

一种基于倾斜摄影测量的建筑物纹理映射方法

倪福泽, 段梦琦, 庄一洲, 王浩伟

中煤航测遥感集团有限公司技术发展研究院 陕西西安

【摘要】本文针对城市三维模型重建中出现的纹理遮挡问题给出了一种建筑物纹理映射方法, 该方法对纹理遮挡进行了有效判断, 并综合遮挡比例、影像姿态、像素面积等多方面因素给出了最优影像选取公式, 实现了城市三维模型重建中纹理的遮挡处理和自动映射。大规模实验表明, 本文方法是可靠有效的。

【关键词】倾斜摄影; 三维模型; 纹理映射; 遮挡处理

A Method of Texture Mapping for Building Based on Oblique Photogrammetry

Fuze Ni, Mengqi Duan, Yizhou Zhuang, Haowei Wang

China Coal Aerial Photogrammetry and Remote Sensing Group Co., Ltd, Xi'an, China

【Abstract】 This paper presents a method of texture mapping for the texture occlusion problem in the 3D Model reconstruction of city. This method effectively judges the texture occlusion, and comprehensively combines the occlusion ratio, image posture, pixel area and other factors to give the optimal image selection formula, and realizes the texture occlusion handing and automatic mapping in the 3D Model reconstruction of city. Large-scale experiments show that the method in this paper is reliable and effective.

【Keywords】 oblique photography; 3D Model; texture mapping; occlusion handing

近年来, 随着新兴技术的发展以及城市规划设计、三维导航等应用的需求, 智慧城市^[1]这种城市信息化的高级形态应运而生, 其中三维模型的建立是不可或缺的一部分。倾斜摄影测量通过搭载多角度组合相机, 将垂直影像与倾斜影像两者相结合, 多视角采集影像, 为三维模型纹理映射提供了有力支持。但随着城市高层建筑密度逐渐加大, 倾斜摄影测量采集到的影像也往往会产生遮挡现象, 对纹理映射造成了影响。

处理建筑物纹理遮挡的传统方法一般是通过图像处理软件进行人工处理^[2], 费时费力, 因此在建筑物纹理映射自动处理遮挡问题是非常必要的, 国内外学者也对此进行了相关研究。文献[3]针对纹理最优化进行了研究, 采用逐像素判断的方法对存在遮挡的影像进行了有效筛选, 但逐像素判断相对耗时, 效率较低。文献[4]系统的对三维纹理重建进行了研究, 但选取最优影像时以像素面积最大为唯一准则, 经大规模生产验证, 受影像入射角度影响, 像素面积最大的影像映射得到的纹理效果可能并非最佳。本文给出一种建筑物纹理映射方法, 先通过

影像及建筑物几何信息进行筛选, 进而通过相交面积判断遮挡情况, 最后综合像素面积、遮挡情况及影像姿态等综合因素选取最优影像。

1 建筑物纹理映射方法

1.1 整体流程

本文方法整体流程如图 1 所示, 对每一个待贴图的建筑物目标模型面进行纹理映射时, 首先对两种原始数据影像数据和建筑物模型数据分别进行筛选, 影像数据依据影像摄影中心位置和是否有目标模型面成像进行可见性判断, 得到可见影像。建筑物模型数据根据模型及模型面之间的几何关系进行筛选, 得到疑似遮挡模型面; 其次判断疑似遮挡模型面在可见影像中对目标模型面的遮挡情况, 得到大部分区域无遮挡的备选影像; 最后综合目标模型面在影像中的像素面积、遮挡情况及影像姿态等因素计算目标模型面的综合面积, 取其最大者为最优影像生成纹理。

1.2 可见性判断

影像可见性判断主要分为两步, 目的在于对海量影像进行初步筛选, 减少后续需进行筛选的影像

数量:

(1) 取影像摄影中心至目标模型面面心点的向量与目标模型面法向量, 计算两向量夹角, 排除夹角为锐角的影像;

