

徠卡测量新技术应用专栏

三维激光扫描仪在林木测量方面的应用

徠卡测量系统(上海)有限公司 李超程 浩
南京林业大学 森林资源与环境学院 王芳

一、引言

自1995年瑞士徠卡公司推出世界上第一台三维激光扫描仪的原型产品以来,三维激光扫描技术已经走过了十几年的历程。它是继GPS之后,测绘行业在技术上的又一次飞跃。

传统的测量方式是单点测量,以获取单点的三维空间坐标,而三维激光扫描则自动、连续、快速地获取目标物体表面的密集采样点数据,即点云,实现了由传统点测量到面测量的跨越,是一种质的飞跃。同时,获取信息量也从点的空间位置信息扩展到目标物的纹理信息和色彩信息。三维激光扫描技术拥有许多自己独特的优势,如:①数据获取的速度快,实时性强;②数据获取全面,精度高;③全天候作业,不受光线的影响,主动性强;④数据表达清楚了,表达非常简单。

本文采用Leica ScanStation C10脉冲式三维激光扫描仪(如图1所示)结合三维激光扫描仪工作的基本原理,探讨从数据获取到成果得出的整个流程。



图1 Leica ScanStation C10 三维激光扫描仪

二、三维激光扫描的基本原理

三维激光扫描仪采用非接触式高速激光测量的方法,以点云形式表现目标物体表面的几何特征。仪器自身发射激光束到旋转式镜头中心,镜头通过快速而有序地旋转将激光依次扫过被测区域,一旦接触到物体,光束立刻被反射回扫描仪,内部微电脑通过计算光束的飞行时间从而计算出激光光斑与扫描仪两者之间的距离;与此同时,仪器通过内置角度测量系统来量测每一激光束的水平角

与竖直角,进而获得每一个扫描点在扫描仪所定义坐标系内的 X 、 Y 、 Z 坐标值。三维激光扫描仪在记录激光点三维坐标的同时也会将激光点位置处物体的反射强度值记录,并称之为“反射率”。三维激光扫描原理如图2所示。

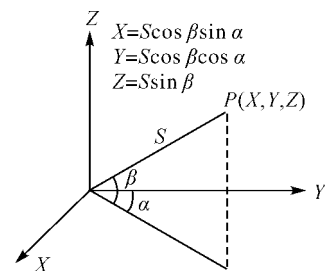


图2 三维激光扫描原理图

内置了数码相机的扫描仪在进行扫描的过程中可以方便、快速地获取外界物体真实的色彩信息。在扫描、拍照完成后,不仅可以得到点的三维坐标信息,也获取了物体表面的反射率信息和色彩信息。所以包含在点云信息里的不仅有 X 、 Y 、 Z 和强度信息,还包含每个点的RGB数字信息。

三、应用实例

本次研究是利用C10对南京林业大学试验林进行扫描,并利用Leica Cyclone软件对数据进行提取、整理、计算。

1. 扫描前的准备工作

对试验林进行踏勘,确定扫描的测站位置、所需的测站数、扫描的路线以及标靶安放的位置。

2. 扫描过程

利用C10进行机载控制,直接对试验林的点云数据进行获取。操作过程中采用中等扫描密度(10 m处点间距为 $1\text{ cm} \times 1\text{ cm}$)进行扫描,并利用扫描仪内置数码相机进行拍照,为室内研究提供更多的数据支持。

3. 数据预处理

采用Cyclone软件进行内业数据的拼接及信息的提取。将4站数据合为一体将会得到试验林的一个完整数据。此次研究,要求精度较高,而且要求

速度要快,所以选择了标靶拼接模式。

4. 研究数据的提取

对拼接完成的数据进行去噪处理,提取需要进行研究的区域。

(1) 胸径、树高的提取方法

从树林扫描数据中任意分割提取有限株单独树木,首先进行人工去噪处理,然后利用 Cyclone 中的 Survey 模块对单株树木进行胸径、树高以及树冠投影面积等进行计算提取。提取过程如下:

