、王刚、张小峰、刘军、黄河、王龙在写作过程中做了大量的事务性工作,在此一并表示感谢。

鉴于编者水平有限,错误之处在所难免,欢迎广大读者批评指正。

作 者

2003 年 1 月

第 1 章 VRML 概述

您是否畅想漫游全球，或者对某种价格不菲的艺术品心仪已久，而苦于没有时间或金钱；此时您或许会联想到《黑客帝国》中的人物——只需戴上头盔和手套，即可进入 Internet 虚拟世界，感受并参与虚拟世界中的种种事件，甚至可以进行虚拟训练，达到现实中的训练效果。当然，这只不过是利用电脑特技做出来的动画效果，然而它会让人情不自禁地认为这就是未来的现实世界。实现这些梦想，也许还要十来年或者更久的时间，但不断追踪与注意其发展却是一件极为有趣的事。您想充分体验虚拟现实的乐趣么？使用 VRML 无疑可以满足您的要求。

1.1 VRML 基础知识

1.1.1 VRML 的概念

VRML 是虚拟现实建模语言（即 Virtual Reality Modeling Language，早期名字为 Virtual Reality Markup Language）的简称，所谓虚拟现实，就是指采用各种技术，在计算机及其网络中营造一个可以以假乱真的现实世界，也就是能使人产生和置身于现实世界中相同的视觉、听觉、触觉、嗅觉、味觉等（目前研究的主要是前面三项）效果。

可以想象，当你戴上头盔和手套时，会发现自己如立泰山之颠，无限风光尽情领略，自然气息扑面而来；当你移动或转头时，眼前的壮丽景色也随之变幻，在家中即可实现“一览众山小”的雄伟抱负；或者是犹如置身于博物馆中，你可以仔细欣赏每一件艺术品，全方位地体味高雅的艺术感觉，达到近乎完美的身临其境的境界。

这就是虚拟现实的魅力，虚拟现实技术最近十年的发展已经把早期科幻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，而是普遍运用于游戏厅、家庭等平民化场所。只要有足够的硬件，在一台大型计算机上即可实现可编辑的三维空间，通过尖端的计算机图形技术就能使三维空间和它的内容达到可视化，并且用户可以通过某些设备进入到这个三维世界中。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，随着光标的移动，计算机重新计算正确的视觉空间并以几乎无法察觉的速度显示出来，其结果更加逼真。

网络技术的飞速发展，已经使虚拟现实在 Internet 上应用成为可能，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”成为真实现实。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”在其间进行交谈和工作，现实生活中的你可以在虚拟的三维的“真实”世界中变成另一个真正的你；一个活灵活现的你；一个可做出真正动作，

真正与他人“交谈”、“接触”、“来往”的你。你将永远地告别用键盘敲打字母和符号的日子，你需要的可能只是一个 3D 鼠标和一个耳麦。现实社会和虚拟的网络社会是紧密联系但又完全不同的两个实体，人们在现实社会未能实现的理想可以在虚拟的网络世界得以实现，你可以在虚拟网络世界做任何你想做的事（当然在虚拟网络世界里也和现实社会一样，有其自己的逻辑严密的、行之有效的规则，而你也有自己的权限，就如现在的虚拟社区都有其自己的管理规则一样，除非在这虚拟世界里只有你一个人生活）。

VRML 是一种三维造型和渲染的图形描述性语言，它把“虚拟世界”看作一个“场景”，而场景中的一切都看作“对象”（也就是“结点”），对每一个对象的描述就构成了 WRL 文件（描述场景的模型）。而要把这些枯燥的语言和符号变成动态的虚拟世界，需要配备高速的硬件和浏览器。通过浏览器解释这些语句可以实时生成虚拟场景。

VRML 的目的主要是为了在网页中实现三维动画效果以及基于三维对象的用户交互。它同 HTML（HyperText Markup Language）语言一样，也是一种 ASCII 的描述语言，且都支持超链接（从一个 Web 页面“指向”另一个 Web 页面的链接称为超链接，而相应的 VRML 术语则称之为远程链接 teleporte），但 HTML 不支持三维图像和立体声音文本的显示，熟悉 WWW（World Wide Web）的人都知道，由于 HTML 语言的局限性，VRML 之前的网页只能是简单的平面结构，就算利用 Java 语言能够为 WWW 增色不少，但也仅仅停留在平面设计阶段，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，于是，VRML 应运而生。

VRML 改变了原来 WWW 上单调、交互性差的弱点，将人的行动作为浏览的主体，所有的现象都随操作者一言一行而改变。VRML 创造的是一个可进入、可参与的世界。使用 VRML，我们能在 Internet 上设计自己的三维虚拟空间，诸如建造虚拟的用品、房间、城市（如图 1.1 所示）森林、草原、山脉、星球等能想象到的任何东西。这些仅仅受限于我们的想象力，在这里只有想不到的，没有做不到的。你可以在计算机网络上看到一幅幅生动、逼真的三维立体世界，你可以在里面自由地遨游；你可以将网络上流行的 MUD 游戏转换为图形界面；你可以将你的公司主页改变成为三维主页，让操作者可以边领略你公司的实貌，同时聆听向导的介绍说明，而不再仅仅是简单枯燥的文本、表格、平面图……，甚至双方可以在网上直接进行商业洽谈。

