

基于点云数据的屋顶建模

朱东丽¹ 解洪伟²

1 广州市城市规划勘测设计研究院 2 广东省有色地质测绘院

DOI:10.32629/gmsm.v2i5.334

[摘要] 数字三维模型比二维图形包含更丰富的信息,也更接近人们的日常生活空间。近年来,建筑物的三维建模成为许多学者研究的热点,但一些复杂的建筑屋顶的数据获取相对困难,这就给建筑物的三维模型的重建带来不便,而三维激光扫描仪不受物体表面复杂度的影响,可以快速、高效地获取物体的点云数据。本文利用三维激光扫描仪获取某屋顶的点云数据,通过对屋顶点云处理,生成三维网格,进而建立屋顶的三维模型。

[关键词] 三维激光扫描技术; 点云数据; 屋顶建模

引言

三维激光扫描技术是20世纪90年代中期激光应用研究的又一重大突破。它采用非接触的测量方法,通过对扫描实体表面直接获取其点云数据(即三维坐标信息),再通过逆向工程的方法,利用获取的点云数据重构出扫描实体所对应的曲面。同传统的测量手段相比,三维激光扫描技术具有独特的优势:①数据获取速度快,实时性强;②数据量大,精度较高;③主动性强,能全天候工作;④全数字特征,信息传输、加工、表达容易。目前已应用于城市三维立体建模、古建筑的三维模型重建、变形监测、困难地区的局部地形测绘等。

本文以三维激光扫描技术为手段,以某建筑屋顶为实验对象,对曲面屋顶的三维建模进行研究。首先,用三维激光扫描仪和高分辨率数码相机采集屋顶的空间数据和纹理数据;再将所得的点云数据转换到同一坐标系下;最后,通过对屋顶点云处理,生成三维网格,建立屋顶的三维模型。

1 三维激光扫描仪

1.1 三维激光扫描仪测量原理

三维激光扫描仪是一种集成了多种高新技术的新型测绘仪器,采用非接触式高速激光测量方式,以点云形式获取物体三维表面的阵列式几何图形数据。在扫描仪器内,扫描控制模块控制和测量每个脉冲激光的角度,针对每一个扫描点可测得测站至扫描点的斜距,再配合扫描的水平方向和垂直方向角,可以得到每一扫描点与测站的空间相对坐标,其测量原理如图1所示。 α 、 θ 和 S 用来计算扫描点的三维坐标值,扫描点的反射强度 I 则用来给反射点匹配颜色。仪器内部坐标系统如图2所示,X轴在横向扫描面内,Y轴在横向扫描面内与X轴垂直,Z轴与横向扫描面垂直。

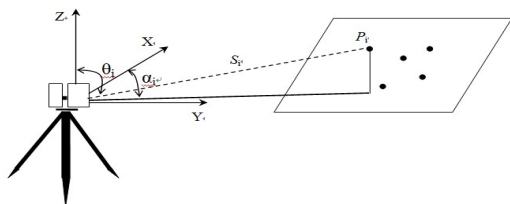


图1 地面三维激光扫描仪的测量原理

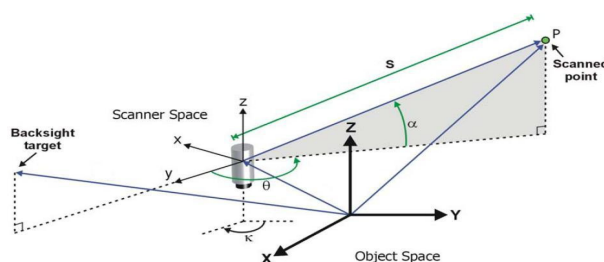


图2 地面三维激光扫描系统内坐标系与扫描对象坐标系统

$$\left. \begin{aligned} X &= S \cos \theta \cos \alpha \\ Y &= S \cos \theta \sin \alpha \\ Z &= S \sin \theta \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

由式(1)即可计算出激光点的三维笛卡儿坐标值。将每个点实时地记录下来,就形成了被测物体的点云图。

1.2 FARO扫描仪

本文实验点云数据是用FARO Focus 3D扫描仪如图3所示,其体积小,尺寸为24*20*10cm,质量只有5Kg,灵活轻便,内置SD卡用于存储数据,无需连接笔记本电脑辅助数据的采集,且内含集成的7000万像素的彩色相机在扫描的同时拍摄扫描物体的照片。这种融合数码相机的扫描仪工作模型框图如图4所示,可以同时获得点云数据和点云的彩色影像。



