

doi:10.3969/j. issn. 1001 - 358X. 2020. 03. 001

测量技术

基于 Creaform3D 扫描系统的三维建模研究 *

葛兰凤¹, 孙逸渊⁴, 张卡^{1,2,3}, 沈婕^{1,2,3}, 韦玉春^{1,2,3}

(1. 南京师范大学地理科学学院, 江苏南京 210023;

2. 南京师范大学虚拟地理环境教育部重点实验室, 江苏南京 210023;

3. 江苏省地理信息资源开发与利用协同创新中心, 江苏南京 210023;

4. 北京大学地球与空间科学学院遥感与地理信息系统研究所, 北京 100871)

摘要:激光扫描三维建模方法是三维数字模型构建的一种重要方式。文中针对当下高性能的便携式 Creaform3D 扫描系统, 对其产品特点、工作原理等进行了全面的介绍。结合具体实物的扫描点云数据, 论述了基于 Creaform3D 扫描系统的三维模型构建过程, 并对所构建三维模型的效果进行了实验分析。实验结果表明, Creaform3D 扫描系统的扫描精度高、完整性好、效率高、约束性小。

关键词: Creaform3D; 激光扫描; 三维点云; 三维建模

中图分类号:P231.4 文献标识码:A 文章编号:1001 - 358X(2020)03 - 0001 - 04

Research on 3D modeling based on Creaform3D scanning system

Ge Lanfeng¹, Sun Yiyuan⁴, Zhang Ka^{1, 2, 3}, Shen Jie^{1, 2, 3}, Wei Yuchun^{1, 2, 3}

(1. School of Geography, Nanjing Normal University, Nanjing 210023, China;

2. Key Laboratory of Virtual Geographic Environment (Nanjing Normal University), Ministry of Education, Nanjing 210023, China;

3. Jiangsu Center for Collaborative Innovation in Geographical Information Resource Development and Application, Nanjing 210023, China;

4. Institute of Remote Sensing and GIS, School of Earth and Space Science, Peking University, Beijing 100871, China)

Abstract: Laser scanning 3D modeling was an important way to build a 3D digital model. Considering the present high - performance portable Creaform3D scanning system, in this paper, the product features and the working principles were introduced comprehensively. Combining with the scanning point cloud data of specific object, the process of 3D model construction was discussed based on Creaform3D scanning system, and experimental analysis on the effects of the constructed 3D model was carried out. The experimental results showed that Creaform3D scanning system had following characteristics such as high scanning accuracy, strong integrity, high efficiency and small constraint.

Key words: Creaform3D; laser scanning; 3D point cloud; 3D modeling

就目前科学研究及社会生产领域而言, 主要的三维模型的构建方法有四种: 基于二维 GIS 数据自动建立三维模型的方法^[1-2]; 基于遥感影像的三维模型构建方法^[3]; 基于激光扫描系统的三维模型构建方法^[4]; CAD 建模方法^[5]。激光扫描系统作为三维数字模型构建的重要方式之一, 以其高效低成本、三维扫描获取精确数据的优势, 也成为逆向工程实

现的前提之一。此外, 三维激光扫描技术对小型、大型物件的数据采集、模型构建, 也使其成为对实体模型进行分析、改良的重要实施环节^[6]。

作为三维扫描技术的一种实现方式, 便携式三维扫描技术运用广泛, 主要用于三维模型构建、实物拍摄、逆向工程、有限元分析和数字捕捉等方面^[7]。本文主要对 Creaform3D 扫描系统 Handyscan3D 扫描

* 基金项目: 江苏高校优势学科建设工程资助项目(164320H116); 南京师范大学校级教改研究课题重点项目(2019NSDJG010); 南京师范大学校级教学团队项目; 南京师范大学校级教改研究课题一般项目(18122000091749)

引用格式: 葛兰凤, 孙逸渊, 张卡, 等. 基于 Creaform3D 扫描系统的三维建模研究 [J]. 矿山测量, 2020, 48(3): 1 - 4.

