

流行软件速成丛书

VRML 2.0

# 使用速成

施寅 周葆芳 赵志勇 编著



清华大学出版社

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

# VRML 2.0 使用速成

施 寅 周葆芳 赵志勇 编著

清华大学出版社

(京)新登字 158 号

## 内 容 提 要

本书以对 Internet 上的一个虚拟场景进行浏览为例,通俗易懂地介绍了虚拟造型语言 VRML 2.0 的规范以及使用方法。

全书内容分为 15 章,包括:什么是 VRML、进入万维网、浏览一个虚拟世界、构造一个虚拟场景、物体的几何造型、外观与原型定义、文本与复杂形体、使用光源与声音、动画及用户交互、脚本与动画、有关脚本的进一步知识、使用颜色与法线、纹理及其贴图、发布你的作品、提高运行性能。正文后面附有常用术语、节点说明、域类型说明等三个附录。每章都有思考题可供选做。

本书可作为 Internet 技术开发人员、3D Web 爱好者和广大上网用户的技术参考书,也可作为大学有关专业的教师、研究生、大学生的辅助教学参考书。

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

## 图书在版编目(CIP)数据

VRML 2.0 使用速成/施寅等编著. —北京:清华大学出版社,1998

(流行软件速成系列)

ISBN 7-302-03023-5

I . V… II . 施… III . 程序语言,VRML 2.0-程序设计 IV . TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 17365 号

出版者:清华大学出版社(北京清华大学校内,邮编 100084)

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

印刷者:北京大中印刷厂

发行者:新华书店总店北京科技发行所

开 本:787×1092 1/16 印张:14 字数:328 千字

版 次:1998 年 8 月第 1 版 1998 年 8 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-302-03023-5/TP·1609

印 数:0001~5000

定 价:16.50 元

# 前 言

计算机图形技术和因特网(Internet)信息技术的应用研究已成为当前的热点。从计算机图形技术的发展来看,除计算机辅助设计等原有应用领域之外,计算机动画、平面设计、娱乐教育也成为广泛的应用领域,而且有迹象表明,后者的发展势头超过了前者,其中尤其是三维图形技术更是发展迅猛。与此同时,异军突起的因特网已遍及全世界的各个角落,万维网(WWW)已成为隔洋过海传递全球信息的纽带。各种各样的信息正以更方便、更快速的方式广泛地进行交流,每个人都顿时感到与世界各地的距离大大缩短了,一个美好的“地球村”正在形成。

对只使用字符、文本和静止画面 Web 技术的交流方式,人们有理由感到不满意。人们喜欢交互的、逼真的、动态的虚拟三维环境,要求把三维空间引入因特网,这样,以虚拟现实为特征的 3D Web 技术就应运而生了,通过这个技术,人们在网上不仅可以发送电子邮件,而且可以进行亲切交流;不仅共享版面、视频和音频,而且共享三维世界;不仅可以根目录订购货物,而且可以从虚拟商场任意挑选自己喜爱的商品。

像文本标记语言(HTML)作为标准 Web 的核心基础那样,虚拟现实造型语言(VRML)已作为 3D Web 的核心技术。VRML 是一种描述交互式三维对象和世界的文件格式,它允许你去描述一个现有的或想像的景物并将它放入虚拟的三维环境中,世界各地上网的用户都能异地通过漫游感受你的虚构的但是似乎又是真实的虚拟世界。为了统一虚拟现实造型语言的规范,VRML 1.0 已于 1995 年公布,接着新的规范 VRML 2.0 也于次年出台。在几家公司各自提出不同的建议方案的基础上,最终确定以 SGI 公司的“HoloWeb”方案作为蓝本。

目前,三维图形技术和因特网技术都正以前所未有的速度向前发展,作为二者密切结合的产物——3D Web 技术一定会在我国得到普及和推广。虽然我们具有多年从事计算机图形技术的教学和工作经验,但对于迎面扑来的大量信息仍感到措手不及。尽管我们手头的相关资料有些不足,但是近来一直有一种无形的推动力促使我们编写这本有关介绍 VRML 的参考性读物。本书通过对一个来自因特网上虚拟场景的实际浏览和详细说明,力图通俗易懂地向你介绍有关 VRML 的规范以及使用方法。本书可作为因特网技术开发人员、3D Web 爱好者和广大上网用户的技术参考书,也可作为大学有关专业的教师、研究生、大学生的辅助教学参考书。

全书共分为 15 章,各章的内容都有所侧重。

第 1 章主要回答什么是 VRML 这个问题,为此,这章就 VRML 的发展过程、应用领域及前沿技术展开讨论,并对它的前后两个版本作了比较。

第 2 章为你提供了进入万维网的方法,介绍如何在万维网上建立、浏览和发布你的作品,如何选择适用的软硬件进行配置。

第 3 章以浏览古代阿兹泰诺切蒂特兰的祭祀中心为例,介绍了网上浏览三维场景的



操作方法,让你亲身感受使用 3D Web 的实际效果,为讨论以后各章提供必要的准备。

第 4 章告诉你如何从头开始,一步一步地构造一个初步的框架。在构造过程中,将讨论有关文件结构、节点、场景结构框图、实例使用以及场景观察等基本概念,并初步讨论几何节点、外观节点和变换节点的概念与结构。