图 1.1 是一个 VRML 制作的虚拟城市。



图 1.1 虚拟城市

1.1.2 VRML 的特征与功能

相对其它在网络上运用的语言而言,VRML 具有下列特征和功能(注:指 VRML 2.0 规格,本书主要介绍 VRML 2.0,所有的实例都是 VRML 2.0 规格,如果没特别说明,所有 VRML 均指 VRML 2.0):

- 立体感的视觉效果

虽然我们使用诸如 3D Studio MAX 之类的软件可以制作出效果极为丰富的立体效果,然而其立体效果导出为文件之后通常是体积庞大。显然用这种方式在网页中实现三维动画是很不现实的。而 VRML 有效地解决了这个问题,其原理是在用户端提供一些基本的三维图形库,并且在网页运行时实时进行上色。这使得在网络上传输的数据量大大减少。而且,我们可以在形体上贴图、增加灯光效果、建立用户事件响应等。

- 立体音效

VRML 不但通过 3D 图形在视觉上观赏周围的事物,而且可以通过 3D 声音让人感受周围环境的声,就如在现实中听到一样,不再是简单的 2D 声音。在 Sound{} 节点中,可以进行声音大小、位置、方向等空间性质的设定,让声音的表现有远近不同的立体效果,以增加真实性。

- 存在感

能让我们有一种身临其境的感觉,仿佛存在于 VRML 世界中,而非局外人。

- 多感知性

通过一些设备在视觉、听觉、触觉等方面感受虚拟境界的一切。尤其其它不只局限于视觉或听觉,这更增加其真实感。

- 互动式(能影响虚拟环境)

VRML 的图形渲染是“实时”的,这是它与动画制作软件的最大区别。这种“实时性”导致了在虚拟场景中的人机“可交互性”。您可以用制作动画的软件制作一个沿着某一条路径浏览的“死”动画,而且可以反复播放这个动画,但该动画总是沿着一条固定路径的。而 VRML 生成的场景是“活”的。您在浏览 VRML 文件时可以用鼠标控制您的浏览方向,不受任何限制。这一点对于 Internet 的网页和三维游戏是至关重要的。看看 VRML 2.0 标准就可以发现这种人机交互性能大大加强了,在这里,您不仅可以在场景中随意漫步,甚至可以随时启动一个“事件”,比如:您碰到了一个物体,像现实中一样发出碰撞声,而不能像游魂一样穿过物体;当您遇到了一个门,亲自把它打开或关上。在感受虚拟境界的同时,能够通过自己的行为改变或影响虚拟境界,就如在现实中改变自己周围的环境一样。特别是您可以在网上和其它的虚拟人一起生活、工作、玩耍、探索和开发大自然等。

- 动态显示

VRML 不再全是静态显示,它所显示的一切都如现实中一样有静有动,只取决于该物品的属性。而且其动态显示不只是沿着某一路径下去的,它更取决于操作者所做出的动作,这是与其它也可显示动态语言的软件的根本区别。

- 动态显示与网络无关

VRML 是面向网络的,它是为网络而生的,并随网络而发展的。它的巧妙之处在于:避免了在网上传输无限容量的一帧帧视频图像,而传输的只是有限容量的 WRL 文件。即只传

送描述场景的模型，而把动画帧的生成放在本地。也就是说：当您在虚拟世界中漫步时，您依靠的只是本地主机的性能，而与网络无关，因此就不用再担心网络缓慢了。

- 感应器的功能

一个行为的发生，例如我们按下键盘按键，在 VRML 程序中，必须要有 Sensor{} 节点，如同人体的感觉器官，才能知道使用者有行为发生，进而依据 Script 节点中的设定，产生预定的反应。

- 脚本功能

在 Script{} 节点中加入程序语言，以进行对象行为的设定，编写的语言倾向于使用 Java，也可用其它的 CGI 程序，例如 Perl，另外 SGI 公司则发展了一种类似 Java 的 VRMLScript 语言，前途是非常可观的。

- 多重使用者 (Multi-User)

可以建立一个多重使用者共享的虚拟环境开发标准，可以让进入的使用者，利用其替身在虚拟空间中彼此交谈或沟通，并体验到多媒体、甚至是置身其中的生理感觉。

- 全球资讯网参考节点

以 Inline{name="URL"} 节点，可以将 Internet 上的其它 VRML 档案加入您所建立的虚拟世界，就如同编写 HTML 时也可以援用地球某处的图档，当需要显示时，再分别由网络下载，不必等所有对象下载完毕后，才能执行 VRML 档案。

- 超链接功能

anchor{name="URL"} 节点，在其中加入所要链接网站的 URL 地址后，就可以让某个对象有超链接的功能，点取后即可链接到特定区域，或是网络中的特定档案（例如一个 WAV 档，以产生多媒体音效）。

