

VRML 虚拟现实网页语言

严子翔 编著

清华大学出版社

(京)新登字 158 号

内 容 简 介

VRML(Virtual Reality Modeling Language)是标记语言的一种,用于处理网页上的三维图形,通过VRML可以构建出三维的虚拟现实。本书配合范例,全面介绍了VRML节点的意义、用法、语法、字段与事件的说明;还介绍了VRML的基本图学原理与VRML的最新发展情况,希望对VRML的初学者和中级用户有所帮助。

本书繁体字版名为《VRML 虚拟实境网页语言》,由知城数位科技股份有限公司出版,版权属严子翔所有。本书简体字中文版授权清华大学出版社独家出版。未经本书原版出版者和本书出版者书面许可,任何单位和个人不得以任何形式或任何手段复制或传播本书的部分或全部内容。

北京市版权局著作权合同登记号:图字01-2000-2256号

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

书 名: VRML 虚拟现实网页语言
作 者: 严子翔
责任编辑: 许瑛琪
出 版 者: 清华大学出版社(北京清华大学学研大厦,邮编 100084)
[http:// www. tup. tsinghua. edu. cn](http://www.tup.tsinghua.edu.cn)
印 刷 者: 北京市人民文学印刷厂
发 行 者: 新华书店总店北京发行所
开 本: 787 × 1092 1/16 印张: 15.75 字数: 367 千字
版 次: 2001 年 8 月第 1 版 2001 年 8 月第 1 次印刷
书 号: ISBN 7-900635-24-6
印 数: 0001 ~ 4000
定 价: 30.00 元(含 1 张光盘)

序

VRML(Virtual Reality Modeling Language, 虚拟现实网页语言)是标记式语言的一种,但并不像 HTML 和 XML 使用得那样普遍,可能是因为 VRML 是处理网页三维图形的语言,而不是处理文字信息的一般标记式语言。

一般的读者看到虚拟现实时,可能会感到困难,但是通过 VRML 的语法,可以轻易构建出三维的虚拟现实。作者依据本身学习 VRML 的经验和设计虚拟现实的概念编排本书,希望能够帮助读者系统地学习 VRML 的各种语法与技巧,使虚拟现实的构建更加符合人性,而不再是一种枯燥、生硬的工作。

最后要感谢父母、老师和同学们的支持,还有艾莉卡小姐的推荐。本书的编写力求完美,内容恐有疏漏或不妥之处,尚祈各位读者惠赐指正,不胜感激。

严子翔

2000年12月15日

导 论

关于本书

由于因特网(Internet)的蓬勃发展,互联网(WWW)成为进入网络世界的最佳界面,VRML 是一种可以通过互联网浏览器运行虚拟现实的语言,通过浏览器可以浏览 VRML 创建的三维虚拟现实。

本书根据作者学习 VRML 的方向与经验来编写,因此适合任何想要在互联网上构建虚拟现实的初学者,本书在每节开始先介绍 VRML 节点(Node)的意义与应用方向,再列出节点的语法(Syntax)及其字段(Field)与事件(Event)的说明,最后附上范例,并探讨范例的设计理念与使用方法。

另外本书还介绍 VRML 的基本图学原理和目前 VRML 的最新发展——X3D。X3D 是结合 VRML 97 与 XML(eXtensible Markup Language)的新三维图形规格,在 2000 年 6 月的 VRML200x 规格一书中被提出,所以本书不只是一本典型的计算机工具书,它还提供传统的图学原理与最新的相关信息(X3D),希望本书能对欲进入 VRML 大门的读者有所帮助。

本书结构

本书结构分成 4 篇，14 章，并有序和导论。

序

自述学习 VRML 的原因与出版本书的原因。

导论

介绍本书一些基本的认识并陈述本书的编排概况，系统地介绍了本书的内容结构。

基础篇 VRML 是什么

完整地介绍 VRML 的历史背景、浏览编辑工具与文件结构，将初学者引入 VRML 的虚拟现实中。

第 1 章 认识虚拟现实与 VRML

介绍虚拟现实与 VRML 的历史背景和基本原理。

第 2 章 VRML 的浏览与编辑

介绍 VRML 的外挂(Plug-In)程序和编辑工具。可以视自己的需要，选择阅读与否。

第 3 章 VRML 的文件结构

介绍 VRML 的文件结构，本章所提的范例并不多，大部分是作文字和图表的说明。

实用篇 基本节点的应用

本篇开始进入编写 VRML 程序的大门，先介绍如何创建虚拟现实中的基本几何对象(包括轮廓与外观)；再对几何对象进行转换组合；最后改变虚拟现实中的四周环境与观看方位。

