

Web3D 可视化技术的研究与应用

卞敏捷¹, 高 珏², 高洪皓², 许杰品³

(1. 上海大学 计算机工程与科学学院, 上海 200444;

2. 上海大学 计算机中心, 上海 200444;

3. 上海大学 上海上大海润信息系统有限公司, 上海 200444)

摘 要:随着计算机技术和互联网的迅速发展,人们的日常生活、工作越来越离不开互联网,各种应用都需要依托互联网运行。人们对这些 Web 应用的需求也在不断扩展与提高,其中 Web 应用中的 3D 可视化开始越来越受到人们的重视。Web3D 正是一种互联网上的计算机可视化技术,是网络技术和虚拟现实技术的结合,可以把信息以更直观的方式和可以交互的形式展现在用户面前,成为计算机技术领域中的新的研究重点。文中主要介绍了 Web3D 技术的基本概念及特点,并且设计了一套基于 Html5 和 WebGL 的 Web3D 展品展示的技术方案及应用系统。该方案具有兼容性好、免插件、基于硬件加速、二次开发性等优点,实现了展品展示的 3D 在线可视化及展示过程中的可交互效果。将该应用系统运用于上海市高校数字化博物馆建设项目中,为数字化博物馆中的在线 3D 展品展示及用户交互提供了很大便利。

关键词: Web3D; 虚拟现实; WebGL; Html5

中图分类号: TP39

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2015)06-0141-06

doi: 10.3969/j.issn.1673-629X.2015.06.031

Research and Application of Web3D Visualization Technology

BIAN Min-jie¹, GAO Jue², GAO Hong-hao², XU Jie-pin³

(1. School of Computer Engineering and Science, Shanghai University, Shanghai 200444, China;

2. Computer Center, Shanghai University, Shanghai 200444, China;

3. Shang Da Hai Run Information System Co., Ltd., Shanghai 200444, China)

Abstract: With the rapid development of computer technology and Internet, the daily life and work of people can't be operated without the Internet. Most of the applications run depending on the Internet. People began to take more and more attention on the 3D visualization in these Web applications as the demands for Web applications is expanding and improving. Web3D is composed of 3D technology and Internet technology, which is a computer visualization technology in Internet, putting the information in a more intuitive way and the form of interaction to the people, and has become a new research hotspot. In the paper, mainly introducing the basic concept and feature of Web3D, design a solution of Web3D based on Html5 and WebGL and develop a 3D exhibition system which has good compatibility and runs depending on the GPU without any plug-in, realizing the 3D visualization online of exhibits and interaction effect of exhibition process. The system is applied to the project of Digital Museums of Colleges and Universities in Shanghai, which has proved the solution is convenient and effective in Web3D exhibition applications.

Key words: Web3D; virtual reality; WebGL; Html5

1 概 述

1.1 Web3D 技术的现状

Web3D 技术最早可以追溯至虚拟现实建模语言 (Virtual Reality Modeling Language, VRML)。1998 年, VRML 协会更名为 Web3D 协会, 完成了从 VRML 到 Extensible 3D (可扩展三维语言) 的转换, 并且最先使

用了 Web3D 一词^[1]。现在, Web3D 的实现有几十种可供选择的技术和解决方案, 相关的软件有三十多种, 并且仍然有新的技术出现, 使 Web3D 的渲染速度, 图像质量, 造型技术, 交互性以及数据的压缩与优化等不断得到提高。许多世界知名厂商都陆续推出了自己的 Web3D 技术, 如 Cycore 的 Cult3D、Sun Microsystems 的

收稿日期: 2014-07-15

修回日期: 2014-10-22

网络出版时间: 2015-05-06

基金项目: 国家科技重大专项 (2011ZX04003-022)

作者简介: 卞敏捷 (1987-), 男, 博士研究生, CCF 会员, 研究方向为多媒体; 导师: 许华虎, 教授, 研究方向为多媒体。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20150506.1645.033.html>

Java3D、Adobe 的 Atmosphere、Microsoft 的 Direct3D、Metastream 的 Viewpoint 等。但是,Web3D 还是面临着许多问题,如:网络带宽、处理器速度、硬件加速(由独立显卡对画质进行细化,提高画面流畅度)等,这些因素都会影响 Web3D 实际的运行质量和效率。而且,3D 模型文件格式和 3D 渲染引擎的不统一也是 Web3D 在 Web 应用上发展推进的障碍之一,因为每种 Web3D 技术都有各自的特点和优势,在统一标准形成之前,这种竞争局面还将长时间存在^[2]。