仪(手持式三维激光扫描仪)的产品特点、操作流程进行全面的分析。结合具体实物的扫描点云数据,论述Creaform3D扫描系统的模型构建过程,并进行分析讨论。

1 Creaform3D 扫描设备介绍

Creaform手持式3D产品系列丰富,应用广泛。其中,REVscan是面向逆向工程和设计的最有效扫描仪;MAXscan适用于大型部件,具有Handyscan3D的高精度和增强的摄影测量功能;EXAscan能提供更高的精确度和分辨率,用途最广且适用于检测与逆向工程;VIUscan提供了高分辨率3D彩色数据和塑形^[8-9](如图1)。这一系列的Creaform3D产品体现了其三维扫描技术的强大。



图1 Creaform3D产品系列

1.1 设备特点与硬件组成

Creaform3D扫描仪是目前市场上最好的便携式三维激光扫描系统之一,其具有扫描完整性好、精确度高、速度快、操作方便等特点。在目前众多三维扫描技术中,其性能、效率是独树一帜的。另外,Creaform3D扫描仪的高性能特点可以大大降低环境、操作者经验水平、部件结构等不定因素对测量结果精确度的影响^[10]。

Creaform3D扫描系统由Handyscan3D和所有必要的硬件装配成一个符合人机工程学的机箱。此机箱制定有泡沫护套,目的是使每个部件都有自己的空间,校准板位于泡沫下面。其硬件组成主要有:FireWire适配器、FireWire电缆、Handyscan3D、电源、底座、目标定位点。各硬件的作用如下:

FireWire适配器:作为扩展卡,用于连接FireWire电缆和计算机。

FireWire电缆:用于连接计算机与Handyscan3D扫描仪。

Handyscan3D:扫描物件的主要仪器。

电源:用于获取电力来源。

底座:用于暂停扫描或停止扫描时安置Handyscan3D扫描仪,起到保护扫描仪的作用。

目标定位点:粘贴在被扫描对象表面的目标点,

用于定位目标。

1.2 设备工作原理

手持式三维激光扫描仪(Handyscan3D)由仪器扫描部件及电脑联合运行,并结合电脑中的VXelements采集软件,由特定数据线连接,以主动式激光三角法进行扫描操作。所谓主动式激光三角扫描法,即通过扫描仪下部的十字激光发射口发射线光源,并以固定角度照射到被扫描物体上,线光源由对象表面贴附的目标点进行反射,然后通过两个高性能CCD镜头与光源之间的相对位置及投影和反射光线之间的夹角(如图2),由仪器内部程序自动换算出被测物体所在位置,完成高精度扫描,获取对象多边形模型(.stl)或点云数据(.txt或.igs)的方法。整个扫描过程要经过仪器装配、仪器校准、采集参数设定、激光扫描、保存输出数据的步骤(其具体工作流程如图3所示)。这种主动测量式激光三角扫描法已经相当成熟,获取数据速度快,准确性高,信息采集完整性好。

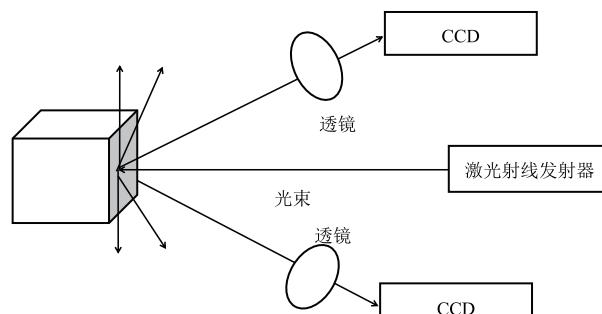


图2 Creaform3D扫描原理



图3 Creaform3D扫描系统工作流程

在使用Handyscan3D扫描仪扫描过程中要注意一些问题。

(1)在扫描前要按一定规律粘贴目标点。目标点的粘贴方法有两种,对于大中型物体来说,应在对象表面粘贴目标点,粘贴目标点时要避免贴的太密

集或者太稀疏,在对象表面的一个面与另一个面的相交处的附近粘贴目标点,以保证两个面存在公共连接关系。对于小型物件来说,可以采用在其周围粘贴目标点的方式,以避免物体太小,不易粘贴等问题。但是要注意,如果直接在对象上粘贴目标点,则对象本身相当于固定在一个坐标系中,可以自由旋转移动。如果是用第二种方法,则相当于对象处于一个空间坐标系之中,不可随意移动,否则会出现无法预知的扫描错误。