第 5 章介绍了构造虚拟场景的三种方法,即造型软件、写作工具和实际编程。这章着重介绍了如何使用 VRML 进行编程,并且详细讨论了几何节点的使用规则和应用实例。

第 6 章详细讨论了外观节点的使用方法,还讨论了原型、外部原型的原理和定义方法。

第 7 章讲述了文本节点、标高网格节点和拉伸节点的使用方法。

第 8 章讨论如何使用光源来照亮场景,如何使用声音使场景更为真实。在讨论中,涉及到平行光源、点光源和聚光灯这三种光源节点,以及它们的公共属性及各自的参数,也涉及到声音节点和音频夹节点的使用方法。

第 9 章具体讨论如何使物体运动、如何实现用户交互控制动画,还讨论了事件、路由、感知器等概念及其使用方法。

第 10 章详细介绍了脚本、脚本节点以及脚本处理事件等概念和方法,以达到用脚本控制动画的目的,从而使动画更真实可信。

第 11 章进一步讨论了使用脚本的技巧,例如怎样开启和关闭背景、视点、雾等节点,怎样使用脚本实现实时交互动画。此外,还简要提及了多用户场景的概念。

第 12 章讨论如何为每个顶点、每个面定义颜色和法线。

第 13 章进一步讨论了纹理及其贴图的内容,其中包括纹理的种类、纹理坐标、以及如何将之施加到物体表面。此外,还讨论如何把纹理用于背景的生成。

第 14 章提供了发表作品的方法和步骤,例如怎样配置服务器,怎样组织文件,怎样发布作品,怎样使用公共网关接口等。

第 15 章讨论如何利用各种技术与技巧使文件长度得到缩短并提高渲染速度,这样就可以节省下载时间,以可接受的帧率运行。

正文后面还有三个附录:附录 A 列出并解释了常用的概念与术语;附录 B 列出了全部的节点,并从节点的语法、结构、参数、功用等几个方面进行详细的说明;附录 C 列出了全部域值的类型。

本书的内容主要分为上网和三维图形两大部分。对于一般的读者可以先从头至尾阅读一遍。对于基本的章节(如 1,2,3,4,5,14 等章)应该首先弄明白,对于有关三维图形部分较为深入的章节(如 6,7,8,9,10,11,12,13,15 等章),可以靠后作出安排。要学习全部内容必须阅读附录部分,尤其是附录 B 中有关节点的内容。对于列在各章结尾的思考题,一方面可作为学完一章的小结,另一方面也可用来检查自己对有关内容掌握的程度。

参加本书编写的有北方交通大学计算机系施寅(第 7,10,11,12,13 章、附录 A),周葆芳(第 1,2,3,4,5,6 章),赵志勇(第 8,14,15 章、附录 B,C),施英华(第 9 章),全书由施寅统稿并担任主编。限于水平和经验,书中难免有缺点和错误,殷切希望广大读者批评指教。

编 者  
1998 年 4 月

# 目 录

|                              |    |                               |    |
|------------------------------|----|-------------------------------|----|
| 第1章 什么是 VRML? .....          | 1  | 第4章 构造一个虚拟场景 .....            | 21 |
| 1.1 VRML 的几种应用 .....         | 1  | 4.1 建立一个简单的物体 .....           | 21 |
| 1.2 三维模型与二维图象 .....          | 2  | 4.1.1 什么是节点 .....             | 21 |
| 1.3 前沿技术 .....               | 2  | 4.1.2 文件头 .....               | 21 |
| 1.4 VRML 技术发展的<br>简单回顾 ..... | 3  | 4.1.3 外形节点 .....              | 22 |
| 1.5 VRML2.0 新增加了什么? ...      | 4  | 4.1.4 几何节点 .....              | 22 |
| 思考题 .....                    | 5  | 4.1.5 外观节点 .....              | 23 |
| 第2章 进入万维网 .....              | 6  | 4.1.6 场景结构图 .....             | 24 |
| 2.1 在万维网上定位文档 .....          | 6  | 4.1.7 分组节点 .....              | 24 |
| 2.2 浏览器和服务器的 .....           | 6  | 4.1.8 注释语句 .....              | 26 |
| 2.3 欣赏 VRML 场景 .....         | 7  | 4.2 VRML 文件中重要的<br>构造技术 ..... | 26 |
| 2.4 建立 VRML 场景 .....         | 8  | 4.2.1 利用内联节点使用<br>外部文件 .....  | 26 |
| 2.5 发布作品 .....               | 9  | 4.2.2 使用一个对象的<br>多个实例 .....   | 26 |
| 思考题 .....                    | 9  | 4.2.3 连接别的对象 .....            | 27 |
| 第3章 浏览一个虚拟世界 .....           | 10 | 4.2.4 组织场景中的对象 ...            | 28 |
| 3.1 如何浏览一个虚拟世界 .....         | 10 | 4.2.5 观察场景 .....              | 30 |
| 3.1.1 你自己旅行 .....            | 11 | 4.2.6 与场景交互 .....             | 33 |
| 3.1.2 引导式游览 .....            | 11 | 4.3 构造一个虚拟场景<br>的步骤 .....     | 34 |
| 3.2 浏览泰诺切蒂特兰城 .....          | 12 | 思考题 .....                     | 35 |
| 3.2.1 鹰台 .....               | 13 | 第5章 物体的几何造型 .....             | 36 |
| 3.2.2 魁兹阿库特神庙 .....          | 14 | 5.1 开始入手 .....                | 37 |
| 3.2.3 大金字塔的底座 .....          | 14 | 5.2 变换节点 .....                | 38 |
| 3.2.4 用纹理贴图<br>增加细节 .....    | 15 | 5.3 几何节点 .....                | 41 |
| 3.2.5 塔顶 .....               | 17 | 思考题 .....                     | 50 |
| 3.2.6 对象的重用 .....            | 18 | 第6章 外观与原型定义 .....             | 51 |
| 3.2.7 参观神庙 .....             | 18 | 6.1 外观节点的使用 .....             | 51 |
| 3.3 按年代浏览 .....              | 20 |                               |    |
| 思考题 .....                    | 20 |                               |    |