1.2 Web3D 技术的问题

现在 Web3D 技术的研究和应用较为主流的解决方案有 Java3D、Flash3D、VRML、Cult3D 等,它们各有自己的优缺点。

Java3D,主要优点是:可编写复杂的三维应用程序,具有平台无关性,支持 JVM(Java Virtual Machine)的浏览器都可以显示用 Java3D 的 3D 图形。缺点是:对于非计算机专业人员,处理复杂问题工作量庞大。而且大多数操作系统如 Windows,没有预装 JVM。这使得 Java3D 的应用普及受到一定限制。

X3D/VRML2.0(VRML97),主要优点是:编写程序较 BASIC、JavaScript 简单。但它的语言功能不够完善,与其他高级语言的连接较难掌控。而且 Intel 建立旨在统一开放 Web3D 文件格式的 Web3D/CAD 工作组时,没有提及 X3D,这意味着 X3D 是否能成为真正的国际标准还是未知数^[3]。

Cult3D,它可以嵌入 Java 类来增强交互性和扩展性,开发环境较人性化、条理化,开发效率较高。但 Cult3D 的浏览器插件普及率不高,需要较高质量的三维模型。发展前景:在展品展示领域的应用较为成功,仍存在交互性、插件普及和建模成本的问题^[4]。

Flash3D,在网络二维图形技术中广泛应用,Flash 播放器普及程度高,而且学习资源较多,同时它的交互控制功能非常优秀。但 Flash3D 对 CPU 控制要求高;对模型面数支持不足,画面生成质量受限;在硬件加速方面,浏览器需要安装较高版本的 Flash3D 插件才能支持 GPU 加速处理。

综上所述,可以看出现有的 Web3D 解决方案普遍存在开发效率低、兼容性低、不直接支持硬件加速、需要插件安装等应用问题,这些方面之间存在着互相矛盾。文中的主要研究工作也是希望找出一个在这些方面得到权衡的、满足现在 Web3D 实际应用需求的解决方案。

2 关键技术

笔者为了解决 Web3D 的兼容性、硬件加速、免插件等问题,提出了基于 HTML5 和 WebGL 的设计方案。

2.1 HTML5

HTML5 草案的前身名为 Web Applications 1.0,于 2004 年被 WHATWG 提出,于 2007 年被 W3C 接纳,并成立了新的 HTML 工作团队^[5]。对于 Web 应用中的 3D 技术而言,HTML5 提供对图形处理新的支持功能,如基于 SVG、Canvas、WebGL 及 CSS3 的 3D 显示功能,用户会惊叹于在浏览器中所呈现的 3D 视觉效果。同时,HTML5 的另一个目标是创建一个无缝的网络,带来一个统一的网络,无论是笔记本、台式机,还是智能手机都很方便地浏览基于 HTML5 网站^[6]。这对于 Web3D 技术的兼容性又是一个技术保障与支持。

2.2 WebGL

WebGL 是 Khronos Group 制定的一个 3D 绘图标准,是一套跨平台、开源的 Web 浏览器 3D 绘图 API,由 Mozilla 基金会原创,现由 Google、Opera、Mozilla 和 Apple 等主流浏览器公司开发人员和其他 3D 图形开发者形成的 WebGL Working Group 开发^[7-8]。

传统的 Web3D 的技术方案基本都需要第三方渲染引擎的支持,需要在浏览器使用时安装相应的插件,如 Java3D、Direct3D 等技术,而且这些技术都存在一个共同的缺陷:难以支持 Web 端的 GPU 硬件加速,因此难以直接在浏览器端完成复杂的 3D 场景渲染工作。WebGL 的出现解决了这个问题,WebGL 是基于 OpenGL ES 2.0 标准,并使用 OpenGL 着色语言 GLSL,可以提供一种类似 OpenGL 的 API,在 Web 端直接进行硬件加速渲染功能。WebGL 技术与 HTML5 的 Canvas 元素结合,WebGL 的 API 可以被任何与 DOM 兼容的编程语言,如 Javascript、Object-C 等调用,解决了 Web3D 中的两大问题:对插件的依赖和不支持 GPU 加速。

