

# 浅析基于terrasolid软件利用点云数据制作DEM及DSM方法

董保宏

中煤航测遥感集团有限公司

DOI:10.12238/gmsm.v7i3.1717

**[摘要]** 在获取高精度空间数据方面, 机载激光雷达测量技术已经成为有效的方法。在生产过程中, 最关键的就是点云的滤波分类。本文根据生产经验, 结合安徽省某测区DEM/DSM制作项目, 着重介绍利用terrasolid进行自动滤波分类以及人工精细分类制作高精度DEM及DSM的流程和方法。

**[关键词]** terrasolid; 点云分类; DEM; DSM

中图分类号: P62 文献标识码: A

## A Brief Analysis of Using Point Cloud Data to Produce DEM and DSM with Terrasolid Software

Baohong Dong

Aerial Photogrammetry and Remote Sensing Group Co., Ltd

**[Abstract]** In terms of obtaining high-precision spatial data, Light Laser Detection and Ranging measurement technology has become an effective method. In the production process, the most critical step is point cloud filtering and classification. Based on production experience, this paper combines a DEM/DSM production project in Anhui Province to focus on the process and method of automatically filtering and classifying point clouds using Terrasolid software, as well as manually fine-tuning classification to produce high-precision DEM and DSM.

**[Key word]** terrasolid; Point cloud classification; DEM; DSM

### 引言

随着科技的进步, 测绘领域获取激光点云及数据处理的软硬件不断发展, 机载激光雷达测量技术日趋成熟。相比传统摄影测量, 其具有快速、高效、高精度的特点, 正逐步成为获取高精度DEM及DSM的主要手段。利用Lidar点云数据生产DEM包含两个主要步骤: 点云的滤波分类及DEM内插, 其中点云的滤波分类是其中的关键。基于此, 本文结合实例, 阐述了点云分类的详细内容。

### 1 激光雷达介绍

激光雷达是一种通过发射激光束, 而后接收返回信息, 来探测目标特征量的雷达系统, 用于获取数据并生成高精度数字地表模型。激光雷达的工作原理是以激光作为信号源, 由激光器发射出脉冲激光打到地面的树木、道路、建筑物上引起散射, 一部分光波会反射到激光雷达的接收器上, 根据激光测距原理计算, 就得到从激光雷达到目标点的距离。脉冲激光不断地扫描目标物, 就可以得到目标物表面分散的大量的密集点, 这些点本身储存空间三维坐标信息(XYZ)和激光反射强度(Intensity), 被称为点云。对获取的点云数据进行后续处理即可得到高精度的三维模型。

### 2 点云数据处理与分类

基于获取的机载激光雷达点云数据生产DEM/DSM, 主要包括

点云数据预处理、高空/低处噪点滤除、程序自动分类、人工编辑分类、DEM/DSM生产制作, 具体的生产流程如图1所示。点云分类作业过程中主要使用terrasolid中terrascan模块、Lidar\_DP软件进行。

#### 2.1 数据预处理

首先对获取的原始点云数据进行预处理。对原始数据进行解码, 获取GPS/IMU数据和激光测距数据等。联合POS数据、激光测距数据、附加系统检校数据, 进行点云数据解算、航线拼接、系统误差改正, 生成满足精度要求的三维点云数据。

#### 2.2 噪声点滤除

预处理之后的点云数据需要进行噪声点滤除。噪声点主要包括明显低于或高于地面、地物的点或点群, 以及异常分布在空间范围内的点或点群。在生产作业过程中采用高程比较算法将这些点分离出来。

#### 2.3 航带重叠区处理

当航带重叠区域冗余数据精度相对较低时, 为保证后续作业中成果的精度及图面整体的光滑性, 通过联合航迹文件, 将航带重叠区的数据进行过滤分类, 并将冗余数据存放在指定的类别中。