|                          |           |                               |            |
|--------------------------|-----------|-------------------------------|------------|
| 6.1.1 材质节点 .....         | 51        | 10.2 如何处理事件? .....            | 85         |
| 6.1.2 纹理 .....           | 52        | 10.2.1 专用函数 .....             | 86         |
| 6.2 原型 .....             | 53        | 10.2.2 JavaScript 中域的类型 ..... | 86         |
| 6.2.1 定义原型 .....         | 53        | 10.3 用脚本控制动画 .....            | 87         |
| 6.2.2 域与事件 .....         | 55        | 10.3.1 局部发亮:发光的头骨 .....       | 87         |
| 6.3 外部原型 .....           | 56        | 10.3.2 选择间切换:老鹰着陆 .....       | 89         |
| 思考题 .....                | 56        | 10.3.3 其他配件 .....             | 92         |
| <b>第7章 文本与复杂形体</b> ..... | <b>57</b> | 10.3.4 逻辑阶段 .....             | 92         |
| 7.1 使用文本 .....           | 57        | 10.3.5 须计算的动画 .....           | 95         |
| 7.2 用标高网络节点进行地形造型 .....  | 60        | 思考题 .....                     | 95         |
| 7.3 拉伸节点 .....           | 61        | <b>第11章 有关脚本的进一步知识</b> .....  | <b>96</b>  |
| 思考题 .....                | 62        | 11.1 浏览器脚本界面 .....            | 96         |
| <b>第8章 使用光源和声音</b> ..... | <b>63</b> | 11.2 场景层次操纵 .....             | 96         |
| 8.1 光照 .....             | 63        | 11.2.1 节点直接(无路由)访问 .....      | 96         |
| 8.1.1 光照范围 .....         | 63        | 11.2.2 使用浏览器界面修改场景层次 .....    | 97         |
| 8.1.2 光的公用属性 .....       | 64        | 11.3 浏览器和节点绑定 .....           | 98         |
| 8.1.3 衰减 .....           | 65        | 11.3.1 背景节点绑定 .....           | 98         |
| 8.1.4 光源 .....           | 65        | 11.3.2 导航信息节点绑定 .....         | 99         |
| 8.2 声音 .....             | 66        | 11.3.3 雾节点绑定 .....            | 99         |
| 8.2.1 声音节点 .....         | 66        | 11.3.4 视点节点绑定 .....           | 100        |
| 8.2.2 音频夹节点 .....        | 67        | 11.4 网络访问与多用户场景 .....         | 106        |
| 思考题 .....                | 69        | 思考题 .....                     | 106        |
| <b>第9章 动画及用户交互</b> ..... | <b>70</b> | <b>第12章 使用颜色与法线</b> .....     | <b>107</b> |
| 9.1 事件和路由访问 .....        | 70        | 12.1 颜色 .....                 | 107        |
| 9.2 动画事件路径 .....         | 72        | 12.1.1 指定每一个面的颜色 .....        | 107        |
| 9.2.1 触发阶段和标的阶段 .....    | 73        | 12.1.2 指定每一个顶点的颜色 .....       | 110        |
| 9.2.2 时间阶段 .....         | 78        | 12.1.3 线和点 .....              | 112        |
| 9.2.3 引擎阶段 .....         | 80        | 12.2 法线 .....                 | 112        |
| 9.3 动画设计经验 .....         | 82        |                               |            |
| 思考题 .....                | 83        |                               |            |
| <b>第10章 脚本与动画</b> .....  | <b>84</b> |                               |            |
| 10.1 Script 节点语法 .....   | 84        |                               |            |