2.3 Threejs

考虑到设计的 Web3D 的解决方案还需具有一定的开发便捷性、实用性,文中在设计和实际开发过程中引用了 Threejs 框架。Threejs 是基于 WebGL 的一个第三方库,使用 JavaScript 编写,是对 WebGL 更高一层的封装,可以作为一款直接运行在浏览器中的 3D 引擎。由于原生的 WebGL 使用与开发具有一定的难度,在实际应用开发中难度较大、开发效率较低,使用 Threejs 能很好地解决实际问题,可以以面向对象的思路进行设计和开发,如调用光源、渲染器、材质、模型等各种对象来创建实际需要的 3D 场景^[9-10]。由于 Threejs 是用 JavaScript 开发编写的,在各个浏览器中具有很好的兼容性,可以进行二次开发,如实现可以交互的热点等功能,来增强 Web3D 应用的用户交互性。

HTML5 与 WebGL 的出现给 Web3D 创造了新的发展机遇,能使文中设计的 Web3D 解决方案有较好的兼容性、免插件、基于硬件加速、二次开发性等优点。

3 Web3D 展品建模应用系统框架设计

为了让 Web3D 能更便捷地运用于实际,作者使用 WebGL 技术框架并结合 HTML5,根据实际 3D 展示需求,

设计一套便捷的 Web3D 建模框架。总体框架结构如图 1 所示,封装了复杂的 WebGL 源码,为 Web3D 展品设计者提供了便利,提高了实际应用的效率^[11-12]。

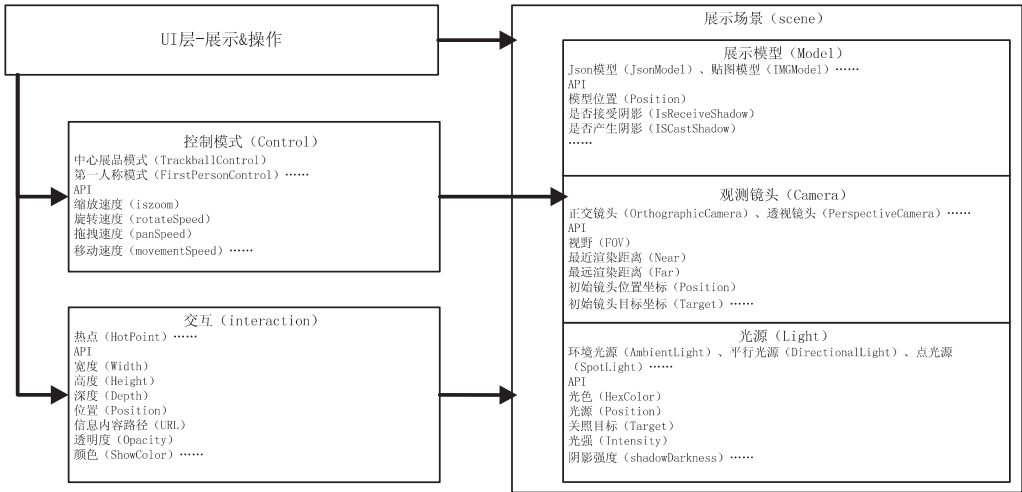


图 1 Web3D 展品建模应用系统框架示意图

3.1 Web3D 展品建模要素—镜头

镜头是用来观测模型展品的一个视点,它用来观测渲染的场景(Scene)。不同特性的观测镜头可以达到不同的视觉效果,如正交镜头可以保证几何形状不随观测距离变化而变化,通常属于工程建模和数学几何模型;透视图镜头模仿人眼的观测效果,场景的视觉效果会根据镜头的视野、观测的距离而产生模仿人眼观测效果的形变。

3.2 Web3D 展品建模要素—模式

控制模式用来决定用户观看 3D 场景的方式,不同的控制模式封装了一系列不同特性的操作。如中心展品模式,是以展品 3D 模型为观测中心,通过鼠标拖动来控制镜头的位置,以此达到从不同角度观测一个 3D 展品的效果;第一人称模式,封装了一些键盘操作,模仿人的行走,以此来控制镜头位置。

