

黄涛著

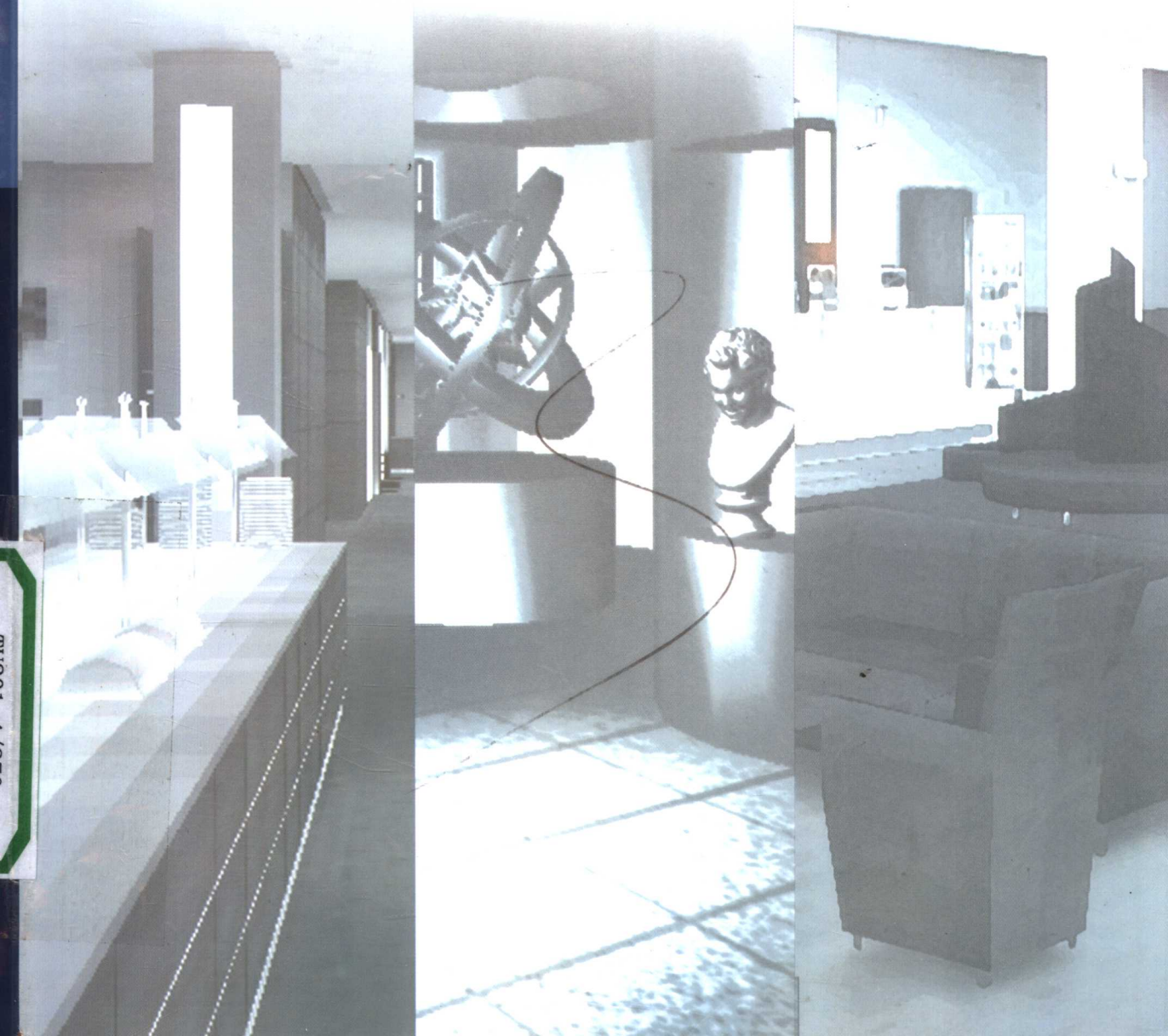
中国建筑工业出版社

高校建筑类专业参考书系

The reference book series for the major of architecture in universities

VRML 虚拟建筑

——原理 · 工具 · 方法



TU201.4/270

2008

黄涛著

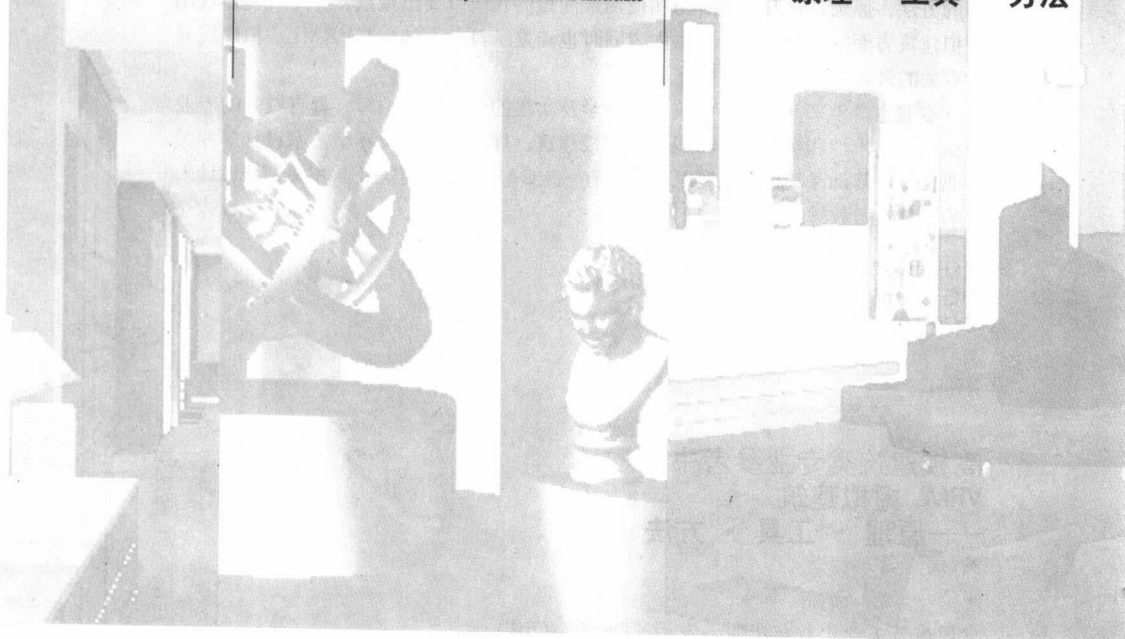
中国建筑工业出版社

高校建筑类专业参考书系

The reference book series for the major of architecture in universities

VRML 虚拟建筑

——原理·工具·方法



图书在版编目(CIP)数据

VRML 虚拟建筑——原理·工具·方法 / 黄涛著. —北京: 中国建筑工业出版社, 2008

(高校建筑类专业参考书系)

ISBN 978-7-112-09901-6

I.V… II.黄… III.VRML 语言—应用—建筑设计: 计算机辅助设计—高等学校—教材 IV.TP312 TU201.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 019275 号

虚拟现实技术的出现为建筑及其相关领域提供了一种新型的研究、设计方法——虚拟建筑。本书以高校建筑学、城市规划、环境艺术设计等相关专业学生, 以及从事建筑设计及相关领域专业设计人员为主要阅读对象, 深入浅出地介绍了 VRML (虚拟现实建模语言) 的基本原理, 以及运用 VRML 语言开发虚拟建筑的相关工具及技术方法。书中运用了大量的经过精心设计的典型实例以充分说明相关章节的方法、原理, 这些实例都力图使用最简短的代码以突出重点, 并尽可能体现出虚拟建筑方面的应用特色。本书内容同时也涵盖了目前大部分与 VRML 虚拟建筑开发有关的最新技术进展及重要信息。

本书由多年来一直从事建筑设计教学及实践的资深教师编写, 具有较强的专业理论性、技术性和实用性, 可以作为高校建筑、规划、室内及环境艺术设计等相关专业的专业基础课教材, 也可以作为具有一定 CAD 基础的建筑及其相关领域设计人员的自学参考教材。

责任编辑: 陈桦 吕小勇

责任设计: 董建平

责任校对: 王爽 关健

高校建筑类专业参考书系

VRML 虚拟建筑

——原理·工具·方法

黄涛 著

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京嘉泰利德公司制版

北京凯通印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 23 字数: 617 千字

2008 年 5 月第一版 2008 年 5 月第一次印刷

