

引文格式:宣伟.地面激光点云数据质量评价与三维模型快速重建技术研究[J].测绘学报,2017,46(12):2045. DOI:10.11947/j.AGCS.2017.20170407.
XUAN Wei.Study on Quality Evaluation and 3D Rapid Reconstruction for Terrestrial Laser Scanning Point Cloud[J]. Acta Geodaetica et Cartographica Sinica,2017,46(12):2045. DOI:10.11947/j.AGCS.2017.20170407.

地面激光点云数据质量评价与三维模型快速重建技术研究

宣 伟

武汉理工大学土木工程与建筑学院,湖北 武汉 430070

Study on Quality Evaluation and 3D Rapid Reconstruction for Terrestrial Laser Scanning Point Cloud

XUAN Wei

School of Civil Engineering and Architecture, Wuhan University of Technology, Wuhan 430070, China

随着激光测量技术的不断发展,地面激光扫描技术已经成为众多领域快速获取三维空间信息的重要手段之一。近年来,众多学者就点云数据的配准、去噪、简化以及模型重建等方面作了大量研究,并且取得了技术性的突破,但是点云数据质量评价的研究还处于初级阶段。地面激光扫描技术与传统技术的不同之处在于获取的是大量点云数据,但无法确定数据点在物体表面的具体位置,传统的基于单点的精度评价方法无法准确地描述点云数据整体质量情况。另外,当今社会的高速发展对三维模型的需求量不断增加,如何基于点云数据进行三维模型的快速重建已经成为研究的热点问题之一。因此,本文就地面激光点云数据质量评价与三维模型快速技术展开以下研究:

(1) 针对地面激光扫描仪的系统误差对点云数据质量的影响,提出了基于参数自动优化的系统误差自检校方法,研究了扫描仪系统误差模型,推导了自检校法的计算过程,基于一种无量纲的检校结果质量评价指标,实现了检校参数自动优化。通过室内检校场的自检校试验,验证了本文方法可以得到相关性低、显著性高的系统误差检校参数,通过对原始观测值进行系统误差改正后,提高了扫描精度。

(2) 基于误差椭球理论,阐述了激光点位误差空间的估计方法,顾及点云数据中相邻激光点位误差空间的关系,推导了点云与激光点位的实际误差空间计算方法,并根据两者的关系,提出了点云变形可监测性指标的确定方法,以提高点云变形值提取的可靠性。通过木板位移试验,从不同扫描距离、扫描间隔以及入射角 3 个方面,全面验证了本文方法确定变形可监测性指标的可行性,最后通过桥塔的整体变形试验进一步验证了本文方法的实用价值。

(3) 探讨了固定邻域对于基于 PCA 的点云法向量估计结果的影响,提出了自适应邻域的点云法向量估计方法,利用点云局部邻域协方差矩阵,构建了局部邻域维度特征信息熵函数,根据熵函数最小准则,实现了点云自适应最优邻域的估计,在此基础上进行 PCA 法向量估计。分别对模拟点云和实测点云进行了法向量估计试验,结

果表明,本文方法能够显著提高包含尖锐特征的点云法向量估计精度,为后续的点云简化与模型重建提供了良好的基础数据。

(4) 为了减少点云中的冗余信息,研究了点云简化方法。通过构造局部邻域曲率函数,实现了点云尖锐特征点的提取;提出了基于 k 均值聚类与象限识别相结合的快速点云边界提取方法。针对非特征点云,提出了基于法向量夹角局部熵的点云迭代简化算法,推导了点云任意点的法向量夹角局部熵的计算方法,给出了迭代简化的重要步骤,并实现了点云简化精度的评价。对 3 组实测点云数据,分别利用 4 种方法进行了简化,本文方法能够保留较多的点云特征,简化后的点云分布较为均匀,未出现空洞现象。

(5) 提出了 GPU 点云数据快速三角化方法,从分治法构建 Delaunay 三角网入手,提出了并行自适应点云数据分块方法,并构建了二叉树结构,然后实现了并行三角化操作,得到了最终的点云 Delaunay 三角格网模型;接着,实现了基于深度层次遍历的 GPU 八叉树,在此基础上,研究了基于 GPU 并行运算的点云模型泊松重建方法,给出了实现步骤。最后,进行了大规模点云数据模型重建试验,相比于传统 CPU 方法,本文方法将模型重建效率提高了数十倍甚至上百倍,极大提高了模型重建的速度。

中图分类号:P228 **文献标识码:**D
文章编号:1001-1595(2017)12-2045-01
基金项目: 国家自然科学基金(41674005;41501502);江西省自然科学基金(20171BAB203032)

收稿日期: 2017-07-19
作者简介: 宣伟(1988—),男,讲师,2017 年 6 月毕业于武汉大学,获工学博士学位(指导教师:花向红教授,邹进贵教授),研究方向为三维激光点云数据处理。
Author: XUAN Wei (1988—), male, lecturer, received his doctoral degree from Wuhan University in June 2017, majors in data processing of TLS point cloud.
E-mail: captainxuan@whu.edu.cn