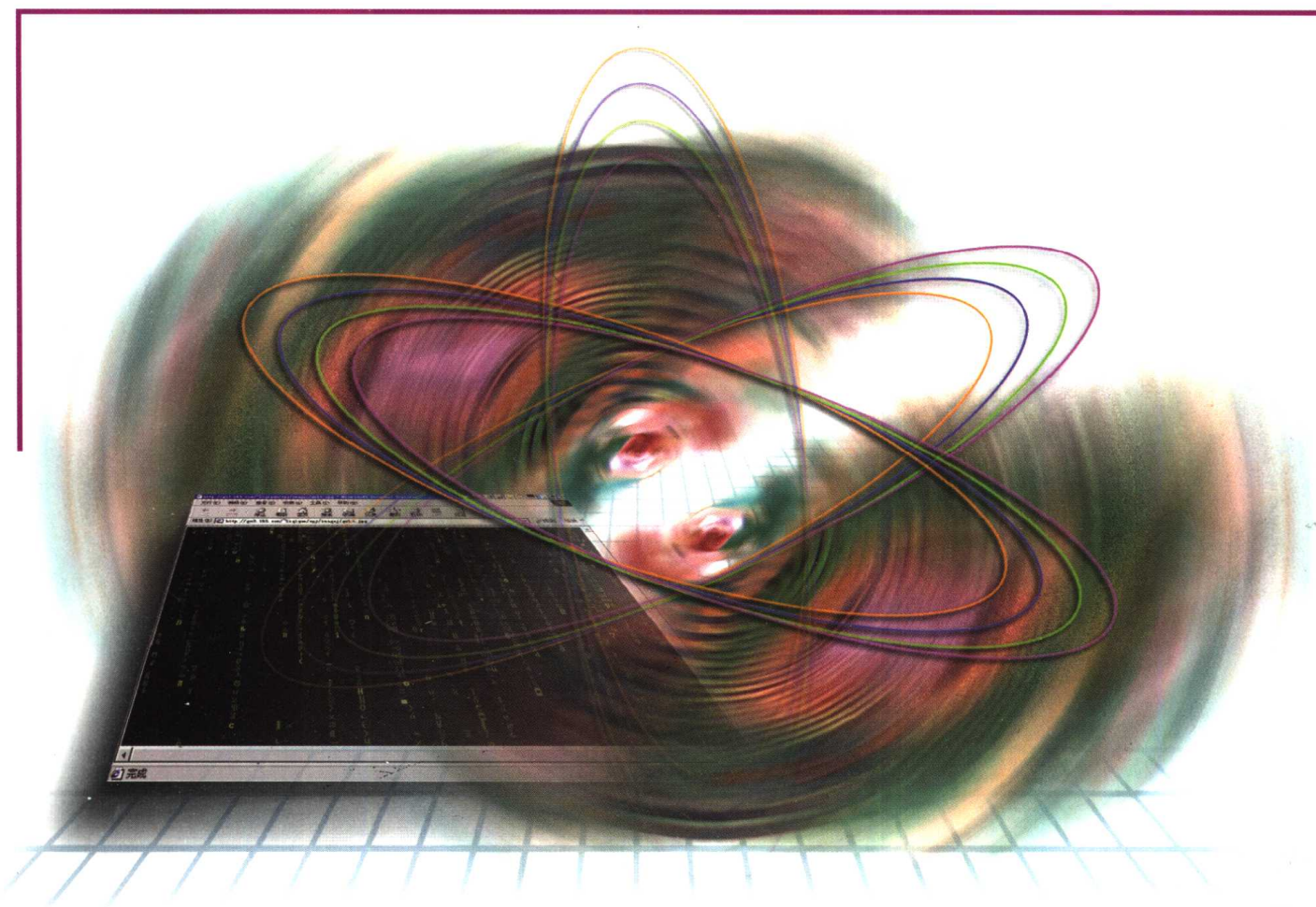




# VRML

## 虚拟现实网页语言

严子翔 编著



清华大学出版社  
<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>



# 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,任何单位和个人均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>

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。

### 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——Geometry 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, 以便用户了解 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 三维图形的新趋势——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

|                                              |           |
|----------------------------------------------|-----------|
| <b>第 1 章 认识虚拟现实与 VRML</b>                    | <b>3</b>  |
| 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        |
| <b>第 2 章 VRML 的浏览与编辑</b>                     | <b>15</b> |
| 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        |
| <b>第 3 章 VRML 的文件结构</b>                      | <b>25</b> |
| 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——Gemetry 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        |
| <b>第 8 章</b>               | <b>世界的观看点——Viewing Nodes .....</b>       | <b>127</b> |
| 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        |
| <br><b>高级篇 高级节点的应用</b><br> |                                          |            |
| <b>第 9 章</b>               | <b>动态的虚拟现实——Animation Nodes .....</b>    | <b>139</b> |
| 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        |
| <b>第 10 章</b>              | <b>建造交互式的虚拟现实——Sensor Nodes .....</b>    | <b>165</b> |
| 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        |
| <b>第 11 章</b>              | <b>信息化及程序化的虚拟现实 .....</b>                | <b>181</b> |
| 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。