

基于 Three.js 的建筑物室内三维模型重建

孟 鹏

(安徽师范大学 地理与旅游学院,安徽 芜湖 241002)

摘 要:随着数字城市的建设与发展,人们对城市中建筑物的研究逐渐从二维走向三维,从室外走向室内。本文面向室内三维场景可视化的需求,首先,对建筑构件的几何造型信息进行了分析,并使用参数化的方法对其进行组织;然后,基于 WebGL 技术和 Three.js 框架,在 web 端实现了建筑物室内三维模型的重建;最后通过实验验证了该方法的可行性。

关键词:Three.js;室内三维;三维重建

中图分类号:TU201.4,TD391.41

文献标识码:A

文章编号:2096-4390(2019)18-0071-03

在城镇化进程快速发展的今天,城镇居民全天有超过 80% 的时间是在室内度过的,因此要实现面向公众的数字城市建设,就必须要对建筑物内部的场景进行建模^[1]。目前,在针对室内场景建模的研究中,比较常用的方法有:基于 3DMAX 等建模软件的手工建模、基于 Revit 等建筑设计软件的参数化建模^[2]、基于 CityGML 等三维数据模型的建模^[3]。这些方法均能较好地实现室内空间的三维模型建立,但却必须要使用相关的软件作为基础,难以进行跨平台应用。

随着 HTML5 标准的提出及 WebGL 技术的发展,开发者们可以在浏览器中调用 GPU 并实现复杂三维实体的建模^[4],用户仅需要通过 web 端的应用即可以实现对三维模型的浏览。因此本文面向室内三维场景可视化的需求,使用参数化的方式对建筑构件的几何造型信息进行组织,并基于 Three.js 框架在 web

端实现了建筑物室内三维模型的重建。

1 关键技术介绍

WebGL(Web Graphics Library)是一种 3D 绘图协议,它使用一个与 OpenGL ES 2.0 几乎一致的 API 来实现在不使用插件的情况下,将二维和三维图形展现在与之兼容的浏览器中。WebGL 在渲染三维模型时拥有很强的处理能力,但由于其 API 与底层操作方法过于贴近,在一定程度上增加了其使用的难度,因此,有很多开发者就在 WebGL 的基础上搭建了一些第三方库和框架,来增加其易用性,本文选用的 Three.js 就是其中之一。Three.js 是一个基于 WebGL 的开源框架,它在封装了 WebGL 接口的同时,也对其中的工具和创建场景的方法做出了简化。使用这一框架,开发者可以使用相对比较简易的代码实现浏览器中三维图形的创建而无需考虑如何实现场景渲染 (转下页)

数据库表十分关键。从功能上的分析可以得到系统数据库设计所需要的表主要有:表 1 安防设备信息表和表 2 安防设备不在线设备信息表。

表 1 tba_sb_ip 安防设备信息表

主键	字段名	类型	长度	字段描述
Key	SBBH	varchar	8	安防设备编号(主键)
	SBMC	varchar	120	安防设备名称
	SBWZ	varchar	2000	安装位置
	SBIP	varchar	24	设备 IP 地址
	JSDW	varchar	40	建设单位

表 2 tba_net_log 安防设备不在线设备信息表

主键	字段名	类型	长度	字段描述
Key	ID	Int	11	流水号(主键)
	JCSJ	datetime		检测时间
	SBMC	varchar	120	安防设备名称
	SBWZ	varchar	2000	安装位置
	SBIP	varchar	24	设备 IP 地址
	JSDW	varchar	40	建设单位

2.4 系统实现效果

程序在 JAVA 的 Consoles 控制台中显示出来不在线的安防设备信息,运行效果如图 1 所示,把不在线的安防设施安装位置、设备名称、IP 地址、建设单位显示出来。

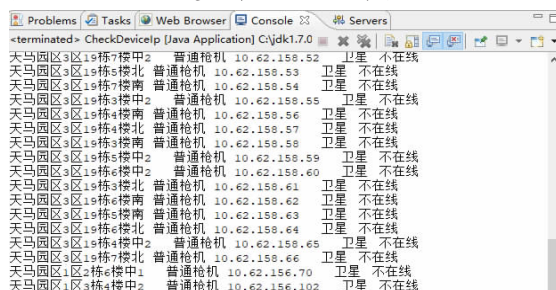


图 1 程序运行效果图

结束语

本文针对湖南大学安防设施,开发了安放设施故障检测系统,能够准确、及时发现网上的安防设备是否在线,提高了检查的工作效率,并可以在第一时间发现安防设备故障的位置及建设单位,把故障信息及时通知建设单位,减少了安防设备故障事故对校园安防系统的影响。

通过周期性运行监测软件,及时发现故障信息并通过工作群发布故障信息,通知建设公司及时维修和维护不在线的设备。目前,湖南大学安防监控摄像头在线率达到 96% 以上,交通设施和存储设施在线率达到 100%,运行结果表明,设计的软件故障检测系统具有很好的故障诊断能力,故障检测的准确率高,有效地解决安防设备故障诊断的瓶颈问题,为平安校园的建设发挥了积极有效的作用。

参考文献

- [1]屈梁生,张海军.机械诊断中的几个基本问题[J].中国机械工程,2000,11(1):212-213.
- [2]何岭松,王俊峰,杨叔子.基于因特网的设备故障远程协作诊断技术[J].中国机械工程,1999,10(3):336-338.
- [3]袁小宏,李辛毅,屈梁生.基于因特网的设备远程诊断中心的设计[J].中国机械工程,2002,13(10):882-884.