1.1.3 VRML 的应用

现在虚拟应用最火的可能是虚拟主持人了，就好像真人在你面前和你讲话，就目前来说，这些主持人很受大众欢迎，这就是虚拟现实的魅力。现有的网络虚拟现实系统实例有 SIMNET 和 VR 游戏，SIMNET 是一个用于军队演习的系统，是美国军方为了降低训练坦克部队费用而建立的。SIMNET 是第一个大规模网络 VR 的实例，它可以调整近 1000 个全动态图像的模型器。许多游戏公司都在其产品上部分实现了虚拟现实环境，特别是在局域网上，使实时性和交互性变为现实。

其实在 Internet 如此普及的今天，VRML 的应用是非常广泛的，基本上各行各业都可用到 VRML。VRML 在电子商务、教育、工程技术、交互式娱乐等领域都有着广泛的应用。如教育领域的应用：把 VRML 用于建造人体模型、电脑太空旅行、化合物分子结构显示等，由于数据更加生动逼真，提高了人们的想象力，大大激发了受教育者的学习兴趣，学习效果十分显著，随着计算机技术、心理学、教育学等多种学科的结合、相互促进和发展，能够提供更加协调的人机对话途径，娱乐领域的应用：娱乐领域是 VRML 的一个重要应用领域，VRML 是一个功能十分强大的在 Internet 网上交换三维场景的描述性语言，它能够提供更好的多人之间的交互，提供更加逼真的虚拟环境，从而使得人们能够享受其中的乐趣，带来更好的娱乐感觉，VRML 正朝着实时通信、大规模用户交互方向发展；工程领域的应用：当前的工程很大程度上要依赖于图形工具，以便直观地显示各种产品，某些设法提高生产率并削减成本

的公司特别需要那些能通过全球网或局域网按协作方式使用 VRML 建立三维模型的工程人员；商业领域的应用：对于那些期望与客户建立直接联系的公司，尤其是那些在他们的主页上向客户发送电子广告的公司，全球网具有特别的吸引力，VRML 可以大幅度改善顾客购买商品的经验，顾客可以访问虚拟世界中的商店，在那里挑选商品，然后通过全球网办理付款手续，最后商店及时把商品送到顾客手中。

而现在，利用 VRML 技术已在某些方面取得了一些成果，如以下几个成功利用 VRML 技术的例子。

- 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。这一景像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，物理和天文学世界被带入到生活中，而且比任何书本或第一代 Web 的页面更为吸引人并具有交互性。

- 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；电子购物时，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。类似的 VRML 应用范围很广，从严肃的（医疗构图、分子造型、工程与设计、建筑）到包含更多的娱乐的（游戏、各种广告、虚拟剧场）以及日常生活的习俗（起居室选择和家具摆设、周末公园旅游计划、汽化器维修等）。

- 文物保护

意大利教堂的壁画已经被破坏很长时间了，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候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。

- 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。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——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。所做的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 网上运行。

总之，VRML 的应用领域相当广泛，大致有以下几个领域：

- (1) 娱乐：电脑虚拟游戏、电脑玩具机、虚拟电影院、虚拟主持人等；
- (2) 教育：虚拟科学实验室，虚拟天文馆，虚拟体育馆，青少年数理、立体观念、生活

教育、专业领域的教育训练等 CAI 软体；

(3) 训练：驾车（一般车辆、吊车、堆土机等）、飞行、滑雪、机械人操作模拟、各种救灾演练及各式仪器、设备操作、安装与检修训练；

(4) 医学：外科手术、远程遥控手术、身体康复、虚拟超音波影像、牙齿校正及药物合成等；

(5) 设计：器材、室内、景观、建筑、土木、管线工程、机械人辅助设计等；

(6) 商业：广告（动产、不动产、一般业务推销及企业 HomePage 制作）、财产分析、电传会议及虚拟购物中心等；

(7) 简报：博物馆、纪念馆简介及游客导览系统等；

(8) 军事：飞行模拟、各式军车、军舰、武器操控及军事演习等；

(9) 太空：太空训练、虚拟驾驶等；

(10) 艺术：动态艺术、虚拟演员、虚拟音乐等；

(11) 监控：即时性股市行情显示、分析、电信网路及交通监控等；

(12) 科学视觉化：行星表面重建、虚拟风洞试验、分子结构分析等；

(13) 听觉评估：室内音响模拟、防止噪音测试等；

(14) 刑事调查：犯罪现场模拟；

(15) 网络应用：即时性、互动式的广告，虚拟银行、证券交易厅、商店、博物馆、大学校园多人互动式教学、游戏及分布式互动模拟（DIS）等；

上述的应用是目前最常被讨论的范围，随着虚拟实境系统相关科技的日趋成熟，来自各种领域的研究与应用势必不断地推陈出新，范围也将不断地扩大，这已是必然的趋势。

1.2 VRML 的历史

功能如此强大，应用如此广泛的 VRML 其历史却是短暂的。VRML 的诞生还是近几年的事，是 Mark Pesce 和 Tony Parisi 在 Gavin Bell 和 Brain Behlendorf 的帮助下创造了 VRML 语言。