(2)在进行系统校准,出现优化过程无法提供有效的结果时,按 VXelements 采集软件中的 Default 键或 Sensor Manager 将扫描仪恢复为出厂设置。

(3)在连接扫描仪后再启动 VXelements 采集软件,否则将禁用扫描功能。要激活扫描功能就要在 VXelements 采集软件中选择 New Session。

(4)扫描过程中要注意对扫描仪的保护。考虑到仪器的昂贵性、易损性,在暂停扫描的时间里要将 Handyscan3D 扫描仪放置在其自配的底座上,并置于一个安全的地方,避免碰撞。结束扫描后及时将扫描仪关机回收。

2 实验与结果

2.1 实验数据采集

在南京师范大学地理科学学院的仪器室里选取了一个茶壶作为本次实验的对象。在实验过程中,首先在茶壶表面上按一定规律均匀的粘贴目标点,应保证一定的密度,避免因目标点过少而影响扫描效果。贴附目标点的方法及注意点已在上文中论述过,在此不再赘述。按照第一部分中描述的实验步骤进行准确操作(如图 3 所示的工作流程)。在操作过程中,通过 VXelements 采集软件,不断观察扫描状态,包括扫描的速度、精准度,确定被扫描对象的每一个部分都被采集到,以达到完整扫描的目的。

在 VXelements 采集软件中,可以观察到 Handyscan3D 扫描仪扫描对象的原始三维点云模型(如下图 4 所示)。而且,扫描过程中会出现或多或少的噪声,这些扫描过程中产生的噪声点可通过后期软件处理进行滤除。

2.2 三维模型构建与结果分析

2.2.1 三维模型构建

为了对 Handyscan3D 扫描仪扫描生成的茶壶点云数据(.txt)及面片数据(.obj)成果进行更进一步

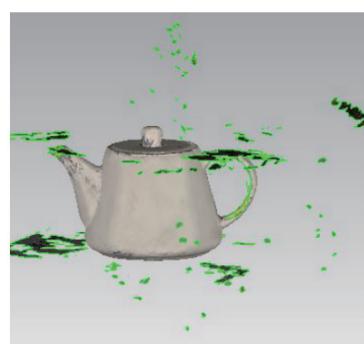


图 4 一个茶壶的 Creaform 3D 扫描点云数据

的分析,本文使用 Geomagic Studio12 逆向工程软件对扫描数据进行处理和建模(流程图如图 5 所示)。首先,将扫描仪扫描过程中的错误及噪声点全部删除,使扫描成果能够更加清晰,去除噪声后的茶壶点云数据及其重建的三维表面模型如图 6 所示。再利用 Geomagic Studio12 的投影图像工具,通过选取模型与图像对应的 3~4 个特征点进行配准,对去噪后的点云进行三维表面模型重建和纹理映射(纹理映射后的三维模型如图 7 所示)。



图 5 三维模型构建流程图



图 6 去噪后的点云及重建的三维模型结果



图 7 去除噪声点后模型的纹理映射结果

2.2.2 结果分析

利用 Geomagic Studio12 软件,在基于 Creaform3D 扫描点云所构建的茶壶三维模型上进行茶壶几何尺寸量测,并结合茶壶实物的实际测量尺寸数据,按式(1)对 Creaform3D 扫描系统的扫描精度进行定量分析,分析结果如表 1 所示。

$$\varepsilon = \frac{|a - b|}{b} \times 100\% \quad (1)$$

式中, ε 为相对误差, a 为在三维模型上量测的尺寸, b 为在实际物体上量测的尺寸。

表 1 茶壶实体及三维模型数据比较

编号	名称	实体数据	模型数据	相对误差
		/mm	/mm	/%
1	茶壶杯盖直径	80.500	80.344	0.194
2	茶壶底部圆直径	99.063	99.125	0.063
3	茶壶斜高	103.000	102.957	0.042
4	茶壶手柄弧长	135.000	134.435	0.419

