

# 基于 TerraScan 的 LiDAR 数据处理

黄金浪

(南京市测绘勘察研究院有限公司, 江苏 南京 210005)

**摘要:** 本文首先介绍了 LiDAR 技术的国内外发展情况, 进一步围绕 LiDAR 数据后处理软件 TerraScan 的应用, 详细论述了该软件的数据处理流程, 特别针对 LiDAR 数据特点和处理技术难点提出笔者的看法。

**关键词:** LiDAR TerraScan 激光点

## 1 前言

LiDAR (Light Detection And Ranging, 机载激光雷达) 量测技术是应用机载激光雷达系统进行三维的空间测量, 得到密集的地面物体的三维坐标点云数据, 再通过相关软件处理后, 获得 DEM、等高线图、正射摄影像图及三维建筑物模型。由于 LiDAR 系统本身包含激光、全球定位系统 (GPS) 和惯性导航系统 (INS) 3 种技术, 并与数字航摄影相结合, 而且激光脉冲不受阴影和太阳角度影响, 其高程数据精度不受航高限制, 因此经过专用软件处理, 可在空中完成地面高程模型 DEM 及数字正射影像图 DOM 的大规模生产, 大大提高航测成图的作业生产效率, 减少生产环节, 缩短生产周期, 提高成图精度。由于比常规摄影测量更具优越性, 近些年得到了迅速的发展。

LiDAR 系统包括一个单束窄带激光器和一个接收系统。激光器产生并发射一束离散的光脉冲, 打在物体上并反射, 最终被接收器所接受。接收器准确地测量光脉冲从发射到被反射回的传播时间。因为光脉冲以光速传播, 所以接收器总会在下一个脉冲发出之前收到前一个被反射回的脉冲。鉴于光速是已知的, 传播时间即可被转换为对距离的测量。结合激光器的高度, 激光扫描角度, 从 GPS 得到的激光器的位置和从 INS 得到的激光始发方向, 就可以准确地计算出每一个地面光斑的坐标 X、Y、Z。由于激光反射信号具有多重反射的特点, 一束激光可以有多个不同的反射回波, LADAR 系统能记录同一脉冲的多次反射。光束可能先打在树冠的顶端, 其中的一部继续向下打在更多的树叶或枝干上, 有些甚至打在地面

上被返回, 这样就会有一组多次返回的具有 X、Y、Z 坐标的点记录。这个技术不仅可以用于获取地面高程, 还可以同时获取树高及建筑物的高度等。因此系统接收的反射激光点包含多种信息 (地面点、建筑物点、植被点、错误点等), 这就需要我们区分开这些不同类型的点, 从中提取出对我们有用的信息。

## 2 TerraScan 系统简介

TerraScan 是芬兰 TerraSolid 公司的一套专门处理激光点数据的软件, 它很容易地处理数百万的点数据, 适用于输电线测量、公路修建、海岸带滩涂测量、城市三维建模、森林覆盖地区获取地面模型等。TerraScan 识别 XYZ 文本文件和二进制文件, 这个系统具有如下功能:

可以显示三维点数据。

用户可任意定义点的类型, 例如: 地面、植被、建筑物或者电力线。

手动或者自动分类点。

抽稀激光点、保留关键点。

在激光点上数字化特征地物。

探测出输电线或铁路。

输出分类后的激光点和高程模型。

与摄影测量数据相融合, 能随时调用影像帮助判断激光点的类型。

传统对地表重建生成 DTM 和构建建筑物, 都是利用摄影测量的方法, 经过影像匹配后, 得到三维模型的方法来获得的。现在使用 LiDAR 技术, 可以快速、精确地得到大量的激光点三维坐标, 利用这些高精度的激光点数据, 我们通过点间的相互关系, 区分出各种不同的地物, 并用内插的

方法拟合得到地面模型或者构建出不同的建造物模型。由于 LiDAR 技术只是点数据, 没有精确的边界, 缺少场景信息, 因此, 我们需要影像来辅助我们精确定位和判读地物, TerraScan 软件就是采用融合这两种不同系统信息的方法来得到更加完善的模型。在 TerraScan 里是通过 Trajectories (轨道) 来连接激光点和影像的。当飞机里装载两种采集设备时, LiDAR 数据和影像是同时获得的, LiDAR 数据获得的这些轨道线可以用作影像定向 (利用空间后方交会的原理, 求得每张相片的方位)。