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，受 HTML 浏览器的启发，他们共同设计了 Web 的 3-D 接口，这是三维浏览器的原形，可用来浏览 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 在会上介绍了他们开发的可在万维网上运行的虚拟现实界面。这时，由 Tim Berners Lee 与 Dave Raggett 组织的一个情趣相投者联谊会 BOF（BOF 来自一句英语的谚语：Birds of a feather.）马上产生强烈的反响，决定开发一种场景描述语言，它可以连通 Web 网。同时，Mark Pesce 与 Tony Parisi 开发出一套 3D 的浏览器，称为 Labyrinth，发表于该研讨会上。VRML 这个词就是在 BOF 的会上造出来的。虚拟现实标志语言（Virtual Reality Markup Language ——VRML）的名称是由惠普公司欧洲研究实验室的 Rava Raggett 提出的，他是 WWW 的早期开发者之一，他对电脑空间有着浓厚的兴趣。很快，虚拟现实标志语言就被虚拟现实造型语言（Virtual Reality Modeling Language

——VRML) 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, 也就是说只留出五个月的时间。在这段时间里, 能否拟出一个 VRML 规范的初步方案? BOF 成员和自愿加入开发新规范行列的网络程序员信心十足。他们一致认为: 在下次会议之前, 一个内部试用语言规范一定能完成。

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。讨论的结果, 基于节省时间及制定上的方便, 决定采用 SGI (硅图公司 Silicon Graphics Inc) 的 Open Inventor ASCII (Open Inventor 是 SGI 推出的工具软件之一, 它便于程序员快速、简洁地开发各种类型的交互式 3D 图形程序。这种工具软件的编制是基于场景结构和对象描述概念和手段, 该语言的基础是文件格式) 的文件格式。选择 SGI 公司的 Open Inventor 的重要原因之一是它的文件格式完全支持有关三维场景的描述, 另外, Open Inventor 还支持亮度、纹理和现实效果等多种图像处理特性。因此, SGI 的 Open Inventor 文件格式的一个子集及其网络特性的扩展形成了 VRML 语言的基础, 另外, 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, 对 VRML 的发展而言, 有催化剂的效果。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。

同时, SGI 的工作组的工程师 Gavin Bell 利用工作组每周举行一次的例行午餐会, 告诉他的主管经理 Rill Carey 关于 VRML 的事情, 说明急需建立一种可在 Web 网上运行、描述 3D 场景的语言。到聚餐结束时, Carey 已决心从事于这场新的开拓 (后来两人合办了 Wasabisoft)。之后不过用了两周时间, Gavin Bell 就提出了 SGI 的方案, 它是一个经过修改的 Open Inventor 3D 模拓文件 (Metafile, 元文件) 格式的子集, 再附加一些处理网络的相应功能和措施。还有几项颇有讨论价值的方案也先后提交, 参加候选。Pesce 和 Behlendorf 公允地主持了方案的论证会, 最后投票结果, SGI 方案赢得了多数。这就意味着 VRML 是脱胎于 Open Inventor 的文件格式。这就是 1994 年 10 月在芝加哥 (Chicago) 召开的第二次 WWW 会议上公布 VRML 1.0 的规范草案。主要的功能是完成静态的 3D 场景, 以及与 HTML 链接的功能和措施。

另一位 SGI 的原 Open Inventor 的设计师 Paul Strauss 开始制作一个 VRML 公共域 (Publicdomain) 的词解程序 (Parser), 当时流行于业界的名字叫 QvLib。这个程序的作用是把 VRML 的可读文件格式转换成浏览器可理解的格式。这个词解程序于 1995 年 1 月公开发布, 它可以安装到各式各样的平台上, 随之, 各种浏览器恰似雨后春笋般勃然兴盛起来。

可以理解和显示所有 VRML 文件的浏览器, 最早还是出自 SGI, 由 David Mott 和多位 Inventor 的工程师写成的 WebSpace™ Navigator。不久, 模板图形软件 (Template Graphics Software) 运行于 WebSpace, 不仅适用于 SGI 平台, 也适用于多种其它平台, 而且所有版本的 WebSpace Navigator 浏览器均免费使用。

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, 其中有 SGI 的动态境界 (Moving Worlds) 提案、太阳微系统 (Sun Microsystems) 的全息网 (Holl Web)、微软公司 (Microsoft) 的动态 VRML (Aictive VRML)、苹果公司 (Apple) 的超世境界 (Out of the world), 以及其它多种提案。委员会的很多成员参与修改和完善这种种方案, SGI、SONY

等公司的 Moving Worlds (移动世界) 被证明是其中最成熟的一个。但 Microsoft 公司的 ActiveVRML (动态 VRML) 也具有相当的竞争力。很明显,“动态 VRML”与“移动世界”之间是一场势均力敌的较量,无论是技术性或政治性的问题都提了出来,并引起广泛的争论。最终,问题变成了谁将成为 VRML 的基础?经过多方努力,最终在 2 月底以投票裁定。结果, Moving Worlds 以 70% 选票赢得了绝对多数。1996 年 3 月, VGL (VRML 设计小组) 决定将这个方案改造成为 VRML 2.0。1996 年 8 月, 在新奥尔良 (New Orleans) 的 SIGGRAPH96 会议上公布。