|                                   |     |                                |     |
|-----------------------------------|-----|--------------------------------|-----|
| 12.2.1 使用缺省法线 .....               | 113 | 14.2.1 使用相对地址 .....            | 138 |
| 12.2.2 为每一个面规定<br>法线 .....        | 114 | 14.2.2 使用 MIME 类型<br>扩展 .....  | 139 |
| 12.2.3 为每一个顶点<br>指定法线 .....       | 116 | 14.2.3 确认远程 URL .....          | 139 |
| 思考题 .....                         | 118 | 14.2.4 添加信息节点 .....            | 139 |
| <b>第 13 章 纹理及其贴图</b> .....        | 119 | 14.2.5 压缩文件 .....              | 140 |
| 13.1 纹理的使用与贴图 .....               | 119 | 14.2.6 在 Web 上声明你的<br>作品 ..... | 141 |
| 13.1.1 什么是纹理图? ..                 | 119 | 14.3 使用公共网关接口 .....            | 141 |
| 13.1.2 影象纹理 .....                 | 120 | 思考题 .....                      | 141 |
| 13.1.3 纹理的分量 .....                | 120 | <b>第 15 章 提高运行性能</b> .....     | 142 |
| 13.1.4 定义纹理坐标 .....               | 123 | 15.1 使文件变小 .....               | 142 |
| 13.1.5 变换一个纹理 .....               | 127 | 15.1.1 使用实例 .....              | 142 |
| 13.1.6 重复与箝制纹理 ..                 | 129 | 15.1.2 各种技巧 .....              | 143 |
| 13.1.7 定义一个象素<br>纹理 .....         | 131 | 15.1.3 压缩文件的长度 ..              | 144 |
| 13.2 具有纹理的背景 .....                | 132 | 15.2 提高渲染速度 .....              | 145 |
| 13.2.1 生成远景 .....                 | 132 | 15.2.1 简化场景 .....              | 145 |
| 13.2.2 加上地面和天空的<br>颜色 .....       | 133 | 15.2.2 分而治之 .....              | 149 |
| 13.2.3 使用地面和天空<br>颜色组合远景 .....    | 134 | 15.2.3 利用浏览器自身<br>提高渲染速度 ..... | 155 |
| 思考题 .....                         | 135 | 15.2.4 关闭碰撞检测和<br>使用碰撞替身 ..... | 159 |
| <b>第 14 章 发布你的作品</b> .....        | 136 | 15.2.5 有效使用脚本 .....            | 162 |
| 14.1 设置服务器 .....                  | 136 | 思考题 .....                      | 163 |
| 14.1.1 安全问题 .....                 | 136 | <b>附录 A 常用术语</b> .....         | 164 |
| 14.1.2 配置能识别 VRML<br>文件的服务器 ..... | 137 | <b>附录 B 节点说明</b> .....         | 169 |
| 14.1.3 关于你的 URL .....             | 137 | <b>附录 C 域类型说明</b> .....        | 211 |
| 14.2 组织和发布你的文件 .....              | 138 |                                |     |



# 第 1 章 什么是 VRML?

“虚拟现实造型语言”(virtual reality modelling language,缩写为 VRML)是一种描述交互式三维世界和对象的文件格式。也就是说,VRML 允许你去描述三维对象并把它们组合到你所构想的虚拟场景和世界中。你能用 VRML 来建立仿真系统,系统中可以包括动画、具有动力学特性的物体以及实时多用户参与等等。你所建立的虚拟场景能通过服务器在万维网(World Wide Web)上发布。这样,全世界的万维网用户,不论离你多么遥远,都能在计算机屏幕上看到你的作品,并能交互式地在你设计的虚拟世界中浏览。VRML 标准由 VRML 结构组(VRML Architecture Group,缩写为 VAG)制定,这是一个咨询委员会,目前它正在不断完善这一标准。

## 1.1 VRML 的几种应用

VRML 的应用和我们现实的三维世界一样多种多样、五彩缤纷。下面是几种典型的应用:

1. 星期天,一个三口之家想到北京工人体育场去观看足球劲旅国安队怎样挑战来访的某一欧洲队。票价范围在 60 ~ 180 元,问题是票价与观看效果一定是成正比的吗?利用 VRML 技术,你可以在售票处或家里的计算机上输入坐位号,并看一看从这个位置看到的模拟比赛。这时,你就能决定你买到的票是否是物有所值了。

2. 一个意大利教堂的壁画遭到长期的破坏,但是有足够的信息保存下来,可以利用这些数据来重建这个教堂的原貌。用结构造型构造出整个建筑,用图象扫描技术重建那些壁画,这个教堂就被一个 VRML 文件完整描述下来。通过计算机学习历史和艺术,能置身其中,在教堂的长廊里漫步,欣赏顶上的壁画,观察不同时刻透过窗棂射到画上的光所产生的不同效果。另外,对壁画进行介绍的导游声音和每幅壁画引出的超连接提供了更多的相关信息。

3. 两辆高速行驶的汽车撞到了一起,急刹车的车辙印横过公路,被撞断的树枝躺在一边,路边的泥土有被冲击和车轮轧过的痕迹,面对以上现场,这起事故是怎么发生的?谁应该负主要责任呢?路况、记录下的车速、撞击点等数据反馈到了交通部总部的交通事故仿真系统,看结果支持哪一方的证词,分析人员能重建整个事故经过并从屏幕上看到它。

4. 一个珠宝设计者正为一位外地客户工作,这位客户希望能保证最终的成品和她开始时的想象一致。设计者不是送设计的草图去让客户过目,而是按自己的设计思想用 VRML 写作工具做一个项链的造型,通过万维网传给客户。虽然这位客户不能亲手抚摸这件逼真的作品,但她能从各个角度仔细观察它,检查它的外型并决定宝石突出的程度。

这样,在真正投入对昂贵的宝石进行加工之前,各种可能的修改方案都可以提前做出。

VRML 的应用范围很广,从严肃的自然学科应用(医学成像、分子模型、机械设计与制造等方面)、吸引人的娱乐业(游戏、各种广告制作、虚拟主题公园等等)到现实的日常生活(选择并在卧室摆放家具的模拟、周末郊游的计划等等)。

VRML 不像 C、Java 这样的编程语言,也不像 HTML(hypertext markup language)这样的标记语言,它是一种造型语言,这表明你可以用它来描述三维场景。它比 HTML 复杂得多,但比编程语言要简单。

