

浅谈倾斜三维建模—单体化建模工艺

Discussion about Tilt Three-dimensional Modeling—Monomer Modeling Process

吴泽华

Zehua Wu

贵州省地质矿产勘查开发局测绘院 中国·贵州 贵阳 550018

Institute of Surveying and Mapping of Guizhou Geology and Mineral Exploration and Development Bureau, Guiyang, Guizhou, 550018, China

摘要: 论文主要介绍基于无人机的倾斜摄影系统快速获取被摄物的细节纹理以及多角度高清晰影像,进行三维模型建模。

Abstract: This paper mainly introduces the UAV-based tilt photography system to quickly obtain the subject detail texture and multi-angle high-definition image, and conduct three-dimensional model modeling.

关键词: 倾斜三维建模; 单体化建模工艺; 倾斜摄影测量

Keywords: tilt three-dimensional modeling; monomer modeling process; oblique photogrammetry

DOI: 10.12346/etr.v4i2.5519

1 引言

倾斜摄影测量技术是国际遥感领域近年发展起来的一项高新技术,以范围大、高精度、高清晰的方式全面感知复杂,通过高效的数据采集设备及专业的数据处理流程生成的数据成果直观反映地物的外观、位置、高度等属性,为真实效果和测绘级精度提供保证。在此基础上三维建模,更加准确,更加高效。因此,三维建模在测绘、城市规划、旅游、电商等行业应用越来越广泛。

2 倾斜摄影技术原理

传统摄影测量本质上是利用光学摄影器材获取被摄物体相片,通过各种处理方式来获取被摄物体的形状、大小、位置、特性及其相互关系等从而达到测量的目的。倾斜摄影测量在传统摄影测量的基础上增加了多角度拍摄,一般通过同一个飞行平台搭载多台传感器,同时从一个垂直、多个(4个)倾斜角度采集影像,从而达到符合实际观察的真实直观视觉环境^[1]。

倾斜摄影的优势在于能够多角度、多方向观察地物,能够真实反映地物的实际情况,建筑物等地物的侧面纹理可以采集,能够清晰还原被摄物的直观视觉感受。无人机飞行姿

态平稳,飞行高度低,基于无人机的倾斜摄影系统能够快速获取被摄物的细节纹理以及多角度高清晰影像。在此基础上进行的三维模型建模具有纹理清晰、相对关系准确、测量精度高特点,一定程度上能够满足测量和模型制作精度要求^[2]。

3 单体化建模

本次研究使用的 SVSMPModeler 软件,SVSMPModeler 软件是基于 Autodesk 公司 3Ds Max 软件开发的插件。SVSModeler 软件建模有两种模式,一种是在三维实景 mesh 模型量测的方式;另一种是航测法建模,即在立体环境下以“3D 测图”的方式进行建筑物的半自动单体建模,纹理在模型量测完成后自动映射^[3]。立体测量的作业方式与 2D 数字线化图的生产方式类似,因此我们称之为倾斜建筑物的“3D 测图”。建模流程如图 1 所示。

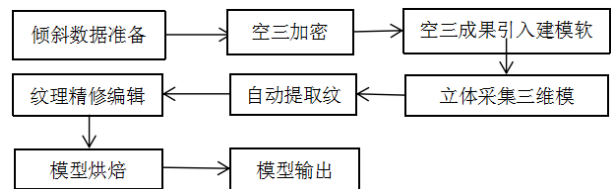


图 1 建模流程图

【作者简介】吴泽华(1977-),男,苗族,中国贵州江口人,本科,高级工程师,从事城乡规划、土地规划研究。

3.1 倾斜数据准备及空三加密

3.1.1 倾斜数据准备

倾斜空三需要准备的数据包括影像、相机标定报告 / 参数文件、POS (GPS/IMU)、控制点 (不是必需)。

① 原始影像。

倾斜原始影像一般含有多个相机的影像, 每个相机的影像最好分开存放。例如, 如下有 5 个相机, 则一般建立五个文件夹, 分别保存五个相机的原始影像。影像格式可以是通用的 jpg、tif、bmp 格式。

② 相机参数。

相机参数文件是事先通过标定场标定好的相机文件, 每个相机对应一个标定文件。一般的标定文件如图 2 所示。

1. 相机类型: NIKON D810.
2. 机身号: 8518109.
3. 鉴定软件: DPMatrix.
4. 检校结果: (7360*4912, 像素大小: 4.882um).
5. 拍摄日期: 2016 年 1 月 8 日.
6. 技术方案: 通过 LED 面阵进行检校.

单位: mm.