VRML 的国际标准草案 (DIS, Draft of International Standard) 就是以 VRML 2.0 为基础制订的, 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 VRML 97 (ISO/TEC 14772-1:1997), 在 1997 年 12 月认定。

1.3 VRML 的发展前景

1994 年的秋天 VRML 1.0 版的规格书诞生, 但 VRML 1.0 版由于建立的时间相当仓促, 因此仅完成 3D 场景的建立, 并针对 Internet 的特点, 加上超链接与文字的功能, 它所提供的只是标准物体, 可笑的是它不能实现互动, 当你碰到一个物体时, 不是发出碰撞声, 而是穿过物体, 无法对物体做出任何动作, 如移动物体、开关门等, 在这里浏览者好像是游魂一样, 有形体而无实体。VRML 1.0 所表现的是一个静态的、死气沉沉的世界。因此小组成员在 VRML 1.0 的基础上制定 VRML 1.1。VRML 1.1 比 VRML 1.0 版有了一定的提高。例如, 它允许将声音文件加入到场景中, 支持最原始的动画制作。但这些新的功能并没有对 VRML 进行足够的、令人注目的改进。人们并没有从 VRML 1.0 版本上看到 VRML 的过人之处。在这种情况下, 就要求对 VRML 语言进行一次彻底的改造。

1996 年 8 月, 依据 SGI 公司所提出的“ The Moving worlds VRML 2.0 ”草案, 制定出 VRML 2.0 规格。VRML 2.0 一方面稳定了 VRML 1.0 的基础, 另一方面则将 VRML 的静态世界改变成动态世界, 并强化互动功能。VRML 2.0 在 VRML 1.0 的基础上增加了动画、传感器、事件、行为、脚本与多重使用者等功能, 其理想在于建立一个使用者可以彼此沟通的虚拟社区, 这也是必然的趋势。使虚拟环境成为让数个使用者同时彼此互动与沟通的空间, 比笔谈的 E-mail、对话的 OICQ、甚至是未能普及的电视会议更上一级, 其中最受瞩目的计划为 Living Worlds。Living Worlds 计划为 VRML 2.0 标准制定后的另一个 VRML 开发团队整合, 由 Black Sun、ParaGraph 与 Sony 公司共同提出, 并且得到 30 多个大厂的支持, 所要实现的理想是建立一个多重使用者共享的虚拟环境开发标准, 可以让进入的使用者, 利用其替身在虚拟空间中彼此交谈或沟通, 并体验到多媒体、甚至是置身其中的生理感觉。事实上, 这样的构想许多电影中早已经出现了, 但是付诸实行的共同标准却仍混沌未明, 因为在这样的共享虚拟环境中, 要的不仅是场景的建立, 还包含环境中各对象属性与行为的定义, 例如替身的表情、动作等, 并且还需要 Iphone 等相关软体的支持。

在美国加州的 Monterey 市举行为期四天的第二届 VRML 年度论文研讨会 (VRML97) 上, 主要的焦点集中在网路中多重使用者系统的开发上, 这也揭示了 VRML 将来发展的重点, 利用 Internet 的全球连线功能, 建立一个对所有人开放的互动虚拟空间, 不管您对自己、朋

友或是陌生人的网络化身有什么样的看法，一个 3D 的虚拟使用者界面必然形成，目前的问题一个是 VRML 本身的功能，另一个则在于网路频宽，后者得等到 ADSL 或 Cable Modem 出现后，才可得到部分的解决。

以上针对 VRML 在规格与软件方面的发展做一些介绍，过去以 VRML 1.0 所见的虚拟场景几乎只是 WWW 上的一个花招，不具有实用的意义，然而在 VRML 2.0 中对于行为功能的加入与多重使用者环境的建立后，整个虚拟空间将更加真实和实用。接下来的发展，一方面将针对使用者在虚拟空间中的实体感觉问题，也就是将虚拟行为与使用者的实际生理感觉充分结合；另一方面则是虚拟世界的建设，包含虚拟生物的人工智能行为、甚至是自我生长与繁衍等。

首先，我们将会看到 VRML 开发工具是非常丰富的，而且这些开发工具对 VRML 的支持也将越来越完备。特别是支持所见即所得的交互式 VRML 应用开发的工具。

另外，VRML 和 Java 的兼容问题也日益被提上日程。目前我们只能够通过 Script 结点插入一些简单的 JavaScript 而且很多 VRML 浏览器还不支持其中的一些特性。这使得在 VRML 虚拟世界中设计复杂的交互行为几乎是不可能的。如果我们能够直接在 Script 结点中插入 Java 的话，情况就变得大不一样了。到那时候，我们也许可以玩到使用 VRML 开发的 Quake 系列。

VRML 进一步发展的一大障碍就是三维渲染的速度问题。这主要是由于硬件尚不能跟上软件的发展。不过各大硬件厂商都在不遗余力地提高硬件的性能，如 Inter 已经将 PC 机的 CPU 的主频提高到了 1G 以上。此外，各类 3D 图形硬件也蓬勃发展。在不久的将来，有数千行代码的 VRML 程序在客户端的 Load 过程将在短短几秒钟内完成。