印数: 1—2500 册 定价: 35.00 元

ISBN 978-7-112-09901-6

(16709)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

FOREWORD | 前言

虚拟现实 (Virtual Reality, 简称 VR) 技术出现于 20 世纪 90 年代初期。该技术的兴起, 为科学及工程领域大规模的数据及信息提供了新的描述方法。对于建筑设计及其相关领域而言, 该技术提供了“虚拟建筑”这种新型的设计、研究及交流的工具手段。

VR 技术与虚拟建筑

VR 技术自诞生以来, 其应用一直受到科学界、工程界的重视, 并不断取得进展, VR 蕴藏的技术内涵与艺术魅力不断地激发着人们丰富的想象思维和创造的热情。VR 技术的特点在于: 通过电脑软、硬件资源的集成, 将研究对象与现实世界中的各种可感知要素编制到电脑的虚拟三维环境中; 用户则可以通过电脑虚拟现实环境所提供的视觉、听觉、触觉乃至嗅觉等这些最自然的感知形式, 获得关于研究对象的可视化、可听化、可触觉化, 乃至可嗅觉化信息, 同时获得一种身临其境的逼真感觉。从本质上讲, VR 技术就是一种先进的人—机界面技术, 其追求的技术目标就是尽量使用户运用其肢体语言, 以及视、听、触、嗅等感官技能与电脑虚拟环境进行自然式的交互。因此, VR 技术为我们架起了一座沟通人与电脑数字世界的桥梁。

毫无疑问, VR 技术的特征决定了它非常适合于建筑设计及其相关领域课题的研究。事实上, 所谓“虚拟建筑”起初正是因为 VR 技术方法被引入到建筑 CAD 领域而衍生出来的一个概念, 其含义可以解释为: 应用 VR 技术而实现的建筑信息的可视化、虚拟现实化。这里所讲的“建筑信息”, 既可以是建筑设计信息 (如设计图纸), 也可以是建造过程信息 (如施工计划), 还可以是关于建筑实物的信息。因此, 虚拟建筑既可以用来充分表达一个设计方案建成后的真实效果, 也可以用来模拟论证一个施工计划的具体过程是否可行, 还可以将一些具有重要历史文化价值的建筑实体以虚拟建筑的形式备份起来。

虚拟建筑 VR 系统的选择

虚拟建筑是依赖于虚拟现实系统的。自 20 世纪 90 年代后半期以来, VR 技术不断取得进展, 各种商业化的专业 VR 系统被相继推出, 如 MultiGen Creator & Vega、World Tool Kit (WTK) 等, 这些高端系统产品几乎无一例外地将其在建筑及城市规划领域中的应用作为市场发展的目标之一。与此同时, 一些面向互联网及个人电脑用户的低端 VR 标准或系统也纷纷出台, 如 VRML、3DML 语言标准, Cult3D、Shockwave 3D、Adobe Atmosphere、VR-Platform 系统等, 这些低端 VR 系统主要以网络 3D 虚拟社区及游戏场景开发作为其市场发展目标。