等底层问题。相较于直接使用 WebGL,在 Three.js 框架下的编程过程要更加的快速与便捷。

2 建筑构件的建模策略

建筑构件又称建筑部件,在建筑学中指构成建筑物的所有主要单元。一幢完整的建筑物是由若干个建筑构件组合而成的,因此,建筑物室内三维模型重建实际上就是对该建筑内所有建筑构件三维建模的过程。在建筑物中,不同建筑构件的几何外形存在很大的差异,但却有一个十分鲜明的特点,即大部分建筑构件实体的表面都比较规则,其三维模型通常可以视为一个平面几何图形沿一定路径移动而形成的实体,根据移动轨迹的不同最终形成的实体可能是拉伸体、扫掠体或旋转体(如图 1)。

因此,在对建筑构件进行三维建模时,可以将其分为两类,一类是外形规则且可以使用底面图形和移动轨迹进行参数化表达的简单构件;另一类则是拥有不规则表面,难以使用参数直接进行表达的复杂构件。对于简单构件,可以通过如表 1 所示的三个参数及 Three.js 提供的挤出体绘制接口 THREE.ExtrudeGeometry 来实现模型的构建;对于复杂构件,则可以使用二维图形绘制接口 THREE.ShapeGeometry 依次绘制其表面,从而实现三维建模;此外,也可以使用 THREE.ColladaLoader 等外部模型读取接口,导入外部已知模型,并在经过缩放旋转等操作后,插入三维场景。

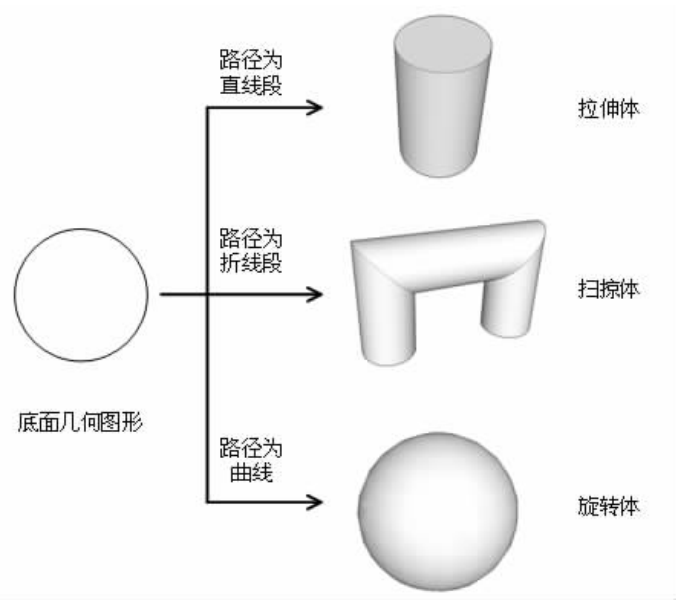


图 1 简单构件的参数化建模

表 1 简单构件建模所需参数

参数名	说明	示例
type	实体类型, 1-3 分别对应拉伸体、扫掠体、旋转体	1
boundary	底面多边形的形状	['0,0,0','2,0,0','2,10,0','0,10,0']
path	底面移动路径	['0,0,0','0,0,5']

