

# 基于 Web3D 的倾斜三维实景模型漫游系统实现

范香香\*

(蚌埠市勘测设计研究院, 安徽 蚌埠 233000)

**摘 要:** 针对目前倾斜三维实景的展示, 只能局限在本机中浏览特定存储的场景及受众面窄等问题, 在分析三维实景可视化关键技术的基础上, 将倾斜摄影测量采集并重建的安徽财经大学三维实景模型, 利用 Cesium 平台实现在浏览器上漫游和查询倾斜三维实景模型以及相关信息。该系统构建简单, 使用户脱离专业设备和软件的限制, 浏览查询更加方便, 提高了倾斜三维实景模型的使用率。

**关键词:** 倾斜摄影测量; 三维模型; Cesium

## 1 引 言

随着计算机技术和高效率测绘技术的发展以及市场的迫切需求, 高逼真、快速、高效地建立三维实景场景已经成为测绘地理信息领域的研究热点。倾斜航空摄影在同一平台上搭载多台相机, 从多个角度同时采集影像数据, 通过软件处理, 利用倾斜航空摄影航片生成三维模型, 这种三维模型能够精准表达三维场景的地形和地表覆盖。倾斜摄影三维建模技术具有大场景、高精度、高效率等特点, 在城市规划、交通建设等测绘中被广泛应用<sup>[1-2]</sup>。倾斜摄影三维模型的可视化技术是影响其应用范围的关键。

目前, 倾斜三维实景模型漫游主要采用专业软件平台或者自行开发的桌面版可视化软件来实现, 这种方法的优点是显示效果好、漫游过程流畅、可拓展功能强大, 但是仍存在问题, 需要客户安装特定的软件、只能局限在本机中浏览特定存储的场景、三维场景更新速度慢等问题<sup>[3]</sup>。为了解决以上问题, 本文探索了一种基于 Web3D 方式浏览倾斜三维实景模型的方法, 免去用户安装软件、消耗大量时间下载完整三维场景的过程。

## 2 倾斜摄影数据采集与实景三维快速重建

### 2.1 倾斜摄影数据的快速采集

倾斜摄影测量<sup>[3-5]</sup>是在一架飞机上搭载多个不同角度的相机(一般 1 个垂直、4 个倾斜共 5 个相机), 可以在较为相似的拍摄条件下获取不同角度的照片(如建筑物顶部、侧部的特征和纹理信息), 增强数据的相关性, 更能基于图像自动化生成三维模型。通过倾斜

摄影测量不仅可以生成精度较高的三维模型, 还能获取建筑物表面纹理信息, 大大提高了测绘的效率, 降低了三维建模的成本。本文以安徽财经大学作为试验区域, 采用 YS-8 无人机搭载 QX5.0 倾斜摄影相机对安徽财经大学进行拍摄, 为了保证后期倾斜摄影数据质量, 航向重叠率、旁向重叠率一般设在 75% 以上, 最终获取地面目标高分辨率多视影像数据。

### 2.2 实景三维快速建模

传统大场景三维建模成本高、效率低, 建立的模型也是简单模型, 逼真度较低。而倾斜摄影测量获取的三维场景模型, 通过多视角匹配, 再进行整体联合平差, 最后通过空三解算求出测区所有影像的相片参数, 平面和高程精度能满足建立三维模型的要求。



图 1 倾斜三维实景模型快速构建流程

在野外利用无人机采集完实验区域的相片之后, 需要利用影像数据构建三维模型, 本文采用 Smart3D Capture 软件进行处理。首先将采集的足够重叠度的影像数据和定位 POS 数据导入到软件中进行空三加密, 软件会自动提取每张影像中的特征点, 并对不同影像中同名特征点进行匹配, 恢复影像的空间位置与姿态, 生成高密度点云数据, 然后在点云的基础上构建地

\* 收稿日期: 2018-01-03

作者简介: 范香香(1986—), 女, 工程师, 主要从事 GIS 数据处理、航空摄影测量、实景三维建模等工作。

物 TIN 模型,再根据 TIN 模型形状及位置进行模型自动纹理映射,最后进一步对模型进行整饰、编辑、质量检查,修正建筑物畸变和部分纹理缺失等问题,得到具有高逼真的三维实景模型<sup>[6,7]</sup>,如图1所示。利用倾斜摄影技术经自动纹理映射之后得到的三维实景模型,如图2所示。