在过去相当长的一段时期里, 国内建筑界对于 VR 系统的了解及兴趣多半集中于一些专业性极强的高端 VR 系统上, 然而, 引入这些价格不菲、专业和技术性都非常强的高端系统, 明显存在非常大的经济和技术风险。也正是这样的原因, 国内虚拟建筑研究在若干年前红火一阵之后便很快陷入曲高和寡的尴尬境地。与国内虚拟建筑的应用研究这种一蹶不振的面貌正好相反的是, 基于低端 VR 系统的 3D 游戏及 3D 虚拟社区场景在互联网上表现得异常活跃。值得注意的是, 这些 3D 虚拟社区的创作者多半是未接受过建筑学专业培训的业余爱好者, 然而从他们创建的某些虚拟现实场景视觉效果及交互功能上看, 完全能够证明这些低端 VR 系统在虚拟建筑开发中所具有的潜力。可惜的是, 这些低端 VR 系统的种种优良表现未能引起建筑界同仁们的注意和重视。

从功能原理及场景基本性能方面看, 现有各种高、低端 VR 系统都可以在一定程度上满足虚拟建筑的应用需要, 但问题在于选择何种系统最具有广泛的适应性和可持续性。从目前国内建筑界最普遍的应用需求以及可能的经济、技术能力两方面看, 低端 VR 系统是虚拟建筑应用研究中最值得考虑的, 而 VRML 语言又是其中的首选, 其原因在于:

(1) VRML 是目前唯一基于万维网虚拟现实模型语言的国际标准, 因此

能得到众多软件开发商的支持。目前包括 3ds Max、Maya、SketchUp 等建筑设计中常用的 3D 软件都支持 VRML 文件格式的输出、输入, 而像 blaxxun、Bitmanagement Software、Parallel Graphics 等众多 VRML 浏览器开发商纷纷通过其产品开发不断提高 VRML 虚拟场景的性能。这些支持有力地保障了 VRML 虚拟建筑开发中对前期 CAD 数据的高效利用, 而且 VRML 作为一种国际标准同时也保证了虚拟建筑开发成果能得到长期的应用和共享。

(2) VRML 是基于万维网的开放型的国际标准, 具有很强的环境适应性和功能的可扩展性。VRML 场景可运行在 Windows、MAC、Unix 等多种机型及操作系统上, 适应单机、局域网、广域网、万维网等多种环境; 同时 VRML 语言允许开发者将 VRML 场景与现有万维网中流行的各种先进的技术集成起来, 从而能极大地扩展 VRML 虚拟建筑场景的性能。

(3) VRML 场景的大小没有限制, 场景的扩充和维护皆很方便。一个 VRML 场景的模型既可以是一个独立的 VRML 模型文件组成, 也可以是由分布在网络上不同路径下的若干个分散的 VRML 模型文件组成, 因此利于协同方式的建模和文件管理。

(4) VRML 虚拟建筑是一个低成本甚至零成本投入的技术方法, 开发者只需在现有 CAD 软硬件系统基础上, 添加一个 VRML 浏览器和一个 VRML 代码编辑器就可以进行 VRML 虚拟建筑的开发工作。VRML 浏览器和代码编辑器都是非常小型的程序, 互联网上提供了大量此类工具的免费下载服务。

本书适宜读者与内容的编排

这本书是面向高校建筑学、城市规划、环境艺术设计等相关专业的学生, 以及具有上述专业背景的相关领域从业人员而写的。此外, 本书也同样适合于网络虚拟现实场景的业余爱好者。通过这本书, 读者不仅可以获得关于 VRML 语言原理方面的知识, 更能获得关于 VRML 虚拟建筑开发工具、技术方法等方面的专业性指导。

全书共分6大章。前3章主要偏重于 VRML 语言基本概念、对象类型及其原理的介绍；后3章偏重于 VRML 虚拟建筑开发工具及方法的深入讨论。第1章简要介绍了 VRML 语言及其在虚拟建筑中的应用，重点介绍了 VRML 文件中的一些最基本概念以及 VRML 虚拟建筑开发中两个最常用工具的使用方法；第2章集中讨论了 VRML 空间中所有与造型有关的节点对象类型及其原理；第3章集中讨论了控制 VRML 场景效果的相关对象类型及其原理，如光源、背景、雾效果、声效果、视点等；第4章集中讨论了应用 AutoCAD、SketchUp、3ds Max 这些主流的可视化 CAD 建模软件创建 VRML 虚拟建筑模型的基本方法；第5章讨论了基于 blaxxum 和 Bitmanagement VRML 浏览器的光照阴影贴图、环境镜面反射贴图、凸凹纹理贴图等真实感极强的高级纹理应用技术；第6章讨论了旨在提升 VRML 场景趣味性和功能性的 VRML 动画与高级交互效果的实现原理及方法。

书中运用了大量的 VRML 文件实例以充分说明相关章节的原理，大部分实例都是精心设计过的，这些实例都力图使用最简短的代码以突出重点，并尽可能体现出虚拟建筑方面的应用特色。这些实例所涉及到的全部原始文件、VRML 源代码文件以及外部资源文件，都能在附赠光盘中找到。

阅读指南

读者可以根据自己的需求特点来阅读使用这本书：

(1) 如果你已经具备一定的 CAD 基础，并且希望立即体验一下 VRML 虚拟建筑的创建过程和效果，那么你可以直接从第4章内容开始阅读。第4章将告诉你如何利用现有 CAD 模型文件快速地创建 VRML 虚拟建筑模型并对其进行一些优化。

