互联网 3D 家装设计与教学平台研制*

王 攀 田 丰 许昊骏
(上海大学 上海电影学院 上海 200072)

摘 要：针对巨大的家装设计服务等室内 3D 展示需求，结合目前互联网 3D 技术的快速演进，设计了基于互联网的 3D 富媒体家装设计平台。采用一种高效稳定的布尔运算，并通过架设 web 服务器验证，结果证明，此设计平台具有瘦客户端设计、互联网应用和精美 3D 媒体展示的特征，能在室内设计与教学演示等领域得到良好的应用。

关键词：互联网；Web3D；HTML5；交互设计
中图分类号：TP2 **文献标识码**：A **国家标准学科分类代码**：510.50

Implementation and design of 3D home outfit and education on the web

Wang Pan Tian Feng Xu Haojun
(Shanghai Film Academy, Shanghai University, Shanghai 200072, China)

Abstract: In view of the huge domestic outfit design services such as indoor 3 D display, the design platform of 3D rich media furnishing is produced, combined with the internet 3d technology. Boolean operation of efficient and stable is used. The web server is used to verify something. Demonstrated in the experiments, the design platform has the characteristics of designing a thin client, creating internet applications, showing fine 3D media. It can be used in the design of domestic outfit and drilling teaching.

Keywords: internet; web3D; HTML5; interaction design

1 引 言

随着“互联网＋”的概念不断深入，Web3D 已是互联网展示手段的关键技术之一。各行业正迅速深度融合互联网[1-4]，在国内，基于 Web3D 技术的产业应用基本没有，而在高校仅有部分团队开展了 Web3D 的应用研究[5]。在国外，多数 Web3D 技术应用仍留在高校研究中[6-9]，Google 公司特别热衷互联网 3D 应用的开发，包括 3D 地球、3D 人体、3D 模型。

目前，像 Maya、3DMax 等许多 3D 处理软件虽然能够进行 3D 模型的设计和展示，但是必须借助于相应软件来实现，因此能够直接借助于浏览器进行 3D 模型的设计和展示则具有更好的交互性和实用性，同时也不需要增加插件。“Adobe flash 3D”是 Adobe 系统公司向他们广泛应用的浏览器插件 Flash 中添加 3D 图形支持，仍有不少应用采用“Adobe flash 3D”技术，其问题是虽然安装了插件但其渲染效果仍很初级[10]。第二种方式是游戏引擎设计应用网络化，包括 Unity3D[11] 和中视典等都能互联网 3D 应用应用，缺陷是安装插件不利于移动平台的网页在客户端运行，平台不开放导致新资源无法由设计师和用户导入。同济大学研制了典居系统，其绘制效果和 3D 资源无法开放限制了应用扩展。

针对以上一些技术的不足，本文利用 WebGL 技术，在无需安装浏览器插件的前提下，基于 Three.js 开发库并通过网络服务共享平台实现了家具导入和位移、墙体运算、距离测量、面积测量、第一第二视角转换等功能，最后发布为交互网页格式，用户可以通过浏览器直接对家居模型交互展示，解决了用户在移动平台交互设计的不足，满足互联网开放和精美 3D 家装设计平台要求。

2 总体架构

本系统的设计主要依托于网页，采用了 HTML5 中的 Three.js 构建三维空间，该平台中可以直接添加复杂 3D 模型，同时可以手动绘制。设计主要包括前端显示模块和后端服务模块。系统的总体构建如图 1 所示，管理员和用户通过服务器对前端界面进行操作，包括建模，交互功能的实现。