## 1.2 三维模型与二维图象

VRML 提供了一种高效的描述简单和复杂三维对象和世界的文件格式,它之所以被要求具有高效性,一是由于万维网上各处的通信线路质量良莠不齐,既有很慢的电话线连接,也有高速的 ISDN(综合业务数字网络)和租借的专线;二是由于浏览虚拟场景的计算机有低级的 PC,也有超级计算机。

把观看二维图象与浏览 VRML 场景做个比较,VRML 的优势是很明显的。举个例子,假设你有六幅北京某一地区的图片和一个描述同一地区的 VRML 文件,那些图片只是在平面矩形中显示一种特定景象,你能做的就是看着它们,图片上的每个像素都是定死的,不能改变,而通过 VRML 文件,你可以从无穷多个视点观察这个场景。浏览器(显示 VRML 文件的软件)提供的导航工具允许你按你希望的不同路径去浏览场景,重复你的旅行或由着你的兴趣去探索新的疆域。VRML 世界中也能包含动画、声音和影像来丰富浏览者的体验。

一般来说,二维图象作为一种媒体,所载的信息不如三维造型的多。例如,你有一组说明如何组装一台计算机的图片,同时你也有一个示例这一工作的 VRML 文件,三维造型所展示的空间深度使你很容易就能想象出实际的各部件是什么样的,而图片只给出了一个固定的操作次序。用 VRML 描述的示例,你可以用鼠标在屏幕上自己先组装几遍,甚至在你组装好后能点这台虚拟计算机的电源开关,看一看有没有问题,如果发现错了就重新再来,直到你找到是一位熟练工人的感觉为止。

## 1.3 前沿技术

无论是教学上的应用、商业应用还是科技方面的应用,设计优秀的 VRML 场景大多数都有以下几个共同点:

1. VRML 描述的世界是一个逼真的世界。用户在计算机屏幕上进入这个三维世界并去探索它,就像他(她)真的置身于一个现实世界。每个人都能根据自己的喜好制定探索的路线。

2. 整个探索过程由用户控制而不是计算机。用户使用的浏览器允许用户以任何他(她)决定的方式去探索 VRML 世界,虽然 VRML 世界的设计者可以向用户推荐一种好的方式,计算机并不提供一套固定的选择或预先指定一种,这样,在探索的过程中存在着无

穷的可能性。

3. VRML 世界是一个交互的世界。VRML 世界中的对象能对别的对象或用户产生的外部事件做出响应。用户能“触摸”这个虚拟的世界并改变其中的元素。

4. VRML 世界把二维三维对象、动画和多媒体融合成了一种媒体。VRML 是一种强有力的工具,但是像所有强大的工具一样,它必须被小心有效地使用。如果你已经开始在万维网上探索应用的 VRML 站点,你可能既被一些漂亮、有创造性的优秀站点所打动,同时也对一些呆板的站点感到失望,更对蜗牛行走般的网络传输速率感到痛苦。由于 VRML 是一门比较新的技术,场景设计者和编程人员都正在学习如何更好地应用它。写作工具还处于开发阶段,所以,在各种平台上没有一套好的开发工具的时候,场景设计者们有时不得不“手工”去完成他们的工作。

## 1.4 VRML 技术发展的简单回顾

长期以来,三维计算机图形学的一个主要目标就是在计算机屏幕上建立一个具有真实感的世界。早在 1965 年,伊凡·萨兰特(Ivan Sutherland)就指出最终的计算机显示的场景将看起来和真的一样,听起来和真的一样,其中的物体的行为表现也像真的。大约二十年后,研究者和编程人员还在为实现这一梦想而奋斗着。现在,研究的目标就不再只是建立一个真实感的仿真环境,而是建立一个基于网络用户间交互与共享的虚拟世界。

网络技术与图形技术在开始结合时只包含二维图象,而万维网技术开创了以图形界面方式访问因特网的方法。自 1991 年投入应用后,万维网迅速膨胀成为今天最有活力的商业热点。VRML 的形成是三股力量相互交织、互相促进的结果,万维网技术正是其中最重要的一股力量。

第二股力量在随后的一年出现,从时间上来说仿佛和 VRML 没什么关系。当时,硅谷图形公司(SGI)推出了它的新一代三维计算机图形接口“Open Inventor”,它使得程序员在基于场景结构和对象描述的基础上快速有效地开发各种交互式的三维图形程序。由于它被作为一种通用接口来设计,在网络这一特定方面功能很弱。Open Inventor 后来成为了 VRML 的技术基础。

第三股力量是一股把各种有利因素结合起来并推动 VRML 诞生的力量,它出现在硅谷图形公司发布 Inventor 一年半以后,也就是 1994 年 5 月,在日内瓦举行的第一届万维网会议上。马克·皮斯(Mark Pesce)和托尼·巴利斯(Tony Parisi)在对以虚拟现实界面方式访问万维网进行了几个月的研究后,把他们的思想介绍给正在筹划中的 BOF(Birds-of-a-Feather 一个关于虚拟现实的会议)会议,并获得大力支持。这个会议决定制定一种能连接万维网的场景描述语言,“VRML”这一术语就是在这次会议上定下的。刚开始是作为“virtual reality markup language”的缩写(为了类同于第一代万维网技术所用的 hypertext markup language),后来为准确起见,用“modelling”代替了“markup”。