(2) 如果你已经有了一些 VRML 虚拟建筑建模经验，并且希望你的造型获得更好、更真实感的视觉效果，那么你首先需要认真阅读第1章“1.3 VRML 文件与空间”节中的内容，这一节会告知你 VRML 文件中一些最基本

的概念, 然后再阅读第 2 章中的“2.1 Shape 造型”以及“2.4 造型的外观”, 这些章节将帮助你认识和理解与 VRML 造型外观有关的节点对象类型; 最后再阅读第 5 章, 这一章将告知你如何通过具体的操作获得高质量的外观纹理效果。

(3) 如果你已经有了一些 VRML 虚拟建筑建模经验, 并且希望你的场景具有一定的交互效果, 则需要在深入理解第 1 章~第 3 章中有关 VRML 文件基本概念、相关对象节点类型及原理基础上, 再阅读第 6 章中的内容。

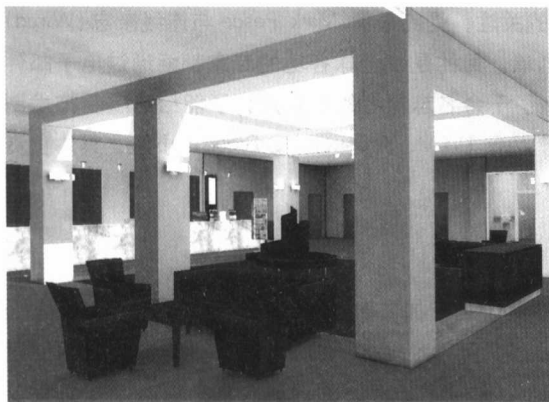
CONTENTS | 目录

第 1 章 VRML 初步	1
1.1 VRML 语言简介	1
1.2 VRML 虚拟建筑的应用	10
1.3 VRML 文件与空间	17
1.4 使用 VrmIPad 编辑器	28
1.5 使用 BS VRML 浏览器	43
第 2 章 VRML 造型	51
2.1 Shape 造型	51
2.2 造型的几何构造	55
2.3 造型的定位与编组	68
2.4 造型的外观	87
第 3 章 场效控制	105
3.1 场景照明	105
3.2 空间背景	118
3.3 大气雾效	125
3.4 环境声效	132
3.5 视点与导航	140
第 4 章 可视化建模	153
4.1 AutoCAD 建模工具	153
4.2 AutoCAD 建模实例	159
4.3 SketchUp 建模工具	164
4.4 SketchUp 建模实例	167
4.5 3ds Max 建模工具	175
4.6 3ds Max 建模实例	180
4.7 VRML 优化建模	193
4.8 VRML 优化建模实例	201

第 5 章 高级纹理应用	213
5.1 blaxxun/BS 多重纹理技术	213
5.2 多重纹理建模工具与方法	223
5.3 多重光影贴图建模实例	230
5.4 环境反射贴图应用	242
5.5 凹凸贴图应用	256
第 6 章 VRML 动画与交互设计	267
6.1 动画与交互设计基础	267
6.2 插值器与动画建模	273
6.3 传感器与交互控制	291
6.4 VRML 脚本的应用	316
6.5 VRML 原型的应用	326
附录 VRMLScript 参考	337
参考文献	357

第1章 VRML 初步

ONE



本章概要

本章通过关于 VRML 的起源发展、功能特性、开发工具，以及在虚拟建筑领域中的应用现状、前景等内容的介绍，首先使读者建立起一个关于 VRML 虚拟建筑的感性认识；随后系统介绍 VRML 文件中的一些最基本概念，并详细讲解 VRML 虚拟建筑开发中两个最常用工具 VrmIpad 编辑器和 BS Contact VRML/X3D 浏览器的使用方法，为后续章节的学习奠定基础。

1.1 VRML 语言简介

VRML 可读作 [və:məl]，其英文全称为“Virtual Reality Modeling Language”，即虚拟现实建模语言。VRML 是一种用于在万维网上建立虚拟现实场景的模型语言，也就是说 VRML 并非为一种软件，而是关于三维虚拟空间模型的一种格式和标准。用户可以使用那些支持 VRML 标准的建模软件来创建 VRML 模型文件，还可以为 VRML 模型中的一些对象描述行为。VRML 模型文件最后可以通过该模型的解释程序——即 VRML 浏览器，将模型文件所描述的虚拟世界（Virtual World）呈现为可视化的虚拟场景。

1.1.1 VRML 的起源及发展

在 VRML 出现以前，Web 页面内容一般都是以 HTML（即超文本标记语言，Hyper Text Markup Language）格式标准生成的二维多媒体信息。随着 Internet 以及虚拟现实技术的发展，传统二维平面形式的页面空间交互方式，已经无法满足人们更多的视觉与心理需求，而希望将二维的页面与三维的虚拟现实技术结合起来。在这种三维的虚拟空间中，浏览者可以采用行走、触摸等更“人性化”的方式查询信息，甚至还可以拥有一个代表浏览者自己的虚拟化身，这样，来自全球不同地区的浏览者就可以互相“看到”，打招呼，或者交谈。VRML 语言就是在这样的需求背景下产生的。

VRML 最初的英文全称为 Virtual Reality Markup Language (虚拟现实标记语言), 这是由 Web 技术的早期开发者之一、惠普公司欧洲研究实验室的 Dave Raggett 最先提出的一种概念, 旨在解决万维网上的三维空间数据体的描述问题。VRML 作为正式的技术名词, 始于 1994 年 5 月第一次万维网国际会议。此后为了区别于 HTML, 反映其图形方面的能力, VRML 的全称更名为“Virtual Reality Modeling Language”。