系统的主要功能可以实现用户在网页中的在线创作，并对制作过程进行全方位演示。3D 家装设计平台的功能包括：HTML 命名、3D 模型文件导入、热点生成、家具模型

收稿日期：2015-10
* 基金项目：上海市科委“科技创新行动计划”高新技术领域(14511108202)项目资助

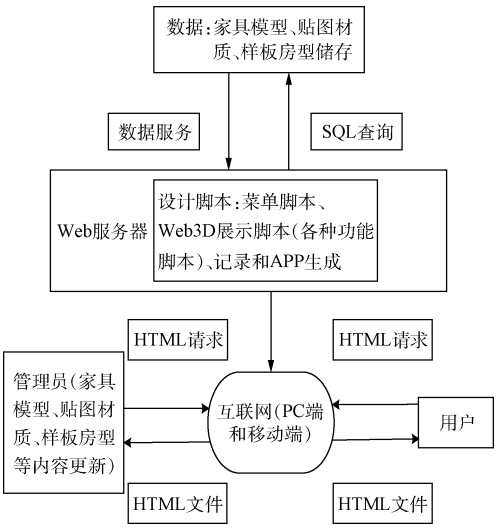


图 1　设计师和用户框架

运动设置、图像视频与工具关联、HTML 生成[12]。前端界面的功能模块如图 2 所示,可以分为家居展示模块、用户交互模块、模型加载模块。用户可以通过操作界面实现对模型的添加,也可以增添热点信息,根据设计需求设定模型和热点的位置,并将每次设计信息保存下来,最终生成 App 发布[13]。

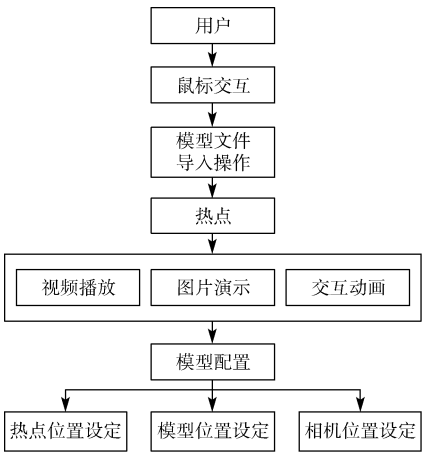


图 2　前端界面功能模块

3　平台内容管理

3.1　模型导入管理

该平台中需要用到一些比较复杂的模型,因此需要一个模型管理库,而 Three. js 采用的是一种网格模型,用 Three. Mesh 来表示。家装平台中的常用模型会保存在数据库中,通过服务器请求需要的模型。WebGL 中模型可以是外部导入和手动绘制,这里介绍一种简单的模型导入方法,一般通过 3DMax 导出的模型格式都是 obj 文件,为了对载入后的模型进行变形,需要将 obj 文件转换为 js 文件,下载 Python 脚本 convert _ obj _ three. py,在命令行中运行[14]。

通过 Three. js 中提供的方法实现对模型的导入。原理如图 3 所示。

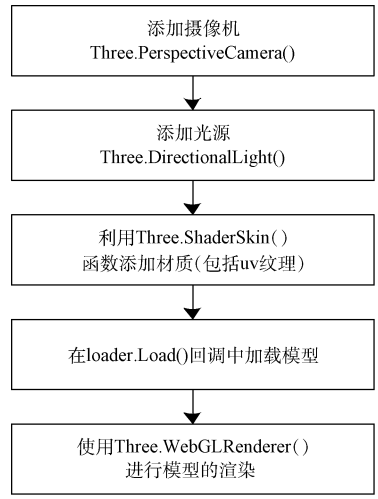


图 3　模型显示的原理

模型导入到浏览器中,需要对模型的位置大小等进行设置。

通过 window. parent. frames[""]. HotNum()可以为每个模型添加热点信息,包括视频、图片和动画。

3.2　运动和材质

3D 家装设计平台主要侧重于对家居装修顺序的定义,显示、训练,而展览展示模块侧重于从全方位展示家装设计外观的颜色和材质。

HTML5 的 type="color"元素支持标准 RGB 色彩空间的选择,本文通过 onchange 事件来向右栏 3D 界面传递 RGB 颜色值。传递值为字符串型,通过 mycolor= Number ("0x"+Color[1]+Color[2]+Color[3]+Color[4]+Color[5]+Color[6])来转换为数值,改变 3D 模型的每一个 children 子节点颜色。HTML5 的 select 元素支持下拉菜单选择,通过 onchange 事件来向右栏 3D 界面传递材质编号。本文的家具装备材质支持:经典金属材质、塑料或橡胶材质、框架材质、超炫超亮金属材质、无环境金属油漆、镀铬、法线材质、玻璃材质等。WebGL 导入 obj 模型数据和 MTL 基本材质贴图,而直接勾选材质编号能够赋予被展示模型更绚丽的 WebGL 内部材质[15]。