(2) 利用共线方程计算目标模型面在影像上的像点, 排除像点超出像幅的影像。

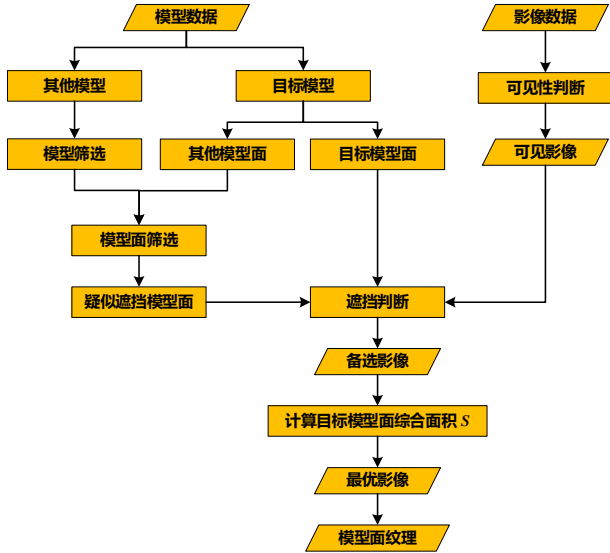


图 1 建筑物纹理映射流程

1.3 模型筛选及模型面筛选

模型筛选及模型面筛选主要通过几何关系进行多步筛选, 目的在于对海量模型及模型面进行初步筛选, 减少后续需进行判断的模型面数量:

(1) 取目标模型一定范围内的模型, 排除距离较远的模型;

(2) 逐一判断目标模型除目标模型面之外的其他模型面及范围内模型的所有面是顶面、侧面还是底面, 如为顶面, 直接排除; 如为底面, 排除位于目标模型面下方的; 侧面均不排除;

(3) 取第(2)步得到的模型面和目标模型面判断是否同向, 排除同向模型面;

(4) 取目标模型面面心点至筛选得到的非同向面面心点向量, 判断此向量与目标模型面法向量夹角, 排除夹角为锐角的模型面;

1.4 遮挡判断

经过多步筛选, 需进行遮挡判断的影像和模型面数量均已有效减少, 开始逐一判断目标模型面在可见影像上是否被疑似遮挡模型面遮挡:

(1) 计算目标模型面的在某一可见影像上的像

点坐标;

(2) 逐一计算疑似遮挡模型面在该影像上的像点坐标, 进而计算每组像点坐标和目标模型面像点坐标所围成多边形的相交面积, 并计算其占目标模型面像素面积的比例, 即当前影像上该疑似遮挡模型面对目标模型面的遮挡比例;

(3) 累加所有疑似遮挡模型面的遮挡比例, 排除遮挡严重的影像。

重复以上三步完成所有可见影像的遮挡判断, 确定所有备选影像。本文方法遮挡判断时采用模型面像点多边形的相交面积为判断依据, 即不按模型整体判断, 也不逐像素判断, 在有效进行遮挡判断的同时顾及了计算效率。

1.5 最优影像选取

由于模型顶面和侧面的情况不同, 本文方法根据目标模型面是顶面还是侧面, 使用不同的办法从备选影像中选取最优影像:

(1) 顶面最优影像选取

如目标模型面为模型顶面, 依次取所有备选影像摄影中心, 计算其与目标模型面面心点距离, 以其距离的相反数为其像素面积的替代值。若影像遮挡比例为 k , 按下式计算目标模型面综合面积 S' :

$$S' = S * (1 - (10 * k)) \tag{1}$$

式中 S 为像素面积, 取综合面积最大的备选影像为最优影像。

(2) 侧面最优影像选取

如目标模型面为模型侧面, 依次取所有备选影像法向量, 计算其与目标模型面法向量夹角 α , 计算影像摄影中心至目标模型面面心向量与目标模型面法向量的水平夹角 β , 按下式计算目标模型面综合面积 S' :

$$S' = S * \cos(\pi - \alpha) * \cos(\pi - \beta) \tag{2}$$

式中 S 为像素面积。若影像遮挡比例为 k , 进一步按下式更新目标模型面综合面积 S' :

$$S' = S' * (1 - (10 * k)) \tag{3}$$

取综合面积最大的备选影像为最优影像。

本文方法在选取最优影像时不以模型面像素面积为唯一指标, 而是综合多种因素进行最优影响选取。模型顶面取其最正影像, 侧面先以影像法向量

约束保证影像拍摄时尽可能面向目标模型面,再以摄影中心水平夹角保证影像拍摄时尽可能正对目标模型面,最后,放大遮挡对影像选取的影响,使得完全不被遮挡的影像优先级更高。

