

Dvisual Scene Reproduction Based on Mobile Terminaltake the Bell Park as an Example

Jun Tian

China National Coal (Xi'an) Underground Space Technology Development Co., LTD., Xi'an, Shaanxi, 710199, China

【Abstract】 In view of the current demand for mobile applications and the rapid development of 3 D visualization technology, this paper proposes to establish a 3D visualization platform based on mobile terminal. Taking Bell Park as an example, multi-source data is used to conduct 3 D visual modeling of the geographical environment, buildings and infrastructure in the park, LOD technology is used to improve the fluency of 3 D scene loading on the mobile terminal platform, and basic functions such as display, management and analysis of 3 D model are realized based on Cesium framework. The platform integrates multi-scale spatial data and Internet of Things sensor data, which can provide efficient and convenient management services for mobile terminals, and also provide mobile terminal assistance and decision support for applications in smart city and other fields.

【Keywords】 mobile terminal; 3D visualization; Cesium; model lightweight; Internet of Things

基于移动端的三维可视化场景再现——以贝尔园区为例

田俊

中煤地下空间科技发展有限公司, 中国·陕西 西安 710199

【摘要】 针对当前对移动应用的需求和三维可视化技术的快速发展, 论文提出基于移动端建立三维可视化平台。以贝尔园区为例, 利用多源数据对园区地理环境、建筑物和基础设施等进行三维可视化建模, 利用 LOD 技术提高移动端平台加载三维场景流畅性, 基于 Cesium 框架实现对三维模型的显示、管理、分析等基础性功能。本平台整合多尺度空间数据和物联网传感器数据, 可提供移动端的高效便捷管理服务, 也为智慧城市等各领域应用提供移动端的辅助与决策支持。

【关键词】 移动端; 三维可视化; Cesium; 模型轻量化; 物联网

DOI: 10.12345/smg.v4i5.11857

1 引言

随着信息技术的不断发展和社会生产生活的需要, 数据的采集能力不断提升, 数据规模也逐渐扩大。针对当前海量多源异构的数据, 如何进行高效的组织、管理和可视化工作逐渐成为当前研究的热点^[1]。从传统的二维点、线、面数据到三维空间数据, 可视化手段越来越丰富。二维可视化表达无法充分反映真实世界的特征, 三维可视化表达可以结合测绘学、计算机图形学构建更加逼真且可量测的三维空间模型, 实现现实世界的真实还原^[2], 增强交互性和体验性。

在国家信息化建设的大力推动下, 基于 PC 端的三维可视化系统建设目前已较为完善, 且广泛应用于不同的业务领域, 如数字城市、交通监控、环境监测、矿产地质等等, 为社会发展提供了强有力的信息支撑, 电脑端的运行速度和存储空间也可以为三维空间数据的可视化管理与分析应用提供支持。但在自然资源、城乡规划、工程建设等诸多领域,

业务人员或普通用户有户外勘察、调研测绘等移动条件下的使用需求, 电脑端设备不易携带, 给三维可视化系统的应用带了了不便。

当前, 无线网络通信技术已经进入 5G 时代, 移动互联网几乎覆盖了全国大部分地区, 并逐渐占据主流。移动设备软硬件的发展和移动终端设备的普及给移动互联网产业的发展带来了新的起点。移动终端灵活轻便的特点使得人们在任何时间地点都可以利用移动互联网完成各种业务, 各行业对移动应用的需求也日益显现, 因此移动端的三维可视化再现研究具有较大的应用价值和前景。国际学者基于移动端设计可视化平台, 应用于城市建设^[3-4]、水利水电^[5]、工程建设^[6-7]等不同行业。

然而移动端的三维可视化技术面临许多的挑战。新型测绘技术下生产的多源三维空间数据庞大而精细, 移动网络即使发展迅速也难与有限宽带网络媲美^[8]。移动设备图形渲染能力低、加载浏览不流畅等问题如何解决成为当前移动端三维可视化研究的热点和难点。针对上述问题, 论文提出以贝尔园区为例开展移动端的三维可视化场景研究, 实现在移动设备上对园区建筑环境的三维可视化显示及管理。