3D 特效材质的渲染流程图如图 4 所示,具体实现过程如下。

在 index 框架的 Left. html 文件中设置"选择材质和颜色"卷帘窗口,包括"选择材质"下拉菜单和"选择颜色"彩色复选。"选择材质"下拉菜单类型"content",编号"impower",名字"impower",点击触发函数设定为无。"选择颜色"彩色复选类型"color",编号"favcolor",名字

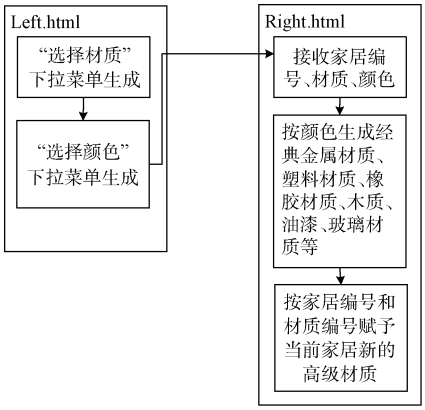


图 4　特效材质渲染软件流程

“favcolor”，改变时触发函数设定为 colormodify()。

1)当选择材质并改变颜色后执行函数"colormodify()"，本函数获取编辑零件编号 targetNowNumber、设定颜色值(RGB)targetcolor 和材质编号 targetimpower，并传输给 index 框架的 right.html 文件。

2) Right.html 文件中的 ColorModify(Num, materialNum, Color)获取 3 个参数，由于传输的字符串变量，故首先转换成数字拼接 RGB 颜色值：

mycolor= Number("0x"+Color[1]+Color[2]+Color[3]+Color[4]+Color[5]+Color[6])；

3)设定所有预设材质，首先通过 THREE.ImageUtils.loadTextureCube()函数设定环境反射贴图。textureCube 为 6 张方形贴图组成的球天贴图。然后通过 three.js 中的材质库进行添加材质。最后根据编辑的家居编号，赋予操作家居新的材质和颜色：Model[Num].material = materialall[Number(materialNum)]；保存设定的颜色和材质，便于后续恢复等功能使用：ModelColorR[Num] = Model[Num].material；保存设定的材质和颜色。不同材质的实验结果如图 5 所示。

