

多技术融合在城市三维建模中的应用

左乐

新疆天拓空间信息测绘院有限公司

DOI:10.12238/gmsm.v7i12.2085

[摘要] 随着城市化进程的加速,城市规划对城市三维模型的精准度提出了更高的要求。本文主要阐述了在城市三维建模中融合多技术的意义,既可以缩短建模周期,还能丰富模型细节。另外,文章介绍了多技术融合的应用策略,包括“倾斜摄影结合激光扫描,精准还原城市全貌”“BIM技术结合GIS系统,深度整合空间信息”“人工智能结合机器学习,智能化构建模型”“无人机测绘结合近景摄影,高效采集城市数据”“多光谱遥感影像结合三维建模技术,展示地貌特征”。

[关键词] 多技术融合; 城市三维建模; 应用策略

中图分类号: O343.2 文献标识码: A

Application of multiple technology fusion in urban 3 D modeling

Le Zuo

Xinjiang Tiantuo Space Information Surveying and Mapping Institute Co., LTD

[Abstract] With the acceleration of the urbanization process, urban planning has put forward higher requirements for the accuracy of urban three-dimensional models. This paper mainly expounds the significance of integrating multi-technologies in urban 3 D modeling, which can shorten the modeling cycle and enrich the model details. In addition, the article introduces the application of technology fusion strategy, including "tilt photography combined with laser scanning, accurate reduction of city" "BIM technology combined with GIS system, deep integration of spatial information" "artificial intelligence combined with machine learning, intelligent building model" "drone mapping combined with close view photography, efficient city data collection" "multispectral remote sensing image combined with three-dimensional modeling technology, display features".

[Key words] multi-technology integration; city 3-D modeling; application strategy

引言

随着科技的飞速发展,单一技术在城市三维建模中逐渐暴露出局限性,难以满足日益增长的高精度、多维度建模需求。因此,施工人员已广泛融合多技术开展城市三维建模工作。其中,地理信息系统(GIS)能够高效分析各类空间数据,激光扫描技术则可以精确获取城市地物的三维坐标。施工人员有机结合这些技术,能够让其充分发挥各自的优势,从而提高城市三维建模的质量。

1 在城市三维建模中融合多技术的意义

传统城市三维建模是利用大比例线划图、影像以及实地拍照,进行人工建模,这种方式效率低、周期长,人力成本高。近年来,施工人员逐渐融合多技术实施城市三维建模。在此基础上,一方面,不同技术相互配合,能够帮助施工人员快速获取城市复杂环境的多源数据,极大地缩短建模周期,同时保证模型的准确性,为城市规划提供可靠依据。另一方面,多种技术融合手段能

从不同角度全方位扫描城市,获取详细的城市地貌,从而构建出细节丰富且纹理逼真的三维模型,促使相关人员直观地了解城市现状。城市是不断发展变化的动态系统,不同阶段对模型的需求有所差异。此时,施工人员融合多技术,可以根据相关人员的具体需求灵活选择,快速更新模型,以适应城市发展的变化,高效完成城市新建区域的建模和既有区域的改造,为城市的可持续发展提供有力支持。除此之外,施工人员在城市三维建模中融合多技术,还能提升建模效率,增强其真实感,从而推动城市的数字化转型。

2 多技术融合在城市三维建模中的应用策略

2.1 倾斜摄影结合激光扫描,精准还原城市全貌

城市三维建模领域,倾斜摄影能够依托同一飞行平台,从垂直、倾斜等不同角度采集影像,快速获取城市大范围的地物顶部及纹理信息,生成高分辨率的正射影像。激光扫描则依据激光测距原理,向目标发射激光束并测量反射光的时间差,获取目标物

体的三维坐标信息,可精确测量物体的形状、大小和位置,提供高密度的点云数据,有效捕捉地形地貌的细节。倾斜摄影结合激光扫描,由倾斜摄影提供的纹理信息能够丰富模型外观,而激光扫描的高精度点云数据则保证了模型的几何精度,从而精准还原城市的每一处建筑、街道。

