

文章编号:1000-582X(2005)11-0031-04

新一代 Web 三维图形标准 X3D 及其应用*

李 华, 宋 蔚

(重庆大学 计算机学院, 重庆 400030)

摘 要:随着 Web 应用的发展,基于 Web 的虚拟现实技术得到广泛的应用.在 Web 三维图形技术领域,原有的技术标准 VRML(Virtual Reality Modeling Language)由于自身的缺点难以适应 Web3D 的应用发展,为此 Web3D 联盟提出了新一代 Web 三维图形标准 X3D(Extensible 3D Specification).X3D 采用模块化的结构,使用多种文件编码形式,有统一的应用程序模型界面以及可扩展的规格结构,是开放的、可扩展的标准.笔者分析了 X3D 的技术特点,并对它的产生背景、发展现状及支持工具作了介绍.然后在此基础上给出了一个应用的实例.

关键词:虚拟现实;Web 三维图形技术;虚拟现实造型语言;可扩展三维图形规范;可扩展标记语言
中图分类号:TP393 **文献标识码:**A

近年来虚拟现实技术成为计算机领域研究的热点之一.随着互联网的普及和发展,将虚拟现实技术应用于互联网是虚拟现实技术发展的方向.基于 Web 的虚拟现实,首要问题是在 Web 上实现三维的虚拟场景,即使用互联网三维图形技术 Web3D 在 Web 上构建三维虚拟场景. VRML (Virtual Reality Modeling Language),即虚拟现实造型语言是由非营利的 VRML 联盟(Web3D 联盟的前身)制定的三维网络应用的标准,能够通过文本性的描述创建三维虚拟场景^[1-2].然而在使用的过程中,VRML 的许多缺点,如属性过多难于实现,与其它应用集成困难、稳定性差等严重阻碍了其在 Web 上的广泛应用.与此同时,许多公司推出了自己的制作工具,使用专用的文件格式和浏览器插件,如 Cult3d, Viewpoint, Java3d, Pluse3d, Shout3d, Shockwave3D 等,Web3D 应用出现了一种混乱的局面.在这种情况下,新一代 Web3D 标准应运而生,即可扩展三维图形规范(Extensible 3D Specification,简称 X3D).

1 X3D 及其特点

X3D 的概念是由 Web3D 联盟于 1998 年提出,并于 1999 年 2 月正式开始制定.经历了多年的发展,X3D 标准不断地增加新的元素,2003 年底最终草案

终于完成,并已提交 ISO 审议^[3].

X3D 是对 VRML97 ISO 标准进行的新的修订,是对 VRML97 的继承和发展.它定义了描述基于 Web 的交互式三维实体的格式,并致力于建立一个 3D 图形多媒体的统一交换格式.

1.1 模块化的结构

X3D 标准中定义的功能范围很广,让所有的平台支持比较困难,而多数的应用程序实际并不需要使用全部的 X3D 特性.所以 X3D 文件中采用模块化的结构,将 X3D 的功能分割到相互独立的一些模块中去,每次应用只需定义所用的模块. X3D 中通过引入了概貌(profile)、组件(component)、级别(level)机制来实现模块化结构,如图 1 所示.

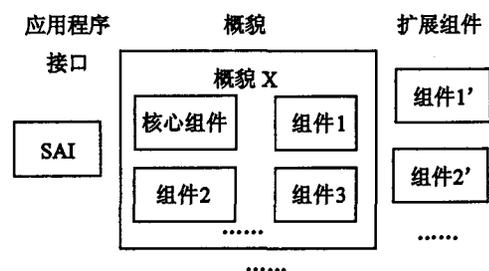


图 1 X3D 结构图

1) 组件是由逻辑相关的不同 X3D 对象和服务按

* 收稿日期:2005-05-05

基金项目:重庆大学研究生创新基地创新基金支持(2004C010)

作者简介:李华(1962-),女,山西原平人,重庆大学副教授,主要从事现代远程教育技术、互联网应用等方面的研究.

一定方式构成的一套功能集合.典型的组件包括 X3D 节点集,也可能包括编码、API 服务或其他特性.标准中定义了 24 种组件,有核心组件(Core component)、造型组件(Shape component)、渲染组件(Rendering component)、NURBS 组件(NURBS component)等.其中核心组件提供了 X3D 系统运行所需的基本功能,它包括最基本的节点类型,域类型,时间模型和路由.组件可以包含在不同的概貌中,也可以单独作为扩展组件加入.扩展组件通过 component 语句在文件顶部定义.格式为:component <name> <level>.

<name>是字符串格式,表示组件的名称,<level>定义采用该组件的哪个服务级别.

2) 级别用来标记组件使用的不同服务质量.每个 X3D 组件可以工作在不同的级别.较低级别只需包含较少的节点且可能只支持其中部分的域,而较高的级别需要包括所有低级别的域加上更多复杂的节点及相应的支持.如 level 1 NURBS 只需要基本的 2D 路径和表面,而 level 4 NURBS 需要表面的切割、混合、旋转.级别在定义组件时确定.

3) 概貌是由一系列特定级别的组件构成的集合,同时这个集合中包括所有对象的最小支持标准.所有的 X3D 文件都需要定义用户一个所使用的概貌,并可能需要补充定义用户所需的扩展组件(图 1).这些扩展组件可能是概貌中没有定义的,或所需组件级别高于次概貌中级别.X3D 中定义了 6 种初始概貌以满足不同的需要.

- ①核心概貌(Core profile);
- ②交换概貌(Interchange profile);
- ③交互概貌(Interactive profile);
- ④MPEG-4 交互概貌(MPEG-4 Interactive profile);
- ⑤沉浸概貌(Immersive profile);
- ⑥全概貌(Full profile).

其中核心概貌是 X3D 所需的绝对最小化文件定义,它明确指定构建最小定义场景所需的组件和级别,即级别为 1 的核心组件.全概貌包含了标准定义的所有级别的组件.概貌通过 profile 语句在文件顶部的头声明中定义.

采用这种模块化的结构,在应用中通过在文件头部定义概貌和所用的扩展组件及级别就能确定所需的服务集,不必将 X3D 的所有功能组件调入,减轻了浏览器的负担.而且这种结构使 X3D 具有良好的可扩展性,可以通过对标准的相应部分进行修订向已存在的组件或概貌添加新的功能,还可以注册新的组件或概貌来定义新的功能.

1.2 统一的应用程序模型界面

VRML 使用内部脚本 API 和外部创作接口 EAI (External Authoring Interface) 来实现与应用程序的交互.与 VRML 不同,X3D 有一个统一的 API,即场景创作接口 SAI(Scene Authoring Interface)(图 1)^[4].SAI 界面将统一原先不同的 EAI 和内部脚本,实现程序和场景的交互.通过统一的 API 可以建立更强健更可靠的执行方式.

1.3 使用多种文件编码形式

X3D 支持多种编码格式,有 Classic VRML97 和 XML 以及压缩的二进制编码,每一种编码都支持完整的 X3D 特性集^[5].支持 Classic VRML97 保证了 X3D 对 VRML97 格式的继承性.压缩的二进制编码能提供更大的数据吞吐量,目前正在开发过程中.

X3D 中最引人注目的应该是它对 XML 编码的支持,它的命名就是为了突出 VRML 与 XML 的集成.VRML97 的结构和符号基于 Open Inventor 的场景语法,它除了 VRML 几乎不支持其他所有的结构化数据编程语言,所以是不可移植的.XML 标准制定后,Web3D 将其纳入了 X3D 的可选语法,使 X3D 能利用现有的 XML 资源并且能够与其他支持 XML 语言的应用实现数据交换.解决了如下问题:

1) 可移植性:XML 语法由于其优越性已在许多领域得到应用,正逐步成为 Web 上的主要语法和数据交换格式,采用 XML 语法克服了以往 VRML 的封闭性,使 X3D 具有良好的可移植性^[6].

2) 页面整合性:在开发页面时,基于 XML 页面的整合系统使场景内容和执行都变得简单.

3) 易于和下一代的 Web 技术整合:W3C 已获得最新版本的 Mozilla 和 Internet Explorer 等浏览器的支持,是未来的发展方向.采用 XML 编码,使 X3D 能与下一代的 Web 技术很好的整合.

4) 广泛的工具支持:XML 为 X3D 提供了广泛的工具支持.

1.4 可扩展的规格结构

如表 1 所示,X3D 标准最终草案分为 3 个独立的规格部分,每部分又由若干个子部分组成.

表 1 X3D 标准草案

ISO/IEC 19775:200x	Part 1:体系结构和基本组件
X3d 抽象概念(2003.12.16)	Part 2:场景创作接口(SAI)
ISO/IEC 19776:200x	Part 1:XML 编码
编码(2003.2.27)	Part 2:典型 VRML 编码
	Part 3:压缩的二进制编码
ISO/IEC 19777:200x	Part 1:ECMAScript
语言绑定(2003.5.15)	Part 2:Java

这种结构使标准的更新更有弹性,允许不同规格

在不同时间改动而不影响其它规格,并能推动 ISO 按所需原则采纳规格的特定部分.

2 基于 X3D 的应用

X3D 的最大特点是支持 XML 编码. 原先 VRML 语法中定义的场景图,结点和域分别对应于 XML 语法中的文档,元素和属性. 如实现一个黄色的立方体的代码如下:

```
<? xml version = "1.0" encoding = "UTF - 8" ? >
<! DOCTYPE X3D PUBLIC " ISO//Web3D//DTD
X3D 3.0//EN"
"http://www. web3d. org/specifications/x3d - 3. 0.
dtd" >
<X3D profile = "IMMERSIVE" >
  <head >
    <meta name = 'filename' content = 'Examlpe. x3d
  /' >
    <meta name = 'author' content = 'suellen' / >
    <meta name = 'description' content = 'This is a simple ex-
  ample of X3D' / >
  </head >
  <Scene >
    <Viewpoint orientation = 0 1 0 0' position = 0 0 6' / >
    <NavigationInfo type = EXAMINE ANY' / >
    <Background skyColor = 0.5 0.9 0.9' / >
    <Shape >
      <Appearance >
        <Material diffuseColor = 1 1 0' / >
      </Appearance >
      <Box size = 3.0 3.0 2.0' / >
    </Shape >
  </Scene >
</X3D >
```