同时为了后续更好转换成 Web3D 三维模型格式,最后模型输出 OBJ 格式的模型。OBJ 文件格式是一种采用文本格式存储的标准三维模型文件格式,就有较好的通用性,并支持模型三角面数据和材质信息,其中 OBJ 文件存储如顶点、贴图、法线等三维几何信息,MTL 文件存储贴图材质信息索引。



图2 倾斜三维实景模型

### 3 基于 Web 的漫游系统的实现

#### 3.1 Web3D 场景可视化关键技术

三维场景往往数据量巨大,一般系统难以平滑浏览,需要采用一些数据处理和可视化技术才能保证三维场景的流畅漫游,而 Web 技术更是难以一次性承载大量的三维实景模型,所以如何解决海量三维实景模型流畅漫游问题是基于 Web3D 的三维场景可视化的关键技术。倾斜三维场景中包含大量三角网格和纹理贴图,其数据量巨大,往往 1 km<sup>2</sup> 的数据就能达到 1GB 左右。而基于 Web 的三维场景可视化不仅仅可以加载如此大数据量的三维模型<sup>[8]</sup>,还需具备三维场景的平移、旋转、缩放、查询等一系列功能,所以要满足海量三维数据 Web 显示,就需要通过地理分块、多细节层次等功能上进行优化。

为了更好地满足 Web3D 场景可视化关键技术的要求,本文采用 Cesium 来实现倾斜摄影数据的 Web 可视化。Cesium 是一个基于 JavaScript 编写的使用 WebGL 的地图引擎<sup>[9,10]</sup>,用来渲染 3D 地球、2D 区域地图

和多种 GIS 要素,不需要安装任何插件就能在支持最新 HTML5 标准的浏览器上运行,支持 WebGL 硬件加速,非常适合动态数据在 GIS 图层上的展示平台。

Cesium 为了保证 web 浏览器能稳定加载海量倾斜模型数据,为批量模型加载添加一个快速索引和数据集的整体性描述,从而减少渲染循环中需要处理的实体数据量,最终实现三维模型加载效率的提升。

#### 3.2 基于 Web3D 的倾斜三维实景模型漫游系统实现流程

正是 Cesium 已经具备上述功能和优点,本文采用 Cesium 平台建立安徽财经大学三维实景漫游系统,主要实现三维可视化漫游以及模型、属性查询两大功能,具体流程如图3所示:

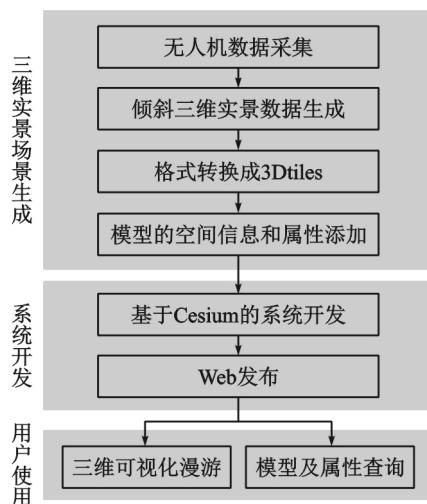


图3 基于 cesium 的倾斜三维实景系统建立技术流程图

(1) 构建的倾斜三维模型格式为 OBJ 格式,但是 Cesium 所加载的三维实景模型格式是 3DTiles,所以需要安徽财经大学 OBJ 格式的倾斜模型转化为后缀为 b3dm 的 3DTiles 格式。3DTiles 瓦片数据集是用树形空间数据结构组织的瓦片集合,每个瓦片都有一个包围盒完全相应的三维数据,并分块渲染,可以大量减轻浏览器和 GPU 的负担。同时,每一个分块的元数据属性以 JSON 格式定义,分别定义了所包围的地理区域(boundingVolume)、屏幕视点到三维模型的距离(geometricError)、节点属性(refine)、分块数据的元数据和数据的地址(content)等内容(如图4所示)。

本文基于 NodeJs 环境开发的 objTo3d-tiles 脚本将 OBJ 文件中三维几何信息转换成适合高效的流媒体传输的 b3dm 文件,再根据每个三维数据的元数据、显示范围生成 JSON 属性文件,并与模型文件放在同一文件夹中,以便 Cesium 检索动态加载模型。

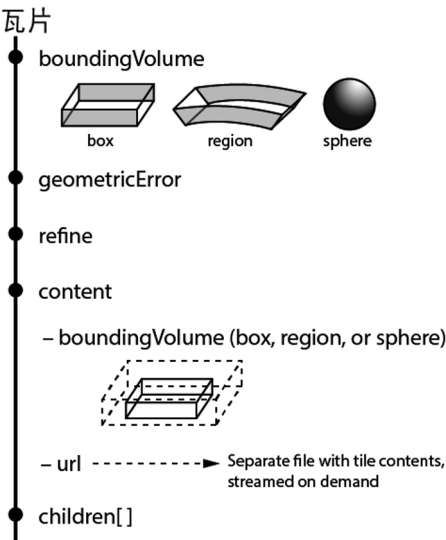


图 4 3DTile 分块 JSON 数据格式<sup>[11]</sup>

(2) 加入各建(构)筑物、道路、雕像等模型的空间信息和属性信息,用于漫游系统中三维模型查询、高亮显示、叠加分析等各种空间分析功能。

(3) 在 Cesium 的启动页面 index.html 中创建新的 Cesium3DTileset,并加入已经转换好格式的安徽财经大学三维模型路径,即可在打开网页时加载显示倾斜三维模型。为了更好体现三维模型与周边环境之间的位置关系,以 bing 的遥感卫星影像为模型的底图。

同时为了实现用鼠标点击就可以查询 Cesium 三维模型对象功能,首先在 Cesium 代码中 Viewer 类 options 参数开启 infoBox 控件,infoBox 主要作为信息显示的载体,然后编写一个鼠标点击触发事件,当鼠标点击待查询建筑物时即可弹出相应的介绍信息。

(4) 在服务器安装和设置 IIS 服务,将已经配置完成的 Cesium 代码放入相应的 Web 目录中,打开相应的网址即可利用浏览器漫游倾斜实景模型以及属性的查询,三维实景漫游系统如图 5 所示。



图 5 基于 Cesium 的倾斜三维实景漫游系统

### 3.3 漫游系统的性能测试分析

为了测试基于 Cesium 的倾斜漫游平台的性能,本文在 CPU 为 3.3 GHz、内存为 16 G 的电脑中以 Chrome 浏览器分别对不同大小的模型加载时间进行了分析,如表 1 所示。

不同模型大小的加载时间				表 1
模型大小/GB	时间/s	模型大小/GB	时间/s	
6.95	8.99	2.64	4.25	
6.10	7.50	1.69	3.77	
5.58	6.81	0.95	3.05	
4.66	6.17	0.45	2.61	
3.54	5.10	0.18	2.33	

经对不同大小的三维模型进行测试,基于 Cesium 的倾斜漫游平台可以流畅浏览不同大小的倾斜三维模型,无明显卡顿,可以满足用户浏览查询的需求。如表 1 所示,加载一个 180M 的倾斜三维模型需要 2.33 s,而随着模型大小的增大,加载时间线性增大,当加载 6.95 GB 的模型的时间,需要耗时 8.99 s。

## 4 结 论

倾斜摄影三维建模具有建模效率高、真三维、全自动等特点,给三维城市模型建设带来了新的契机。随着倾斜自动化建模生产工艺的日渐成熟,倾斜三维实景模型快速高效地展示成为研究的重点。针对目前倾斜三维实景模型常需要安装特定的软件、只能局限在本机中浏览特定存储的场景、三维场景更新速度慢等问题,在分析三维实景可视化关键技术的基础上,本文建立一种基于 Web3D 的倾斜三维实景模型漫游系统,将倾斜摄影测量采集并重建的安徽财经大学三维实景模型,利用开源地图引擎 Cesium 通过浏览器显示,实现了倾斜三维实景模型的漫游和信息查询功能。基于 Web3D 的倾斜三维实景模型漫游系统构建简单,更新维护成本低,用户浏览查询方便,提高了三维数据模型的使用率,将在以后的测绘成果展示和空间信息服务中扮演非常重要的角色。

### 参考文献

[1] 李德仁,刘立坤,邵振峰.集成倾斜航空摄影测量和地面移动测量技术的城市环境监测[J].武汉大学学报·信息科学版,2015,40(4):427~435.  
[2] 李德仁,肖雄武,郭丙轩等.倾斜影像自动空三及其在城市真三维模型重建中的应用[J].武汉大学学报·信息科学版,2016,41(6):711~721.  
[3] 周晓敏,孟晓林,张雪萍等.倾斜摄影测量的城市真三维

- 模型构建方法[J]. 测绘科学 2016 41(9): 159~163.
- [4] 李云,刘专,彭能舜等. 倾斜摄影三维模型的大场景地形融合研究[J]. 测绘科学 2018(7): 1~10.
- [5] 孙玉平,范亚兵,郝睿等. 基于倾斜摄影技术构建实景三维产品的应用开发研究[J]. 测绘与空间地理信息, 2015 38(11): 152~154.
- [6] 闫利,程君. 倾斜影像三维重建自动纹理映射技术[J]. 遥感信息 2015(2): 31~35.
- [7] 张春森,张卫龙,郭丙轩等. 倾斜影像的三维纹理快速重建[J]. 测绘学报 2015 44(7): 782~790.
- [8] 王斌,李朋龙,罗鼎等. 重庆市实景三维地理信息服务平台建设及应用[J]. 地理空间信息 2017 15(10): 21~23.
- [9] He B, Mo W X, Hu J X, et al. Development of power grid Web3D GIS based on Cesium: Power and Energy Engineering Conference [Z]. 2016.
- [10] Gede M. Using Cesium for 3D Thematic Visualisations on the Web: International Cartographic Conference [Z]. 2017.
- [11] Cozzi P, Ring K. 3D Engine Design for Virtual Globes [M]. Boca Raton: CRC Press 2011.

## Implement of Oblique Photography 3D Model Visualization System Based on Web3D

Fan Xiangxiang

(Bengbu Geotechnical Engineering and Surveying Institute, Bengbu 233000, China)

**Abstract:** In view of the display of oblique photography 3D model at present, it is limited to the specific scenes and audiences. Based on the analysis of the key technologies of 3D real-view visualization, this paper obtained the images of Anhui University of Finance and Economics and reconstructed the 3D model by oblique photogrammetry, and used the Cesium platform to navigate the 3D model and query the related information through the browser. The system is simple in construction and makes users break away from the limitation of professional equipment and software. What's more, it is more convenient to be viewed and improves the usage rate of oblique photography 3D models.

**Key words:** oblique photogrammetry; 3D model; Cesium

### 北京城建勘测设计研究院有限责任公司 连续三年蝉联“中国地理信息产业百强企业”

2018年7月26日,2018中国地理信息产业大会在海口开幕。此次大会以“新时代 新机遇 新发展”为主题,来自科技部、民政部、交通部、自然资源部等部门的领导,全国地理信息产业界、各相关领域的代表齐聚海口。北京城建勘测设计研究院有限责任公司纪委书记、副总工程师马全明,测量专业院院长李响,智慧工程院副院长李珂参加了此次大会。

会上表彰了2018中国地理信息产业百强企业、2018地理信息科技进步奖及地理信息产业优秀工程。公司凭借综合实力及在地理信息产业方面做出的贡献,继续蝉联“中国地理信息产业百强企业”的称号,且首次跻身前十,排名上升至第九位。同时,在地理信息产业优秀工程奖上也成绩卓越,公司完成的北京地铁15号线一期西段工程测量与风险监测综合技术应用等6项工程入围,斩获金奖1项,银奖1项,铜奖2项。

此外,大会还举办了“中国地理信息产业高端论坛、企业创新秀以及地理信息技术与服务创新”等20个不同主题分论坛,产业界专家围绕不同主题作了150多场报告,公司智慧工程院副院长李珂做了题为《城市轨道交通全生命周期大数据管理应用》的主旨发言,将公司自主研发的基于GIS-BIM城市轨道交通全生命周期大数据平台同与会专家进行技术交流。

此次大会,北京城建勘测设计研究院有限责任公司载誉而归,是业界对公司在地理信息领域做出成绩的充分肯定,进一步提升了公司品牌影响力及社会美誉度,公司将继续致力于地理信息技术与智慧城市、轨道交通的深度融合,巩固自身优势产业,助力中国地理信息产业的高质量创新发展!

(来源: <http://www.cki.com.cn/>)