

基于 Cesium 的防汛三维电子沙盘研究

何莉飞

(武汉华工电气自动化有限责任公司,湖北 武汉 430000)

摘要:基于 Cesium 平台搭建的防汛三维电子沙盘可以集成三维地形、正射影像、倾斜摄影测量模型、实时监控视频等模块,并可与已有的水情、雨情、工情数据库关联,在三维空间场景下,实时展示和查询水利专题信息,为防汛减灾和决策会商提供技术支撑。

关键词:Cesium; 三维地形; 防汛; 电子沙盘

中图分类号:TP399

文献标志码:A

文章编号:1004-6933(2017)S1-0025-03

防汛三维电子沙盘把图形、海量数据处理、计算机网络、虚拟现实及三维地图等先进信息技术结合起来,从宏观上直观形象地展示辖区的三维场景、流域特征及水利工程分布,可迅速引入水雨情信息资源,为洪水预报、应急响应、调度决策提供信息技术支撑,协助提高各部门决策的合理性和准确性^[1]。相比传统物理沙盘而言,防汛三维电子沙盘的建模时间短、时效性高、信息更新快,方便浏览和查询,还可以动态叠加三维场景,营造虚拟现实环境,逼真还原水利现场的视觉效果。

Cesium 是一种 JavaScript 开源三维地图引擎,其前端框架基于最新网页语言 HTML5, Cesium 支持 WebGL 进行硬件加速图形化,具有动态地理空间数据可视化、性能佳、精度高、视觉质量优、易用等特点。Cesium 支持 3 种视图:三维地球(3D),二维地图(2D)以及 2.5D 哥伦布视图(2.5D)。只需通过一个 Web 浏览器, Cesium 便可创建世界级 3D 地球仪,真正无插件浏览且自适应电脑、手机、平板等跨平台多终端设备。

本研究基于 Cesium 平台开发防汛三维电子沙盘,采用流式瓦片加载三维场景,利用量化网格实现三维地形,在此基础上叠加水利监控视频、水情、雨情等专业特征数据,体现电子沙盘在水利信息化中的重要作用。

1 三维地形

三维地形是 Cesium 最底层的数据图层,相当于二维地图的底图,只有在此基础上叠加信息,才能实

现专业领域的应用。三维地形主要包括地形数据和影像数据,前者包含高程信息,表现地表起伏状况;后者是地表覆盖情况,体现地物地貌分布。

1.1 三维地形切片

Cesium 支持的三维地形是一种瓦片数据,按数据来源分为在线地形服务和离线地形切片,按照格式分为 STK World Terrain 和 Small Terrain。STK World Terrain 是 quantized-mesh-1.0 格式的地形,它基于瓦片地图服务布局 and 全球大地剖面图,是一种多分辨率四叉树金字塔高程图,这是一种类似 TIN 的数据结构,可通过 WebGL 中的 Shader 来渲染,分辨率高,效果逼真。STK World Terrain 使用了多种数据源,分别适应不同地区和不同尺度的情形。目前该技术未开放源码,只能通过 STK World Terrain 的 Web API 在线加载。Small Terrain 是中等分辨率、基于 height map 的地形,渲染出的地形效果虽不如 STK World Terrain,但也基本体现原有数据精度^[2]。目前网上众多开源的地形切片工具大多是基于这种格式的,可以由 DEM 数据生成这种规范的.terrain 文件。

在实际生产应用中,在线地形数据一般由国外服务器发布,在水利部门网络中访问速度受限,因此本研究运用切片工具对高精度 DEM 分级处理,生成 Small Terrain 格式切片,并以离线包形式加载到 Cesium,实现本地化部署,这样既保证了地形精度,又提高了访问效率。

1.2 正射影像叠加

Cesium 支持加载的卫星影像也分为影像服务和离线切片两种。影像服务类型主要有 4 类,见表 1。

表 1 Cesium 支持的影像服务类型

服务类型	典型代表	特点
Bing Maps Imagery Provider	Bing 地图影像	数据大而全,但需要 Key,偶尔访问异常
Google Earth Imagery Provider	谷歌地球企业级服务	数据分辨率高,覆盖度广,时效性强,但网络访问困难
Open Street Map Imagery Provider	OSM 影像服务	可以根据不同的服务地址选择不同的风格,主要缺点是访问速度慢
ArcGIS Server Imagery Provider	ArcGIS Server 服务	可加载 ArcGIS Online 影像,也可自己发布影像服务,灵活性高