1) 第一个 Web 虚拟现实浏览器——Labyrinth

VRML 语言的研发始于 1994 年初。当时 Mark Pesce 和 Tony Parisi 合作, 已完成了第一个基于 Web 的虚拟现实浏览器——Labyrinth 的界面编程工作。在 1994 年 5 月于日内瓦召开的第一次万维网国际研讨会上, Mark Pesce 和 Tony Parisi 首次向世人展示从 Labyrinth 界面中所呈现出来的 Web 三维虚拟现实画面, 立刻引起业界极大的关注。受此鼓舞, Mark Pesce 与连线杂志(Wired)的 Brain Behlendorf 一同发起了一个电子邮件列单, 目的是使全球各地的专家都能通过电子邮件为这项新技术发表见解, 仅仅一周时间就吸引了千余名志愿者的加入。为了能给这项新技术制定规范标准, Mark、Tony 等人很快组织了一个 VAG (VRML Architecture Group) 小组, 具体负责 VRML1.0 规范的研究与组织工作。

2) VRML1.0 草案的出台

日内瓦第一次万维网会议曾计划于当年 10 月份在芝加哥召开第二次会议, 如何能在短短 5 个月时间里提交一份 VRML1.0 草案, VAG 成员存在两种意见: 一种认为应该为这项新技术创建一个全新的格式; 另一种主张利用现有文件格式进行一些改造。经过研讨后, VAG 成员决定以现有 SGI 的 Open Inventor 文件格式基础上制定 VRML1.0 规范, 并得到了 SGI 的鼎力支持。5 个月后的 1994 年 10 月, VRML1.0 规范草案在芝加哥召开的第二次万维网国际会议上得到公布。

VRML1.0 草案在功能上主要解决了静态 3D 场景的创建、HTML 链接的方法措施以及平台兼容性问题。VRML1.0 标准中给出了超链接锚点 (Anchor 节点), 它对应于 HTML 中的 HREF。另一个特征是运用了虚拟现实普遍采用的 LOD (层次细节) 技术。VRML1.0 草案也存在一些重大缺陷, 例如: VRML1.0 完全是面向 ASCII 字符集的, 也就意味着 VRML1.0 被限制在处理 127 个字符的能力上, 这个限制对于处理非罗马语言的字符就会产生问题。另一个问题是 VRML1.0 缺乏交互性方面的支持, 如不能处理替身 (avatar) 等。正因如此, VRML1.0 草案后来经过多次反复修改, 直至 1995 年 5 月 26 日, VAG 才正式公布 VRML1.0 版规范说明书。

尽管 VRML1.0 草案存在一些缺陷, 但瑕不掩玉。VRML1.0 标准是以闪电般速度出台的, 公布后便很快在业界及各种媒体中产生了强烈反响。值得一提的是, 包括 Microsoft、Apple、IBM、Intel、Autodesk、Philips、3DLabs、Sony 等著名的大公司, 很快对 VRML 标准提出支持。1996 年, 这些著名公司自愿组建了一个 VRML 协会 (VRML Consortium), 这是一个非盈利性的开放性组织, 其作用是定义、推动和发展 VRML 标准。VRML 协会支持的 17 个技术工作组是推动 VRML 标准发展的主要技术力量, 在 VRML 发展历程中起着领头羊的作用。

3) VRML97/2.0

VRML1.0 版的明显缺陷促使更多著名公司纷纷投入到 VRML2.0 版提案的研究之中, VAG 也就把工作重心放在 VRML2.0 版编制方向的引导方面。仅在一年多一点的时间里, 这些公司就拿出各自的 VRML2.0 提案, 主要有: SGI 公司的 Moving Worlds, Sun 公司的

Holl Web, 微软的 Active VRML 以及 Apple 公司的 Out of the world。1996 年初, VRML 协会审阅并讨论了由上述几家公司提交的 VRML2.0 版本建议方案, 最后经过投票裁定由 SGI 提交的 Moving Worlds 提案以赢得 70% 的绝对多数选票而获得通过。Moving Worlds 后经 VAG 的改造成为 VRML2.0 正式版本。1996 年 8 月, VRML2.0 第一版在新奥尔良召开的 SIGGRAPH'96 会议上公布。

VRML2.0 在 VRML1.0 基础上进行了很大的补充和完善, 增加了近 30 个节点。尤其是其中新增的 Script (脚本) 节点和 PROTO (原形) 语句, 使 Java、JavaScript、VBScript 等这些最流行编程语言能在 VRML 场景中尽显神通, VRML 场景的交互性得到极大的增强。PROTO 语句可以让用户自行定义新的节点类型, 从而使 VRML 功能可以进一步扩充。总之, VRML2.0 版改变了 VRML1.0 那种死气沉沉的面貌, 极大地增强了场景的动态性, 交互性和编程功能。

1997 年 4 月, VRML2.0 被提交到国际标准化组织 ISO JYCI/SC24 委员会审议, 1997 年 12 月 VRML 作为国际标准正式发布, 1998 年 1 月正式获得国际标准化组织 ISO 批准。依照惯例, 定名为 VRML97 (国际标准号 ISO/IEC14772-1:1997)。由于 VRML97 是在 VRML2.0 基础上再进行了少量的修正而成, 所以现在人们经常不区别地使用这两个名称。