制定 VRML 规范的积极参与者有许多,其中一位积极参与的是杰维·贝尔(Gavin Bell),他是硅谷图形公司开发 Inventor 的工程师。他看到了把 Inventor 作为 VRML 规范基础的巨大潜力(Inventor 现在演变成了一种开放格式,叫做 Open Inventor),在一次 Inventor

小组的午餐会上,把关于 VRML 以及正急需一种万维网上描述三维场景的语言的情况告诉了该公司的经理,午餐会后,这个经理被说服了。

同时,Mark Pesce 在电子邮件清单上征集一份 VRML 规范的初稿,时间只有 5 个月,因为第二届万维网会将在十月份召开。这是一个冒进的计划,但参与者们都对按时拿出一份基本的初稿很有信心,大家一致同意采纳一种现有的造型语言比设计一种新的要容易得多,所以寻找工作开始了。

几星期后,马克·皮斯提出了 SGI 公司的建议,这是一个经过修改并扩充一些网络功能的 Open Inventor 三维图形文件格式的子集。SGI 公司同意无偿提供这种新的文件格式并放弃对其的所有权,在 1994 年 10 月的万维网会议上,VRML 1.0 规范正式出台。

帕尔·斯特劳斯(Paul Strauss),SGI 公司的另一位工程师,也是 Open Inventor 的缔造者,他开始为 VRML 开发一个通用的语法分析器,也就是后来的“QvLib”,它能把 VRML 文件从可读的文本格式转换成一种浏览器能理解的格式。QvLib 于 1995 年 1 月发布,并被移植到各种平台上,之后,各式各样的浏览器就如雨后春笋般涌现出来。

在第一批完全的(指能解释 VRML 规范的所有语法的)浏览器中,主要有 SGI 公司的 WebSpace 浏览器。而 Template Graphics Software 公司很快把 WebSpace 从 SGI 平台移植到了其他几种平台(在 Microsoft 公司的 Visual C++ 4.0 以上版本的光盘中带有 WebSpace 的 Windows 平台版本),所有这些版本的 WebSpace 浏览器都是免费的。

1995 年秋季,SGI 公司又推出了配套的 VRML 写作工具 WebSpace Author,利用它可以交互地构造场景并生成 VRML 文件,同时,VRML 结构组(VAG)开会讨论制定 VRML 下一个规范的事宜。

在 1996 年春,VRML 委员会讨论了几种对 VRML 2.0 规范的建议,包括 SGI 公司的“Moving Worlds”方案、Sun 公司的“HoloWeb”方案、Microsoft 公司的“Active VRML”方案、Apple 公司的“Out of This World”等等。委员会的许多成员参与了一些方案的修改工作,其中尤其是对 Moving Worlds 方案的修改。在二月份的投票中,Moving Worlds 得票率超过 70%,1996 年 5 月 VAG 决定采纳这种方案作为 VRML 2.0 规范,并于 8 月最终确定下来。

## 1.5 VRML 2.0 新增加了什么?

VRML 1.0 版允许开发者建立三维的静态场景,并且场景中的对象能超连接到别的场景,这和 HTML 文档非常相似。2.0 版除继承 1.0 版的造型和超连接功能外,还扩充了大量的内容。用 VRML 2.0 版,场景中的对象可以移动,能对基于时间的以及用户激发的事件产生响应。总的看来,新增加的内容可以分为以下五个方面。

### 1. 增强的静态场景

VRML 2.0 中一些新增的特征使得场景看上去更加真实。例如:声音(sound)节点允许你为场景加上背景音乐、动作声响、对话等等;背景(background)节点让你能为场景加一幅背景画面;雾(fog)节点能产生逼真的雾化大气效果。

## 2. 交互性

新增加的对三维对象的行为描述使得进行实时完全仿真成为可能。碰撞检测(collision detection)节点包含了碰撞检测信息,这样就避免了穿墙而过的现象发生;感知器(sensors)节点等待一个特定事件的发生,然后作出响应。例如,可以设计一个感知器完成当门被打开时就自动开灯的功能。

## 3. 动画和行为脚本

插值节点(interpolators)是 VRML 2.0 中新加进的行为描述节点。利用它,你可以在场景中加入关键帧动画,你只需提供对象在几个关键点的描述,插值节点就自动计算动画的各个中间状态。另一个重要的节点是脚本(script)节点,可以把这种节点看成一个自定义的黑盒,它用自己的语言描述(通常是 Netscape 公司的 Javascript 或 Sun 公司的 Java)。脚本不仅能进行简单的逻辑处理,而且能对场景中的用户或环境事件进行复杂分析并灵活地作出响应,它主要用于较复杂的仿真应用中。

## 4. 原型定义

VRML 自己定义的一套对象集,这些对象集称为节点,它们能满足大部分情况下的需要,但有时用户要建立自己的对象,原型定义就可以加入到 VRML 2.0 中,允许用户建立自己的复杂对象,并同别的对象一样使用。

## 5. VRML 文件信息

VRML 2.0 新增几种用于给浏览器提示信息的特征,它们允许你保存文件中额外的信息。导航信息(navigation information)节点描述了浏览场景的最适当方式——用户是以行走方式(walk)、飞翔方式(fly)还是用虚拟的手以仔细观察方式(examine)来欣赏 VRML 文件所描述的东西。导航信息节点还指定你在场景中的移动速度,以及是否打开头上的顶灯;场景信息(world information)节点让你为文件指定标题和其他信息,比如作者、版权等。