【作者简介】 田俊 (1984-), 男, 中国湖北荆州人, 本科, 中级工程师, 从事地理信息研究。

2 移动三维 GIS 开发

2.1 移动端开发模式

移动应用在互联网行业占据很大的市场,其主要的开发形式有两种,分别是原生开发模式(Native App)和 Web 开发模式(Web App)。原生开发模式基于智能手机的本地操作系统,当前主流操作系统主要包括 IOS、Andriod 和 Windows。因此需要根据操作系统选择不同的开发语言和框架进行开发、测试和维护等工作,导致开发成本高、维护成本高,可移植性差。论文采用 Web 开发模式,利用 Web 开发模式可跨平台操作,不需要考虑操作系统的兼容性问题,研究移动端平台的建设。基于 HTML5+CSS+JS 语言进行 Web 端界面设计与功能开发。在平台开发过程中考虑到不同移动设备的屏幕大小不一,且手机浏览器的可视范围小于电脑端,容易导致手机浏览器页面出现滑动条,影响用户的体验感受^[9]。因此采用相对值 rem 模式解决移动端适配问题。在系统功能开发时也充分考虑应用场景与应用环境的约束问题。

在 web 开发模式下,用户通过移动端的 web 浏览器向 web 服务器发送 HTTP 请求,web 服务器将 GIS 功能的相关请求转发至 GIS 服务器,GIS 服务器从数据库中读取数据、对请求进行相应处理,最后将数据或其他操作结果通过 HTTP 响应返回到浏览器端中显示^[10]。

2.2 三维模型轻量化

当前三维模型精细度高、体量大,受限于移动终端设备性能,在移动端平台上加载多源三维数据时可能会出现加载慢、用户体验感差等问题。针对大体量三维模型的加载,通过模型轻量化技术解决。模型轻量化可以显著降低模型的复杂度与存储空间,提高绘制时模型加载与初始化的效率^[11]。

在三维场景中,如果相机位置较远,肉眼难以区分模型的细节信息。采用 LOD 技术,使用若干细节层次不同的模型来表示场景中同一个对象,从而减少 GPU 的渲染数据量,以此来提高三维场景的流畅性^[12]。通过对象与摄像机的距离来决定对象显示的细节,距离摄像机越远,实际显示的大小越小。为每个对象不同细节的模型设置相机参数值,在加载模型时可以自动根据相机位置来加载对应等级的模型,保证系统渲染的效率。

将八叉树划分和 LOD 层级结合,使用八叉树对场景进行管理。构建三维场景的八叉树,进行场景分隔、网格简化、点抽稀等操作,建立多细节层次文件,同时将每个瓦片数据的包围盒、旋转矩阵、几何误差等信息按照八叉树空间数据结构组织生成索引文件,最终生成具有多分辨率层次的三维瓦片

数据。依据当前场景视点位置决定哪些数据需要缓存到本地,哪些数据需要从本地缓存载入内存,哪些数据需要从内存缓存到显存,构成从本地缓存、内存、显存的 3 级缓存结构和调度策略。整个调度过程使用多线程技术,一个线程进行数据的渲染,一个或一个以上的线程从网络下载数据,并将其缓存到本地磁盘,进而加载到内存中。

2.3 三维框架

考虑到系统功能需求,需要对不同数据格式的模型具有一定的兼容能力,且能实现三维模型基本的展示和交互功能。同时所选框架在渲染速度和渲染效率方面的能力也极为重要。

论文选择了 Cesium 框架实现三维可视化。Cesium 是基于 WebGL 开发的三维引擎,它可以跨平台、跨浏览器实现三维地球和二维地图数据显示,实现相关操作功能,同时具有动态数据可视化、图形渲染等优势。Cesium 作为开源框架也可以降低开发成本,对功能进行扩展,具有灵活性^[13]。

Cesium 支持调用 OGC (Open Geospatial Consortium) 服务, WMS (Web Map Service)、WFS (Web Feature Service), 多种数据格式的地图服务发布。通过远程服务的方式加载服务器端的地图数据,从而在浏览器中对地图数据进行可视化表达。其主要体系架构分为 Primitives、Scene、Renderer 三层^[14]。