1) 分割出一部分点云。此点云里必须包含至少一株完整的树木。

2) 进行人工去噪处理。因为点云显示的是空间,所以在 Cyclone 中可以进行任意角度的旋转查看,并通过不断地变换视角,进行点云的去噪,以此就可方便准确地得到所需要的单株树木的点云数据。

3) 胸径的提取。胸径是指在树木(林业上称之为样木)距地 1.3 m 处的直径,称之为胸径。根据定义,可以通过点云,查看树干与地面接触的位置,从而确定一个最为合适的基准点来确定胸径的位置。可以以基准点所在水平面为基准建立水平参考面,如图 3 所示。

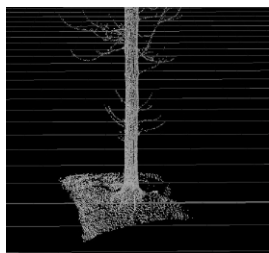


图3 水平参考面的建立

在 Z 轴正方向按照 1.3 m 的间距对水平参考面进行偏移,就得到了胸径的位置所在。以水平参考面为基准做厚度为 0.1 cm 的切片,根据点云做最佳拟合,可得到胸径值 $= 0.180 \times 2 = 0.36$ m。

4) 树高的提取。在 ModelSpace 窗口中的视图模式选择正射视图,在主视图找到树木的最高点,以最高点为基准建立参考平面。利用 Cyclone 提供的量测功能就可以得到基准点到最高点所在参考面的距离,即高度。

(2) 树林中单株树木位置信息的提取

此次测量没有将坐标系引入到已知大地坐标系中去,所以此次得出单株树木的位置坐标也只是其在测量时使用的假定坐标系中的坐标,但这都不会对计算过程产生影响。

先确定要进行单株树木位置信息提取的区域,对所选取区域点云行去噪处理,得到一个比较完整

的点云。再根据点云确定一个最接近地面的水平参考面,如果要求的误差范围较大,可以对整个区域的树木确定一个水平参考;如果要求的精度高,就需要对单株树木确定参考面的位置。以前一种情况为例,根据点云可以找到一个最切合 4 株树木的参考面位置,如图 4 所示。

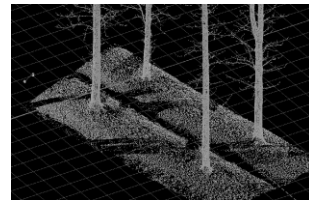


图4 参考面的确定

以水平参考面为基准做厚度为 0.1 cm 的切片,得到了 4 株树木参考面处的切片点云,再根据点云做最佳拟合,得到 4 个圆,找到每个圆的圆心位置并创建圆心点,并标记每个圆心的平面坐标。

综上所述,利用三维激光扫描仪进行林业的调查,不仅在外业扫描时节省了大量的人力、物力,减少了工作者外业作业时间,减轻了劳动强度,而且内业处理时可以根据真实的三维坐标对单株树木进行胸径、树高以及位置信息的提取,而大量点云数据保证了数据的全面性,以及成果的准确性。

四、结束语

地面三维激光扫描作为一种高新技术,在森林资源调查、林分结构研究、单木三维建模等方面有着巨大的应用潜力。一方面,其作为一种能快速、有效获取测树因子的新方法,在丰富现有林业资源调查手段的同时,拓展了测树空间;另一方面,该技术能对反映林分实时、动态变化的树冠特征以及林分结构等信息进行有效捕捉,并能提供高分辨率的三维点云影像图,进而有助于构建精准的单木三维模型。本文通过利用徕卡三维激光扫描仪进行数据获取,并利用单个 Cyclone 软件对扫描数据进行后处理,详细介绍了从数据去噪到最后成果的得出,以及有效信息提取的全过程。

三维激光扫描仪被广泛应用的同时还存在一定的局限性,比如仪器的价格偏高,应用于树木扫描时树冠间有相互遮挡等,这都限制了扫描仪在林业方面的应用。但是随着社会的发展,科学技术的进步,相信不久的将来三维激光扫描仪会被大众所接受,同时也希望这次三维激光扫描仪的运用能为林业工作者在以后的林业调查中提供一些新的思路。

(本专栏由徕卡测量系统和本刊编辑部共同主办)