4) X3D

1998 年 2 月, 万维网上又一个崭新而大有前途的语言 XML (Extensible Markup Language, 可扩展标记语言) 诞生, 虽然该语言具有与 HTML 语言相似的格式, 但在网络数据交换处理上具有 HTML 无可匹敌的能力。XML 的出现为 VRML 的发展提供了更多的可能。为适应这种变化, 1998 年 VRML 协会更名为 Web3D 协会 (此时已有 97 家会员公司), 同年年底即提出新的 VRML 编码方案 X3D (Extensible 3D) 标准 (又称 VRML2000 规范)。所谓 X3D 标准, 就是 XML 标准与 3D 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 3D 内容标准, 缩写 X3D 就是为了突出新规范中 VRML 与 XML 的集成。

X3D 是基于 VRML 的, 它继承了 VRML97 的节点、域、域值的结构, 并兼容 VRML97/2.0 规范和现有 VRML 文件内容、浏览器和制作工具。X3D 是可扩展的, 可以用来创建简洁高效的 3D 动画播放器以及支持最新的流技术和渲染扩展。X3D 支持 XML 等多种编码和 API, 通过 XML, X3D 能够轻易的整合到网络浏览器或其他的应用程序中。X3D 的 3D 引擎基于 Java Applet, 各种文字、图片、声音、动画等多种媒体都可以方便地与 3D 内容结合。除此之外, X3D 还兼容 MPEG-4 格式。由于 X3D 整合了正在发展的 XML、JAVA、流技术等先进技术, 包括更强大、更高效的 3D 计算能力、渲染质量和传输速度, 因此被誉为下一代的开放式的网络三维的标准。

1.1.2 VRML 的功能特性

VRML 的全称为虚拟现实建模语言 (Virtual Reality Modeling Language), 说明它首先是基于虚拟现实技术的, 因此它具有一般虚拟现实系统最基本的功能和特征, 如三维环境、实时渲染与人机交互、多媒体支持等。其次, VRML 是基于 Web 的技术的, 因此具有一般 Web 技术的基本特点, 如平台兼容性、低带宽适应性、可分布性等。第三, VRML 作为一种国际标准, 不可能一下子满足所有应用领域的特殊需要, 因此 VRML 语言的设计具有开发性, 其功能和内容是可扩充的。

1) 三维特征

VRML 语言为 Web 三维虚拟现实环境的建立提供了一个国际化的标准, 它借鉴、综合了现有三维系统中关于场景的描述方法和优点, 定义了三维应用中大多数常见概念, 如造型 (Shape)、材质 (Material)、纹理贴图 (Texture)、光源 (Light)、视点 (Viewpoint)、背景 (Background)、雾 (Fog) 等一切用于建立三维虚拟世界所需要的东西, 这些术语对于多数 CAD 用户而言一般不会陌生。

2) 实时渲染与交互

实时渲染是虚拟现实场景中实现人机交互并获得沉浸感的先决条件。所谓“交互”(也称为“人机交互”), 一般是指用户通过输入设备向计算机系统发出指令, 计算机系统反馈回相应的信息。而“可交互性”是指用户对计算机环境的可操控程度和用户从计算机环境中得到反馈的自然程度。对虚拟现实系统而言, 实时的交互是非常重要的, 如果延时过长, 就会与人的日常经验不一致, 就谈不上自然的交互, 也很难获得沉浸感。

VRML 空间中的动态场景画面是通过“实时”地渲染得来的, 这是虚拟现实与普通三维动画的本质区别之一。普通三维动画(如 AVI 动画)是由一帧帧预先渲染好的连续的静态图像组成的, 当你观看一个普通的三维动画时, 就如同观看一部经过拍摄和剪辑过的影片一样, 你只能被动地按照导演排列好的画面顺序去欣赏。与三维动画不同, VRML 提供的是一个三维“现场”的环境, 当你在 VRML 场景中以任何方向和速度浏览时, 浏览器总是以每秒 30 帧的渲染速度实时、动态地生成场景画面, 这种速度使你几乎感受不到有所谓渲染过程的存在, 如同行走在现实世界中, 你只会感受到步移景异的效果, 而不会意识到眼球与大脑是如何处理这个过程一样。

VRML 场景中的可交互内容和形式也是很丰富的。例如 VRML97/2.0 规范提供的碰撞检测器 (Collision)、传感器 (Sensor) 等, 能使场景中的造型对象“感知”到用户的操作, 然后通过路由将这些“感知”信息传递到脚本程序进行计算, 脚本程序将处理后的数据通过路由再传递给相应的物体, 从而使这些物体产生相应的行为动作。这种实时交互功能使得用户随时能觉察到他操作之后得到的反馈结果, 从而达到真正虚拟的效果。

3) 多媒体支持

为了增强虚拟三维环境的真实感, VRML97/2.0 规范支持图像、声音、动画等多媒体文件格式的引用。在图像方面, 可以把 JPEG、PNG、GIF 和 MPEG 等格式文件用于造型对象的外观(即纹理映射或贴图); 在音效方面, VRML97/2.0 规范支持 WAV、MIDI 等格式文件的播放, 而且在 VRML 场景中, 声音可以通过位置、方向、音量大小的设定, 产生出有远近、方位感的 3D 听觉效果。

除上述文件格式以外, 另有一些常见格式在某些 VRML 浏览器插件支持下也可引入 VRML 场景中。如 Blaxxun 公司开发的 VRML 浏览器 blaxxun Contact (后续版本为 BS Contact VRML), ParallelGraphics 公司开发的 Cortona VRML Client 浏览器等, 除了能支持上述多媒体文件格式以外, 还可以支持 MOV、AVI、MPEG-4、FLASH 等视频动画文件, RM、MP3、AIFF 等多种音频文件, 以及支持多重纹理贴图。多媒体文件的引入, 增强了 VRML 场景的丰富性和境界的自然逼真性。