第 4 章 构建虚拟对象的几何模型——Gemetry Nodes

本章介绍虚拟现实中最基本的几何节点，如 Box、Cone、Cylinder 和 Sphere 等节点；

展现文字的 Text 节点, 构建复杂几何对象的 ElevationGrid、TextureCoordinate、Extrusion、PointSet、IndexedLineSet 和 IndexedFaceSet 等节点。通过这些基本的虚拟对象可以构建出庞大的虚拟现实。

第 5 章 虚拟对象的外观——Appearance Nodes

本章介绍如何将创建的几何对象加上多姿多彩的外观。本章所介绍的节点都是 Shape 节点中的 Appearance(外观)节点。

第 6 章 组合虚拟对象的群节点——Grouping Nodes

群节点可以将所有的节点(群节点或子节点)包含在其中, 作为一个整体的对象。群节点的种类很多, 如可以重新坐标的 Transform 节点, 引入其他 VRML 文件的 Inline 节点及可以进行超链接的 Anchor 节点等。

第 7 章 虚拟现实的环境——Environment Nodes

环境节点可以增加虚拟现实的真实性, 如 Background 节点可以让虚拟现实加上背景, 能够拥有天空、绿地或山岳; Fog 节点可以雾化虚拟现实, 使其具有朦胧之美; 光线型的节点使得虚拟现实重见光明; 而声音型的节点则让虚拟现实更加生动。

第 8 章 虚拟现实的观看点——Viewing Nodes

介绍虚拟现实的观看点。Viewing 节点的功能是定义默认观看点方位, NavigationInfo 节点的功能是控制观看者在虚拟现实中的游走方式。

高级篇 高级节点的应用

本篇与实用篇最大的不同是将动态的方法与交互性的概念引进了虚拟现实中, 使虚拟现实成为可以自动变化的动态世界, 并且可以和用户进行交互, 增加了虚拟现实的真实性。

第 9 章 动态的虚拟现实——Animation Nodes

本章介绍如何构建一个动态的虚拟现实, 让虚拟对象可以在坐标系统中自动移动、旋转或缩放等。

第 10 章 构建交互式的虚拟现实——Sensor Nodes

为了使虚拟现实产生交互性, 可以在一般的 Shape 节点上加入类似传感器(Sensor)的

节点, Sensor 节点是靠感应观看者的输入装置产生反应, 最常见的输入装置是鼠标。

第 11 章 信息化及程序化的虚拟现实

WorldInfo 节点是让程序的相关信息文件化, 如标题、版权和作者等信息。Script 节点可让 VRML 程序化, 而使用的语言则为 Java 或 Java Script。

趋势篇 VRML 的原理与未来

本篇介绍创建 VRML 新节点的方法, 利用前两篇所学的各种节点产生一个符合个人需求的新节点, 另外还说明 VRML 的基本图学原理, 介绍 VRML 节点如何运作; 最后提到网络三维图形的新趋势 X3D, 简单说明 X3D 的由来与目的。

第 12 章 创建新的 VRML 节点

利用 VRML 规格书所提供的 50 多种节点创建一个需要的新节点。每一个新节点要有一个节点名称和定义节点数据类型的一连串字段与事件; 还要有一个节点本体(Node Body)。

第 13 章 VRML 的基本图学原理

介绍一些图学的基本数学原理, 以使用户了解 VRML 节点的运作原理。主要是一些数学运算式, 用来解释图学的基本演算法。

第 14 章 三维图形的新技术——X3D

本章主要介绍目前 VRML 的最新规格 X3D(eXtensible 3D)。从 VRML 97 变成了 X3D 可以说是三维图形规格的一个极大变革, 而最大的改变之处为 X3D 结合了 XML 和 VRML 97。