实验结果表明:扫描成果的精度高、完整性好,并且目视感逼真、立体真实感强,与茶壶的实体模型相似度极高,相对误差达到 0.1%,且对操作者本人实际使用仪器的水平高低没有特殊限定。当然,操作者对仪器使用的熟练程度及经验对于三维扫描是有一定的影响因素,扫描技术越高,经验越丰富,扫描过程中的噪声点越少,扫描效率越高。但只要在操作过程中符合规范、流程,抓住要点,就可以高精度的完成三维数据扫描。

完成整个茶壶对象的扫描工作需要 10 min,可见 Handyscan3D 扫描仪的扫描效率很高。如果时间允许,应尽可能延长扫描的时间,并学习使用扫描仪的经验之道,从而更加完善前期扫描的效果,避免后期处理时由于被扫描对象完整性缺失的原因,而导致三维模型失真严重的现象。

从后期用 Geomagic Studio12 软件消除扫描过程中的基本错误后的结果可以看出,Creaform3D 扫描技术还是存在一定的不足与缺陷。就本次实验过程而言,扫描的完整性会有所欠缺,如茶壶口处的可视效果不佳,茶壶手柄内侧有数据缺失的现象,得通过后期逆向工程处理才可进一步完善。此外,对于被扫描对象的透明、黑色或深色部分,Creaform3D 扫描技术无法准确扫描。对于一些有反光效应的部分,诸如光学仪器的镜面,也是无法准确扫描出来。对于这些问题,可以通过后期一些专门的数据处理软件来解决,也可以在使用 Creaform3D 扫描技术扫描

对象之前,先将被扫描对象上的透明、黑色和深色部位及具有反光效应的部位喷涂显像剂。这样,就可以在一定程度上保证扫描的完整性。

3 结 论

Creaform3D 扫描技术是当下使用激光扫描仪方法进行三维建模的一种新兴代表技术。在各行各业,特别是在机械、测绘等领域具有十分重要的作用。Creaform3D 扫描技术操作简单,建模流程清晰,适宜各行各业操作人员学习并应用。Creaform3D 扫描技术以其扫描精度高、完整性好、速度快、使用方便、约束性小等优势,对三维建模及模型后期处理,以及逆向工程的实现提供了强有力的保障。

参考文献:

- [1] 梁其洋,潘瑜春,吴保国,等.基于 GIS 数据的城市路网快速三维建模[J].电子测量技术,2018, 41(9):69–74.
- [2] 李亚威.基于 3DMAX 与 ArcGIS 的三维数字校园系统[J].科学技术创新,2019(4):58–59.
- [3] 余忠迪,李辉,巴芳,等.基于消费者级无人机的城市三维建模[J].国土资源遥感,2018, 30(2):67–72.
- [4] 李强.三维激光扫描技术在城市建筑物高精度建模中的应用[J].城市勘测,2019(3):83–86.
- [5] 叶森.基于 CAD 数据的建筑物三维建模方法研究[D].成都:电子科技大学, 2017.
- [6] 方伟.融合摄影测量技术的地而激光扫描数据全自动纹理映射方法研究[D].武汉:武汉大学, 2014.
- [7] 陈涛,刘桂昌,张倩,等.三维激光扫描仪分辨率的测试方法[J].自动化仪表,2010,33(10):65–68.
- [8] Toth, T., Rajtukova, V., Ziveak, J. Comparison of optical and laser 3D scanners[C]. Proceedings of 14th IEEE International Symposium on Computational Intelligence and Informatics, Budapest, Hungary, 2013:79–82.
- [9] Teodor Tóth, Jozef Živéák. A Comparison of the Outputs of 3D Scanners[J]. Procedia Engineering, 2014(69):393–401.
- [10] 形创中国 Creaform 3D 技术和数字化解决方案在航空航天领域的应用[J].航空制造技术,2014(13):104–105.

作者简介:葛兰凤(1998-),江苏盐城人,本科,南京师范大学地理科学学院测绘工程专业 2017 级本科生。

(收稿日期:2019-11-25)