2.4 物联网技术

物联网是指通过各种类型的传感器件,借助特定的信息传播媒介,实现物物相连、信息交换和共享的新型智慧化网络模式^[15]。基于物联网的智慧应用有着巨大的发展前景,移动端可以为物联网设备管理、实时交互提供平台,三维可视化与物联网设备的联动可以提供更加智能化的功能应用。

论文考虑到物联网设备类型多样、数量巨大,为此建立了统一的交互、管理、服务转发。实现接入设备的认证识别、感知信息、交互控制。通过设计 REST 服务发布接口,实现对各类资源的统一发布,基于资源的特定操作来实现各类具体业务的功能。REST 通过唯一的 URL 地址来标识每一个资源,提供 POST、GET、PUT、DELETE 四个基本操作来创建、查询、修改和删除特定资源。基于 IOT 下各类资源和 REST 服务接口,可以实现各类特定的业务应用功能,例如访问物联网设备的实时数据、交互控制指定物联网设备等。

3 系统架构设计

论文研究移动端的三维可视化平台建设,整合贝尔园区内的建筑环境与设施资源,为园区管理人员提供移动端的可视化管理服务。系统采用 B/S 架

构构建，结合 Cesium 技术基于网页语言进行开发。平台采用四层架构模式，分别为支撑层、数据层、服务层和应用层。整体架构设计如图 1 所示。

支撑层主要包括系统软件环境，如操作系统、GIS 系统、数据库软件，系统硬件设施，移动端设备网络设施等。

数据层主要包括地理信息数据、建筑三维模型数据、运维管理数据、物联网传感器设备数据等基本数据，为数据服务提供数据源。

服务层以服务的形式为移动端三维可视化系统提供各种服务的实现接口。通过 http 协议对数据资源进行调取并提供给客户端使用，提供地理数据的存储服务、数据检索服务等。通过 Cesium 提供三维模型加载服务、场景动态渲染服务。此外还包括空

间分析服务、量测服务、物联网服务等。

应用层主要面向用户，是系统功能的具体实现。基于 HTML5+CSS+JS 开发，提供移动端的操作界面，三维模型数据的可视化显示与漫游操作，系统功能主要包括基础功能、智能运维、视频监控和人员监控四个模块，实现移动设备的浏览器端的多源三维模型数据的可视化显示及管理、地图浏览、空间查询分析等基础功能、智能设备监控管理等主要操作。