为了推动 VRML 技术的发展，VRML 联盟 (VRML Consortium) 组织了很多工作组 (Working Group, WG)，每个工作组都是自愿组织、自我约束，并经 VRML 协会认可的技术委员会负责某个和 VRML 有关的专题技术的研究和实现工作。下面介绍目前已组建的工作组及其研究目标，它们基本涵盖了 VRML 的主要发展动向。

(1) 人性动画工作组 (Humanoid Animation WG)

利用 VRML 表现人类行为特性。

(2) 色彩保真工作组 (Color Fidelity WG)

确保采用任何平台的观众看到的效果都和创作者的原始作品一样，看到的颜色应当一致。

(3) 元形式工作组 (MetaForms WG)

针对利用形式文法生成的作品，提出一般性的方法论和一般性的规范，使之能够映像为某种特定形式，例如 VRML。首要目标是能够表示“数字生命格式 (digital life-forms)”的结构和增长。

(4) 面向对象扩展工作组 (Object-Oriented Extensions WG)

讨论和推动对 VRML 进行面向对象扩展的方法。

(5) 数据库工作组 (Database WG)

推进基于 VRML 的商业应用的创建，利用数据库维护 VRML 内容的持久性、升级能力和安全传输能力。

(6) 外部创作接口工作组 (External Authoring Interface WG)

在 VRML 境界和外部环境之间建立标准接口。

(7) 界面组建工作组 (Widgets WG)

为开发者和用户提供一套基础性的、可自由使用的标准用户界面组件集,并提供支持基本组件集和所有 VRML 组件的理论框架。

(8) 二进制压缩格式工作组 (Compressed Binary Format WG)

探讨并开发 VRML 文件的进制编码方法,重点是研究为了快速传送的目的而尽量缩小文件尺寸,同时为了快速解码的目的而尽量简化文件结构。

(9) 通用媒体库工作组 (Universal Media Libraries WG)

为了提高 VRML 境界的真实感,同时减少网络下载量,定义一种由驻留本地的媒体组件(纹理、声音和 VRML 对象)组成的小型跨平台媒体库。同时定义一种统一机制,VRML 内容创作者可以在自己的境界中使用这些媒体组件。

(10) 活动境界工作组 (Living Worlds)

为多用户(包括多个开发者)应用的产生和进化定义概念框架并确定一组界面。

(11) 键盘输入工作组 (Keyboard Input WG)

为了使内容创作者能够在自己的境界中访问键盘输入,定义一个或多个扩充节点。

(12) 一致性工作组 (Conformance WG)

为和一致性测试有关问题提供一个讨论场所,特别地,本组将辨别 VRML 实现发生分歧的地方以及相应的动作序列。

(13) 生物圈工作组 (Biota WG)

为生命系统(living system)的研究和学习建立、配备数字式工具和环境。

(14) 分布式交互仿真工作组 (Distributed Interactive Simulation WG)

为建立有多广播能力(multicast-capable)的大规模虚拟环境(large-scale virtual environments,LSVEs)确立初始网络约定。

(15) VRML 脚本工作组 (VRML Script WG)

向 VRB(VRML Review Board,VRML 监察组)提供有关 Java 和 JavaScript 的问题列表、修改建议和评论。

(16) 自然语言处理和动画工作组 (NLP&Animations WG)

为了使用户能够使用自然语言和 VRML 动画形象进行交流,从而使交互更自然,增强用户和动画形象之间的信息交流,研究如何使用“问题/回答”、“命令/响应”式的对话以及基于操作系统命令和字符控制的自然语言。

(17) VRML-DHTML 集成工作组 (VRML-DHTML Integration WG)

为 VRML 和 DHTML 在文档对象模型、组件(component)接口和绘制等三个层次的紧密集成开发一种概念模型。

总之,VRML 是一门很新的技术,更确切地说是一门尚在发展的技术。而随着互联网络的迅猛发展,Internet 已渗入到社会生活的各个方面,网络文化必将成为社会文化最重要的一部分。一个基于 Internet 的网络社会即将形成,而虚拟现实技术便是这个社会的基础。随着 VRML 的逐渐推广和流行,相信这一技术将会得到更进一步的发展。

1.4 VRML 编辑工具及浏览器插件

VRML 是一种 ASCII 的描述性语言,所以我们可以用文本编辑器进行 VRML 编辑。你可选用你自己喜爱的文本编辑器,如 Windows 下的 NotePad (记事本),Dos 下的 Edit 等等。这些都是运用最多的,在这里就不多说。但是使用这样的编辑器,要把那些数字和三维空间的模型联系起来是一件很困难的事,既枯燥,又繁琐费时。这时如果你有一款编辑器,如 Mirosoft 提出的所见即所得的 HTML 编辑器 Frontpage(所见即所得使得网页制作不再是程序员的工作了,程序员被退到了后台,前台的网页设计就是平面设计师们的事了。Macromedia 的 Dreamweaver 以及 Flash 的推出,使得网页制作需要的只是创意了,VRML 也同样面临这一问题,虚拟现实本身需要的也只是艺术的三维造型和天马行空的创意),将大大提高你学 VRML 的兴趣和制作 VRML 的乐趣。