序号	检校项目	检校值(mm)
1	主点 X_0	0.205499
2	主点 Y_0	0.142708
3	焦距 f	35.746368
4	径向畸变系数 k_1	6.87574e-05
5	径向畸变系数 k_2	-6.42070e-08
6	径向畸变系数 k_3	9.12314e-12
7	偏向畸变系数 p_1	-3.07973e-05
8	偏向畸变系数 p_2	7.27688e-06
9	CCD 非正方形比例系数 α	1.28219e-04
10	CCD 非正方形比例系数 β	-1.52212e-04

注: 坐标原点在影像中心点.

图 2 标定文件

③ POS 文件。

POS 文件记录了相机拍照时的 GPS 位置和 IMU 角度信息, 每个相机可以单独对应一个 POS 文件, 也可以把所有相机的 POS 保存至一个文件 (推荐), POS 的 ID 信息最好与影像名称保持一致。一般的 POS 文件格式如图 3 所示。

ImageId	Longitude	Latitude	Altitude	Omega	Phi	Kappa
20140812_0066	114.4996093	38.02175979	599.99308	0.502729	-1.600466	-8.713169
20140812_0067	114.5009549	38.02175956	599.99308	0.502729	-3.299176	-3.855082
20140812_0068	114.5023405	38.02174914	602.37531	0.178305	-3.863102	-10.00815
20140812_0069	114.5036951	38.02173172	605.94849	0.513197	-3.798061	-9.365057
20140812_0070	114.5050844	38.02171635	608.6280	-0.619617	-2.912361	-7.062261
20140812_0071	114.5064173	38.02173523	608.92296	-1.903135	-2.165955	-6.901519
20140812_0072	114.5077615	38.02173566	607.07112	-1.04392	-2.296246	-5.674636
20140812_0073	114.5091654	38.02184963	604.26768	2.336614	-3.705192	-5.737933
20140812_0074	114.5105121	38.02183121	605.86964	3.531341	-4.527476	-8.499134
20140812_0075	114.5118353	38.02185235	605.44459	2.838274	-4.945565	-9.526765
20140812_0076	114.5132275	38.02182122	610.09398	-0.316944	-3.608301	-8.933572
20140812_0077	114.5146163	38.02179422	610.05967	-0.353465	-6.015212	-8.207752
20140812_0078	114.5159923	38.02178449	615.23436	-0.063841	-4.94220	-7.020565
20140812_0079	114.5172961	38.02176832	621.94061	1.226228	-4.305598	-6.111637
20140812_0080	114.5186904	38.02181619	627.91788	-2.091236	-2.047789	-4.048352
20140812_0081	114.5201111	38.02188814	629.14759	-1.933416	-1.245428	-3.803588
20140812_0082	114.5214011	38.02194768	628.80676	4.741448	-2.114315	-6.849351
20140812_0083	114.5226207	38.02195223	625.29869	5.831200	-2.038947	-10.213266
20140812_0084	114.5242184	38.02192939	620.5539	0.497950	-6.822159	-11.233987
20140812_0085	114.5256559	38.02197448	615.06499	-0.414070	-0.045768	-0.046167

图 3 POS 文件格式

④ 控制点。

控制点文件为任意后缀名的文本文件, 也没有固定的格式要求, 一般一个控制点占一行信息, 每一行按分隔符保存点名和 X、Y、Z 坐标信息。典型的控制点文件如图 4 所示 (可

以有第一行的注释, 也可以没有)。

ID	X	Y	Z
PNJ237	5449714.872	443349.910	227.396
PNJ2FY	5449777.193	443369.384	225.135
PNJ27FZ	5449932.264	443278.971	224.833
P087	5449965.125	443531.436	225.282
P087F	5449928.030	443515.032	225.262
P088	5450240.580	443533.310	227.938
P088F	5450320.156	443393.040	223.902
P063	5450427.212	443189.046	227.443
PNJ236	5450461.186	443429.288	223.418
P089A	5450637.064	443530.848	223.071

图 4 控制点文件

3.1.2 空三加密

Autodesk 公司的 3Ds Max 软件能够进行一键空三自动处理, 将准备好的原始影像、相机参数、POS 文件、控制点文件导入软件, 就能自动运行处理空三结果, 过程不需要人工干预。

