

# Research on Preprocessing of 3D Point Cloud Data

Lin Wang

The First Surveying and Mapping Institute of Xinjiang Uygur Autonomous Region, Changji, Xinjiang, 831100, China

## Abstract

Compared with traditional 2D image processing, 3D point cloud processing has become a hot technology in the industry. The paper starts with the 3D camera's own software and self-compiled third-party library folders to achieve the open point cloud collection function in the interface, and in-depth study of several core technologies of point cloud preprocessing, including point cloud ash removal denoising, point cloud simplification, point cloud registration, and point cloud downsampling. In the first part, aiming at the 3D point cloud with more outliers, the guide filter, a commonly used filter for two-dimensional images, is used to improve the algorithm and use it for the filtering of the 3D point cloud. Through real-time preprocessing of all data models of the point cloud, it helps to establish a robust enterprise point cloud data model, and provides a good theoretical basis for solving the subsequent estimation method to generate the robot processing path.

## Keywords

point cloud; filtering; downsampling; registration; 3D vision

## 三维点云数据的预处理研究

王琳

新疆维吾尔自治区第一测绘院, 中国·新疆 昌吉 831100

## 摘要

相比传统2D图像处理, 3D点云处理成为工业中炙手可热的技术。论文从3D相机自带软件、自己编译的第三方库文件夹, 以达到接口中的开放式采集点云的功能, 并且深入研究了点云预处理的几项核心技术, 其中包括点云除灰去噪、点云简化、点云配准以及点云下降采样。在第一部分, 针对离群点较多的3D点云, 利用二维图像常用的滤波器——导向滤波器, 进行算法改进并用于3D点云的过滤处理。通过对云的所有数据模型进行实时预处理, 帮助建立一个稳健的企业点云数据模型, 为解决后续的估算法向生成机器人加工路径提供良好的理论基础。

## 关键词

点云; 滤波; 降采样; 配准; 3D视觉

## 1 引言

三维激光扫描技术日益成熟, 点云数据采集及预处理技术已经成为现代工业中炙手可热的新型扫描技术。目前, 三维激光扫描在工业生产中的各个部位包括焊接、码垛、装配、喷涂、抛光、上下材料等各个领域均已得到普遍的应用。3D结构的光技术既不必再需要使用很精确的时空延迟方式来测量, 又能够解决双目中的匹配算法存在的复杂性和鲁棒特征问题。因此, 它们具有计算简便、测量精确度较高的特点, 并且对于干扰较小的弱光条件、没有明显的纹理及其形状改变的表层也可以进行精确地测量。但是, 在实际的采集物体点云数据过程中, 由于物体本身材质的粗糙不一、光照不均匀等原因, 3D结构光扫描出物体点云, 易形成离群点和噪点。由于点云扫描测量设备的工作量程

和应用场景扫描深度的限制, 对于一些大型专业工件或者一些大型的技术实验应用场地, 不能直接进行构造和形成完整的点和云, 必须同时进行多次点云扫描进行测量。因此, 每次点云扫描的测量结果常常是多块地且具有不同的轨迹坐标曲线体系, 极有可能同时存在较大下降噪声的三维点云测量数据, 无法完全满足我们后续三维轨迹曲线规划扫描算法的实际应用发展要求。所以, 我们就需要多次同时扫描三维点和云的测量数据库并进行多次去噪、简化、配准以及进行下降噪声采样等数据预处理<sup>[1]</sup>。论文主要目的是深入研究基于点云数据模型的重要预处理应用技术, 主要研究内容功能包括点云除灰模型减少随机噪声、点云精确化、点云配准以及点云除灰减少噪声采样等, 通过在实际中的检验结果, 验证了其中的一些重要预处理应用技术。论文利用PCL点云库进行点云处理研究。PCL是一个跨平台的开源点云库。对于三维点的云数据处理, PCL库是一个非常模块化的结合现代C和C++应用模板数据库。从分析算法设计角度和分析结果来看, PCL包括用于操作点云

【作者简介】王琳(1984-), 女, 中国新疆昌吉人, 本科, 工程师, 从事地理信息系统、航空摄影测量、遥感影像、地图制图研究。

数据的各种三维处理算法,包括过滤、分段、注册、检索、特征提取、识别、跟踪、表面重建、可视化等。根据基类划分每种算法,尝试将功能集成在整个流水线处理技术中,使整个算法紧凑、清晰<sup>[2]</sup>。

## 2 点云数据采集

点云数据采集主要有两种方法可以在点云上收集数据,即接触扫描集合和非接触扫描集合。由于该接触扫描的收集是直接接触被检测到的对象,很有可能对被检测物品造成形变等影响,对于实验不利,因而使这种非接触式扫描的采集手段应用更为广泛。相比传统接触式采集,非接触式采集技术既具有算法简洁、测量精度更高的特点,又具有适合于光照不均匀、无明显纹理和形态变化等特殊情况下的物体表面,同样也是可以直接进行精密的测量并及时获得关于物体表面的各种几何纹理信息。目前,已经得到了广泛的研究和应用。在众多的三维激光扫描仪器中, Mechmind3d 面结构的光相机是论文中主要用来实现工件扫描的一种仪器设备,其特点是操作简单、精度高、体积小、携带方便,而且从三维扫描中获取物体的点云数据模型分析器的精度相对比较高,并且还可以产生多种格式的点云<sup>[3]</sup>。