3.3 Web3D 展品建模要素—光源

光源可影响 3D 场景的渲染效果。不同特性的光源可造成不同的影响效果。如基本环境光源提供了场景中均匀的光照环境;平行光源用来模仿来自无限远处的平行光源;点光源用于模仿单点的一个光源,光源的强度、影响范围跟点光源的放射角度、光强有关。

3.4 Web3D 展品建模要素—模型

模型用于以 3D 视觉效果仿真实际的展品,在 Web 应用中给用户观看。与传统的 C/S 模式的 3D 模型不同,Web3D 中的模型需要通过浏览器的解析,然后由 GPU 进行图像处理,再将结果返回浏览器渲染显示呈现给用户。支持的 3D 模型格式有贴图模型、Json 数据模型等。其中贴图模型可以兼容传统的 C/S 建模方式,将如 3DMax、Unity3D 等传统建模工具导出的

3D 模型导入至 WebGL 运行环境中,但存在着一定的缺陷,比如无法在浏览器环境中渲染出阴影效果;在 B/S 架构下,3D 模型的加载渲染效果受网速影响;Threejs 中的 Json 格式模型在 B/S 架构下具有较高的兼容性与高效性,能达到与传统 C/S 架构下一样的 3D 渲染效果。

3.5 Web3D 展品建模要素—交互

Web3D 应用中,用户除了通过控制器来操作镜头实现 3D 展品的观看,有时也需要通过与场景的互动来实现更多信息的获取和更好的用户体验。作者根据实际应用的需求,设计开发了交互热点 API 接口,可以便捷地为 3D 场景提供热点事件,可以使得用户与 3D 模型之间产生互动,以此提供更多的展品信息及更好的用户体验。

3.6 Web3D 展品建模要素—定位辅助

为了给 Web3D 应用的设计者提供便捷,作者除了对以上 5 种 Web3D 元素进行封装设计以外,还提供了一个基于 AJAX 技术开发的辅助建模工具,可以动态调整 3D 建模时模型的位置和角度并实时显示效果,以及相应的参考网格及坐标,来方便设计者在设计具体场景时进行参考定位。

4 实际应用

目前,国内外对 3D 技术的研究主要在开发方便实用的虚拟现实开发包和虚拟环境中物体物理特性的表示与处理、视觉接口方面的开发研究等。其中包括将虚拟 3D 漫游技术应用到各类数字博物馆中。文中将所设计的 Web3D 展品建模框架应用到上海市高校数字化博物馆建设项目中,为各数字博物馆的展品进

行 Web3D 建模,使得各展馆的展品可以以数字化 3D 的形式在 Web 平台上展示给用户^[13-14]。如图 2 所示,通过文中设计的 Web3D 展品建模应用系统,可以动态地设计调整需要在浏览器中展示的 3D 展品,如展品位置、环境光源、操作灵敏度、观看视野等设置。图 3 展示的是该展品发布至 Web 应用后,在浏览器中不同角度、不同距离条件下观看 3D 展品的效果。

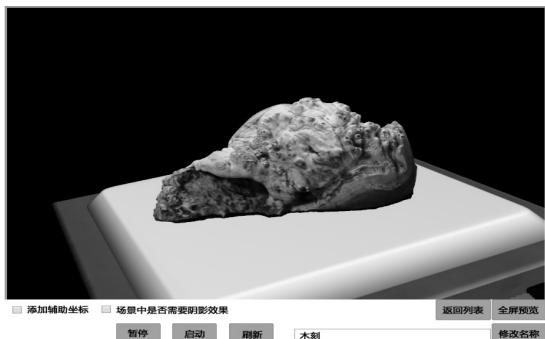


图2 Web3D 展品建模应用系统操作界面

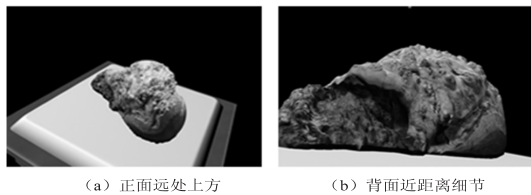


图3 Web3D 展品在浏览器中展示效果

同时,文中设计的系统为了提供给用户更好的交互性,还设计开发了交互热点来为用户提供更多的展品信息和更好的用户体验。如图 4 所示,可以在 3D 展品环境中添加多个热点并进行相关设置,比如热点的位置、颜色、透明度、关联信息等。图 5 展示的就是 3D