目前 VRML 的编辑器分为三类(不包含利用“小作家”等直接写程序),第一类是 VRML 程序码的撰写辅助程序,提供插入各种节点的工具,使用时必须先对 VRML 程序的结构与前后节点继承关系有相当的了解,例如 VRMLExpress 与 V-RealmBuilder;第二类是由原有的 3D 动画软件修改成可以制作与编辑 WRL 档案的程序,此类型的软件在于 3D 模型制作方面均保有强大的编修能力,例如 Pioneer、PioneerPro 与 Ez3D;第三类则类似于一般 VR 的开发工具,也称为建立世界(WorldBuilding)软件,例如 WebWorld、VirtualHomeSpaceBuilder 与 3-DWebsiteBuilder 等。

1.4.1 VRML 编辑工具

在这里向大家介绍几款常用的 VRML 开发工具,供参考、选用。

(1) Internet 3D Space Builder

ISB (Internet 3D Space Builder) 是一款使用者众多的 VRML 开发器。它由 ParaGraph 公司出品,是一款非常直观的 VRML 开发工具,它提供了多种三维图库,我们可以直接将其图库中的对象工作区形成三维场景,然后再直接保存为*.wrl 文件。虽然尚未支持 VRML 97 的全部功能,但是我们可以很方便地使用它建立各种三维实体。当需要对功能进行扩展时,可以使用记事本之类的工具将 ISB 生成的文件打开,然后加入相应的代码。有一点需要注意的是,如果我们再次打开手工添加代码的文件时,它会自动删除无法识别的语句。可以直接从 ParaGraph 公司的主页下载 ISB,地址是 <http://www.paragraph.com>。

(2) 3D Studio MAX

3D Studio MAX 是一款很经典的三维创作工具,相信大多数读者都知道它。其实,对于 VRML 开发人员来说,3D Studio MAX 还是一款很不错的 VRML 场景生成工具。与 ISB 相比较,3D Studio MAX 更加适合于专业人士的使用。因为我们可以同时利用 3D Studio MAX 强大的三维场景生成功能。下面,我就以 3D Studio MAX 3 为例,向大家简单介绍一下如何生成复杂的三维场景。

首先运行 3D Studio MAX 3,然后使用形体库中的形体或者贴图功能建立所需要的三维场景。在制作过程中,我们可以先将文件保存为*.max 格式。因为 3D Studio MAX 3 对自身倡导的这种格式有较高的存储效率,而且不至于引起形体的变形和色彩的失真。当完成了三

维场景的设计之后,打开“File”菜单,选择“Export”命令,进入文件导出对话框,并在该对话框中将导出文件类型设置为*.wrl。单击“确定”按钮之后,可以进入 VRML 97 导出设置对话框。我们可以通过这个对话框设置 VRML 文件的一些环境设置选项,如视点、向导信息、背景、雾化效果等等。如果只需要建立三维形体场景的话,也可以直接按下“OK”按钮。

(3) True Space 4

和前面介绍的 3D Studio MAX 3 一样,True Space 4 亦是一款专业的三维开发工具。使用 True Space 4 同样可以将三维场景导出为 VRML 97 格式的文件。当我们使用 True Space 4 建立了一个完整的三维场景之后,打开“File/Scene”菜单,然后选择“Save as”命令,并在文件保存对话框中将文件类型设置为“VRML Scene”。单击确定按钮后,可以进入 VRML 导出设置对话框。在该对话框中,我们可以设置关于导出文件的一些相关选项。如:是否以 VRML 2.0 格式导出、是否使用雾化效果、是否使用材质等等。

(4) Cosmo World

Cosmo World 和后面介绍的 Cosmo 播放器是同一个公司的产品。它可以使你像小孩子堆积木那样简单地创建自己的三维世界。需要的朋友可以去 Cosmo 的主页下载,地址是 <http://www.sgi.com/software/cosmo>。或者去 <http://www.TandStech.com> 下载。

(5) SitePad

SitePad 的下载地址是 <http://www.modelworks.com/>,这是一款 HTML 和 VRML 的集成开发环境,同时支持 VBScript 和 JavaScript,并有着相当不错的口碑。

(6) VmlPad 1.2

VmlPad 1.2 提供预览,色彩、光照、透明度的直观选择,语法提示,关键字用不同颜色显示,书签设置,外部调用 C\C++、VB、Delphi 等,支持 VBScript 和 JavaScript,直接在因特网上发表等功能,这款编辑器可以在 <http://vmlpad.parallelgraphics.com/> 下载。

1.4.2 VRML 浏览器插件

VRML 程序的运行离不开 VRML 浏览器,目前可供用户选择的 VRML 浏览器很多,各个浏览器的功能特性也有较大的差异。常会出现在这个浏览器上能通过的 VRML 程序,在另一个浏览器上并不能通过,所以对于开发人员来说,了解各个 VRML 浏览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。下面就介绍几款比较典型常用的 VRML 浏览器。

