

依托部件级实景三维建设数字孪生城市

蔡文婧

宁夏回族自治区测绘地理信息院

DOI: 10.12238/ems.v6i11.10021

[摘要] 为实现数字中国建设的远景目标,持续激活数据要素潜能,建设以数字孪生城市为依托的智慧城市和数字政府,是数字中国建设的具体要求。本文从数字孪生城市建设出发,提出部件级实景三维模型建设思路和技术路线,并以部件级实景三维建设实例探索其在数字孪生城市建设中的应用。

[关键词] 实景三维、部件级、数字孪生城市

Building a digital twin city based on component level real-life 3D modeling

Cai Wenjing

Ningxia Hui Autonomous Region Institute of Surveying, Mapping and Geographic Information

[Abstract] To achieve the long-term goal of building a digital China, continuously activating the potential of data elements, and building smart cities and digital governments based on digital twin cities, are specific requirements for the construction of a digital China. This article starts from the construction of digital twin cities, proposes the construction ideas and technical routes of component level real-life 3D models, and explores their application in the construction of digital twin cities through examples of component level real-life 3D construction.

[Keywords] real-life 3D, component level, digital twin city

1 引言

数字孪生城市就是在虚拟空间建立一个与物理世界相映射的“数字城市”,实现城市要素信息的数字化,旨在以数字技术赋能“城市大脑”。实景三维建设是数字孪生城市的数字底座和关键技术,也是建设部件级实景三维产品的重要基础。《实景三维中国建设技术大纲》指出,实景三维建设内容包括地形级、城市级和部件级实景三维。其中部件级实景三维是对城市级实景三维的精细表达,重点是满足专业化和个性化的应用需求。随着实景三维建设的不断深入和城市治理各部门业务需求的不断增多,探索部件级实景三维建模是通往数字孪生城市的重要途径。

本文采用无人机倾斜摄影、地面近景摄影测量、三维激光扫描、SLAM等空地一体、室内外一体技术相结合,获取部件高精度、高密度、全方位的时空信息,通过专业建模软件完成部件级实景三维建模技术全流程探索。

2 技术路线

2.1 无人机倾斜摄影测量

室外场景采用无人机搭载摄像头获取影像数据,包括室外真实场景和建筑物外表面信息。根据无人机续航时间及测区地形环境,设计航飞方案,进行航摄测区划分、飞行路线设计、像控点布设。实景三维模型的空间位置精度和细节精细度要求,航摄影像最低点地面分辨率优于0.02米;平行于摄区边界线的首末航线必须确保侧视镜头能获得测区有效影像,在覆盖测区范围基础上外扩1.5个航高的距离,航向覆盖范围超出摄区边界两到三条基线;航向重叠度80%,旁向重叠度80%。由于倾斜摄影测量受航飞环境等因素影响较大,往往需要外业补拍。航摄完成后对航飞成果进行检查,确保所有数据质量满足后续应用要求。

2.2 近景摄影测量

为了保证模型效果,采用无人机贴式摄影测量技术采

集高分辨率航摄影像, 作为倾斜摄影测量技术的补充。无人机贴近物体表面进行摄影, 在获取的高清影像基础上进行测量, 可高度还原目标物的精细结构、精确坐标。通过已采集的倾斜影像生成粗模, 粗模成果导入航迹规划软件进行精细化贴近航线规划, 保证目标物体的各个视角均被采集。

2.3 移动测量数据采集

在室内结构复杂环境中, 利用 LIGRIPH300 移动测量背包系统设备体积小、重量轻、方便携带运输、可单人背负等特点, 可在移动过程中快速获取高精度定位定姿影像数据、高密度三维激光点云数据。移动测绘系统中的采集端全景相机能够采集各类室内环境的高清全景数据, 完成室内全景地图的制作。

2.4 三维建模

在 DP-Smart 软件中完成影像数据空中三角测量与高精度自动化建模处理。平台支持航测摄影、无人机影像、地面影像、车载影像、激光点云等多数据源集成, 实现室内外地面近景摄影测量数据的空三处理, 完成多数据源的定向配准需求及三维实景模型生成。

(1) 空中三角测量

利用 POS 数据、相机文件、像控点数据以及影像数据进行光束法约束平差处理, 经过提取特征点、同名像对、相对定向、匹配连接点、区域网平差等步骤的处理, 得到空中三角测量成果, 并通过检查点检测空中三角测量成果精度。对于不满足规定精度的情况, 通过检查、增加控制点、合理分块等手段提高精度, 确保空中三角测量成果符合精度要求。

(2) 场景模型重建

利用空三成果和多源影像, 自动选择不同视角上的最佳像对模型进行特征匹配和密集匹配生成三维尺度的密集点云。点云自动转换为不规则三角网构 TIN 模型, 基于内在几何关系, 将 TIN 模型进行平滑和优化。根据三维 TIN 的空间位置信息, 获取最佳视角影像纹理, 实现自动化纹理映射, 完成真实场景的三维模型重建。

(3) 精细化单体建模

单体化建模能够更真实地模拟现实世界中的建筑物, 提供更为精细和准确的建筑物信息, 支持对建筑物的精细化分析和研究。建筑物的单体化主要通过多源影像结合 Mesh 模型进行重建, 在垂直影像上获取顶部结构, 选择合适影像获取房屋立面结构信息, 对其进行推拉、编辑、调整得到建筑白模, 自动映射倾斜摄影建筑物侧面纹理, 完成单体化模型的构建。

(4) 室内外一体化建模

在 DP-Smart 软件中将密集匹配点云与激光点云两种数据无缝融合后, 自动构建 TIN 三角网, 自动进行纹理切片、映射, 最终完成室内外一体化实景三维模型构建。