3 室内三维模型重建

基于 Three.js 的建筑物室内三维模型重建方法大致可以分为以下几个步骤:首先,在 web 浏览器中搭建 Three.js 中定义的三维场景;其次,将需要重建的建筑构件按照前文所述的方式进行组织;然后,在场景中生成各个建筑构件的三维模型,并根据坐标位置进行拼接;接着,对相互重叠的墙和门窗构件实体模型做布尔差集运算,生成门窗洞;最后,将渲染好的三维模型显示在场景中。接下来,将依次介绍每一步的操作方法:①在 web 浏览器中对 Three.js 三维场景中所需的几个基本要素进行构建,主要包括场景 (THREE.Scene)、相机 (THREE.Camera)、渲染器 (THREE.CanvasRenderer) 和光源 (THREE.AmbientLight)。②根据建筑构件几何外形的差异,确定每一个建筑构件的建模方式(参数建模、表面建模或导入外部模型),并使用 JSON 格式文件对所需的参数及数据进行存储。参数建模需要存储的参数如前文所述;表面建模需要的是构件实体每一个表面的形状及位置(可以使用 TIN 表面,B-rep 边界等);外部模型所需的则是模型的物理路径、缩放比例及插入场景的位置及旋转角度。③在浏览器中对第二步中导入的 JSON 数据进行解析,并进行建模。对于需要参数建模的构件,可以先调用 THREE.ShapeGeometry 接口在场景中创建底面二维几何图形,然后调用 THREE.CurvePath 接口来创建一个路径,接着调用 THREE.ExtrudeGeometry 接口来生成二维几何图形沿着路径移动形成的三维实体。对于需要表面建模的构件,可以在读取其所有表面的边界信息后,调用 THREE.ShapeGeometry 接口依次绘制实体的每一个表面并拼接成一个完整的实体模型。对于需要导入外部模型的构件,可以通过调用 THREE.ColladaLoader、THREE.OBJLoader 等接口来实现对应格式外部三维模型在场景内的加载,在外部模型加载完毕后,读取其位置、缩放比例、旋转角参数并调用 THREE.Object3D 接口中的相应方法来实现外部三维模型在场景中的缩放和插入。④在所有建筑构建的三维模型建立完成后,还需要对三维场景中相互重叠的门窗构件和墙构件做出处理。首先,调用 THREE.Box3 接口中的 setFromObject 方法,获取每一个门、窗构件的包围盒(如图 2a,包围盒指将物体完全包容的最小封闭空间);其次,调用 THREE.BoundingBoxHelper 接口,在场景中生成包围盒的三维模型;然后调用 ThreeBSP.js 扩展库中 ThreeBSP 接口中 subtract 方法[5],对墙构件模型和包围盒模型做布尔差集运算,生成包含有门窗洞的墙模型(如图 2b)。最后,将场景中原有的墙构件移除,并将带有门窗洞的墙体模型插入场景。

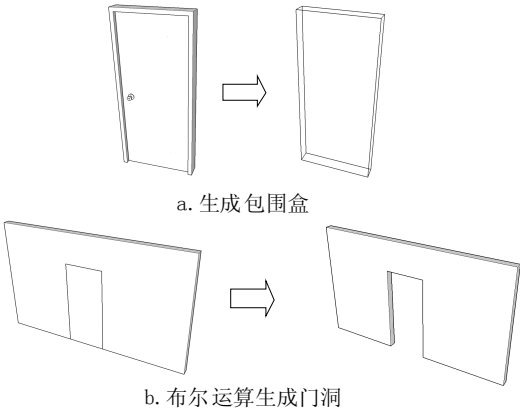


图 2 布尔运算生成门窗洞



图3 室内三维模型重建结果

⑤调整场景、相机、光源、渲染器中的参数,并将生成好的三维场景显示在 web 端的浏览器中。

4 实验

为验证室内三维模型重建方法的可行性,本文选用某二层独栋宾馆为例在浏览器中进行了室内三维场景的重建。在对该建筑物的二维平面设计图进行解析后,将提取出的建筑构件信息按照上文中所述的方法进行参数化的组织,并保存成 JSON 格式的文件。将 JSON 文件在 web 浏览器中打开并解析后,即可通过一系列的参数实现室内三维模型的重建。如图 3 所示,建筑室内场景中包含的墙、门、窗、楼板、楼梯等构件的三维模型均可在不使用插件和其他专业软件的情况面,在 web 浏览器中快速生成。其中,墙和楼板构件是通过参数化建模生成的,楼梯构件是通过表面建模生成的,而门窗模型则是由外部导入的 dae 格式模型。

结束语

建筑物室内空间分析和应用是数字城市建设过程中的一个热门研究方向。随着研究的深入,面向一般公众的跨平台室内三维应用和服务必将得到全面的普及。本文基于 Three.js 设计的建筑物室内三维模型重建方法,可以在 web 端实现无插件的室内三维场景生成,在一定程度上满足了三维可视化跨平台应用的需求,且为其它 web 端的室内三维应用提供了数据上的支持。

参考文献

- [1]张驰. 内外一体化建筑物数据模型研究[D]. 南京:南京师范大学, 2014.
- [2] 李坤. BIM 技术在地铁车站结构设计中的应用研究[J]. 铁道工程学报, 2015, 32(2).
- [3]Kolbe T H . Representing and Exchanging 3D City Models

with CityGML[M] 3D Geo-Information Sciences. 2009.

[4] 任宏康, 祝若鑫, 李风光, et al. 基于 Three.js 的真实三维地形可视化设计与实现[J]. 测绘与空间地理信息, 2015(10):51-54.

[5] CSDN. 使用 ThreeBSP 对模型进行布尔运算 [EB/OL]. <https://blog.csdn.net/ithanmang/article/details/80815251>. 2018.

基金项目:安徽省自然科学基金(1508085SQD207)。

作者简介:孟鹏(1994-),男,安徽马鞍山人,地图学与地理信息系统专业硕士研究生,主要研究方向为 GIS 分析、三维 GIS。