附 录

附录 A 词汇

列出所有关于 VRML 专有名词的中英文对照与中文解释。

附录 B 参考资源

介绍编写本书所参考的资料, 包括相关的网站、参考书籍与期刊等。

本书所附光盘

1. 各章中的范例文件在 `example` 文件夹中。
2. VRML 的外挂程序 Cortona VrmI Client 在 `VRML_Client` 文件夹中。
3. VRML 的编辑器 Cortona VrmI Pad 1.2 在 `VrmI_Pad` 文件夹中。
4. X3D 的文件格式定义(Document Type Definition, DTD)在 `X3D_DTD` 文件夹中。
5. 范例目录在 `index` 文件中。

目 录

基础篇 VRML 是什么

第 1 章 认识虚拟现实与 VRML	3
1.1 虚拟现实	4
1.1.1 虚拟现实的历史	4
1.1.2 虚拟现实的定义	5
1.1.3 虚拟现实的硬件设备	7
1.2 VRML	8
1.3 VRML 的正式网站——Web 3D Consortium	9
1.3.1 关于 web 3D Consortium(About Us)	10
1.3.2 Web 3D Consortium 技术信息(Technical Info)	10
1.4 本章小结	13
第 2 章 VRML 的浏览与编辑	15
2.1 浏览 VRML 的方法	16
2.1.1 浏览器外挂程序	16
2.1.2 安装实例	18
2.1.3 VRML 工具列	21
2.2 VRML 的编辑方法	23
2.3 本章小结	24
第 3 章 VRML 的文件结构	25
3.1 VRML 文件概述	26
3.2 VRML 的文件头	27
3.3 VRML 的文件注释	27
3.4 节点	27
3.5 字段和字段值	30
3.6 定义节点名称(DEF)和重用节点名称(USE)	34
3.7 事件和路由	36
3.7.1 事件(Event)	36
3.7.2 路由(Route)	37
3.8 本章小结	38

实用篇 基本节点的应用

第 4 章 构建虚拟对象的几何模型——Gometry Nodes	41
4.1 模型节点——Shape	42
4.2 几何箱型节点——Box	43
4.3 几何圆锥体节点——Cone	45
4.4 几何圆柱体节点——Cylinder	46
4.5 几何球体节点——Sphere	48
4.6 地表网格节点——ElevationGrid	50
4.7 成形节点——Extrusion	55
4.8 点集合节点——PointSet	59
4.9 指针线集合节点——IndexedLineSet	61
4.10 指针表面集合节点——IndexedFaceSet	63
4.11 文字节点——Text	66
4.12 本章小结	68
第 5 章 虚拟对象的外观——Appearance Nodes	69
5.1 外观节点——Appearance	70
5.2 材料节点——Material	70
5.3 图片型的表面材质节点——ImageTexture	73
5.4 像素型的表面材质节点——PixelTexture	76
5.5 影片型的表面材质节点——MovieTexture	79
5.6 表面材质的转换节点——TextureTransform	80
5.7 本章小结	82
第 6 章 组合虚拟对象的群节点——Grouping Nodes	83
6.1 基本型的群节点——Group	84
6.2 转换型的群节点——Transform	86
6.3 引入型的群节点——Inline	93
6.4 选择型的群节点——Switch	95
6.5 广告牌群节点——Billboard	97
6.6 超级链结的群节点——Anchors	99
6.7 分级型的群节点——LOD(Level.of.Detail)	101
6.8 感测型的群节点——Collision	105
6.9 本章小结	105
第 7 章 虚拟现实的环境——Environment Nodes	107
7.1 控制背景的节点——Background	108
7.2 雾化节点——Fog	111

