

基于三维激光扫描技术的三维模型建立

娄启业

(株洲市规划设计院, 湖南 株洲 412007)

【摘要】随着新型基础测绘体系建设的提出, 传统的二维数据无法支撑数字城市建设的需要。三维激光扫描技术日渐成熟并被大量的运用在各个领域, 它可以快速、高效、高精度地获取大量的点云数据。本文利用 Faro Focus3D S350 扫描仪获取小场景的点云数据并对其进行配准、去噪, 最后来生成三维模型, 可以高效地对真实世界三维建模和虚拟重现

【关键词】三维激光扫描; 点云; 配准; 三维模型

引言:

传统的建模手段多根据影像数据或者手工拍摄的照片估算建筑物的轮廓和高度信息进行人工建模。该方法制作模型外观美观, 但无法获取较全的不规则几何信息、精度较低、建模的周期较长, 同时还需要较多的人工干预。三维激光扫描技术 (Terrestrial Laser Scanning) 又称实景复制技术, 具有非接触式、高效、高精度、快速获取海量点云数据, 通过对点云数据的配准、去噪、封装等操作构建三角网模型, 为三维模型的建立提供一种全新的技术手段。基于以上情形, 本文主要以某雕像为测试对象, 采用 Faro Focus3D S350 扫描仪, 如图 1 所示, 仪器的主要参数: 内置 1 亿 6 千 5 百万像素, 扫描范围 $360^{\circ} \times 300^{\circ}$, 扫描速度 976,000 点/秒, 扫描距离为 0.6-350m, 测距误差 1mm, 低噪音。



图 1 Faro Focus3D S350 扫描仪

扫描仪的主要工作原理就是激光测距原理, 记录仪器发射激光至物体表面, 再返回至仪器本身的时间为 t , 通过公式 (1) 计算出仪器到目标的距离 S , C 为光速。

$$S = \frac{1}{2} C \cdot t \quad (1)$$

扫描仪在工作的时候会记录水平角 α 和垂直角 β , P 为目标点, P' 为目标点在水平面的投影, 以扫描仪为坐标系原点, 垂直方向为 Z 轴, 如图 2

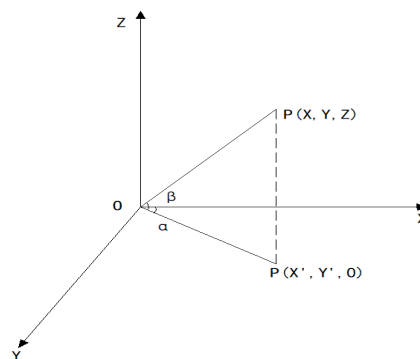


图 2 扫描仪坐标计算原理

通过公式 (2) 可得目标点的坐标

$$\begin{cases} X = S \cos \alpha \cos \beta \\ Y = S \sin \alpha \cos \beta \\ Z = S \sin \beta \end{cases} \quad (2)$$

一、技术路线

本次通过三维激光扫描仪来获取雕塑的激光点云数据, 利用 Faro 自带软件 Scene 对点云数据的配准、去噪等处理, 将处理好的点云数据导入到 Geomagic 中进行封装和修补, 最后将处理好的模型赋予颜色, 具体流程如图 3 所示

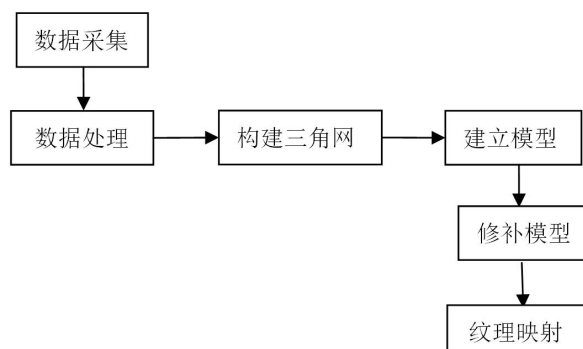


图3 三维建模技术路线图

二、试验过程与分析

通过扫描仪来全方位的获取建筑物的点云数据，然后对点云数据进行处理，获得三维模型。

（一）数据采集

数据采集主要包括扫描前的准备工作和扫描的工作流程：

1. 准备工作。出扫前应检查仪器是否正常，保证电源充足，仪器设备齐全。天气尽量选择晴朗，光线充足的时候扫描。其次，应对试验场地进行踏勘，其主要目的是为了站点的选择以及靶标的布设，站点的布设应满足较少的站数获取最大的数据，同时还要满足一定的重叠率，防止空洞的出现。靶标的布设应满足分布均匀，距离仪器最好在 20m 至 30m 左右，站与站之间至少要有 3 个及以上的公共靶标，靶标应高低错落，不宜布设成一条直线，方便后续配准工作，保证数据质量。靶标布设好后应有人看管，防止被行人触碰，影响数据质量。

2. 扫描。将扫描仪开机，设置好工作文件和需要的参数，本次扫描选择室外 1/4 分辨率，3X 的质量，勾选 HDR 和彩色，调整好倾角仪，使其尽量水平。扫描时尽量不要在被扫物体逗留，容易产