## 思考题

1. VRML 是一种什么样的文件格式?
2. VRML 的应用范围有哪些?
3. 三维模样与二维图象有何本质的不同?
4. VRML 1.0 的前身是什么?
5. VRML 2.0 比 VRML 1.0 多了哪些规定?

## 第 2 章 进入万维网

本章为在万维网上建立、浏览、发布 VRML 场景所需软硬件的选择与配置给出了一般性的指导。由于万维网上可用的浏览器很多,用户的需求又各不相同,所以详细地解释各种软件包的安装与使用将不列入本书的范围。本章作一基本的介绍,让你能自己考虑哪些选择更适合自己的需要。如果你已经是一个遨游万维网的高手,可以跳过这一章。

### 2.1 在万维网上定位文档

万维网上的每个文档或文件都有其唯一的 URL(uniform resource locator,统一资源定位),它包括三个部分:传输文档的通信协议,提供文档服务的计算机名称,文档在服务器上的具体路径(或服务器上提供服务的可执行性程序的路径)。例如:

`http://vrm1.sgi.com/handbook/index.html`

注意:URL 是区分大小写字母的。用浏览器连到上述地址,你能查到 SGI 公司免费提供的一些手册和有关资料。

VRML 文件包含了对三维世界的描述,这意味着必须以实时方式来浏览它。一般来说,你可以称它为场景;如果场景很大,能像在现实世界中一样在里面做各种活动,你也可以称它为世界。从技术上讲,VRML 文件是一种文档,但文档这一术语太笼统,不能有效地表达出其内涵。

你所建立并在网上发布的 VRML 场景有它自己的 URL。在场景中,你也能通过 URL 指定超连接或在线引用别的文件、纹理和场景,把它们融入到你的场景中。

### 2.2 浏览器和服务

任何万维网上的通信都涉及两个基本要素:浏览器和服务。当用户发出一个文档请求(比如在浏览器的定位输入框中输入一个 URL 或点击按钮超连接到一个 VRML 场景)时,网络通信的工作就开始了。浏览器是一个在用户的本地计算机上运行的程序,它把用户的请求送到指定的服务器并把服务器传回来的文档显示在计算机屏幕上。当前最流行的两种浏览器是 Netscape 公司的“Netscape Navigator”和 Microsoft 公司的“Internet Explorer”。

服务器是运行在一些主机上负责处理用户请求的程序。服务器查找客户(通常就是浏览器)所请求的文档并通过网络传回给客户。网上有不少免费的服务器软件,像 http 服务器软件,你可以从 NCSA(National Center for Supercomputing Applications,美国国家超级计算应用中心)或 EPPL(European Particle Physics Laboratory,欧洲离子物理实验室)获得;



Apache服务器软件,可以从 <http://www.apache.org> 获得。最著名的商用服务器软件包当数 Netscape 公司(<http://www.netscape.com>)的 Netscape Communications。

浏览器通过一些专门的协议,如 HTTP,FTP,Gopher 等等与服务器进行通信。HTTP (HyperText Transfer Protocol,超文本传输协议)是网上传输用 HTML 写的超文本文档的最常用协议。当然,它也能用来传输 VRML 文档。

一些浏览器能显示 HTML 文档也能显示 VRML 文档。更多的是专门显示 HTML 文档的,它们需要“插入”(plug-in)一个小的 VRML 浏览器软件才能实时地去显示三维的 VRML 场景。如果你想要得到更多关于各种浏览器的信息,请访问以下站点:

[http://www.yahoo.com/Computers\\_and\\_Internet/Internet/World\\_Wide\\_Web/Browsers/](http://www.yahoo.com/Computers_and_Internet/Internet/World_Wide_Web/Browsers/)

## 2.3 欣赏 VRML 场景

如果你是一位新手,想上网浏览、查询信息的话,首先要做的工作是配置你的因特网连接。本节介绍几种常用的接入方式以及怎样获得进一步的信息。因特网接入和网络连接方式选择依赖于以下几个因素:你上网的目的(商业还是娱乐;提供服务还是浏览);你是否打算发布一些文档;你的用户数量;当然,还有你准备投入的资金多少。

### 1. 因特网接入方式

你可以选择下列方式之一接入因特网:网关服务方式,拨号直接连接方式,专线连接方式。

### 2. 网关服务

网关服务是由诸如瀛海威、中国在线、东方网景等网络服务提供商提供的一种因特网接入方式。当你拨通服务提供商的号码时,你就连接到提供商的一台计算机,一般会有几台计算机负责连接用户并轮流把用户连入因特网。除连接因特网外,网关服务还提供其他的功能,如实时聊天室、在线新闻、广告等等。网络服务提供商为其基本的服务收费,另外再加收一些额外服务费,比如你用时超过每月的额定时间、磁盘空间占有超过额定空间以及其他特殊服务。具体的服务和收费你可以从《计算机世界》、《国际电子报》等报刊上找到。

利用网关服务来浏览万维网对个人用户来说是一种很经济的方式,但它对想提供更多服务的用户是不适宜的。另外,不是所有的 VRML 浏览器都支持网关服务方式,具体的需要可和你的服务提供商洽谈。有的网关服务提供自己专有的 VRML 浏览器。