例如,前期准备方面,施工人员全面勘察城市建模区域,了解其地理环境、建筑分布、地形地貌等特征,确定数据采集的重点区域;根据勘察结果,制定详细的数据采集方案,强调倾斜摄影的飞行路线、高度、重叠度,以及激光扫描的站点设置和精度要求等。同时,施工人员严格校准使用的倾斜摄影设备和激光扫描仪器,使其处于最佳工作状态,以获取高质量的数据。数据采集阶段,施工人员开展倾斜摄影工作,选用搭载多台传感器的无人机作为飞行平台,按照预先规划的航线飞行。无人机的一般航向重叠度 $\geq 70\%$,旁向重叠度 $\geq 60\%$ 。同时,施工人员开展激光扫描作业,依据城市地形分布情况,对于复杂的城市中心区域,增加扫描站点的密度,全面扫描每一处建筑。扫描过程中,施工人员多角度扫描每个站点,获取完整的点云数据,并采用标靶拼接站点,提高点云数据的拼接精度。数据处理阶段,施工人员利用专业的摄影测量软件,提取倾斜摄影预处理后的影像,生成高精度的三维模型,并对点云数据进行去噪、滤波和分类处理,然后融合处理后的点云数据与倾斜摄影生成的三维模型。最后,施工人员进行精细建模,根据点云数据和纹理信息,精确构建建筑的外观细节;对于地形地貌模型,利用点云数据的高程信息,生成逼真的地表形态。

2.2 BIM技术结合GIS系统,深度整合空间信息

BIM技术专注于创建建筑信息,以三维数字化模型为载体,集成建筑全生命周期内的结构、设备管线、装修材料等详细内容,支持从设计到施工再到运营维护的全过程管理。GIS系统则侧重于采集、存储地理空间数据,处理土地利用或交通网络等地理信息,直观呈现城市的空间分布特征。施工人员在城市三维建模中将二者有效结合,能够将BIM模型导入GIS环境,无缝对接建筑信息与地理空间信息。整合过程中,GIS的空间分析功能可分析BIM模型,同时将BIM模型的动态信息与GIS的实时数据相结合,动态更新城市三维模型,为城市规划提供全面准确的空间信息支持。

针对BIM技术,施工人员选用支持多专业协同设计的软件——Revit;对于GIS系统,选择ArcGIS平台,同时制定统一的数据标准,采用IFC(Industry Foundation Classes)标准存储BIM数据,利用Shapefile或GeoJSON格式存储GIS数据,确保二者数据能顺利交互。采集数据时,在建筑设计阶段,施工人员依据设计方案,在Revit中构建建筑的三维模型,精确到每一根梁柱、每一个门窗的尺寸,同步在模型中添加结构信息和设备管线布局。施工阶段,施工人员利用施工管理软件实时更新模型,记录施工进度、材料使用情况;借助GIS系统采集地理空间数据。数据处理方面,施工人员运用专门的轻量化软件压缩复杂的BIM模型,减少数据量,提高模型的加载速度;对GIS数据进行预处理,将其与

处理后的BIM模型融合。在ArcGIS平台,施工人员利用其数据导入功能导入轻量化后的BIM模型,依据坐标匹配工具,统一BIM模型的坐标系统与GIS地理空间数据的坐标系统,在空间位置上使其精准对齐。另外,施工人员在ArcGIS中使用网络分析工具,分析建筑周边的交通网络,计算从建筑到各个交通节点的最短路径与通行时间;运用地形分析工具,结合建筑所在区域的地形数据,评估建筑的地形适应性。应用层面,施工人员基于整合后的模型规划城市,依托ArcGIS中空间分析功能,根据土地利用现状、人口分布与交通流量,合理划分商业区、住宅区与工业区。