3.2 空三成果的导出与引入

导入 Smart3D 空三加密成果, 如图 5 所示。

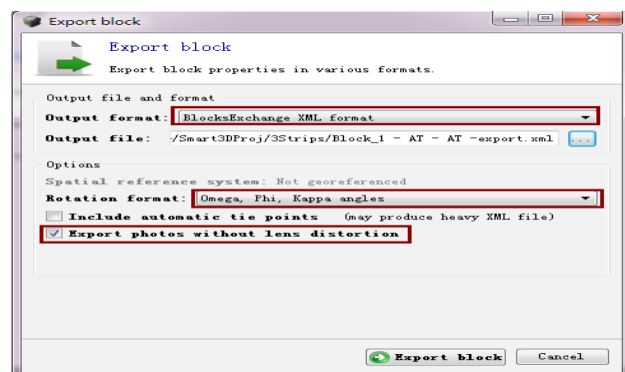


图 5 导入 Smart3D 空三加密成果

SVS 导入 Smart3D 空三, 建立 SVS 倾斜工程, 如图 6 所示。

影像全路径名	X	Y	Z	Omega	Phi
cnrA	5450 x 3632	FocalLength:28...	SensorSize:23.2...	XRightYDown	
cnrB	5450 x 3632	FocalLength:28...	SensorSize:23.2...	XRightYDown	
cnrC	5450 x 3632	FocalLength:28...	SensorSize:23.2...	XRightYDown	
2	\\CK005-pc\F\MY...	-388.788633	-152.489270	287.122843	150.79262671
7	\\CK005-pc\F\MY...	-368.308679	-152.343568	287.073378	153.62032666
12	\\CK005-pc\F\MY...	-346.205635	-152.827671	287.079334	152.16820943
17	\\CK005-pc\F\MY...	-323.200453	-152.914926	287.104603	153.41637447
22	\\CK005-pc\F\MY...	-299.187561	-152.587915	286.805060	152.28959671
27	\\CK005-pc\F\MY...	-275.352587	-152.691412	286.713190	153.18272725
32	\\CK005-pc\F\MY...	-251.280939	-152.638811	286.860514	153.49522695

图 6 建立 SVS 倾斜工程

导入: 导入 Smart3D 的 xml 工程文件, 导入后会显示每个相机的参数及影像文件。更改影像路径: 由于 xml 工程里面记录的是 Smart3D 工程的影像路径, 如果更换了影像路径, 需要重新指定。

畸变改正: 导入 Smart3D 的 xml 文件后, 若 Smart3D 导出时已经勾选畸变纠正, 则忽略此步骤; 若从 Smart3D

导出的 xml 时没有做畸变改正, 则需要点击“畸变改正”按钮进行畸变改正, 在弹出的界面中输入纠正目录, 点击“处理”即可。

导出: 点击“导出”按钮, 选择要保存的文件夹路径, 输入工程名称, 则保存为对应的 SVP 工程。

3.3 立体采集三维建模

3.3.1 捕捉设置

捕捉功能分为二维捕捉与三维捕捉。

①二维捕捉。

二维捕捉即捕捉已有几何结构的 X、Y 坐标信息, 采用测标计算值。

②三维捕捉。

三维捕捉已有几何结构的 X、Y、Z 坐标值。

③内捕捉。

内捕捉主要用于“屋脊房屋”重建过程中, 对已经量测的几何信息进行捕捉, 从而方便插入约束信息, 如图 7 所示。

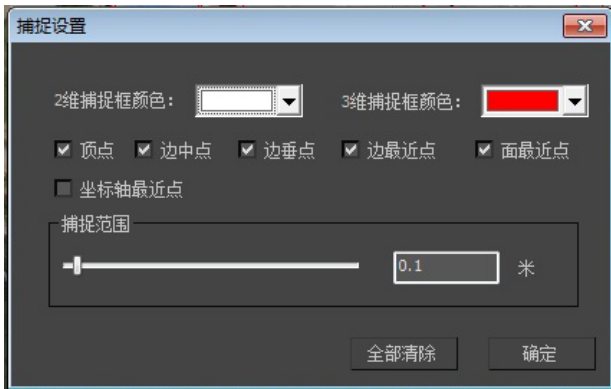


图 7 捕捉设置

3.3.2 房屋单体化采集工具

①矩形房屋。

矩形房屋建模工具主要用于重建屋顶为矩形的房屋主体结构或者房屋附属结构。量测较长的边依次测量屋顶一条边的两个顶点; 这样有利于提高测量精度。

②圆柱形房屋。

测量屋顶为圆形的圆柱、圆锥、圆台、扇形。通过采集一个圆柱体, 然后在 max 中代开修改面板修改圆柱参数或者添加挤压等修改器。

③球形房屋。

通过依次量测大圆上 4 个点, 实现球形房屋的采集。

④多边形房屋。

在采集多边形的房屋主体结构或者房屋附属结构时, 建模过程中可使用 Ctrl 键进行实时角度锁定, 或者 L 键进行长久角度锁定。

⑤边多边形。

使用边模式多边形房屋建模工具采集了屋顶为直角多边形的房屋主体结构或者房屋附属结构。

⑥屋脊房屋。

屋脊房屋建模工具主要用于采集屋顶具有屋脊的不规则房屋。观察构网情况, 若屋脊(类似于山脊线)没有生成结构线, 则需要内部添加约束信息; 若构网未满足实际房屋几何结构, 则根据情况插入两种约束信息。