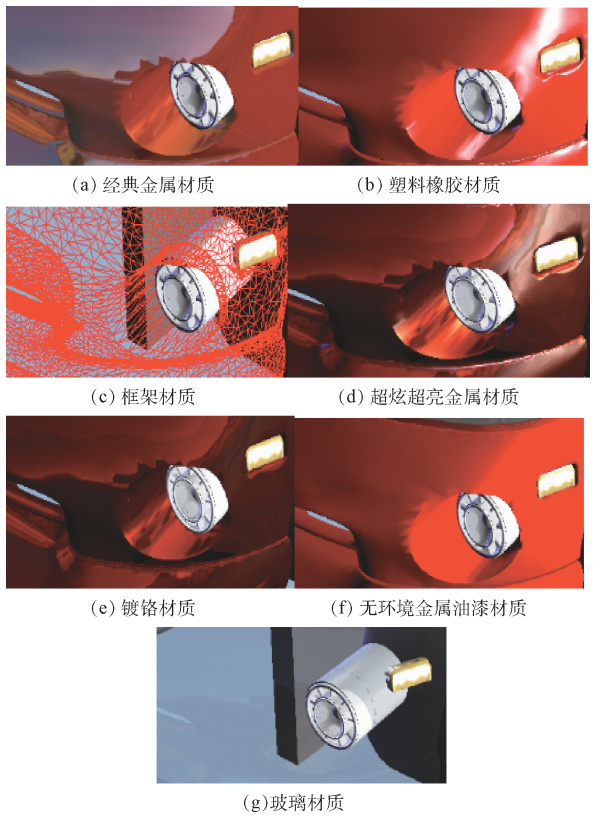


图 5　不同材质选择渲染

3.3　3D 布尔运算

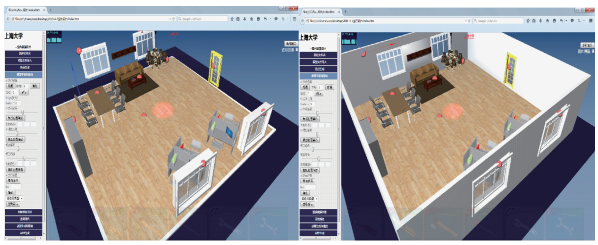
家装模型加载后需对模型进行移动和变形等一些操作，而这些变形主要通过基础模型变形得到的，在对模型变形过程中，需要将模型转化为 Target 文件，该文件可以在不重新加载模型文件的基础上达到变形的效果，通过 Target 能够实现对家居等一些模型的变形。采用 Three.TargetLoader()函数实现对 Target 的加载。加载完 Taget 后 js 就能对模型进行处理，Target 文件中包括模型中每个点的位移信息，通过对这些点进行操作可以获得对模型进行变形。

由于载入的物体大多数为多边形，为了能够让这些物体组成一种新的形态，并且到达好的效果，本文采用了一种集合分类的布尔运算算法。假设空间中有 2 个进行布尔运算的多面体 M 和 N，其中布尔运算算子分别为 $\cup$、$\cap$、$-$(并、交、差)。运算结果为 G。首先通过布尔运算构造出结果体的各个表面、每个面的边界线以及每天边界线的 2 个顶点，能够正确获取新组成形体的边界。2 个实体布尔运算公式为：$G = M < op > N$(其中<op>为布尔运算算子)。首先判断 M 和 N 的每个面，求出这些面的交点，把有交点的边进行分割并保留有效交点。同理，将 N 的每条边跟 M 的每个面比较，求出交点。将多边体 M 相对于 N 按照体内、体外和重合 3 种情况，同理，N 相对于 M 也进行这种分类。然后求两实体相交所产生的有效交线。判断<op>，如果为并、差，则 M 在 N 的外部部分为结果体的有效部分，如果为交，则 M 在 N 里面的为结果体有效部分，最后再对结果体进行正则处理。通过布尔运算可以得出由多边形 M 和多边形 N 组成的新的结果体[16]。

运用布尔运算产生结果如图 6 所示。其中图 6(a)为单个家居模型在空间中的模型，图 6(b)为绘制墙面后运用布尔运算后模型显示结果，可以看出每个多边形面片在接触的位置很好的合并。边缘不会存在变形。

3.4　测量和视角的实现

该平台通过网页平台可以实现墙体运算、距离测量、面积测量、第一第二视角转换等功能。用户在进行创作过程中可以对空间模型中相对位置进行设置，并进行计算，室内设计工程师可以通过鼠标对空间中模型 720°全方位展示，可以在空间任何位置创建热点，如图 7 所示红色圆点为所创热点，每个热点之间的距离可以直接通过该平台测量显示。



(a) 添加墙壁模型前　　(b) 加入墙壁布尔运算后

图 6　3D 布尔运算

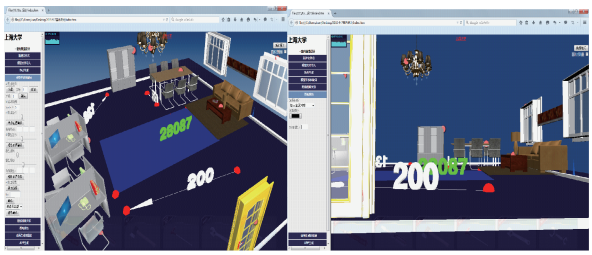


图 7　视角转换和测距运算

4　结　　论

运用 WebGL 技术实现网页中 3D 展示能够带来独特的交互功能,而目前 HTML5 的快速发展,也将是互联网的发展趋势,将 3D 展示运用到浏览器中可以为将来移动端展示带来良好的发展方向。