4) 平台兼容性

Web 本身是一个兼容性极强的平台。由于 Web 应用框架是按开放的国际标准(如 HTML、VRML 等)和协议(如 TCP/IP、HTTP 等)构成的, 相对于具体的硬件和操作系统平台, 这些标

准或协议都是中性的。VRML97/2.0 规范同样遵循这些共同的协议或标准,使之不仅既能在小型局域网上应用,又能在大型广域网乃至 Internet 上应用,具有较好的兼容性。

VRML 的远程访问方式基于客户端 / 服务器 (C/S) 模式,其中,服务器提供 VRML 模型文件及外部支持文件,如场景中使用的纹理图像、视频、声音等;客户端通过浏览器及网络连接下载,并可交互式地访问这些 VRML 文件描述的虚拟场景。浏览器作为客户端程序是本地平台提供的,虽然不同的操作系统使用的浏览器各有不同,但处理的对象(即 VRML 模型文件及场景支持文件)是一致的。或换句话说,同样的 VRML 文件是可以在任何平台下存储和访问的,它与用户使用的具体软硬件平台无关。

5) 低带宽适应性

VRML 通过采用“可执行的代码”技术,有效地克服了网络带宽造成的瓶颈,使 VRML 在低带宽的网络上也可以实现。与 HTML 一样,VRML 用文本方式来描述虚拟场景和链接。由于文本描述的信息在网络上的传输比图形文件迅速,而且对于浏览器而言,这些文本所描述的内容其实都是可执行的代码,因此 VRML 的巧妙之处就在于此,它避免了在网上传输超大容量的视频图像,传输只是有限容量且传输速度快的模型文件,而把动态场景的生成和交互等复杂的任务通过代码交给本地机处理,从而减轻了网路的负荷。当我们在虚拟场景中浏览时,依靠的是本地主机的计算及图形性能,而与网络无关。

6) 可分布性

VRML 采取客户端 / 服务器的访问方式,使之能与 Web 上的多数应用一样具有可分布性的特征。VRML 可分布性可表现为数据或文件的可分布性以及用户操作的可分布性两个方面。首先,文件或数据分布是指 VRML 模型文件、支持性文件(如图像、声音等)、程序文件(如 Java)等都可以分散在网络上的不同主机上。一个内容复杂、具有丰富视听的效果 VRML 场景,通常是由数目不等的 VRML 模型文件、图像、声音、视频动画文件以及 Java 程序等共同配合下完成的,VRML 提供了相应的方法,可以将分布的这些文件连接起来。其二,用户操作的可分布性是指通过其他网络工具的配合,可以让分布在各处的多个用户同时进入并操控同一个 VRML 场景,从而建构一个方便交流的共享虚拟环境,而这就实现了虚拟现实技术最本质的目的。

7) 功能的扩充

VRML 作为一种描述性语言,它与 HTML 有一定相似之处,即这种语言 (VRML 或 HTML) 本身虽然并不包含事件处理的方法,但都可以通过支持符合 Web 标准的其他编程语言 (如 Java) 的嵌入或引用,从而实现其“可编程”的特性。

VRML 嵌入或引用这些程序的方法是通过 Script 节点,支持的程序语言包含 Java,以及基于 ECMAScript 的 JavaScript、VrmlScript 语言。VRML 之所以支持这些语言,是因为它们在 Internet 上应用很广泛,且各自有现存的开放化的标准,容易实现 VRML 与其他 Web 技术的集成。比较典型的例子是 VRML 与 HTML 的结合。在 HTML 中,VRML 可以当作如图片之类的媒体元素嵌入到 HTML 生成的页面之中,而 VRML 场景之间,以及 VRML 场景 Web 页面之间也可以借助 Java 或 JavaScript 等语言实现 VRML 场景内部,以及 HTML 页面与 VRML 场景之间的各种交互或控制,在 VRML97/2.0 规范文本中就描述了在 VRML 中使用这些代码的方法。

8) 对象类型的扩充

VRML 创造虚拟世界各种对象的基本方法是使用节点。VRML97/2.0 规范提供了 50 多种标准的节点类型,同时也允许用户根据需要采用 VRML97/2.0 规范提供的 PROTO (原型定义)、EXTERNPROTO (外部原型引用申明) 语句来自行定义新的节点类型及其属性,借助于 Java、JavaScript、VrmlScript 等编程语言,可以使自定义的新对象类型具有一些较为复杂的行为特征。值得注意的是,以 blaxxun、Bitmanagement 和 ParallelGraphics 公司为代表 VRML 浏览器软件开发商目前已开发了许多功能强大的 VRML 扩展节点,这些扩展的 VRML 对象类型极大地增强了 VRML 场景的视、听觉魅力。

1.1.3 VRML 虚拟建筑开发工具

如前所述,VRML 不是一种软件,而是关于一种三维模型的格式和标准,所以,要开发 VRML 虚拟建筑,首先就需要选择能输出和处理 VRML 格式文件的工具。VRML 模型文件具有 WRL 和 WRZ 两种扩展名形式,其中,WRL 是 VRML 模型文件一般格式,该格式可以用任何文本编辑程序(如 Windows 记事本)打开并查看模型文件中的代码;WRZ 是 VRML 模型的压缩格式,压缩格式主要为适应网络传输和减小文件存储空间,该格式只能采用专门的 VRML 代码编辑程序(如 VrmlPad)打开并进行编辑。

目前可用于 VRML 虚拟建筑开发的软件工具非常多,从功能方面看,大体上可分为建模工具和代码编辑工具两种类型。其中,建模工具主要用来完成 VRML 场景中以及绝大多数 3D 对象的创建,如造型、灯光、视点等,创建的模型可向外输出具有“*.wrl”或“*.wrz”扩展名的 VRML 模型;代码编辑工具(也称编辑器)主要是针对 VRML 文件代码的编辑处理,可达到优化 VRML 文件性能,增强场景的交互性以及其他特殊效果的目的。