本研究根据实际应用需求和网络环境,采用 ArcGIS Server 发布本地影像切片服务,使用商业或测绘部门的高分辨率正射影像,既提高了影像访问速度,又保证了影像质量。具体步骤为:首先,使用 ENVI 等软件进行影像拼接、几何校正、色彩处理;其次,导入 ArcMap 整饰背景色和地图效果,保存地图文档;最后,运用 ArcGIS Server 对地图文档发布服务,构建分级金字塔缓存切片。由 ArcGIS Server 发布的影像服务有诸多优势,比如影像分辨率完全取决于数据质量,不受制于第三方在线影像服务提供商,而且局域网内访问速度较快,采用分级缓存策略可流畅地显示大规模影像数据。三维地形效果见图 1。

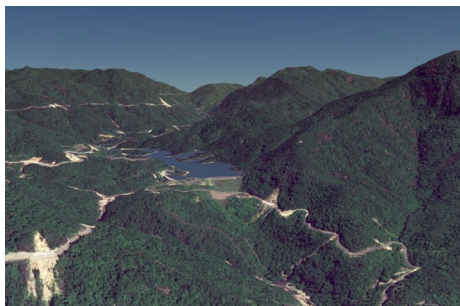


图 1 三维地形效果

2 无人机倾斜摄影

为实现更好的虚拟现实效果,需要在三维地形的基础上,加载精细的三维场景,比如重点水利工程的倾斜摄影测量模型,本研究采用了 5 cm 分辨率的无人机航拍照片生产倾斜摄影模型。倾斜摄影技术是国际测绘领域近些年发展起来的一项高新技术^[3-4],倾斜摄影测量是基于摄影测量的基本原理,对航拍对象进行处理和预算,需要用到解析空中三角测量的方法。从数据采集的方式来看,传统航拍影像是通过飞机上搭载的航摄仪对地面连续摄取正射相片,而后经过一系列的内业处理得到影像数据,

其影像的拍摄视角与地物垂直,获得的数据只有地物俯视角度的信息;而倾斜摄影测量在同一个飞行平台上搭载多台(5 个或更多)传感器,兼顾了前、后、左、右及垂直等不同角度的影像采集,再通过内业的几何校正、平差、多视影像匹配等一系列的处理,可获得更全面准确的地物信息。简而言之,正射摄影的地物是在一个平面,倾斜摄影的地物是立体的,具有真实的空间地理信息。

倾斜摄影测量在后期数据处理上与传统航拍差异很大。倾斜摄影数据的加工包括 3 方面:①质量检查。获取的影像须满足一定的质量要求,对不合格的区域进行补飞,直到满足要求;②匀光匀色处理。由于飞行中存在时空差异,影像之间会存在色偏,应进行匀光匀色处理;③影像预处理。经过几何校正、同名点匹配、区域网联合平差等步骤后,平差后的每张倾斜影像包含了 3 个坐标信息及 3 个方向角信息,每个像素对应真实的地理坐标位置,可以进行实时量测。

倾斜航拍影像经过预处理,设置相关控制参数,可运算生成基于真实影像的超高密度点云,点云再构建不规则三角网模型,最后贴上航拍图片作为纹理,即可形成倾斜摄影三维模型。整个计算过程无需人工干预,软件自动从简单连续影像中生成逼真的三维场景模型。具体建模流程见图 2。

计算完成后,可导出所需的三维模型格式,本研究采用最新 Cesium 支持的 3D Tiles 格式。它是一个开放规范,主要针对流和渲染进行了优化,改进了大规模异构数据集的流和渲染性能。3D Tiles 是基于分级细节层次模型的空间数据结构,可在运行中对瓦片进行预批处理或分批处理,瓦片加载采用二进制和内容感知压缩,减少数据传输量。3D Tiles 在显示策略上,只有当前视角可见的瓦片被流式传输,这种动态化加载方式最大限度减小客户端渲染