本文通过 Web3D 实现了一种家装设计平台,探索了各种功能模块,包括模型的渲染,材质设计等,能够让用户在 PC 端或者移动端通过浏览器进行家装设计,与 falsh 创作相比具有跨平台功能、无需安装应用文件、渲染效果好、显示流畅、能够实现鼠标或触摸交互。本平台已在智能厂房设计中试用,并在数字工厂教学演示中取得了初步成果。未来可以将虚拟现实技术相结合,通过虚拟头盔模拟进入家装模型内部实现更加逼真的交互功能。

参考文献

[1] 骆东松, 王毅. 供热锅炉的现场数据 Web 发布系统[J]. 国外电子测量技术, 2015,34(3): 37-41.

[2] 陈瑞琼, 刘娅, 李孝辉. 网络化时频测试实验室关键技术分析与实现[J]. 电子测量与仪器学报, 2014,(4): 409-415.

[3] 谭云兰, 贾金原, 彭硕, 等. 基于 Web3D 的虚拟旅游关键技术研究进展[J]. 系统仿真学报, 2014, 26(7): 1541-1549.

[4] 赵海涛, 朱洪波, 张晖, 等. 基于连通概率感知的车联网资源优化技术研究[J]. 仪器仪表学报, 2015, 36(8): 1724-1734.

[5] DEMIN A, YUAN D A I. 基于 HTML5 与 WebGL 的机器人 3D 环境下的运动学仿真[J]. 东北大学学报 :自然科学版, 2014, 35(4): 564-567.

[6] MACEDONIA M. 3D for the Web [J]. IEEE Computer Graphics and Applications, 2013 (5): 24-25.

[7] KLEIN F, RUBINSTEIN D, SLUSALLEK P. XML3D and Xflow: combining declarative 3D for the web with generic data flows [J]. IEEE Computer Graphics and Applications, 2013 (5): 38-47.

[8] BIRR S, MONCH J, SOMMERFELD D, et al. The LiverAnatomyExplorer: a WebGL-based surgical teaching tool [J]. Computer Graphics and Applications, IEEE, 2013, 33(5): 48-58.

[9] HOETZLEIN R C. The liver anatomy explorer: Graphics performance in rich internet applications[J]. Computer Graphics and Applications, IEEE, 2012, 32(5): 98-104.

[10] 闫丰亭, 刘畅, 贾金原. Flash3D 引擎的发展现状剖析及若干关键技术研究[J]. 系统仿真学报, 2013, 25(10): 2263-2270.

[11] 成伟, 薛林福, 张伟. 基于 Unity3D 的三维地质模型网络共享实现[J]. 吉林大学学报: 信息科学版, 2014 (6): 632-636.

[12] 荣艳冬. 基于 WebGL 的 3D 技术在网页中的运用[J]. 信息安全与技术, 2015(8): 031.

[13] YANAKA K, IIZUKA T. Display method for online bookstore emulating real bookstore by WebGL[J]. 电子科技学刊, 2014,12(1):59-63.

[14] 汪浩, 田丰, 张文俊. 基于 WebGL 的交互平台设计与实现[J]. 电子测量技术, 2015,38(8): 028.

[15] 黄若思, 李传荣, 冯磊, 等. 基于几何的 WebGL 矢量数据三维渲染技术研究[J]. 遥感技术与应用, 2014, 29(3): 463-468.

[16] 王继利, 杨兆军, 李国发, 等. 基于改进 EM 算法的多重威布尔可靠性建模[J]. 吉林大学学报: 工学版, 2014 (4): 1010-1015.

作者简介

王攀,1991 年出生,硕士研究生,主要研究图形图像处理。

E-mail:wangpanhb@126.com

田丰(通讯作者),博士,讲师,主要从事:影视技术研究与应用。

E-mail:ouman888@126.com

许昊骏,1992 年出生,硕士研究生,主要研究图形图像处理。

E-mail:sacross@live.cn