7.3	点光源节点——PointLight	113
7.4	方向性光源节点——DirectionalLight	115
7.5	聚光性光源节点——SpotLight	119
7.6	声音发射器节点——Sound	122
7.7	声音节点——AudioClip	124
7.8	本章小结	125
第8章	世界的观看点——Viewing Nodes	127
8.1	决定观看点的节点——Viewpoint	128
8.2	控制浏览功能的节点——NavigationInfo	132
8.3	本章小结	135
高级篇 高级节点的应用		
第9章	动态的虚拟现实——Animation Nodes	139
9.1	控制时间的感测器节点——TimeSensor	140
9.2	变换位置的动态节点——PositionInterpolator	141
9.3	变换方位的动态节点——OrientationInterpolator	147
9.4	变换强度的动态节点——ScalarInterpolator	150
9.5	变换颜色的动态节点——ColorInterpolator	153
9.6	变换坐标的动态节点——CoordinateInterpolator	156
9.7	变换向量的动态节点——NormalInterpolator	160
9.8	本章小结	164
第10章	建造交互式的虚拟现实——Sensor Nodes	165
10.1	接触型传感器节点——Touch Sensor	166
10.2	平面移动型传感器节点——Plane Sensor	170
10.3	单轴旋转型传感器节点——Cylinder Sensor	173
10.4	任意轴旋转型传感器节点——Sphere Sensor	175
10.5	能见度传感器节点——Visibility Sensor	177
10.6	亲近度传感器节点——Proximity Sensor	178
10.7	碰撞传感器节点——Collision	179
10.8	本章小结	180
第11章	信息化及程序化的虚拟现实	181
11.1	信息化的节点——WorldInfo	182
11.2	程序化的节点——Script	183
11.3	本章小结	193

趋势篇 VRML 的原理与未来

第 12 章 创建新的 VRML 节点	197
12.1 使用 PROTO 创建新节点	198
12.2 使用 EXTERNPROTO 引入节点数据类型库	199
12.3 本章小结	202
第 13 章 VRML 的基本图学原理	203
13.1 点、线和面	204
13.1.1 点	204
13.1.2 线	205
13.1.3 面	206
13.2 平移、旋转、缩放和剪切变形	207
13.2.1 平移	207
13.2.2 旋转	208
13.2.3 缩放	209
13.2.4 剪切变形	210
13.3 转换矩阵的创建	211
13.4 本章小结	213
第 14 章 三维图形的新趋势——X3D	215
14.1 Extensible 3D(X3D)的介绍	216
14.2 可延伸式标记语言	218
14.2.1 关于 XML	218
14.2.2 XML 的格式	218
14.2.3 文件格式定义(Document type definition,DTD)	219
14.3 X3D 和 VRML 97 的范例比较	219
14.4 本章小结	222

附 录

附录 A 词汇	223
附录 B 参考资料	231

基础篇

VRML 是什么

完整介绍 VRML 的历史背景、浏览编辑工具与文件结构,希望能将初学者引入 VRML 虚拟现实中。

第 1 章 认识虚拟现实与 VRML

第 2 章 VRML 的浏览与编辑

第 3 章 VRML 的文件结构

第 1 章

认识虚拟现实与 VRML

- 1.1 虚拟现实
- 1.2 VRML
- 1.3 VRML 的正式网站——Web 3D Consortium
- 1.4 本章小结

本章介绍虚拟现实与 VRML 的基本知识、历史背景和基本原理，不会提到任何关于程序编写的部分，所以想要认识虚拟现实与 VRML 的用户，一定要看；否则可跳过这一章。

1.1 虚拟现实

虚拟现实 (Virtual Reality) 一词最早是 19 世纪 70 年代在麻省理工学院 (MIT, Massachusetts Institute of Technology) 出现，表示人类存在于计算机空间中的概念。

身处信息蓬勃发展的 e 时代，相信对虚拟现实并不陌生。看过《骇客帝国》这部电影的人，对于基努·李维斯学功夫的电影片段一定印象深刻：他戴上头盔式屏幕 (Head-Mounted Display) 和数据手套 (Data Glove) (如图 1.1 和图 1.2 所示)，将自己置身于虚拟现实的场景中和虚拟的敌人对打，多数人都可以从电影或计算机游戏中认识虚拟现实。



图 1.1 头盔式屏幕



图 1.2 数据手套

1.1.1 虚拟现实的历史

20 世纪 50 年代末期，Morton Heiling 开始尝试设计多感觉的虚拟经历，他开发了一台名为 Sensorma 的机器，综合了电影的播放、音效、振动、风和味觉效果，让电影观众有如身临其境。头盔式屏幕的创意也是由 Heiling 提出。

