

Construction and Application of 3D Real Space Model Based on 3D Laser Scanning Data

Zhigao Zhang

The Nuclear Industry Geology Survey 281 Brigade in Sichuan Province, Xichang, Sichuan, 615000, China

Abstract

With the continuous progress of the times, the application of 3D laser scanning in 3D real space is more and more extensive, this paper first introduces the steps and contents of 3D laser scanning, and then analyzes and studies its application.

Keywords

3D laser scanning ;3D real scene space model; application

基于三维激光扫描数据的三维实景空间模型构建与应用探析

张志高

四川省核工业地质局二八一大队，中国·四川 西昌 615000

摘要

随着时代不断地进步，三维激光扫描在三维实景空间的应用越来越广泛，论文首先介绍了三维激光扫描的步骤及内容，然后对其应用进行了分析和研究。

关键词

三维激光扫描；三维实景空间模型；应用

1 引言

作为快速获取空间数据的新技术，地面三维激光扫描越来越多地用于城市建模、工程建设和其他领域。与传统测量技术的单点定位方法不同，三维激光扫描技术也称为“实景复制技术”，它所使用的激光测量设备通过激光测量设备从上至下执行全自动高精度步进测量。笔者基于从事相关完整和连续的三维坐标方面的多年经验，论文介绍了三维建模的步骤和应用。

2 三维建模步骤

2.1 数据获取

该软件平台用于控制三维激光扫描仪以扫描特定实体和反射参考点，以获得尽可能多的实体相关信息。由于需要获取多个重叠的扫描图像，因此选择了 11 个反射参考点来扫描目标实体。获得对象表面上每个采样点的空间坐标后，将获得一组称为“点云”的点，并且每个像素都包含距离和角度值。三维激光扫描仪最终得到的是空间物体的几何位置信息，

点云的发射密度值以及外部摄像机获得的图像信息，原始数据存储在特定的项目文件中^[1]。

2.2 数据处理

数据获取完毕之后的第一步就是对获取的点云数据和影像数据进行预处理。

2.2.1 建筑物提取

通过激光扫描获得的数据通常包括地形数据、建筑物数据和其他特征数据。建筑物提取的目的是将目标建筑物与激光测量数据分开，并为后续处理提供基本数据。

2.2.2 数据过滤

三维激光扫描仪和主要测量对象之间的树木、行人、车辆和其他障碍物在激光扫描后在主要测量对象后面形成了分散的点或孔。数据过滤是为了消除测量噪声和障碍物的影响以获得建筑物噪声。根据激光扫描回波信号强度的识别，当回波信号强度低于阈值时，距离信号值无效，中间过滤用于去除异常值，曲面配件用于去除前端的障碍物^[5]。

2.2.3 几何纠正

首先应用基于平面特征的算法进行图像分割^[2]。算法描述如下：对深度图像上的每一点 P，构造其 k*k 邻域中所有点的协方差矩阵：

$$A = \sum_{i=1}^N ((v_i - m)^T \cdot (v_i - m))$$

其中， v_i 是邻域中的点， m 为邻域点集的重心。

根据协方差矩阵 A 的最小特征值来测量点 P 的平面拟合质量。图像平面分割可移除不合适的点，并获得成功拟合点的法向向量，最终获得了若干集合。同一集合中的点都在同一平面上，从而可以识别和分类点云数据，调整阈值可以提供良好的分割效果。

霍夫变换用于通过连接离散边缘像素并从不连续点提取线性信息来获得边界曲线。这样，大部分主要测量对象数据得以保留，并且删除了由穿过透明对象的激光形成的散射点。由于考虑到了建筑物的整体属性，因此机械加工的点和线可以更准确地代表建筑物的平面属性，因此可以对通过激光扫描测量的各种立面进行完全匹配和校正^[6]。

2.3 三维建模

2.3.1 重采样

根据建筑物的整体校正信息，对原始测量数据进行重新采样，以获得反映建筑物表面几何特性的三维扫描坐标，其主要目的是准确地获得建筑物的正面几何信息。该算法如下：

第一步，查看每条扫描线的平滑曲线，从上到下（或从左到右）进行局部二次拟合，以获得近似的距离图像，并检测拟合点的深度和法线连续性。

第二步，创建边缘贴图，提取三维轮廓边缘，跟踪二维网格链代码以获取不同的边缘链，沿着边缘链搜索和确定边缘拐点，并删除特定长度以下的边缘链。

第三步，被划分为 N 个子范围图像的每个子图像仅具有一个重叠边缘，并且对每个子范围图像执行自适应采样，数据重采样可以大大减少计算时间。

2.3.2 拼接匹配

完整物体的扫描图像通常不能完全反映物体信息，并且为了记录从坐标系中不同位置获得的这些深度图像，必须在不同位置执行多次扫描。因此，多个扫描结果之间的拼接和匹配实际上是在寻找两个坐标系之间的变换关系并解决坐标