下面对 VRML 虚拟建筑开发中可以用到的软件工具作一个简要介绍。

1) 3ds Max

3ds Max 是目前建筑设计领域最普遍使用的三维建模工具之一,也是创建 VRML 虚拟建筑模型的首选工具。3ds Max 很早就支持 VRML 文件格式的输出,它自带了两个用于 VRML 建模的插件,一个是 VRML97 Helpers,用于创建 VRML 中的某些特殊对象;另一个是 VRML97 Exporter,用于输出 VRML 模型文件。在 3ds Max 中,除了某些由外挂插件或程序生成的特殊对象外,一般由标准或扩展形体工具创建的造型,以及使用放样、布尔运算、网格、面片、NURBS 等方法创建的造型,都能顺利地输出为 VRML 模型文件。关于 3ds Max VRML 建模,在第 4 章中将有更深入的讨论。

2) SketchUp

SketchUp 是一款适合于建筑方案设计的三维软件,目前 SketchUp 越来越受到建筑师和建筑专业学生们的欢迎。SketchUp 也自带了导出 VRML 文件的输出器(通过下拉菜单“文件/导出/模型”来调用),因此也可以作为虚拟建筑开发的辅助工具。关于 SketchUp VRML 建模,在第 4 章中将有更深入的讨论。

3) AutoCAD

AutoCAD 在国内建筑设计界可谓应用历史最长、用户最多的 CAD 软件。AutoCAD 本身并不

包含 VRML 功能, 不过由于目前已有不少第三方软件商为之提供 VRML 输出器插件, 使 AutoCAD 成为建构 VRML 虚拟建筑的一种可选择工具。关于 AutoCAD VRML 建模, 在第 4 章中将有更深入的讨论。

4) Canoma

Canoma 是最早的一款利用照片快速创建三维模型的软件, 可以利用这个工具快速创建一个现实环境的 VRML 模型 (图 1-1)。Canoma 利用照片建模的原理, 看上去也很简单, 主要步骤为: 以现场照片为“底图”, 用软件自带的标准形体以及它们的组合来对准、适配照片中的物体而得到一种简化的三维模型; 此后还可以利用其他角度的照片对模型进行修正和补充, 因此照片越多, 则纹理的覆盖面越多, 模型更趋于精细。当模型建好后, 通过一个纹理命令, 原先的照片将自动裁减成模型物体各个面的贴图纹理, 最后通过导出命令即可输出 VRML 模型文件, 见图 1-1 (b)。

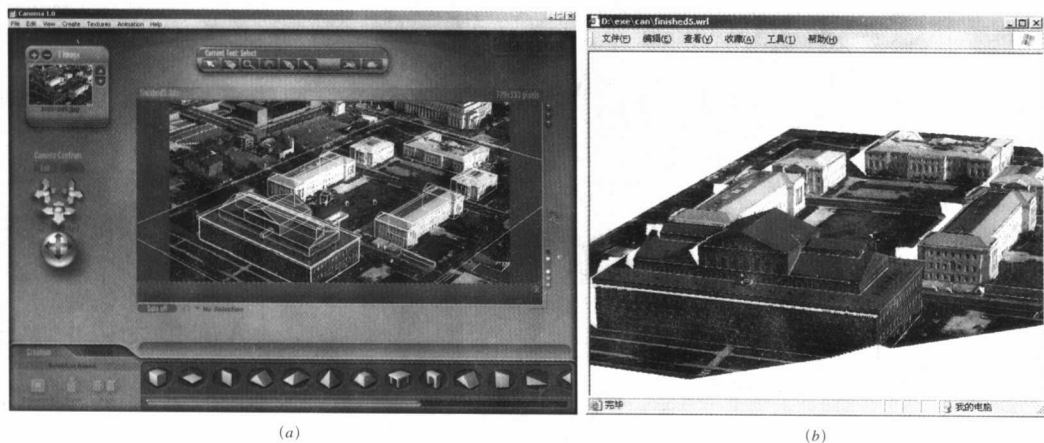


图 1-1 Canoma 照片建模软件
(a) Canoma 界面; (b) 生成的 VRML 模型

Canoma 最先是由 MetaCreations 公司推出的产品, 此后被 Adobe 公司收购。遗憾的是现在这两家公司都已不再提供 Canoma 原产品的下载和技术服务了, 不过这样的结果也使得 Canoma 成为一个完全免费的软件。

下面提供几个可能的 Canoma1.0 下载网址:

Canoma1.0 安装程序: <http://it.sohu.com/webcourse/webmonkey/1-3dMax/download.html>

Canoma 1.0.1 更新补丁: http://www.canoma.com/Canoma10_101.EXE

Canoma 1.0.1 更新补丁的说明: <http://www.canoma.com/ReleaseNotes101.html>

5) ImageModeler

ImageModeler 也是一款利用照片创建三维模型的软件, 其创建的模型可以直接输出为 3ds Max、Maya、LightWave 3D、Softimage 3D 模型以及 VRML 格式文件。

与 Canoma 相比较, ImageModeler 建模功能更加专业, 其主要原因在于 ImageModeler 的建模方法不限于采用简单体素, 而可以直接使用点、线、面、多边形挤压等方式建立更复杂形式的模型, 甚至可以将一个复杂雕像的三维数据还原出来。图 1-2 (a) 显示了 ImageModeler 的建模界面, 你可以通过在多张照片上标记造型对象上的空间点, 并指定这些标记点之间的相互关系,