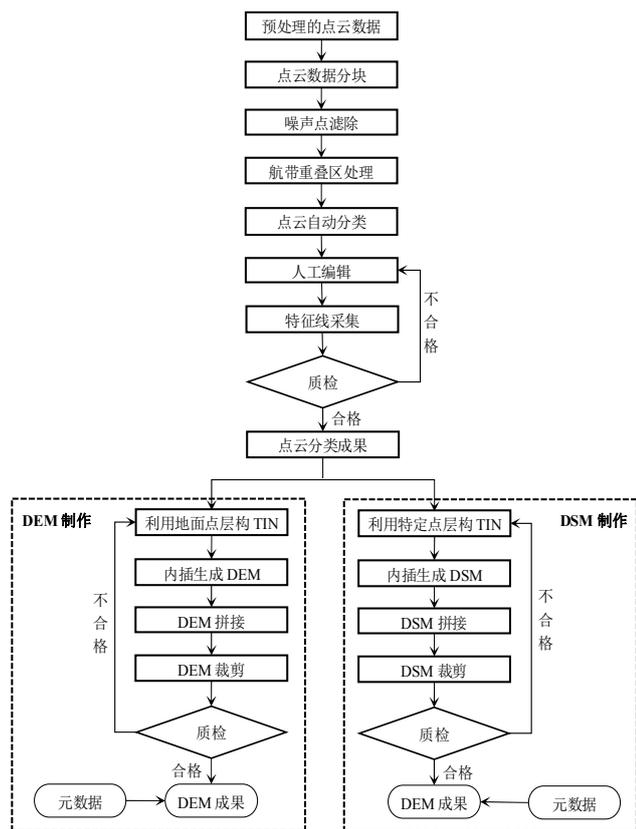


图1 数据生产流程图

当航带重叠区冗余数据精度满足要求时,为保证点云数据的点密度,以及地表、植被和建筑立面等地形、地物点云数据的完整性,航带重叠区可以不做处理。

#### 2.4 自动分类

激光点云数据经过预处理后制作高精度DEM/DSM,其关键在于点云的滤波分类。通过激光雷达的工作原理我们可以得知激光点扫描到植被树冠等可穿透的物体表面时,可产生两次或多次回波,扫描到不可穿透的物体表面时,只产生一次回波,利用这一原理可实现点云的自动分类。

点云滤波的核心内容是区分地面点与非地面点,非地面点中需要将植被、建筑物点进一步分类。在植被密集区,存在大量植被点、建筑物点错分的情况,利用isolated这一宏命令可以较好的对植被、建筑物进行正确分类,若要求将这两类点完全分类正确,则需要进一步改进算法。

##### 2.4.1 地面点提取

根据激光雷达的工作原理,可以得知激光打到裸露地表只有一次回波,在可穿透的植被区为最后一次回波,是一个区域中高程最低点。地面点的提取算法原理是,首先浏览整片区域地形,量测其中较大建筑物的尺寸,确定初始长度值,在该长度值的方形区域内找到一个点为地面返回的点。在每个这样的方形区域内都返回一个地面点构成初始地面模型。然后通过设定的地形约束条件,不断搜索新的地面点,更新地面模型,直至地面点密度满足要求后结束。



改进前



改进后

##### 2.4.2 非地面点分类

根据点云储存的高程、反射强度、回波信息等,并结合地物形状、地形起伏等信息,给定先验阈值,设置相应参数,选择合适算法,对非地面点云进行分类。

##### 2.5 人工编辑分类

经过噪声点滤除及自动分类,大大减少了DEM制作过程中点云编辑的工作量,但是处理后的数据还不能满足最终成果要求。因此,需要对自动分类之后的成果数据再进行手动精细分类,以同时满足DEM和DSM的成果质量要求。人工编辑主要针对小面积高程突变区,通过调整算法参数,将未被提取的地面点重新提取;对分类错误的点结合卫星影像,通过剖面判断地物类别,进行人工编辑,重新分类。通过浏览图面点云类别的分布情况,可大致判断点云分类的准确性,再结合模型通过剖面将分类错误的点进行人工分类。在整体高程比较平滑且不存在突变的区域剖面时,剖面宽度可根据实际地形情况适当放大,在道路拐角、高程突变区剖面尽量窄,以求精确。该项目将点云数据分为10类,分别为: Default(未分类地物点)、Ground(地面)、Water(水系)、Building(建筑物)、Vegetation(植被)、Noise

Point(噪点)、Moving(移动物体)、Powerline(架空管线)、Overlap(冗余)、Others(其他)。

#### 2.5.1 地面点(Ground)

(1) 田地、池塘周围的田埂、塘埂等地形, 通过剖面将规则的地面点归入Ground层, 形状不完整的需通过断裂线弥补。(2) 农田中的土垄经与影像核实后, 可归入Ground层。(3) 涵洞等小的架空归入Ground层。(4) 连接地面与地面较长、宽的阶梯, 须归入Ground层。(5) 坡、坎上的地面凸起, 通过结合影像剖面判断为由连续聚集的点形成实际地形的归入Ground层。(6) 对于低于周围地面的激光点, 通过结合影像并从各方向切窄剖面, 若点高程及走向规则形成坑, 归入Ground层; 如果是数量较少且分布不规则的点, 则判定为Noise Point。