## 3 点云数据预处理

### 3.1 点云降采样

一般来说,三维扫描装置所获取的点云信息数据模型由于数据量大且信息点密集,不利于它们的存储、传递和进行计算,有必要针对这些信息进行下降采样。点云降采样的基本原理是对于曲率较大的点云降采样模型,应尽可能多地留下一个数据点,而对于曲率较小的点云降采样模型,应尽可能少地保留数据点。点云降采样技术主要可以分为四种:一是根据点云的采样密度及其表面变化情况进行降采样;二是根据点云中点的个数及点云在其表面上的变化系数等因素进行分块降采样;三是根据点云中点的曲率值等因素进行上采样;四是根据点云中点的曲率值等因素进行降采样,完成点云数据降采样。无论在网络上采用何种取样方式,其主要目的是在简化数据时保持点云尖锐特点。

论文将利用体素网格滤波器对点云进行下降采样。首先,通过原始点云数据创建一个三维体素栅格坐标系。其次,在每个体素中,体素中的其他点由体素中的所有重心近似显示。最后,使体素中的所有点最终由一个重心表示。对于所有体素处理后得到的点云,该方法比体素中心逼近法速度慢,但对采样点对应的曲面精度更高。

### 3.2 点云去噪

以下几个情况都是需要点云做出滤波和优化的:

- ①点云的空间排列非常杂乱,需要柔顺。
- ②因为不可抗因素遮挡等问题导致距原始点云较远的

离群点的数据需要被去除。

- ③大量的数据都需要在群中进行次级采样。

④噪音的数据是否需要被去除。在工业上一般按照相机噪声生成的条件把这些噪音分为两种类型,即主动噪声和被动噪声。

其中,主动噪声和被动噪声主要是由于相机自身的检测精度所导致产生的误差而直接引起的,被动噪声是受环境影响中客观物体受到干扰而间接引起。噪声的种类不同,所需要采用的去噪技术也不一样。主动化的噪声一般是放大扫描工件的扫描区域范围而引起的,通常会表现成一个大片点云,利用三维图像模型信号处理软件能够对其进行手动消除。

一般来说,可采用 meshlab 软件进行手工去噪。被动噪声的消除通常采用去噪算法实现,如八叉树算法、k-D tree 算法、空间单元格法、体素滤波、半径滤波、Laplace 平滑算法等。通常被动噪声在工业中较为频繁,其处理方法通常有以下三种:

①点云体素分布滤波:点云体素的滤波概念与普通像素类似,使用像素 aabb 中的包围盒将一个点云上的数据体素化,一般体素越密集的点在位置和密集地方上的信息就变得越多,噪音大的点和光线距离群的密集地方也就信息越多,这些都可以直接通过点云体素的分布网格中被过滤去除。在其他技术方面,若是我们使用一些高分辨率激光照相机等摄像装置,对一个点云上的数据库信息进行实时采集,往往点云上的数据库可能会更加密集。点云盘的数量太大,给我们后续的数据分割线和管理带来很大的困难。体素滑动滤波器不仅能直接做到快速向下滑动采样,还不至于直接破坏点阵微云自己的立体几何基本结构。

②半径滤波:其中半径滤波方法较为简单而又粗暴。以某一圆为中心,绘制的圆计算落在另一个圆中点上的数量,当其中一个数量超过了给定值,则应保留这个圆;其中一个数量超过了给定值,则应立即剔除这个圆。

### 3.3 点云配准

在工业环境中,对于大型对象或场景,可以从多个位置捕获点云。每个点云都是场景(对象)的部分表示,需要合并到单个点云中以形成整个场景。配准过程将从各个位置捕获的部分点云组合成扫描场景的单个点云。局部点云不总是在同一坐标系中。因此,在配准过程中要求在同一坐标系中对齐。点云配准一般分为粗配准和精配准两个步骤。粗配准是为了减少点云数据之间的位移和旋转错位,使精配准不会偏离实验方向。常用的粗配准方法有中央重叠法、标记法、特征点(线、表面)提取、ICP等。精配准方法通常用于特征明显的点云数据。为了减小不同点之间的配准差值,需要在粗配准的基础上进行精配准。最著名的基于原始数据的精准配推算法是 BESL 和 McKay 提出的最近邻迭代算法(ICP)。

## 4 结语

随着机器人工业精度技术要求的进一步提升,在机器人加工领域,3D扫描技术已成为一个研究的重点,在医疗、工业、建筑领域都有极好的发展前景。由此可见,三维网络点云数据处理是极其必需的。针对三维激光扫描点云数据进行的处理技术主要有去噪和平滑、点云配准及点云下采样。点云数据处理的精确度对于机械臂最后一步形成加工路径的精确度与执行力有着至关重要的影响,同时也对提高算法运行速度提出进一步的要求。此外,要注意点云数据处理

要保存原始点云数据的特征,根据物体间的点云数据差异性,选择合适的处理算法以便达到最好的效果。

## 参考文献

- [1] 文学虎,唐伟,方稚,等.全球测图DEM生产关键技术研究及应用[J].测绘通报,2019(S1):5.
- [2] 冷顺绿,郑朝治,施昆.利用加权整体最小二乘DSM提取DEM的方法[J].地理空间信息,2019,17(7):4.
- [3] 王金涛,宋吉来.基于PCL的3D点云视觉数据预处理[J].计算机应用,2019,39(S2):227-230.