3.1 功能设计与实现

结合移动端三维可视化平台系统架构和贝尔园区的功能需求，系统主要包括基础功能模块、智能运维模块、视频监控模块和人员监控模块，具体功能结构图如图 2 所示。

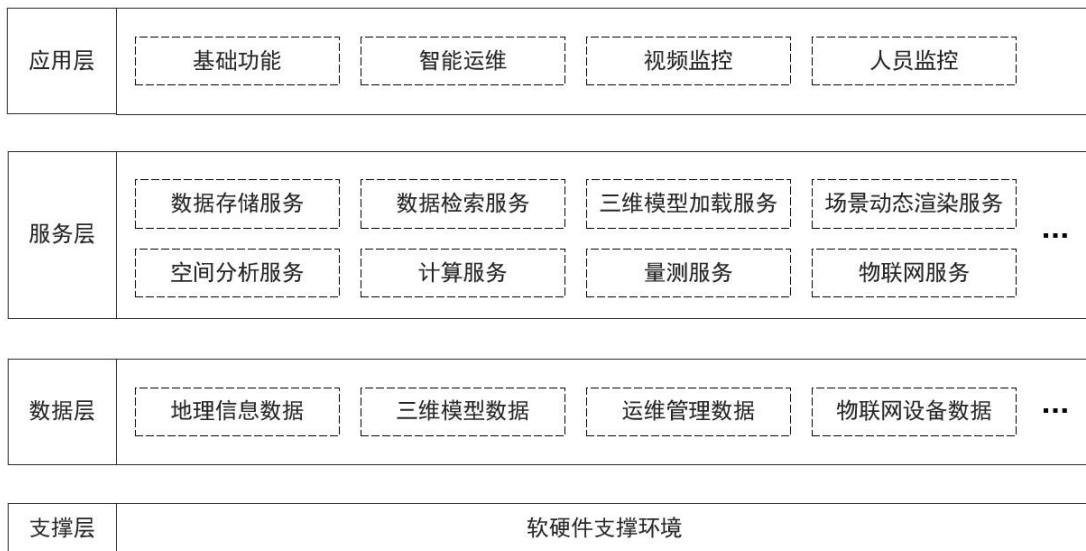


图 1 系统架构图

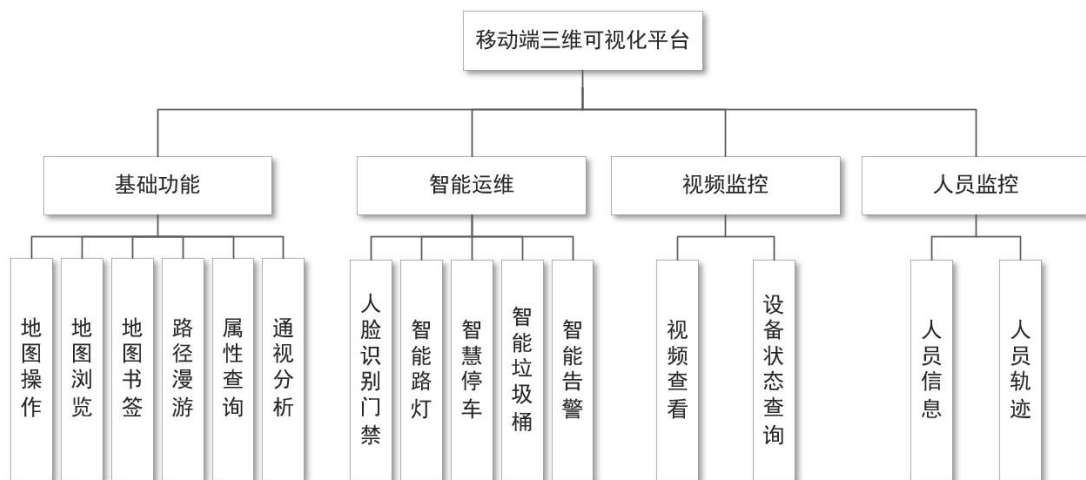


图 2 平台功能设计

3.2 基础功能模块

(1) 地图操作

在地图视图中实现平移、缩放、旋转、俯仰等基本操作。

(2) 地图浏览

平台提供园区三维模型地图和影像地图的浏览功能。

(3) 地图书签

通过地图书签在移动端上实现不同视点的快速定位。在三维平台中观察位置不同所展示的三维场景不同,通过地图书签可以记录当前地图的显示范围和放大级别,在后续的操作中如果用户想回到地图之前的状态,可以点击当时创建的书签回到此状态。

地图书签功能提供书签的新建、查询、修改和删除等管理操作。

(4) 路径漫游

提供园区建筑三维漫游浏览功能,可以在地图场景中绘制浏览路径,选择运动对象后即可按照绘制的轨迹进行飞行漫游。

在该功能下可以设定飞行高度和路径名称,将绘制好的路径保存至路径列表中。

(5) 属性查询

提供场景内三维对象的属性信息查询功能,通过在视图内选定对象查询相关信息。

(6) 通视分析

实现起终点对象之间的通视关系分析。输入起点高度和终点高度,分别表示通视分析的起点/终点相对于地面的高度,确定高度后再在窗口中选择目标起点和终点。通视分析结果以可视化的形式显示在视窗中,以绿色连线表示可视区域、红色连线表示非可视区域。

3.3 智能运维模块

(1) 人脸识别门禁

实现对园区内进出办公楼宇人员的实时监控管理。通过人脸识别门禁,对所有进出办公楼闸机的人员抓拍面部照片并进行留档,采用自动人脸检测技术,对比进出人员面部照片和系统内人员照片信息,确认为园区办公楼内员工后可以自由通行。

同时提供闸机设备信息与人脸抓拍记录进行实时记录显示,闸机运行状态、进出楼宇人员脸部抓拍图像、时间等详细信息显示。

(2) 智能路灯

提供园区内路灯的实时监控管理。通过路灯上的传感器设备,将传感器信息与路灯三维模型关联,实现路灯设备信息、点位信息的可视化显示,设备在线、离线故障检测通过平台实时反馈。