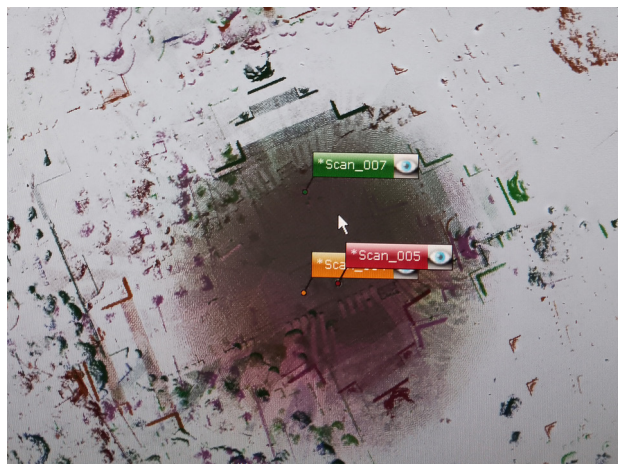


图4 原始点云数据

生遮挡。一站扫描完成后应查看扫描数据是否正常再搬至下一站，以此步骤向前推进，直至扫描完成。

（二）数据处理

使用 SCENE 软件点云过滤、配色、拼接等。从 SD 卡中将原始数据导入电脑，在 SCENE 中打开。选择预处理命令，完成包括过滤，查找靶标，匹配颜色，拼接，生成项目工作区等流程，即时得到黑白或彩色点云，图 4 为未处理的原始点云数据。

点云拼接：通常物体有多个面，需要从多个角度才能获取完整的数据，而扫描仪每一站都是独立的坐标系，因此需通过寻找两站之间的公共靶标可以自动或手动来实现点云数据拼接，将所有数据转换至同一坐标系下。图 5 为配准后的点云数据，图 6 为配准精度，从配准精度表可以看出，最大误差仅有 1.6cm。

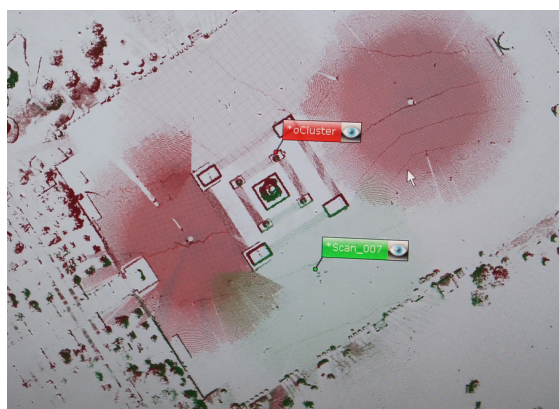


图5 配准后的点云数据

目标统计数据

最大 距离误差	16.1 mm
平均距离误差	9.1 mm
最大 水平距离误差	16.1 mm
平均水平距离误差	8.2 mm
最大 垂直距离误差	7.4 mm
平均垂直距离误差	1.5 mm
最大 角度误差	0.08 deg
平均角度误差	0.07 deg

图6 精度统计表

点云去噪：扫描仪在扫描时受到各方面的影响会产生大量的非被扫物体的冗余点云。大部分的点

云数据可通过手动删除,同时结合 Geomagic 软件的功能对其进行优化,去除些不合理的点云数据,最终效果如图 7 所示。



图 7 处理后的点云数据

构建三角网:经过去噪、过滤后的点云数据即可对其进行封装处理。所谓的封装就是用大量的三角面片来尽可能地还原真实模型。封装后的数据会出现孔洞等现象,需要对其进行修补,最终得到的模型如图 8 所示



图 8 白模

纹理映射:扫描时选择彩色扫描,所得的点云是具有(R,G,B)信息的,通过软件直接将(R,G,B)映射到模型上,如图 9 所示



图 9 彩色的三维模型

结束语:

本文运用三维激光扫描技术对建筑的三维建模,有效的改善了传统测绘无法对不规则建筑的三维建模,模型的精度也更加可靠,有效的减少外业数据采集时间和劳动强度,提高了生产效率。但是,对于某些大型建筑的屋顶和有檐遮挡部分地面三维激光扫描会出现大面积遮挡,通过倾斜摄影测量技术融合激光点云来实现城市的三维模型建立将作为下一步的研究方向。

参考文献:

- [1] 陈俊铭,李伟,官云兰,等.基于地面三维激光扫描数据的快速建模[J].测绘与空间地理信息,2017,40(08):17-20.
- [2] 程效军,贾东峰,程小龙.海量点云数据处理理论与技术[M].上海:同济大学出版社,2014.
- [3] 杨希,袁希平,甘淑.地面三维激光扫描点云数据处理及建模[J].软件,2020,41(02):230-233+237.
- [4] 丁延辉,邱冬炜,王凤利,等.基于地面三维激光扫描数据的建筑物三维模型重建[J].测绘通报,2010,(03):55-57.
- [5] 温久民.基于地面三维激光扫描技术的建筑物三维建模[J].南方国土资源,2014,(04):38-40.
- [6] 宋宏.地面三维激光扫描测量技术及其应用[J].测绘技术装备,2008,(02):40-43.

作者简介:娄启业(1989-),男,汉族,安徽泗县人,工程师,硕士,研究方向:三维激光扫描,工程测量等测绘技术应用。