(1) Microsoft VRML 浏览器

通常使用 Windows 98 自带的 Microsoft VRML 浏览器来对示例程序进行浏览,这主要是因为这一 VRML 浏览器比较常见,对用户来说也最容易得到。如果你在安装 Windows 98 时,没有安装这一选项的话(该选项是非默认选项),可以在控制面板中选择“添加/删除程序”,然后进入“Windows 安装程序”标签页,在“Internet 工具”一栏中选定“Microsoft 2.0 VRML 浏览器”选项。接着按下“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 VRML 浏览器的另一个优点就是可以直接浏览*.wrl 格式的文件,而无需相应的 HTML 文件。这一功能在开发端将是很受欢迎的,因为开发人员在设计了一个 VRML 程序之后,直接保存为*.wrl 就可以进行浏览了,而无需再特地编写 HTML 代码。

Microsoft VRML 2.0 浏览器在 IE 4.0 下的运行界面如图 1.2 所示。在默认的设置下，Microsoft VRML 浏览器的左边和下边各有一个工具栏。通过这两个工具栏上边的按钮，我们可以对观察者的观察方式等选项进行设定。



图 1.2 Microsoft VRML 2.0 浏览器

以下是几个按钮的使用说明：

- “Walk” 按钮

这是缺省的用户观察方式选项。当选定这种方式时，观察者在空间是以漫步的方式进行。按下鼠标左键之后往不同方向拖动鼠标，就可以进行前进、后退、左转、右转等观察行为。拖动的距离长短与漫步速度成正比。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。

- “Pan” 按钮

这种观察模式能够让观察者在空间进行上下左右的移动。

- “Turn” 按钮

在这种观察模式下，观察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” 按钮

在这种观察模式下，观察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。

- “Goto” 按钮

使用这一按钮，鼠标变成瞄准状，然后再点一下虚拟场景中的任何东西的任何一点，就可使观察者的位置迅速移动到其旁边。

- “Study” 按钮

在这种观察模式下，用户可以任意旋转空间的对象。

- “Zoom Out” 按钮

自动切换到一个距离三维世界比较远的视角，以便观察到整个三维世界。

- “StraightenUp” 按钮

在多次进行视角的变换之后，观察者的“身体”经常会倾斜过来。使用这一按钮可将“身体”正过来。

- “Restore” 按钮

重新装载 VRML 文件。

在 Microsoft VRML 浏览器中单击鼠标右键，还可以弹出快捷菜单。通过这一菜单，我们可以进行更进一步的设置。如在 Viewpoints 菜单中可以选择当前设定的多个视点中的一个，在 Graphics 菜单中可以设置顶灯的开关、选择图形现实的平滑度等等。

(2) Cosmo 播放器

Cosmo 播放器是由 SGI 公司的 Cosmo(TM) 软件部开发的一款 VRML 浏览器。和 Microsoft VRML 浏览器相比较，Cosmo 播放器要显得更加专业一点。可以支持 Netscape (2.0 版以上) 与 IE (3.0 版以上)，是目前浏览 VRML 2.0 最普遍的浏览程序，安装后会取代已经安装的其他 VRML 浏览程序 (包含 Netscape 内建的 Live 3D)，特点为其顺畅的浏览功能，不会产生跳动的感觉，此外，Cosmo 播放器还内置了 Intel 公司的 RSX (Realistic Sound Experience) 技术，这一技术能够使立体声的播放效果更加逼真。不过初使用时，它用以浏览的工具较难以接受与理解，不像 Live 3D 那样直觉。

Cosmo 播放器最大的优点就是对 JavaScript 的良好支持。在前面的内容中我们已经了解了如何在 VRML 程序中使用 JavaScript，但是由于目前很多 VRML 浏览器对 JavaScript 的支持都不是很好，以致于 JavaScript 在 VRML 中的应用还不是很普遍。不过 Cosmo 播放器对 JavaScript 的支持就好像 NetScape 对 Java 的支持一样，有一种“原汁原味”的感觉。所以，很多人将 Cosmo 播放器看作是当前最好的 VRML 浏览器。本书所有例子均是在 Cosmo 播放器下通过的。

Cosmo 播放器 2.1.1 版的界面如图 1.3 所示。当鼠标指向按钮时，该按钮比周围按钮更亮，同时会在仪表盘下方显示该按钮名称，并在最下方说明。Cosmo 播放器中的按钮功能和使用方法和 Microsoft VRML 2.0 浏览器中差不多，这里只说几个 Microsoft VRML 2.0 浏览器中没有的按钮，其使用说明如下。



图 1.3 Cosmo 播放器

- “Change Controls” 按钮

点击该按钮，会使控制杆朝上或朝下，同时仪表盘中的按钮也随之变化。当控制杆朝上时，此时仪表盘起调试的作用，也就是说，当您完成了一件 VRML 作品时，可以用它调试 VRML 程序合理与否，它是对开发者而言的。而手柄朝下时，是对使用者而言的，只有手柄朝下，我们才可在虚拟世界中浏览、行走、转弯。

- “Gravity” 按钮

在这种观察模式下，设置了重力，观察者处于行走状态。

- “Float” 按钮