2.5 模型融合

摄影测量方式采集影像自动化构建的实景三维模型, 在采集过程中会出现许多影响质量的因素, 这些因素会使最终的模型出现色彩不一致、画面拉花、水面破洞、模型底部有悬浮物、模型结构不完整等问题。通过修模软件对水系、交通、建筑、独立物、植被、地形等要素进行修复。将精修后的实景三维场景模型、建筑物的单体化模型、室内外一体化三维模型等空间数据进行一体化融合, 形成空地一体的实景三维模型成果, 效果如图。



图1 实景三维模型成果



图2 室内外一体化三维模型成果

2.6 技术路线

部件级实景三维模型建设总体技术路线如下图。

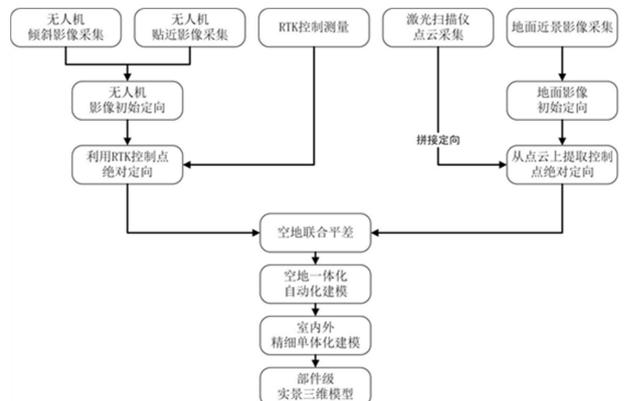


图3 总体技术路线

3 工程实践

3.1 智慧旅游

对试点景区进行部件级实景三维模型构建, 建成空天地一体、室内外一体的三维数字景区, 结合 3D 空间漫游技术, 可实现用户线上真三维实景旅游。通过融合线上互动、个性化场景、自动讲解等功能, 让用户体验线下旅游的真实性和趣味性, 借助数字孪生城市的虚实交互特性, 让用户足不出户体验到当地优质的文旅服务, 同时为景区管理提供可视化的智能管理平台。



图4 3D 漫游

实景三维服务智慧景区建设, 将为旅游业的发展注入新活力, 不仅丰富了景区的管理和营销手段, 更为用户提供了便捷的线上旅游方式, 极大的提升了人们的社会文旅感知价值。

3.2 展馆可视化平台建设

结合数字孪生、物联网等新一代信息技术, 构建元宇宙展馆, 提供 PC 端在线观赏服务, 以数字虚拟展厅为载体, 创造出逼真的虚拟环境, 提供在线展厅游览等功能, 让参观者可以从多角度观看三维全景, 视野范围可以达到水平 360°, 上下 180° 的任意角度, 身临其境地观赏展览内容, 使用户完全融入虚拟环境之中, 实现云上自主导览, 带来独特的视觉感官体验。



图5 在线浏览

4 应用

整合地下空间、地表基质、地表覆盖、业务管理等各类自然资源和国土空间数据的三维成果, 在城市规划、城市地

质、生态环境保护等方面开展部件级三维建设, 为城市规划提供重要支撑和保障。通过立体化可视表达方式和实时物联感知能力, 高效融合城市摄像头、监测仪、传感器等物联网设备, 真正实现城市综合治理从数字化到智能化再到智慧化, 赋予城市生活“智慧”, 赋能城市综合治理。将三维产权体模型、三维实体模型以及多源实景三维模型有机融合, 形成集物理空间、产权空间和实景三维特征于一体的真实的部件级三维不动产模型。以实景三维景区为底座, 以传统文化为基调, 以商业为内容, 以城市旅游发展为方向, 打造基于数字孪生的部件级智慧景区, 提升旅游的服务品质。文化物质遗产以三维数字形式的记录与保存, 部件级实景三维模型在精度、纹理、展示分析、交互等方面具有无可比拟的优势, 在文物古建的数字修复方面也具有不可替代的价值。数字孪生赋能智慧城市治理要着力推动时空要素与社会经济全要素融合, 积极构建数字服务体系, 让各行业都能够享受到高质、友好的数字服务。

5 结语

部件级实景三维模型为数字孪生城市建设提供精细化的统一时空信息平台, 夯实建设底座、完善数字孪生城市框架。下一步, 部件级实景三维建设还需持续精化, 丰富其内容, 实现精准表达和按需定制的个性化服务, 统筹数字孪生与数据要素深度融合, 拓展数字孪生应用场景, 进一步推动城市数字化转型和数字经济高质量发展。

[参考文献]

- [1] 罗振威, 李骁, 刘承承, 等. 利用倾斜摄影与激光扫描技术构建城市级实景三维模型[J]. 测绘通报, 2023 (12): 116-120.
- [2] 王莹, 李泽邦, 杨彦梅, 等. 基于倾斜三维实景模型与 BIM 模型融合的室内外一体化场景构建[J]. 测绘通报, 2023 (S0): 49-53.
- [3] 蔡军, 江伟, 温日强, 等. 贴近摄影测量与 BIM 技术在濒危民族建筑部件级实景三维建设中的应用[J]. 测绘通报, 2022 (12): 19-23.
- [4] 朱庆, 张利国, 丁雨淋, 等. 从实景三维建模到数字孪生建模[J]. 测绘学报, 2022, 51 (6): 1040-1049.
- [5] 郑诚慧. 基于实景三维技术标准的智慧旅游数字化平台研究[J]. 信息标准化, 155-157.
- [6] 高俊, 柳春生, 淦立琴, 等. 面向城市更新的实景三维平台设计与实现[J]. 地理空间信息, 2023, 21 (9): 120-123.
- [7] 实景三维宁夏建设实施方案 (2023-2025 年) .