图3 FARO Focus 3D

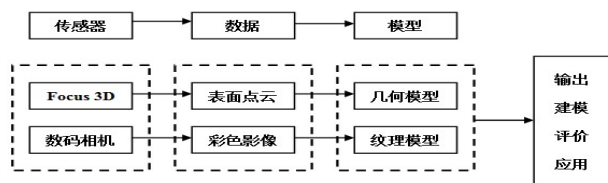


图4 融合相机的扫描仪工作模型

2 点云数据的获取及预处理

在进行扫描之前,要进行实地踏勘,制定扫描方案,包括确定扫描仪的位置分布、靶标的设置及规划扫描仪移动路径等。具体扫描时,首先设置分辨率为1/32,对整个场景即360°的范围进行全景扫描,得到全景的粗扫点云图;然后,将分辨率设为1/4,在粗扫点云图的范围内对场景的主体目标屋顶进行精确扫描,得到屋顶的高精度的点云数据。图5为其中一站的屋顶点云图,图6是添加屋顶照片后的屋顶点云图。



图5 屋顶点云图 图6 附照片的屋顶点云图

将扫描数据导入FARO FUCOS 3D 配套的软件FARO SCENE进行数据预处理。数据预处理既要为建立屋顶模型提供可靠的点云数据,又要降低模型重建的复杂度,这一阶段的工作主要包括:

(1)对原始点云数据进行滤波及平滑处理,以去除与待重建的场景无关的噪声、飞点等干扰数据。

(2)在保证待建模场景的几何精度的前提下,对场景的原始点云数据进行必要的缩减处理,以减小数据量,进而降低点云数据融合和模型重建的复杂度。

(3)不同站点获取的扫描数据通过靶标进行配准、坐标变换,获取一个完整场景的三维点云模型。

(4)导出pts格式的点云数据,为后面建立模型之用。

4 建立屋顶模型

本文利用Geomagic Studio 软件建立点云数据的屋顶模型。Geomagic是一家软件及服务公司,公司主要有Geomagic Studio、Geomagic Qualify和Geomagic Piano,其中Geomagic Studio是被广泛应用的逆向软件,在三维模型的重建方面得到了广泛的应用。可提供精确的工程数据以用于设计和制造过程,可以将三维扫描数据转换为高度准确的多边形和CAD模型以用于逆向工程、产品设计、快速成型和分析。Geomagic Studio可使用智能、高度自动化和易于使用的工具进行快

速、准确的三维创建和成像,将三维扫描数据转换为质量最高、最有用的三维多边形数据、曲面数据和 CAD 数据,并对流行的MCAD产品(CATIA、Autodesk Inventor、Creo Elements/Pro(前身为Pro/ENGINEER)、SolidWorks)进行参数化集成。

将导出的pts格式的屋顶数据导入Geomagic Studio,进行缩减、封装处理,建立屋顶的三维模型如图7所示,将屋顶照片制作成纹理图片,再将屋顶纹理添加到屋顶模型,得到屋顶的真三维模型如图8所示:

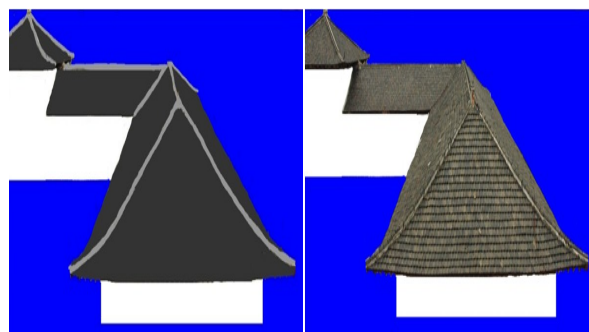


图7 屋顶三维模型 图8 添加纹理后的屋顶模型

5 结论

本文利用三维激光扫描仪获取屋顶的点云数据,建立屋顶的三维模型,并制作屋顶的纹理赋予模型,得到屋顶的真三维模型,客观真实地再现建筑屋顶的景观。但是,文中并未对模型的精度进行评定,这方面有待进一步研究。

【参考文献】

- [1]贾小凤,吕栋,姜传苓,等.基于激光点云数据的室内精细三维模型建立[J].北京测绘,2018(11):1281-1284.
- [2]王岩,曲金博,由迎春.基于三维激光点云数据的民国建筑建模研究[J].测绘通报,2018(S1):70-74.
- [3]杨玉平,杨珂凡.浅析三维激光扫描仪数据建模方法[J].江西测绘,2018(03):32-34.
- [4]郑俊,杨志强,张凯南.基于三维激光扫描数据的建筑物建模研究[J].北京测绘,2018(07):773-777.
- [5]杨清科,李永强,李立雪,等.车载联合机载点云数据的建筑物立面建模[J].测绘科学,2019(02):94-101.
- [6]赵吉,潘永刚,陈佳慧.点云数据实现三维实体建模方法探索[J].山西建筑,2017(15):257-258.
- [7]杨明珠,董燕.三维激光扫描点云数据处理及建模研究[J].价值工程,2017(12):117-119.
- [8]吴君涵,余柏蕙,彭晨,等.基于移动激光扫描点云数据和遥感图像的建筑物三维模型快速建模方法[J].测绘与空间地理信息,2016(01):24-27+34.

作者简介:

朱东丽(1985--),女,河南开封人,汉族,硕士研究生,从事工作:基础测绘和工程测量等方面的工作。