

Structured Expression of Building Information Based on Three-dimensional Individual Models

Tongyun Zhang¹ Yu Huang² Menghua Chen¹ Yuzheng Shi¹ Shuling Zhang¹

1. Hunan Provincial Institute of Geological and Geographic Information, Changsha, Hunan, 410000, China
2. Hunan Geological Surveying and Mapping Institute Co., Ltd., Changsha, Hunan, 410000, China

Abstract

UAV oblique photography technology has improved the production efficiency of real-life 3D models, but the “one skin” data automatically generated by the software is a continuous and irregular triangular network that cannot distinguish individual buildings or structures, which is not conducive to industry applications and difficult to connect rich semantic information to independent 3D models. Therefore, the paper first uses self-developed software to obtain a three-dimensional individual model, and then divides it into 3 middle and 9 small categories according to the *National New Basic Surveying and Mapping Construction - Geographic Entity Data Specification*. Rich semantic information is obtained through three methods. Finally, semantic information is attached to the three-dimensional individual model to achieve the structured expression of building information in the Hengyang City real scene three-dimensional model, this provides important significance and value for the promotion and application of the model in multiple fields.

Keywords

semanticization; structured expression of information; three-dimensional individual model; oblique photograph

基于三维单体模型的建筑物信息结构化表达

张彤蕴¹ 黄煜² 陈梦华¹ 史与正¹ 张淑玲¹

1. 湖南省地质地理信息所, 中国·湖南长沙 410000
2. 湖南省地质测绘院有限公司, 中国·湖南长沙 410000

摘要

无人机倾斜摄影技术提高了实景三维模型的生产效率, 但软件自动生成的“一张皮”数据是一张连续不规则的三角网, 无法区分单独的建筑体或结构, 不利于行业应用, 也难以针对独立的三维模型挂接丰富的语义信息。因此, 论文首先利用自研软件获取三维单体模型, 然后参照《国家新型基础测绘建设——地理实体数据规范》将其分成了3个中类, 9个小类, 通过三种方式获取丰富的语义信息, 最后在三维单体模型上挂接语义信息, 实现衡阳市实景三维模型的建筑物信息结构化表达, 为模型在多领域的推广和应用提供了重要意义和价值。

关键词

语义化; 信息结构化表达; 三维单体模型; 倾斜摄影

1 引言

倾斜摄影测量技术使用多角度镜头对复杂地理场景进行全要素采集, 然后采用空中三角测量、不规则三角网构建、纹理映射等三维重建算法, 完成对真实地理场景的数字化重建^[1]。在感知复杂地理场景时, 成本较低、效率较高^[2], 通过对几何结构和纹理信息的重建可得到实景三维模型, 但它只是一张具有纹理属性的连续不规则三角网, 并不包含语义信息^[3]。这种三角网一般仅能用于线上对真实地理场景的漫游、VR浏览等, 无法实现三维单体模型的介绍、查询、分析等精细化管理和更加丰富的功能, 是一块“好看不好用”

的三维模型^[3]。

近年来, 有学者基于倾斜摄影数据提取语义信息, 并通过与三维模型的映射关系进行挂接, 探索其应用价值。张振宇结合倾斜摄影三维模型提取地理要素的矢量和语义信息, 并利用 PostGIS 空间数据库管理矢量要素, 最终为龙脊梯田数字化智慧景区管理平台提供多语义实景三维“基座”, 实现了要素查询、可视化域分析等功能^[3], 但该方法只能识别建筑物、公共设施、道路、区域面四种类别, 分类粒度较粗。艾海滨等人提出了面向建筑物三维重建的语义建模框架, 解决了现有重建技术中语义粒度较大、难以满足新兴行业需求的问题^[4], 但该方法主要基于点云的几何特征, 难以准确识别出风格各异的建筑的语义特征。余虹亮提出了基于特征提取的语义化三维重建方法, 通过求解能量最小化问题实现语义分类, 再使用平面聚类的方法重建 3D 模型^[5], 但该方法