变换问题。通常用 3x3 旋转矩阵 R 和 3D 变换向量 t 描述这种关系，并且需要配准来求解 (R, f)。为了找到 R 和 t，我们需要在两个深度图像中找到几组对应的集合，并根据这些对应的特征来求解 R 和 t。假设特定点 P 被认为是实际场景中的特征，则在两个深度图像中分别找到两个点 P' 和 P''，并且这两个点被认为是 P 在两个图像中的位置。由于采样过程中扫描仪分辨率的限制和噪声，P' 和 P'' 通常在实际 P 中存在误差，从而导致计算出的 R 和 f 出现较大误差。传统的匹配方法要求要匹配的两套点具有相同的采样分辨率，没有遮挡和自遮挡，并且两点集的数据完全配准，实际上很难满足^[3]。因为平面的面积大，使其清晰易辨，因而对应关系很好确定，同时手工选平面也操作简单。另一方面，每一个平面都是对很多扫描点做拟合得到的，因此选择平面作为特征进行图像拼接匹配，可快速准确地在有重叠区域的两个位置数据点集间寻找对应点，具有较好的准确性和鲁棒性。

2.3.3 构建三角网

激光测距扫描仪仅生成点云图像，在实际应用中，它们需要 3D 物体表面，这一点实际上非常重要。维护表面相邻部分的相邻关系和特殊特征（边缘等）以执行完全对齐操作，并考虑所有可能的“约束”，如折线，以确定建筑物表面的整体拓扑结构。其中，它判断并选择上述邻接关系，创建相应的三角形网格，然后将采样的点云转换回一致的多边形网格模型。

由于室外场景的遮挡和自遮挡以及材料表面对激光的反射特性不同，因此无法对主要对象表面的某些区域进行采样，并且会创建许多孔，因此在操作期间需要使用网格来自动识别孔创建。创建四边形网格并执行三角剖分可以有效解决此问题。四边形网格可以简单地根据水平和垂直采样顺序连接采样点，并将空心部分记录为背景点。如果四边形的三个或三个以上顶点是水深不连续，则丢弃四边形，否则如果四边形的一个或多个顶点是背景点，则丢弃该四边形，否则保留其他位置，这样在四边形网格化过程中会自动识别出空隙。四边形沿对角线分为两个三角形，分成对角线短的主线，并进行边缘突出显示以将整体形状分布的结果，匹配并适应形状细节的变化^[4]。

3 应用

如图 1 所示，是目标建筑物在某一点的全景 CCD 图像。

第一,使用扫描仪随附的软件 RiSCANPRO 控制 RIEGL3D 激光扫描仪,以扫描建筑物实体和反射参考点以获得与实体相关的信息。第二,由于必须获取多个叠加的扫描图像,因此对激光扫描仪获取的点云图像数据选择 11 个反射参考点来扫描目标实体,如图 2 所示。

4 结语

综上所述可以分析得到,通过对用三维激光扫描系统获取的建筑物信息进行特征提取,分析并研究了利用点云数据构建三维空间信息模型的技术方法和过程,在此基础上实现了场景的三维可视化仿真显示。



图 1 标建筑物的全景 CCD 影像

参考文献

- [1] 刘学,张弘.基于三维激光扫描数据的构筑物三角构网模型[J].测绘科学,2008(01):167-169.
- [2] 邱俊玲.基于三维激光扫描技术的矿山地质建模与应用研究[D].北京:中国地质大学,2012.
- [3] 王天明,王晏民,黄明.基于三维激光扫描技术的古建筑模型构建[C].工程测量分会与矿山测量专委会年会,2014.
- [4] 付晨,徐爱功,徐辛超.基于三维激光扫描的校园建筑物三维建模研究[J].测绘与空间地[5]理信息,2017(11):143-146.
- [6] 赫春晓,李浩.基于三维激光扫描数据的三维实景构建[J].测绘工程,2013(01):81-85.

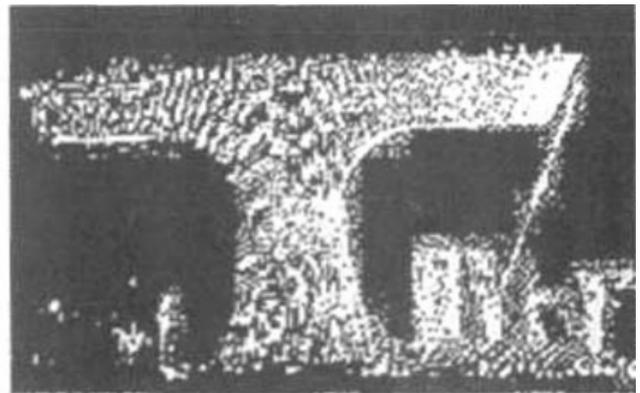


图 2 激光扫描仪获取的点云图像