(3) 智慧停车

提供园区内停车位情况的实时监控管理。通过地磁传感器设备监测车位信息,实现车位情况的智能化、可视化管理。提供不同类型车辆(员工车辆/访客车辆)的统计信息,车位数量统计信息,以及停车位位置信息。

(4) 智能垃圾桶

实现园区垃圾桶的实时监控管理。通过垃圾桶内传感器,在移动端平台上查询设备基础信息,实时监测垃圾桶内垃圾量情况。

(5) 智能告警

平台提供告警信息提醒,根据不同告警的规则对告警信息进行合理分类和分析,以可视化形式在场景中进行标注。提供具体告警信息、告警等级、告警时长等的查询功能。

3.4 视频监控模块

视频监控实现对园区重点路段出入口的实时监控管理。提供视频监控点位在地图上的快速精准定位,监控视频的实时查看和历史回放,支持小窗浏览或全屏浏览。此外提供监控设备的状态信息查询,包括设备正常、故障、检修等状态信息。

3.5 人员监控模块

提供园区人员信息的监控管理。针对员工、访客和安保人员三类人群进行监控,实现所有人员位置信息的实时定位并可视化显示,人员数量信息的显示。

提供各类人群在园区内运动轨迹信息的查询与显示,按轨迹信息进行漫游。

4 结语

论文针对当前三维可视化需求和移动端设备灵活轻便的特点,以贝尔园区为案例研究基于移动端的三维可视化平台建设,实现园区三维模型在移动平台的流畅渲染和可视化分析,为园区工作人员提供高效便捷的管理服务,不受时间和空间的限制,辅助决策支持。

平台基于 B/S 架构,采用 Cesium 技术在移动端建立三维可视化平台,实现了多源三维模型数据的可视化表达与组织管理,解决移动端大体量三维模型数据加载缓慢的问题,为移动端用户提供更好的交互体验。同时结合地理信息技术提供二三维空间分析功能,接入物联网设备实现智能化应用。随着移动互联网技术的发展与完善,基于移动端的三维可视化平台将有广阔的应用前景。

参考文献

- [1] 李佳俊,黄祥志,赵亚萌,等.基于 CesiumJS 和 Electron 框架的三维可视化信息平台构建[J].湖北农业科学,2022(07):130-134.

- [2] 王飞.移动端三维可视化原型系统设计与实现[D].中国测绘科学研究院,2016.
- [3] 邱鹏飞,梁磊,胡霓裳,等.基于移动端二或三维规划辅助系统研究[J].测绘,2016(03):108-110.
- [4] 孟超越,李宏伟,许栋浩,等.基于 Android 的地下管线三维可视化关键技术研究[J].地理空间信息,2017(07):93-96+11.
- [5] 郑迪,严勇,杨光,等.移动三维可视化技术在水电工程施工中的应用[J].人民长江,2013(05):15-17+26.
- [6] 于飞,孟辉,赵静卓.BIM 技术在施工现场中的轻量化移动端应用研究[J].中国建材科技,2021(04):138-139+44.
- [7] 王刚.基于 Unity3d 的码头三维可视化安卓应用[J].水道港口,2015(05):456-460.
- [8] 薛晨.移动终端三维模型简化与显示系统的设计与实现[D].中山大学,2014.
- [9] 焦新伟. HTML5 在 WEB 前端开发中的应用研究[J].网络安全技术与应用,2020(04):73-75.
- [10] 黄佛辉.基于 Vue.js 的 WebGIS 开发研究[D].重庆交通大学,2017.
- [11] 薛俊杰,施国强,周军华,等.复杂产品三维模型轻量化服务构建技术[J].系统仿真学报,2020(04):553-561.
- [12] 陈龙,郭军,张建中,等.三维模型轻量化技术[J].工矿自动化.2021(05):116-120.
- [13] 彭祥.基于 Cesium 的智慧园区三维可视化监控系统的设计与开发[D].武汉邮电科学研究院, 2021.
- [14] 李俊金.基于 Cesium 的三维实景可视化技术研究[D].解放军信息工程大学,2017.
- [15] 吴吉义,李文娟,曹健,等.智能物联网 AIoT 研究综述[J].电信科学,2021(08):1-17.