采用 XML 语法实现了一个基于 X3D 的思科路由器 7206 的例子. 编辑器采用 X3D - edit, 浏览器采用 Xj3D. X3D - edit 是图形化的 X3D 文件编辑器,它是在 IBM 的 XML 编辑器 Xeena 基础上开发的^[7-8]. 是通过 X3D 3.0 文档类型定义 DTD (Document Type Definition) 定义的 X3D 3.0 tagset 标签集来定制 Xeena 而形成的. Xj3D 是 Web3D 下的源代码工作组 (Source Working Group) 开发的一个基于 Java 的开放源码的 X3D 浏览器. 它通过把代码设计成许多较小的可重用的组件方便了与其它应用程序的整合^[9]. 结果如图 2 所示.

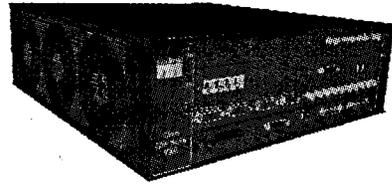


图 2 基于 X3D 的思科路由器 7206 模型

3 结 语

随着计算机软硬件技术的发展和网络通信能力的提高,基于 Web 的虚拟现实技术在未来有广阔的发展前景,X3D 规范的最终出台希望能够结束目前 Web3D 应用规格众多互不兼容的混乱局面. 而且 X3D 解决了 VRML 应用中出现的问题,并且吸收更多先进的技术,提供了更强的扩展性,能够对 Web3D 提供更好的支持^[10].

目前越来越多计算机工作者投身到开发 X3D 的支持工具中去,越来越多的厂商在产品中加入了 X3D 的支持. 草案的第一部分已于 2004 年 8 月 9 日正式通过 ISO 审议,成为 ISO/IEC 19775 国际标准,在 X3D 联盟成员的努力下,其它两部分预计在不远的将来也能通过最终审议.

参考文献:

- [1] ISO/IEC 14772 - 1. The Virtual Reality Modeling Language [S]. 1997.
- [2] 张小强,孙晓南,何玉林. Web3D 技术及其在产品仿真系统中的应用[J]. 重庆大学学报(自然科学版), 2002, 25 (5): 50 - 53.
- [3] ISO/IEC 19775:200x. Extensible 3D (X3D) Framework & SAI [S].
- [4] ISO/IEC 19777:200x. Extensible 3D (X3D) Language Bindings [S].
- [5] ISO/IEC 19776:200x. Extensible 3D (X3D) Encodings [S].
- [6] WORLD WIDE WEB CONSORTIUM. Extensible Markup Language (XML) [EB/OL]. <http://www.w3.org>, 2004 - 02 - 18.
- [7] DON BRUTZMAN. X3D-Edit Authoring Tool [EB/OL]. <http://www.web3d.org/x3d/content>, 2004 - 03 - 18.
- [8] WEB3D CONSORTIUM. X3D Tools and Applications [EB/OL]. <http://www.web3d.org/applications/tools>, 2005 - 08 - 12.
- [9] WEB3D CONSORTIUM. X3D FAQ [EB/OL]. <http://www.web3d.org/x3d/faq>, 2004 - 03 - 20.
- [10] 刘华峰,党岗,金士尧. X3D: 新一代面向 Web 的交互式 3 维图形规范 [J]. 系统仿真学报, 2001, 13 (11): 199 - 203.

X3D-a Next Generation Standard for Web3D and Its Application

LI Hua, SONG Wei

(College of Computer Science, Chongqing University, Chongqing 400030, China)

Abstract: With the development of Web application, virtual reality technology based on Web is popular. In Web3D field, the old standard of VRML(Virtual Reality Modeling Language) has many problems and is not fit for the development. So the Web3D Consortium provides a next generation standard for Web3D—X3D(Extensible 3D specification). X3D, using multiple file encodings describing the same abstract model including XML, has a modular architecture allowing a range of levels of adoption and support for many different market types. It also has a unified application programming model and an expanded specification structure. The technology character of X3D is mainly analyzed. Also the background, development and supporting tools of X3D are introduced. And then an example of application using X3D is given.

Key words: virtual reality; Web3D; virtual reality modeling language; extensible 3D specification; extensible markup language

(编辑 吕赛英)

(上接第 26 页)

Optimization Design of MPEG-4 Video Codec Architecture

WANG Ru-yan

(Institute of Multimedia Communication Technology, Chongqing University of Posts and Telecommunications, Chongqing 400065, China)

Abstract: The author analyzes computational complexity of previous MPEG-4 video codec system in terms of data processing, memory accessing and address computation, and optimizes the performance of data processing and data transfer of MPEG-4 video coding and decoding algorithm. The architecture model of the real-time MPEG-4 video codec is proposed based on the analyses. This architecture can effectively utilize computational resource in software and improve the performance of MPEG-4 video codec system.

Key words: MPEG-4; video codec; computation model

(编辑 吕赛英)