屋脊点: 若屋顶屋脊顶点处还没有顶点信息, 需要插入屋脊点。外轮廓测量结束后默认进入“插入屋脊点”。

约束边: 若具有屋脊连接的两个屋脊点之间没有生成屋脊线, 则需要使用快捷键 F 进入插入约束边。

⑦特殊房屋采集方法。

屋脊: 屋脊是指屋顶两个不共面的面片的公共边, 类似于山脊线, 对房屋的几何结构起着关键性作用。

屋脊点: 点多条屋脊线的交点。

边模式屋脊房屋: 边模式无机房屋建模工具用于采集屋顶外轮廓为直角多边形的屋脊形房屋。

多边形线: 多边形采集工具主要用于采集多边形膛线矢量。

边模式线: 边模式线主要用于采集直角多边形线。

3.3.3 模型编辑

①巧用联合编辑。

3Ds max 软件本身提供了丰富的模型编辑功能, 但是在具体编辑时通常需要获取点、边的精确位置信息, 所以软件提供了一些常见的模型编辑功能, 已补充纯 max 编辑不方便确定空间位置的缺陷。

总的来说有两种编辑方式:

直接在 max 中编辑。不需要准确位置信息的编辑操作很容易实现, 如删除多余个面、删除多余边……类似的编辑也推荐直接在 max 中进行, 因为 max 提供了直观的三维视角, 便于观察、拾取。若在 max 中进行需要位置信息的编辑操作, 则需要根据模型的实时反投确定模型的参数。

在立体里面进行编辑。软件提供了部分在立体里面进行编辑的工具, 主要实现需要位置信息的编辑操作。

②挤出。

挤出工具用于实现沿着面的法向量挤出的操作。

③切片。

切片工具也是针对面片的操作, 需要在选中面的基础上实现切片。例如, 要实现如图 8 所示的中房上房的挤出, 需要先利用切片工具获取房上房的准确位置信息。

3.3.4 切割

切割类似于切片, 其区别在于切平面是一个有限的空间面, 切割面由模型面片的法向量与测量的两个点确定, 量测时必须打开捕捉功能, 捕捉模型上的两个点(顶点、边上的点、或者面上的点)才能进行切割。