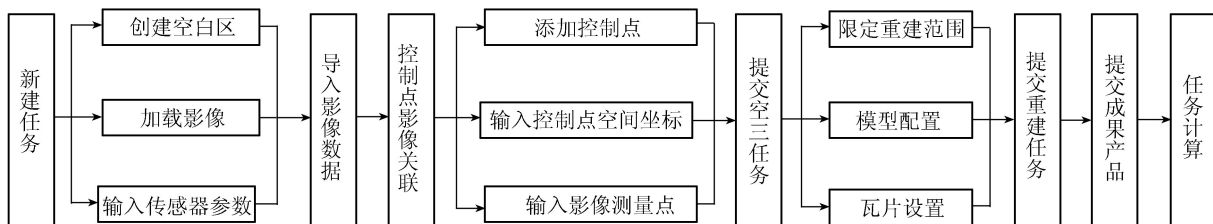


图 2 倾斜摄影三维建模流程

负担,可保证大规模三维模型在 Web 浏览器顺畅浏览。实现效果见图 3。



图 3 库区倾斜摄影测量实现效果

息服务。这一部分技术层面上较为简单,采用传统 Web 开发技术实现,实现效果见图 6。

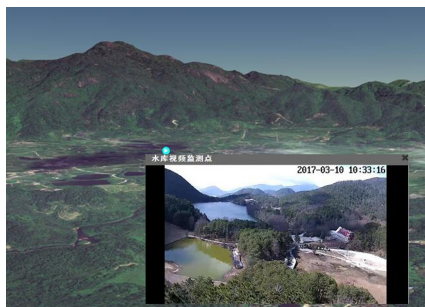


图 5 实时视频监控

3 实时视频监控

在三维电子沙盘的基础构建上引入实时视频监控,作为虚拟现实场景的补充,可以达到虚实结合、优势互补的目的。目前实时视频显示主要有两个问题:一是主流的视频传输协议是 RTSP,国内几大视频监控硬件厂商,比如海康威视、大华等,均使用该协议。但 RTSP 协议有诸多不便,比如 PC 需安装客户端软件才能播放、浏览器需要安装插件播放、不支持移动端显示等。二是视频监控大多在通信专网内,只有专网内的客户端软件可读取到视频流,这样引发诸多问题,既不能将视频流转发到公共网络,也无法解决多用户并发造成的卡顿问题。

为填补以上几点缺陷,本研究运用 Easy Darwin 流媒体服务器对监控视频处理,实时将 RTSP 协议的视频流转换成 HLS 协议 m3u8+ts 文件,通过 WEB 服务端发布 HTTP 视频文件地址,以供网页播放器访问。基本流程见图 4。

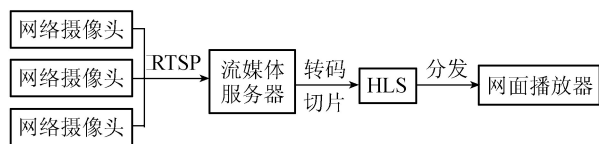


图 4 RTSP 转 HLS 直播基本流程

本技术主要 4 点优势:①可跨平台多终端播放,尤其是手机浏览器播放,实现移动互联网下的视频监控;②服务器控制用户并发,不再受制于摄像头的最大连接上限;③按需拉取。只有在有用户请求播放数据的时候,服务器才会向源端摄像头获取数据;④无请求释放。当某一路转发的用户观看量减少为 0 时,服务器会主动释放对源端的拉取。实现效果见图 5。

4 水利专题数据叠加

在三维电子沙盘基础上,读取水情、雨情、工情等数据库,显示水雨情实时遥测数据,为防汛提供信

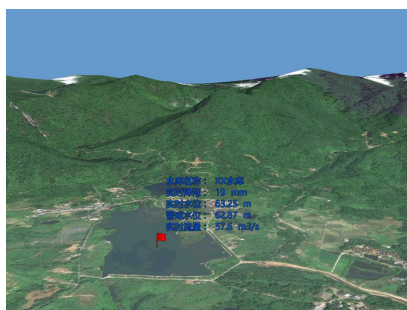


图 6 实时水雨情显示

5 结语

基于 Cesium 平台搭建的防汛三维电子沙盘,运用目前业界最先进的地形切片、模型加载、视频转发等技术,具有强大的二次开发和综合集成功能,真正实现三维地表要素和水利专业数据的可视化;在用户体验方面,实现跨平台多终端快速浏览,真正实现移动互联网下的水利信息化。随着信息技术的发展,三维电子沙盘的功能必将日趋完善,作为防汛指挥平台整合现有信息资源,为防汛部门信息获取、决策支持、调度指挥提供支撑,为“互联网+”大潮下的智慧水利奠定技术基础。

参考文献:

- [1] 苑希民,万洪涛,万庆,等. 三维电子沙盘建设在防汛抗旱中的应用[J]. 中国防汛抗旱,2009(2):51-55.
- [2] 朱栩逸,苗放. 基于 cesium 的三维 WebGIS 研究及开发[J]. 科技创新导报,2015(34):9-12.
- [3] 孙宏伟. 基于倾斜摄影测量技术的三维数字城市建模[J]. 现代测绘,2014,37(1):18-21.
- [4] 李俊金. 基于 3D GIS Cesium 的数字城市建模技术[J]. 计算机工程应用技术,2016(19):45-46.

(收稿日期:2017-03-10 编辑:王芳)