TerraScan 是基于 MicroStation 平台的, MicroStation 平台提供许多实用工具: 视图操作、显示、放置矢量元素和标记工具都可以在 TerraScan 里使用。二次开发可以利用 MicroStation 提供的高级二次开发语言 MDL 进行。

#### 数据处理基本流程

- (1) 资料的准备。
- (2) 定义工程。
- (3) 创建区域 block。
- (4) 载入飞行的轨道

轨道载入是 LiDAR 数据处理特有的步骤, 这些轨道线, 实际上是起到控制的作用。能够控制航线的重叠度和确定激光点跟影像的联系。

以上步骤是激光点处理前的准备步骤。

#### (5) 重叠区域裁切和激光点的分类

激光扫描仪是垂直于飞行方向扫描的, 飞行轨道间会有一定的扫描重叠区域, 裁切重叠区域的好处在于能够获得一个密度均匀的激光点区域和精度较高的激光点。

TerraScan 提供了丰富的分类工具, 方便激光点分类。它包括: 低点、地面点、高于地面点等, 每一类里又分为若干个小的分类, 每一个分类都基于不同的算法。我们可以灵活应用这些工具来处理激光点。

#### (6) 分离低点

分离低点是把较低的点从与其相邻的点中分离出来。这一算法经常用于搜寻明显低于地面的并且可能是错误的点。

这一算法的基本原理是: 用一个点 (中心点) 的高程值与给定距离范围内每一个点的高程值比较, 如果中心点明显低于其它点, 这个点将被分离出来为一类。

有时会有错误点密度较高的情况, 如果有几个错误点彼此离的很近, 搜索单一点并不能发现它们。所以, 这一算法也可以把一组点从它们周围的点中分离出来。

#### (7) 地表点分类

地表点分类算法是通过反复建立地表三角网模型的方式分离出地表上的点。这一算法在开始时选择一些低点, 认为它们是位于地表处, 通过 “Max building size” 参数来控制初始点的选择。如果建筑物的最大边长是 60m, 应用程序认为每隔 60m 至少存在一个位于地表处的点, 也就是说, 那个最低的点就位于地表处。

这一算法应用选择的低点建立初始模型, 这一初始模型的三角形顶点大多数低于地面, 只有最高点接触到地表。然后, 算法通过反复加入新的激光点开始扩建模型, 每个加入的点都使模型更加贴近地表, 最终得到一个近似的地表面。

#### (8) 地面以上点分类

地面以上点分类是根据点在地表模型以上的高度值来区分判断点的类别的方法。我们把地面以上点分为 3 类: 低矮植被、中等高度植被和高植被。设置每一类的高度范围, 如: 低矮植被设为低于 0.3m 的点。这个分类算法先是用上面所分出的地表点建立一个临时的三角形模型, 然后其它的点与这个三角形模型的高度值比较。如果低于 0.3m, 就把这个点归入低矮植被分类里。其它两种分类做法相同。

对于高植被分类, 根据点的分布情况和高度, 可以进一步区分出植物、电力线、建筑物等不同的分类。

当然, 由于 LiDAR 没有精确的边界, 这种自动方式生成的模型有可能并不完全正确, 因此, 需要做局部的编辑工作, 我们把影像载入进来, 帮助判断建筑物的位置, 利用航测影像中建筑物

的边界代替 LiDAR 数据得到的边界。

### (9) 分离水面点

用于地形测量的激光将不能穿透水面，并且只能记录很少的有关水面的数据。根据这一特性，当发现窗口里显示的激光点较为稀疏时，可以判断是个水面，把落在这一区域里的点全部归入 water 分类里。但是，激光点没有明显的边界，这里需要调用影像帮助判断水面的边界，然后用 microstation 里画多边形工具绘出水的边界。用围栏分类工具把这些点分到 water 类里。

激光点的分类完成后，我们可以输出各种需要的资料，例如：数字表面模型 (DSM)、数字高程模型 (DEM)、三维模型、等高线等。还可以在这些数据的基础上，通过 TerraPhoto 模块，制作出真正射影像。

## 3 结束语

LiDAR 技术是新的获取数据的方法，它具有普通航空摄影测量无法比拟的优势。随着计算机技术的飞速发展，LiDAR 理论的逐步完善，现在已经由以前的理论阶段进入了实际应用生产阶段。LiDAR 技术必定有更广阔的发展前景。

## 参考文献：

- [1] 陈威诚，史天元. 由光达覆盖模型萃取数值高程模型之研究 [A]. 第二十三届测量学术及应用研讨会[C], 2004.
- [2] TerraScan 用户手册. TerraSolid 公司, 2004.