#### 2.5.2 未分类地物点(Default)

(1) 建筑物的附属设施(如: 围墙、篱笆、太阳能板、连接地面与建筑物的台阶等) 归入Default。(2) 道路上的分散地物如电线杆、路灯等, 归入Default层。(3) 无法准确辨别的地物点或无法被定义的点归入Default层。

#### 2.5.3 水系点(Water)

(1) 封闭的水面如池塘、水库、湖泊等以摄影时的水平面作为静水面, 封闭范围内大部分的点构成的面的高程作为统一高程, 封闭水平面内的点分类为Water。(2) 贯通的河流采集水涯线, 河流高程按流向从高到低渐变, 高程值低于两侧地形高程, 水面内的点分类为Water。(3) 干涸或部分干涸的河流、湖泊等, 采集了特征线的, 归入Water层; 若未采集特征线的其裸露部分归入Ground层。(4) 若水系表面存在大量点云, 结合影像并通过剖面分析, 水面内的真实地貌形态需保留为Ground; 若为水面的浮藻影响则需要置平, 分类为Water。

#### 2.5.4 建筑物点(Building)

(1) 大型及明显建筑物点应归入Building层, 建筑物遮挡导致地基不平整, 需要通过断裂线约束。(2) 架空的桥梁、道路、立交桥等, 归入Building层; 桥下方被遮挡的损失地形, 通过断裂线弥补。(3) 自动分类时, 错分为地面点的建筑物点需归入Building。

#### 2.5.5 植被点(Vegetation)

(1) 自动分类时, 错分为地面点的植被点需归入Vegetation。(2) 植被密集覆盖区域, 分类时将最低层的点与周边区域高程对比, 若高程相近, 则将最低层点归入Ground层, 使其平滑自然; 若相差较大, 则分类为Vegetation, 若地面点稀疏导致地形缺失, 需手动添加特征线, 保证地形完整性。

#### 2.5.6 噪点(Noise Point)

(1) 云、飞鸟等高空噪声点等归入Noise Point层; (2) 粗差点(如道路、田地、平面上一个或几个零散点)、水面上方明显

的零散噪点等归入Noise Point层。

#### 2.5.7 移动物体点(Moving)

(1) 车辆、船只、飞机等移动物体, 归入Moving层。(2) 临时性地物如塔吊、建筑区域的临时性堆土或堆沙土等归入Moving层。

#### 2.5.8 架空管线类点(Powerline)

输电线、架空管线、电力线、通信线归入Powerline层。

### 3 DEM及DSM制作

#### 3.1 DEM制作

点云数据经过上述处理后, 利用分类后的地面点、实测补测点(如有)、分类过程中勾绘的带有高程信息的地面特征线及面状闭合水体线, 自动构建不规则三角网(TIN)。

将不规则三角网(TIN), 按要求重新采样, 自动输出生成规则格网的DEM成果。

将成果进行检查和分幅裁切, 输出合格的数字高程模型DEM。

#### 3.2 DSM制作

DSM主要利用DEM制作过程中分类的地表点和地物点生成, DSM生成时需将分类后的地面点, 植被、建筑物、高压线等地物点, 人工编辑过程中勾绘的带有高程信息的面状闭合水体线及建筑物边线等特征线, 自动构建生成不规则三角网(TIN)。

将不规则三角网(TIN), 按要求重新采样, 自动输出生成规则格网的DSM成果。

将成果进行检查和分幅裁切, 输出合格的数字表面模型DSM。

### 4 结束语

本文参考生产实际, 主要对DEM/DSM生产过程中, 点云分类的要点做出归纳, 对自动滤波分类的宏命令及涉及到的算法未做详细的说明。在实际生产过程中, 需要结合地形地貌情况, 对算法、参数做出适当调整, 人工分类的重点及要点也要适当取舍, 能够更快速高效的处理点云。

#### [参考文献]

[1] 崔文化, 侯恩兵, 朱玉云. 基于机载LiDAR系统的DEM生产实践研究[J]. 测绘与空间地理信息, 2022, 45(08): 114-117.

[2] 陈松尧, 程新文. 机载LiDAR系统原理及应用综述[J]. 测绘工程, 2007, 16(1): 27-31.

[3] 龚亮. 机载lidar点云数据分类技术研究[D]. 郑州: 信息工程大学, 2011.

#### 作者简介:

董保宏(1997--), 女, 汉族, 山西右玉人, 本科, 助理工程师, 研究方向: 地理信息数据处理。