经过以上四步,即可获得目标模型面的最优影像,将所有需贴图的模型面逐一视为目标模型面重复上述步骤即可获得所有面的最优影像,从而进行纹理映射。

2 实验结果及分析

为验证本文所提出方法的正确性与可行性,同时使用常规方法和本文方法进行纹理映射,常规方法仅以像素面积最大为依据选取最优影像,不进行任何筛选、遮挡判断。两种方法得到的纹理映射结果如下所示:



图2 遮挡情况纹理映射结果对比

如图所示,采用常规方法进行纹理映射,部分模型侧面可能会出现纹理遮挡,采用本文方法进行纹理映射时遮挡情况能有效避免,提升了纹理效果。

综上所述,本文的建筑物纹理映射方法可以有效处理纹理遮挡问题,说明本文方法给出的遮挡判断方法有效,综合多因素的最优影像选取公式合理。同时也发现一些不足之处,如树木造成的遮挡并未考虑,模型贴图后也未进行匀光匀色处理,这些方面尚需人工干预。

3 结语

本文给出了一种建筑物纹理映射方法,方法在计算遮挡前先进行了多步筛选,减小了计算量。选

取最优影像时,综合了影像拍摄姿态、摄影中心位置、遮挡比例及模型面像素面积等多种不同因素对纹理效果的影响,给出了影像选取公式。在计算遮挡时按照利用多边形相交面积进行判断,既能较精确的得到遮挡情况,又能保证较高的计算效率。大规模实验表明,本文方法是可靠有效的,可以使用本文方法对建筑物模型进行批量全自动纹理映射。

参考文献

- [1] 郭仁忠.智慧城市中地理信息的需求与应用[J].国土资源导刊,2014,11(09):47-48.
- [2] 吴军.3 维城市建模中的建筑墙面纹理快速重建研究[J].测绘学报,2005(04):39-45.
- [3] 叶思奇.基于倾斜摄影的多目标纹理最优化研究[D].桂林理工大学,2017.
- [4] 张春森,张卫龙,郭丙轩,刘健辰,李明.倾斜影像的三维纹理快速重建[J].测绘学报,2015,44(07):782-790.
- [5] 李智程,王伟玺,李晓明,卞雨凡,钱建国,汤圣君.多源影像融合的建筑物三维模型无遮挡纹理自动贴图方法[J].测绘通报,2019(03):36-40.
- [6] 刘亚文,关振.街景建筑物立面纹理遮挡恢复方法研究[J].武汉大学学报(信息科学版),2010,35(12):1457-1460.
- [7] 杨争艳.倾斜摄影测量三维重建中纹理映射的研究[D].成都理工大学,2017.
- [8] 翁其强.基于倾斜摄影测量的建筑物三维模型自动纹理映射方法[D].西南交通大学,2018.
- [9] 王晓坤.基于无人机倾斜影像的三维模型纹理映射方法研究[D].山东建筑大学,2019.
- [10] 李妍妍.基于倾斜摄影三维模型纹理遮挡研究[J].测绘与空间地理信息,2019,42(09):178-180+185.
- [11] 王崇倡,张秀岩,纪亮.基于倾斜摄影测量技术三维纹理遮挡处理[J].测绘与空间地理信息,2018,41(03):61-64.

收稿日期: 2022 年 10 月 12 日

出刊日期: 2022 年 11 月 18 日

引用本文: 倪福泽, 段梦琦, 庄一洲, 王浩伟, 一种基于倾斜摄影测量的建筑物纹理映射方法[J]. 工程学研究, 2022, 1(5): 67-69

DOI: 10.12208/j.jer.20220167

检索信息: RCCSE 权威核心学术期刊数据库、中国知网(CNKI Scholar)、万方数据(WANFANG DATA)、Google Scholar 等数据库收录期刊

版权声明: ©2022 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS