

基于特征点的点云压缩方法研究

李德江,殷福忠,孙利民

(黑龙江省测绘科学研究所,黑龙江 哈尔滨 150086)

Research on Compression of Point Cloud Based on Feature Points

LI Dejiang, YIN Fuzhong, SUN Limin

摘要:针对现有点云数据,在VC++平台下,提出一种基于特征点的压缩方法,实现点云数据的抽稀,其中试验数据采用扫描数据以及美国斯坦福大学试验点云数据。经试验表明,该方法能够实现点云的抽稀,减少点云的数据量,提高点云后期处理的效率。

关键词:点云;MFC;压缩;特征点

一、引言

地面三维激光扫描技术是继GPS技术以来在测绘领域的又一次技术革命,测量数据中包含了更多的实测物体的信息,但是庞大的数据点云对后续处理以及存储、显示、传送等都带来了不便,处理时占用大量计算机资源以及花费大量时间;此外采用点云数据建立物体模型存在模型分辨率的问题。一般的激光扫描数据都会有数十万到上百万个点,对于如此海量数据,一般微型计算机无论在硬件还是软件上都无法满足处理速度和处理能力的要求。

二、散乱点云压缩方法

在实际的数据采集过程中,网格化的数据点云很难获得,实际物体需变换位置多次测量后才能得到,扫描得到的数据往往不是有序的扫描线数据,而是散乱点云数据。

基于散乱点云的简化方法,是以散乱点为直接处理对象,避免因存储点间连通性而带来的信息冗余和过量存储消耗,并可保证简化曲面的质量。常用的散乱点云简化方法分为两种:

1) 不考虑点云表面特征的均匀压缩方法。包括均匀采样法、倍率缩减法、弦偏离法、栅格法、通过引入局部变化估计与二次误差矩阵的简化算法等。

2) 三维非均匀栅格法。采用采样点的法向值反映曲率变化大小,通过法向值的标准偏差数产生三维非均匀栅格。曲率的变化通过三角网格获得,然而从海量点云构造三角网格是非常复杂而繁琐,

占据大量的资源,且三角化点云对有凹坑的点云数据效果不好。

本文采用切片法将散乱点云分层投影拟合为扫描线数据,从扫描线数据中判断特征点,保留点云数据中的特征点。

三、基于特征点的点云压缩算法

基于特征点的点云压缩算法主要包括以下几个步骤:

- 1) 分层投影,将散乱点云数据按照某个轴进行分层投影;
- 2) 计算每层点云的中心点,计算每个点云相对中心点的坐标方位角,对点云进行排序;
- 3) 连接相邻点云,计算每个切面点云的斜率,根据斜率的变化求取特征点并记录。

本文的分层采用的是按Z坐标取整的方法,这样虽然分层多一些,但是避免了点在投影面上出现聚块的情况,使得散乱点云所有特征点信息能够被充分地利用,达到点云压缩的最佳效果。

四、实例应用

以下采用基于MFC和OpenGL平台对点云数据进行压缩,图1为原始点云效果图,点云数为41 841个。

采用均匀采样法和特征点法两种方法对点云进行压缩试验,通过对点云在Z方向上进行分层,对每一层点云进行排序,计算其特征点。图2为采用特征点对点云压缩的效果图。特征点压缩后,得到的点云数为23 751个,压缩时间为2 min。

收稿日期: 2010-11-11

基金项目: 国家测绘局青年学术和技术带头人基金项目资助

作者简介: 李德江(1984—),男,吉林长春人,工程师,主要从事三维激光扫描数据处理及可视化等方面的研究工作。

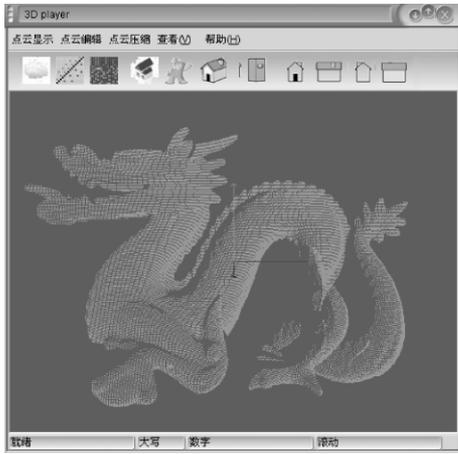


图1 原始点云数据



图2 特征点法压缩效果图

所示。采用均匀采样法,压缩率为50%,获得均匀压缩效果,如图5所示。对均匀压缩后的点云数据,采用特征点法进行压缩,如图6所示,压缩后的点云数量为32 806个,压缩时间为4.3 min。

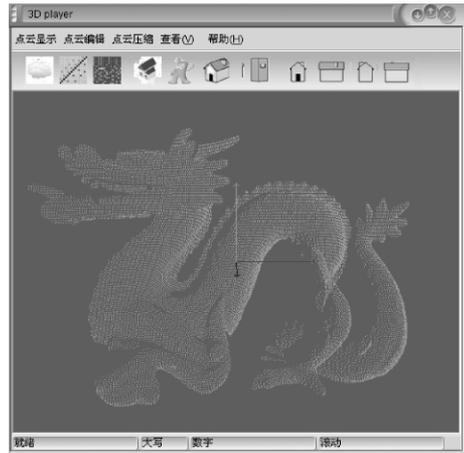


图3 均匀采样法压缩效果图

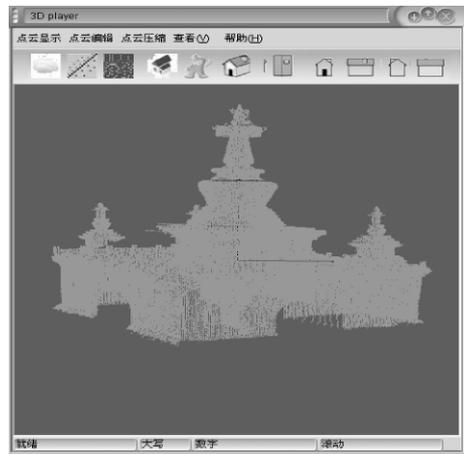


图4 原始塔点云数据

均匀采样法算法简单、耗时短,根据用户设定的取样比例,从点云中提取出数据点,对点云数据进行56%的压缩,得到的点云个数与特征点个数基本相同。图3为均匀采样法压缩后的点云数据。压缩时间小于1s。从图3可以发现,点云整体变化均匀,密度均匀减小。适用于平面以及近似平面的数据点的取样,在需要进行快速数据压缩的时候可以应用,而对于由复杂自由曲面组成的实体表面,这种方法很容易丢失边界特征以及曲率变化比较大的区域的几何信息。

将特征点法与均匀采样法对比,可以发现特征点法保留了原始点云的特征点,更能突出反映点云对象的轮廓。特征点法耗时比均匀采样长,主要是点云分层排序耗时。因此采用特征点法的点云个数小于100 000个点云。对于海量的点云数据,可以采用均匀采样法与特征点法结合的方式,提高点云压缩效率的同时,保留了点云的特征信息。以下采用金刚塔点云数据,点云数为136 352个,如图4

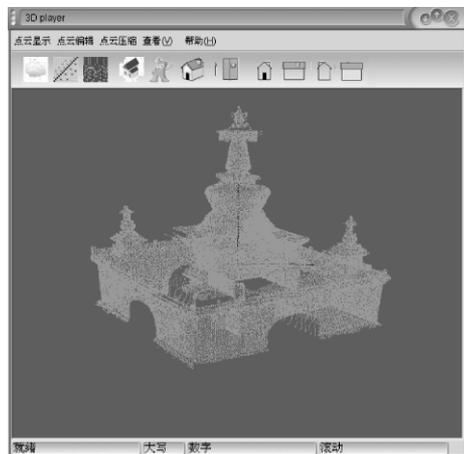


图5 均匀采样法压缩效果图

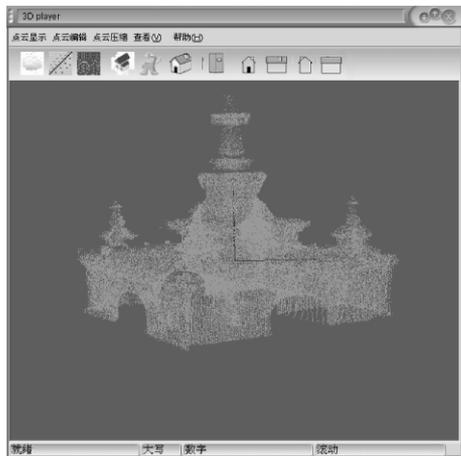


图6 均匀采样法与特征点法相结合的压缩效果图

实例证明,特征点法保留了原始点云的主要特征信息,对于海量的点云数据可以通过均匀采样法与特征点法相结合的方式,在提高点云压缩效率的基础上,保留点云的特征信息。

(上接第21页)

方向加入5 mm 误差后,采用等权平差得到的结果为图3(b)中曲线上的点,可以看出粗差影响到了整个配准点云情况,此时选用选择权迭代函数,检验量 $F_{\alpha,1,r_i}$ 取3.29,即检验功效为76% 时候进行迭代3次,结果如图3中的(a)曲线,迭代的结果基本未加入粗差时候相同,拼接后的点云重叠状况良好。整体配准完成后的点云如图4所示。

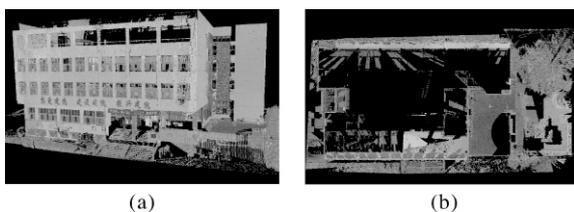


图4 图书馆配准后点云模型

五、结束语

本文采用验后方差选择权迭代方法来增强多约束模型配准的稳健性,经试验验证能够合理分配参与配准的各类型约束的配准误差,减少粗差影响,提高了地面激光点云数据多约束配准抗粗差的能力。经过选择权迭代的整体配准后,降低了粗差影响,提高了配准灵活性与可靠性,具有较好的实

五、结束语

点云实例表明,在MFC平台下,采用基于特征点的点云压缩算法,可以实现点云的数据简化。结果表明,该技术能够保留点云数据的特征信息,具有一定的研究和应用价值。如何提高特征点压缩的效率,将是今后研究的重点。

参考文献:

- [1] 曹力. 多重三维激光扫描技术在山海关长城测绘中的应用[J]. 测绘通报, 2008(3): 31-33.
- [2] 马立广. 地面三维激光扫描测量技术研究[D]. 武汉: 武汉大学, 2005.
- [3] 张毅. 地面三维激光扫描点云数据处理方法研究[D]. 武汉: 武汉大学, 2008.
- [4] 李海英. 三维激光扫描点云压缩方法研究[D]. 武汉: 武汉大学, 2008.
- [5] 袁夏. 三维激光扫描点云数据处理及应用技术[D]. 南京: 南京理工大学, 2006.

用价值。

参考文献:

- [1] BESL P J, MCKAY N D. A Method for Registration of 3D Shape [J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 1992, 14(2): 239-256.
- [2] CHEN Y, MEDIONI G. Object Modeling by Registration of Multiple Range Images [J]. Image and Vision Computing, 1992, 10(3): 145-155.
- [3] PARK S Y, SUBBARAO M. An Accurate and Fast Point-to-Plane Registration Technique [J]. Pattern Recognition Letters, 2003, 24(16): 2967-2976.
- [4] WANG Yanmin, WANG Guoli. Integrated Registration of Range Images from Terrestrial LiDAR [C] // ISPRS. Beijing [s. n.] 2008.
- [5] 郑德华, 岳东杰, 岳建平. 基于几何特征约束的建筑物点云配准算法[J]. 测绘学报, 2008, 37(4): 464-467.
- [6] JAW J J, CHUANG T Y. Feature-based Registration of Terrestrial LiDAR Point Clouds [C] // ISPRS. Beijing: [s. n.] 2008.
- [7] 李德仁. 利用选择权迭代法进行粗差定位[J]. 武汉测绘学院学报, 1984(1): 64-66.
- [8] 王旭华, 韩涛. 边角网粗差定位的改进带权数据探测法[J]. 测绘通报, 2004(1): 14-16.