2.3 人工智能结合机器学习,智能化构建模型

城市环境较为复杂,传统建模方法效率低下,且难以应对复杂数据带来的挑战。人工智能具备强大的数据处理功能,可快速处理多源数据;机器学习则能从大量数据中自动学习特征,优化建模过程。二者结合能够自动化识别并分类城市地物,快速准确地构建三维模型,同时根据实时数据动态调整模型,保证模型的时效性。施工人员应明确人工智能与机器学习算法的应用方向,开展数据采集工作,获取城市相关的影像、点云等多源数据,并对其进行预处理;利用机器学习算法训练数据,智能化构建城市三维模型。

例如,施工人员选用Faster R-CNN算法识别城市地物分类,其由区域生成网络(RPN)和Fast R-CNN两部分构成,RPN负责生成可能包含目标的候选区域,Fast R-CNN则定位这些候选区域,能快速且精准地识别影像和点云数据里的各类地物。针对模型生成,施工人员采用3D-GAN算法专门生成三维数据,其生成器可将随机噪声向量转换为三维模型,判别器用于判断生成的模型是否真实。采集数据时,施工人员使用大疆无人机M300 RTK搭载禅思P1相机采集城市影像;设置100m的飞行高度,75%的航向重叠度,65%的旁向重叠度,获取高分辨率且多角度的影像数据。施工人员还采用Riegl VZ-4000三维激光扫描仪扫描城市建筑、街道等,其扫描距离达4000m,扫描精度达毫米级,从而获取高精度点云数据。预处理采集数据环节,施工人员应用OpenCV库去噪处理影像数据,采用高斯滤波去除高斯噪声,使用中值滤波去除椒盐噪声;利用PCL(点云库)去噪点云数据,统计滤波去除离群点,使用体素格滤波进行下采样,以减少数据量。模型训练阶段,施工人员将预处理后的数据按7:2:1的比例划分为训练集、验证集和测试集,使用训练集对Faster R-CNN和3D-GAN模型训练。其中,Faster R-CNN的学习率为0.001,批量大小为16,训练轮数为100轮。3D-GAN的生成器和判别器的学习率分别为0.0002和0.0001,批量大小为8,训练轮数为200轮。

2.4 无人机测绘结合近景摄影,高效采集城市数据

针对城市三维建模,无人机测绘具备大范围、快速的数据采集能力,能从空中获取城市整体的地形地貌、建筑分布等宏观信息。近景摄影则针对特定目标或区域,提供丰富的影像数据。具体而言,施工人员需安排无人机搭载高精度相机,按照规划航线飞行,在不同高度或角度采集影像,获取城市的整体布局。同时,施工人员在地面利用近景摄影设备,近距离拍摄建筑物、街道设

施等细节部分,补充无人机测绘难以捕捉的结构信息。在此基础上,施工人员能够高效完成城市数据采集任务,构建完整的城市三维模型。

例如,施工人员开展前期规划,依据城市规模、建筑分布与地形特征,将建模区域划分为商业区、住宅区、工业区等不同功能区。针对商业区建筑密集的特点,施工人员设计密集的航线网络与更多的拍摄角度;对于住宅区,适当放宽航线间距。施工人员选用大疆M300 RTK无人机搭载禅思P1相机,其具备厘米级定位精度与2.19亿像素,能获得高精度的影像;设置100—150m间的飞行高度,根据建筑平均高度灵活调整,航向重叠度设为85%,旁向重叠度设为75%。近景摄影方面,施工人员采用佳能EOS R5相机搭配RF 15—35mm F2.8 L IS USM广角镜头,以适应不同场景拍摄。针对建筑物,施工人员规划从底层到顶层的分层拍摄路线,每层设置多个拍摄点,从不同门窗位置拍摄内部结构与装饰细节。采集数据时,施工人员在无人机起飞前开展全面检查,校准指南针、检查电池电量与相机参数;飞行中依托地面站实时监控飞行状况与影像拍摄情况,遇突发气流等状况及时调整航线。近景摄影时,施工人员需注意光线与拍摄角度,在建筑物背光面使用反光板补光,避免阴影影响细节。预处理环节,施工人员使用Adobe Lightroom软件批量处理无人机影像,运用Pix4Dmapper软件测量空中三角,匹配影像中的特征点,计算相机位置与姿态参数,生成高精度的三维点云模型。对近景摄影影像,施工人员使用PTGui软件拼接,采用控制点匹配与自动对齐功能,生成无缝的全景影像。

2.5多光谱遥感影像结合三维建模技术,展示地貌特征

多光谱遥感影像能够从多个波段获取地表信息,反映不同地物的光谱特性;三维建模技术则构建城市的三维空间结构,呈现地貌的空间形态。城市三维建模中,为有效结合这两种技术,施工人员先预处理多光谱遥感影像,包括辐射校正、几何校正等,提高影像质量;利用影像中的光谱信息区分不同地貌类型,融合分类结果与三维建模数据,将多光谱影像的纹理和色彩信息映射到三维模型上。施工人员依据项目需求制定结合方案,明确数据采集、处理流程;利用专业软件展示地貌特征的三维模型,不断优化模型,确保其准确性。

例如,针对大型城市且地貌多样的区域,施工人员选择空间分辨率为1m的WorldView-3卫星数据,其具备8个多光谱波段和1个全色波段,能提供丰富光谱信息。三维建模数据采集若采用无

人机搭载激光雷达,设置点云密度为每平方米100个点。数据采集阶段,施工人员需关注卫星过境时间和天气状况,选择晴朗无云的天气获取影像,确保影像质量;设置合适的成像参数,保证影像的辐射质量。数据处理方面,施工人员使用ERDAS IMAGINE软件辐射校正多光谱遥感影像,采用FLAASH大气校正模型消除大气影响;以高精度的地理信息数据为参考进行几何校正,使用二次多项式变换模型,控制点误差控制在0.5个像元以内。施工人员分析校正后影像的主成分,提取前三个主成分波段,突出地物特征;运用最大似然分类法分类影像,将地物分为水体、植被、建筑、裸地等类别。施工人员使用PolyWorks软件点云去噪处理三维建模数据,采用统计滤波方法,设置邻域点数为20,标准差倍数为2.5。点云配准使用迭代最近点(ICP)算法,配准误差控制在1cm以内,将处理后的多光谱影像分类结果与三维点云模型融合,使用ArcGIS软件的空间分析工具,借助地理坐标匹配将影像纹理映射到三维模型表面。构建模型时,施工人员应用SketchUp软件精细建模融合后的模型,添加建筑细节、地形起伏等;利用Lumion软件渲染模型,设置不同的光照条件和材质属性,模拟不同时间段的地貌特征。

3 结束语

综上所述,在城市三维建模中,施工人员融合多种技术,能够精准还原城市全貌,提升城市三维建模的精度,为城市规划带来了新的思路。未来,随着技术的不断发展,施工人员需不断探索多技术融合在城市三维建模中的应用方法,为城市的可持续发展提供强有力的支持。

[参考文献]

- [1]陈仁枫.实景三维建模技术在数字城市中的应用研究[J].科技资讯,2025,23(02):70-72.
- [2]罗威,席晓.倾斜摄影测量技术在城市实景三维建模中的应用[J].大众标准化,2024,(23):122-124.
- [3]苏俊波.无人机倾斜摄影测量技术在城市三维建模及优化方法中的应用[J].工程建设与设计,2024,(18):86-88.
- [4]周鑫.无人机倾斜摄影测量技术在城市实景三维建模中的应用研究[J].电脑编程技巧与维护,2024,(05):130-132+169.

作者简介:

左乐(1985—),男,汉族,河南人,本科,测绘工程师,研究方向:测绘技术与方法。