图4 Web3D 展品在 3D 展示环境中添加设置交互热点



图5 Web3D 展品在 3D 环境中交互热点效果示意图

展品发布至 Web 应用后,用户操作交互热点所展示的效果,用户可以获取到与热点所关联的更多信息。

5 结束语

Web3D 技术是一门实用性、开拓性、综合性很强的技术,在互联网的发展中占有越来越重要的地位,将会逐步取代主流的 2D 图形技术,在未来的互联网应用中带来革命性的变化。文中通过结合 WebGL 和 HTML5,设计了一套针对 Web3D 展品在线展示的解决方案,并开发了一个实际的建模应用系统。在实际项目应用中证实了该方案有较好的兼容性、免插件、硬件加速等优点。在今后的研究工作中,作者将继续着力研究 Web3D 技术及其应用,提高它的通用性,扩展其应用领域与范围。

参考文献:

- [1] Khronos Group. Web3D, virtual reality modeling language, international standard[S]. ISO/IEC 14772-1, 1997.
- [2] 高晓军. 网上三维技术探索[J]. 现代情报, 2002, 22(4): 51-52.
- [3] 袁锋伟, 李必文, 何彬. 基于 SolidWorks-VRML 实现虚拟现实精确建模[J]. 机电工程, 2007, 24(10): 103-105.
- [4] Guan T, Ren B Y, Zhong D H. The method of Unity3D based 3D dynamic interactive query of high arch dam construction information[J]. Applied Mechanics and Materials, 2013, 256-259: 2918-2922.
- [5] Vaughan-Nichols S J. Will HTML5 restandardize the web? [J]. Computer, 2010, 43(4): 13-15.
- [6] Lubben P, Salim F, Albers B. Pro HTML5 programming[M]. [s. l.]: Apress, 2011.
- [7] Cantor D, Jones B. WebGL beginner's guide[M]. [s. l.]: Packt Publishing, 2012.
- [8] Parisi T. WebGL: up and running[M]. Sebastopol: O'Reilly Media, Incorporated, 2012.
- [9] 殷周平, 吴勇. 基于 WebGL 和 AJAX 的 WEB3D 应用研究——以在线 3D 协作交互式设计为例[J]. 安庆师范学院学报: 自然科学版, 2013, 19(1): 58-61.
- [10] 张二华, 高林, 马仁安, 等. 三维地震数据可视化原理及方法[J]. CT 理论与应用研究, 2007, 16(3): 20-28.
- [11] Si Zheng, Li Shouyi, Huang Lingzhi, et al. Visualization programming for batch processing of contour maps based on VB and surfer software[J]. Advances in Engineering Software, 2010, 41(7-8): 962-965.
- [12] 刘爱华, 韩勇, 张小垒, 等. 基于 WebGL 技术的网络三维可视化研究与实现[J]. 地理空间信息, 2012, 10(5): 79-81.
- [13] 万剑华, 郑红霞, 丁仁伟. 基于 Web 三维虚拟场景的建立[J]. 测绘科学, 2005, 30(4): 78-80.
- [14] 伏玉琛, 周洞汝. 虚拟现实 GIS 核心技术的研究[J]. 计算机应用, 2003, 23(7): 75-76.

作者：[卞敏捷](#)，[高珏](#)，[高洪皓](#)，[许杰品](#)，[BIAN Min-jie](#)，[GAO Jue](#)，[GAO Hong-hao](#)，[XU Jie-pin](#)

作者单位：[卞敏捷, BIAN Min-jie\(上海大学 计算机工程与科学学院, 上海, 200444\)](#)，[高珏, 高洪皓, GAO Jue, GAO Hong-hao\(上海大学 计算机中心, 上海, 200444\)](#)，[许杰品, XU Jie-pin\(上海大学 上海上大海润信息系统有限公司, 上海, 200444\)](#)

刊名：[计算机技术与发展](#)

英文刊名：[Computer Technology and Development](#)

年，卷(期)：2015(6)

引用本文格式：[卞敏捷](#). [高珏](#). [高洪皓](#). [许杰品](#). [BIAN Min-jie](#). [GAO Jue](#). [GAO Hong-hao](#). [XU Jie-pin](#) [Web3 D可视化技术的研究与应用](#) [期刊论文]-[计算机技术与发展](#) 2015(6)