1965年,有“计算机图学之父”之称的 Ivan Sutherland 提出“最终显示”(the Ulitimate Display)一词,用来描述计算机图形的显示系统,可以追踪人的头部以更新显示,让用户有如置身于虚拟现实中,所以他被认为是现代虚拟现实的先驱。在1968年他完成了第一个头盔式屏幕的成品。

1971年 Frederick Brooks 开发出了反馈力系统(Force-Feedback System)。

1982年 Thonmas Zimmerman 等人设计出了数据手套,可以作为虚拟现实的输入装置。

1985年 Jaron Lanierm 与 Jean Jaeques Grimaud 所创建的 VPL Research 公司是第一个虚拟现实的商业化公司,而数据手套是他们的第一个产品。

1989年 Autodesk 公司开发了第一个以 PC 为平台的虚拟现实系统。

到20世纪末,头盔式屏幕和数据手套的制造已经商业化,不再是昂贵的设备,所有想要研究虚拟现实者都可以轻易得到。虚拟现实的发展系统也在进步,一直到现在因特网的普及,全世界的人都通过互联网浏览信息,所以如何将虚拟现实引进因特网,成了一个重要的课题,于是就出现了 VRML 这个将虚拟现实引入因特网的新语言。

1.1.2 虚拟现实的定义

1. 基本的定义

虚拟现实必须是一个由计算机所产生的三维立体空间,用户可以和这个空间中的对象交互,除观看外还可以操作其中的部分对象,并可在空间中随用户的意志自由移动,进而产生相当的融入感及参与感。虚拟现实必须具备以下5个特点:

- ◆ 由计算机产生。
- ◆ 是三维立体空间。
- ◆ 可以和这个空间的事物交互。
- ◆ 可以随用户的意志自由地游移。
- ◆ 具有融入感及参与感。

2. 3个I的定义

3个I的定义由 Burdea 公司的 Virtual Reality Technology 所提出,3个I的相互关系如图1.3所示。

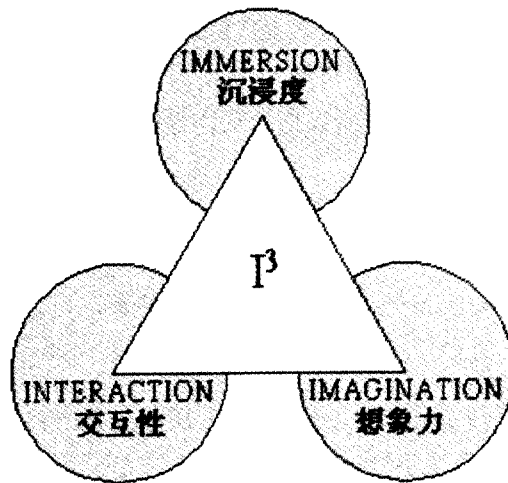


图 1.3 3个I的虚拟现实定义

◆ 沉浸度(Immersion)

人们全心投入一件事情时，会达到浑然忘我的境界，完全无视外界的环境。虚拟现实就是借助这种心理让人摆脱现实环境的压力，进入计算机模拟的虚拟现实。

◆ 交互性(Interaction)

真实世界中，人可以与周围的环境交互，例如，抬头可以看到太阳、白云，可以和行人打招呼，所以虚拟现实就是要把这种人与环境间的交互性加入虚拟现实中，让虚拟现实更为真实。

◆ 想象力(Imagination)

人类具有天马行空的想象力才创造了今日的世界。虚拟现实就是借助人类的想象力，将虚拟现实和真实的事物联想在一起，例如，一个人虽然没有到达大英博物馆，却可以通过因特网去参观虚拟的大英博物馆。

3. 虚拟现实的定义

在 Steuer J.发表的报告 Defining Virtual Reality: Dimension Determining Telepresence 中，对虚拟现实的定义如下：

◆ 虚拟现实是沉浸式的(Immersive)

用户进入虚拟现实后，会暂时与真实世界隔绝，置身于另一个世界当中。这个世界是由人类将数据输入计算机处理而产生的，同时虚拟现实提供给用户各种感觉，包括视觉、听觉、触觉、味觉与嗅觉。

◆ 虚拟现实是由用户主动浏览的(Active)

一般多媒体，如电影和电视，用户只能接受事先安排的内容，而虚拟现实提供用户