### 3. 拨号直接连接方式

你也可以通过因特网服务提供商(internet service provider,缩写为 ISP)接入因特网。和网关服务提供商一样,ISP 收一些基本服务费,再为额外服务收取附加费用。不同的是,网关服务提供更多的服务,因特网接入只是其中之一,而 ISP 仅提供因特网接入服务。ISP 提供一种通过标准电话线或 ISDN 线(一种特殊的电话线)直接拨号入网的方式。

许多服务提供商提供一个完全的软件包,它包括了必需的通信软件,使你的计算机能拨号连接到 ISP 的主机。要确保你从 ISP 得到的是直接的因特网连接,而不是一个仿真终端,要不然你只能用字符界面,更不能浏览 VRML 场景了。

(1) 标准电话线连接:需要一个调制解调器和相应软件,使用 PPP 协议(Point-to-Point Protocol,点到点协议)或 SLIP 协议(Serial Line Internet Protocol,串行线网间网协议)。受调制解调器速度控制,目前最快的调制解调器能达到每秒 56.0Kb。这种网络连接方式对浏览万维网是足够了,但对直接提供万维网服务还不行。

(2) ISDN 连接:需要特殊的电话线。你可以向当地电信局咨询一下所在的地区是否有这种服务。ISDN 提供了比标准电话线速度更快、质量更高的连接,当然费用也更高。你需要专门的 ISDN 软件和硬件(一个 ISDN 调制解调器和一个 NT1 网络终端)。ISDN 通常用 PPP 协议传输数据。

#### 4. 专线连接方式

需要 T1 线路(另外一种特殊电话线)或其它的高带宽传输介质如 T3 线。这种连接方式最适合提供万维网服务,因为它能提供 24 小时不间断的因特网服务。大多数 ISP 为专线接入提供平滑的速率。如果你的站点有大量数据,那么最好采用专线方式。但是用专线提供 24 小时服务不是很经济,专线连接方式是三种方式中最昂贵的,但也是速度最快的。T1 线传输速率在 56Kb/s 到 1.5Mb/s 之间;在欧洲,E1 线速率达到 2.048Mb/s。

#### 5. 寻找一家因特网服务提供商

你可以通过以下途径去寻找一家适合你自己的因特网服务提供商:当地电信局,计算机杂志、报刊上的广告,计算机商店,能上因特网的大专院校。

#### 6. VRML 浏览器

一旦你连上了因特网,就可以查询到大量你考虑购买的软硬件信息,包括浏览器。目前流行的 VRML 2.0 浏览器是 SGI 公司的 Cosmo Player,你可以从该公司的站点:

<http://vrm1.sgi.com>

得到它。别的一些好的浏览器,你可以通过以下地址查到:

<http://www.sdsc.edu/vrm1/software/browsers.html>

它们大部分是可以免费下载的。

## 2.4 建立 VRML 场景

要建立自己的 VRML 场景,你首先要购买造型软件和 VRML 写作工具。从下面这个站点你可以得到当前这方面产品的信息:

<http://www.sdsc.edu/vrm1/software/modelers.html>

你使用造型软件去建立组成你的场景的三维模型。许多常用的三维造型软件以及动画软件都能把造型数据以 VRML 文件格式保存,例如 Alias | Wavefront PowerAnimator™, 3D

Studio MAX™和 form.Z™。另外,还有一些能把已有三维图形文件格式转换成 VRML 文件格式的工具软件。你也可以把三维造型软件的造型直接加到你的场景中。

VRML 写作工具包如 SGI 公司的 Cosmo Create 3D、Radiance Software International 公司的 Ez3d®、Caligari 公司的 Fountain™能帮助你快速地生成高质高效的 VRML 文件。好的工具包还对 VRML 文件提供特殊的支持,包括支持 level-of-detail (LOD) 节点、anchor 节点和 inline 节点。看一个工具包是否优秀还看是否包含的工具支持动画、脚本描述、原型定义、多边形优化以及纹理编辑等功能。

如果你刚开始学习 VRML 并且想自己做一个试验性的小场景,那么你只需有一个文本编辑器或文字处理器就可以了。VRML 文件既可以是可读的文本文件,也可以是二进制文件。如果你用的是一个文字处理器,例如 Microsoft 公司的 Word,那么你要把编辑好的文件以纯文本方式保存,并保证文字处理器不往文件中加入额外代码。在第 5、6 两章中将一步步教你如何以手工方式建立一个 VRML 文件。因为手工方式太慢而且很繁琐,所以大多数开发者都是使用造型和写作工具包。当然,你可以按自己的喜好来做出选择。

## 2.5 发布作品

如果你想把自己做的东西在万维网上发布,并想利用你的 ISP 提供的服务器的话,你只需把你的文档上载到服务器指定的目录,余下的工作由服务器来帮你完成。除了你交的基本服务费外,额外的费用将按你占的磁盘空间大小、访问你的文档的人数等来收取。利用 ISP 的万维网服务器就不用为你的作品发布所需的设置、维护等事而劳心费神。

如果你是一个大型机构的成员,要在本机构的专用服务器上发布你的作品的话,请参阅第 14 章,在那里将告诉你如何配置服务器并提供你一些查阅相关资料的渠道。

## 思 考 题

1. 什么是 URL? 它由哪三部分组成?
2. 什么是浏览器? 什么是服务器?
3. 接入因特网的方式有哪三种?
4. 什么叫 ISP?
5. 什么叫 PPP 协议? 什么叫 SLIP 协议?
6. 目前流行的 VRML 浏览器有哪两个?