3.3.5 插入顶点

插入顶点用于在模型的边或者面片上插入顶点, 为下一步的编辑做准备。

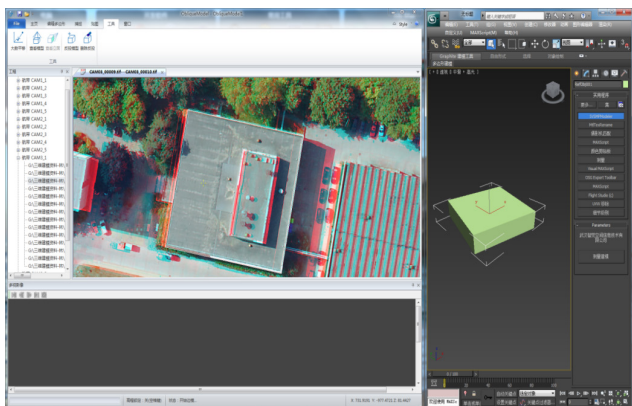


图 8 切片操作

功能,进行不同镜头纹理的选择,如图 12 所示。

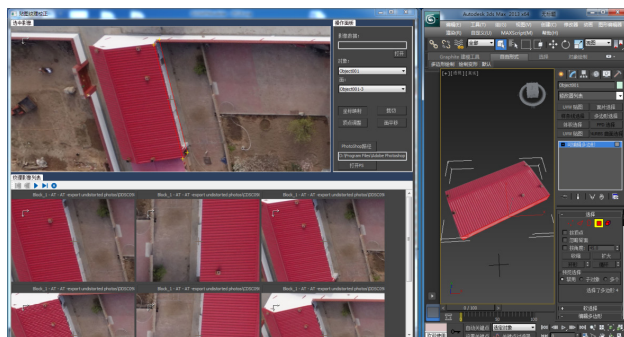


图 12 纹理编辑

3.4 纹理提取及纹理精修编辑

3.4.1 批量贴图

获取正确的几何模型后,选中需要贴图的模型(可以选择一个或者同时选择多个),如图 9、图 10、图 11 所示。

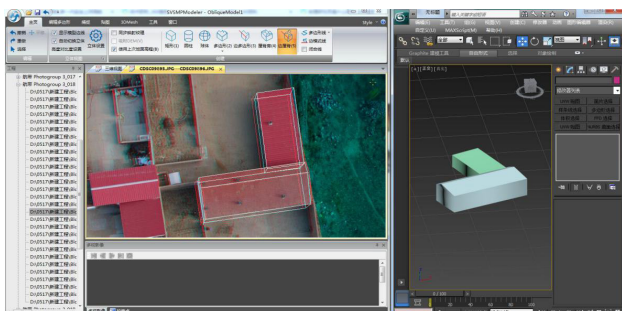


图 9 无纹理模型

①选择需要矫正的面。

②选择最佳纹理影像。

通过选择纹理影像列表区域最佳纹理影像,选择的目标是纹理面积大、变形小。

③调整纹理顶点,剪切纹理。

3.4.3 外业照片贴图

外业通过拍照获取的照片,可以通过增加连接线,对局部需要精修的模型进行材质球纹理分配。

3.5 成果展示

成果展示如图 13、图 14 所示。

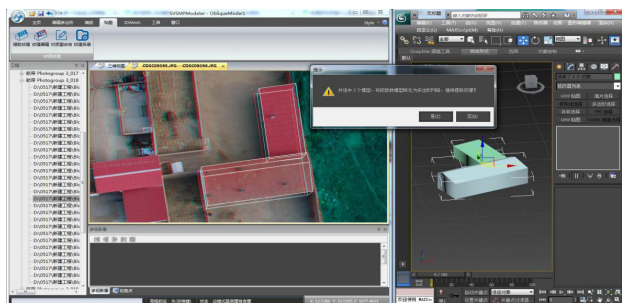


图 10 自动提取纹理



图 13 远景图(利用倾斜数据提取纹理)

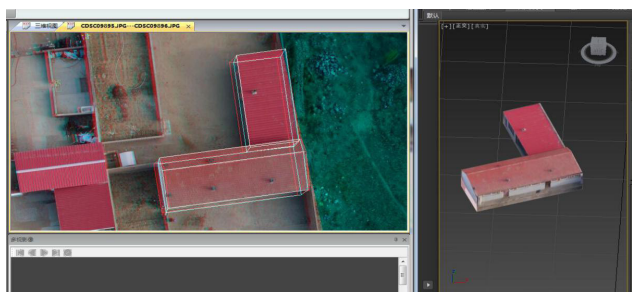


图 11 提取纹理后的模型

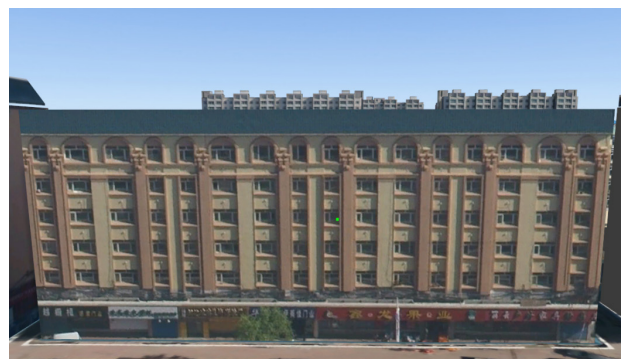


图 14 近景图(利用倾斜数据提取纹理)

3.4.2 纹理编辑

若纹理出现遮挡或者色彩等不符合要求,使用纹理编辑

4 结语

随社会的快速发展,传统测绘和工艺无法满足社会发展

的需要, 恰恰基于无人机的倾斜摄影系统快速获取被摄物的细节纹理, 进行三维模型建模, 弥补了这方面的空缺, 将来会应用在更多领域, 为决策层提供更加准确、快捷、方便的数据支撑。

参考文献

- [1] 王伟, 黄雯雯, 镇姣. Pictometry倾斜摄影技术及其在3维城市建模中的应用[J]. 测绘与空间地理信息, 2011, 34(3): 181-183.
- [2] 桂德竹, 林宗坚, 张成成. 基于倾斜航空影像的城市建筑物三维模型构建研究[J]. 测绘科学, 2012, 37(4): 140-142.
- [3] 徐建明. 三维实景建模技术在智慧交通领域的新发展与深入应用[J]. 中国安防, 2019(10): 58-63.