【作者简介】张彤蕴(1979-), 女, 硕士, 高级工程师, 从事测绘与地理信息研究。

只能识别出地面、立面和屋顶,无法进行更精细准确的实体识别。鲍秀武等人结合常州市实景三维数据进行地理实体语义化和单体建筑语义化,为自研的空间地理信息基础平台实现了三维实体模型与专题业务数据关联查询、三维规划辅助决策等功能^[6],但大多以整栋建筑物为分类级别。虽然上述文献中阐述的一些研究方法可以进行建筑物信息的结构化表达,但其分类粒度不够精细,单体化和语义化的方法不够通用或过于庞杂,并不能满足“基于无人机倾斜三维模型的建(构)筑物单体化、结构化”项目的实际要求。

2018年自然资源部组建伊始,陆昊部长在海南测绘地理信息局就国土空间规划及“多规合一”信息综合管理平台建设等问题进行调研时,指出自然资源登记等系统需要由二维转向三维,解决自然资源调查、确权 and 国土资源空间用途管控等问题。《实景三维中国建设技术大纲(2021版)》中指出实景三维要根据不同的实体粒度设计空间精度,以便构建精细化管理的应用服务系统^[7]。于是论文基于倾斜摄影技术,按照地物实体采集精度要求,选取分辨率和空间精度适宜的地表三维场景作为提取数据源,再通过自研软件得到地物实体的三维单体模型数据,同时对实体进行分类,通过自研软件、内业资料和外业采集的方式获取丰富的语义信息,最后在三维单体模型上挂接语义信息,实现对三维模型空间范围、空间尺度、属性信息等的统一表达。

2 结构化表达的研究思路与方法

论文按照《国家新型基础测绘建设——地理实体数据规范》,将“基于无人机倾斜三维模型的建(构)筑物单体化、结构化”项目中的实景三维单体模型分成了3个中类,并进一步分成了9个小类;然后通过三种方式获取其丰富的语义信息;最后确定模型和语义信息的映射关系,通过自研软件挂接语义信息,为三维模型的应用提供更广泛的场景和价值。

2.1 实体分类

根据《国家新型基础测绘建设地理实体数据规范》,结合衡阳市倾斜三维单体模型的数据,将建筑物分成了房屋、房屋附属设施、地下建筑3个中类,房屋、阳台、门顶、柱廊、悬空通廊、门墩、台阶、室外电梯和地下建筑9个小类,包含建筑结构上自成一体各种类型的独立房屋、建造在岩层或土层中的建筑等,涉及居住建筑、低层住宅、联排住宅、成套住宅、事业单位建筑、高等院校建筑、地下公共服务设施等不同用途的建筑。一方面,实体的分类粒度越精细,空间表达的精度越高,对实景三维的空间描述越丰富;另一方面,地理实体被构建成三维形式的独立对象,能够独立表达、挂接属性以及查询统计与分析等^[7],能满足自研项目的需求。

2.2 建筑物信息的结构化表达

2.2.1 建筑物信息结构化表达的研究框架

建筑物信息结构化表达的研究框架如图1所示。首先

基于无人机倾斜摄影数据获取三角网信息,然后利用自研软件提取三维单体模型,再根据实体分类标准及实际情况,将实体分为3个中类,9个小类,接着通过三种方式获取语义信息,再确定映射关系,最后通过自研软件挂接语义信息。

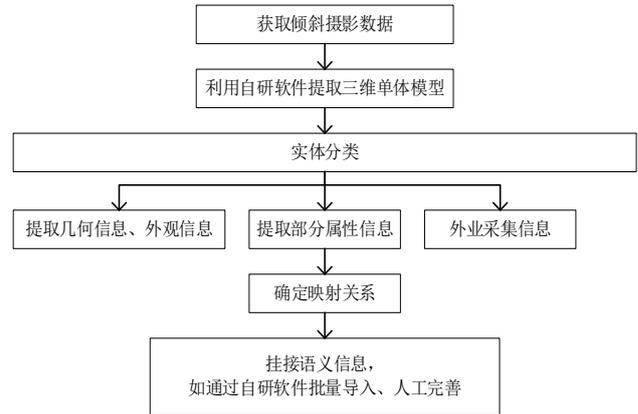


图1 建筑物信息结构化表达的研究框架

语义信息的来源分为三个部分:第一部分是从实景三维单体模型中提取几何、外观信息,如建筑类型、建筑结构、外形特征等;第二部分是从项目的内业资料中提取部分属性信息,如行政区属等;第三部分是人工外业采集建筑物的信息,如建筑年代、所属环线、地址等。

2.2.2 语义信息获取及挂接

房屋实体的语义信息如表1所示,其中建筑类型、建筑结构、建筑层数、建筑状态、外形特征可以从实景三维数据中获取,行政区属可以从内业现有资料获取,建筑年代、所属环线、地址可通过外业采集的方式获取。建筑类型包含一般房屋、突出房屋、简易房屋、棚房、破坏房屋、架空房和吊脚楼、裙楼、艺术建筑8种,建筑结构包含钢、砼、混、砖、木、竹、土7种,建筑状态包含已建成、在建、待拆3种,外形特征包含平顶、斜顶、玻璃幕墙、立体绿化4种,所属环线包含一环至五环外6种。

房屋附属设施实体的语义信息包括名称和所有者,可通过外业采集。

地下建筑实体的语义信息如表2所示,其中地下层数、建筑形式、建筑状态、建筑总面积可从实景三维数据中获取,建筑年代、权属单位、管理单位、建筑主要用途、地下停车场车位数、大类类别、室内地坪可通过外业采集。建筑形式包含单建式和附建式2种,建筑状态包含已建成和在建2种,大类类别包含地下固体废弃物输送设施、地下公共服务设施、地下工业及仓储设施、地下防灾减灾设施、地下交通设施、地下居住设施、地下市政设施、其他地下设施8种。

提取与采集的语义信息最终统一存储在Excel表格中,并在自研软件中导入,根据实体编码(ID)确定映射关系,然后根据3个中类及其属性项进行相应实体的语义信息挂接。

表 1 房屋实体的语义信息

序号	属性项名称	拼音简称	属性值域
1	建筑类型	JZLX	01 一般房屋; 02 突出房屋; 03 简易房屋; 04 棚房; 05 破坏房屋; 06 架空房、吊脚楼; 07 裙楼; 08 艺术建筑
2	建筑结构	JZJG	一般房屋; 突出房屋; 架空房、吊脚楼; 裙楼; 01 钢、02 砼、03 混、04 砖、05 木、06 竹、07 土
3	建筑层数	JZCS	—
4	建筑用途	JZYT	—
5	建筑状态	JZZT	01 已建成、02 在建、03 待拆
6	建筑年代	JZND	—
7	外形特征	WXTZ	01 平顶、02 斜顶、03 玻璃幕墙、04 立体绿化
8	行政区属	XZQS	—
9	所属环线	SSHX	01 一环、02 二环、03 三环、04 四环、05 五环、06 五环外
10	地址	DZ	—

表 2 地下建筑实体的语义信息

序号	属性项名称	拼音简称	属性值域
1	地下层数	DXCS	—
2	建筑形式	JZXS	01 单建式、02 附件式
3	建筑年代	JZND	—
4	建筑状态	JZZT	01 已建成、02 在建
5	权属单位	QSDW	—
6	管理单位	GLDW	—
7	建筑主要用途	JZZYYT	—
8	地下停车场车位数	DXTCCWS	—
9	大类类别	DLLB	01 地下固体废弃物输送设施 FQ、02 地下公共服务设施 GF、03 地下工业及仓储设施 GC、04 地下防灾减灾设施 FZ、05 地下交通设施 JT、06 地下居住设施 JZ、07 地下市政设施 SZ、08 其他地下设施 QT
10	室内地坪	SNDP	—
11	建筑总面积	JZZMJ	—

3 信息结构化表达的效果

为了更清晰地展现建筑物信息结构化表达的效果, 本文将衡阳市的实景三维单体模型分成了 3 个中类, 9 个小类, 并以部分建筑为例, 展示了房屋、阳台、门顶、柱廊、悬空通廊、门墩、台阶、室外电梯和地下建筑 9 个小类上语义信息的表达效果。

3.1 房屋

房屋中类的结构化表达效果如图 2 所示, 点击房屋主体时, 可显示名称、建筑类型、建筑层数、建筑状态、地址等信息。



图 2 房屋信息结构化表达

3.2 房屋附属设施

房屋附属设施中类包含阳台、门顶、柱廊、悬空通廊、门墩、台阶及室外电梯, 其结构化表达效果如图 3 中 (a) 至 (g) 所示, 点击三维模型中的任意附属设施, 可显示其名称和所有者, 有利于更精细化的管理和应用。



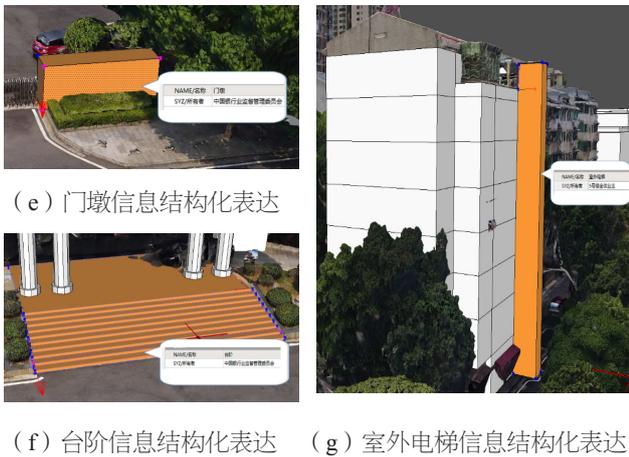


图3 房屋附属设施的信息结构化表达

3.3 地下建筑

地下建筑中类的结构化表达效果如图4所示,当选中地下建筑时,可显示地下层数、建筑形式、建筑年代、权属单位、建筑总面积等信息。



图4 地下建筑信息结构化表达

4 结论

论文根据实景三维中国建设的要求,分析了无人机倾斜摄影数据“好看不好用”的问题,结合衡阳市实景三维数据和自研软件,完成了实景三维模型的建筑物单体化,参照《国家新型基础测绘建设——地理实体数据规范》,研究了三维单体模型的分类问题,解决了实体分类和利用上的难题,将实体分成了3个中类,9个小类,便于实体的应用和管理。通过无人机倾斜摄影技术和专业软件获取实景三维数据,在此基础上提取出几何和外观上的语义信息,除此之外,还通过内业资料和人工外业采集获取更丰富的语义信息,最后将其导入自研软件中,按照分类规范及属性项要求进行语义信息的挂接,实现了衡阳市实景三维单体模型的建筑物信息结构化表达,建立了模型与真实世界的关联,对模型在多领域推广和应用有重要意义。

参考文献

- [1] 左志强.基于倾斜影像的城市建筑物规则化重建[D].武汉:武汉大学,2018.
- [2] 叶震,许强,刘谦,等.无人机倾斜摄影测量在边坡岩体结构面调查中的应用[J].武汉大学学报:信息科学版,2020,45(11):8.
- [3] 张振宇.语义化实景三维智慧景区应用研究[D].桂林:桂林理工大学,2022.
- [4] 艾海滨,董友强,王庆栋,等.基于语义的倾斜影像单体建模技术研究[J].测绘科学,2019,44(6):8.
- [5] 余虹亮.基于倾斜摄影的城市三维重建方法研究[D].南宁:广西大学,2016.
- [6] 鲍秀武,张春敏,梁文彪,等.基于AIMS航摄影的实景三维常州数建设与应用探索[J].城市勘测,2022(5):26-30.
- [7] 自然资源部.实景三维中国建设技术大纲(2021版):自然资发办[2021]56号[N].2021.