

基于地面 LiDAR 的极坐标转换和自适应噪声去除的 DBH 估测方法*

林磊¹ 惠振阳¹

(1. 东华理工大学测绘与空间信息工程学院 南昌 330013)

摘要:【目的】胸径 (DBH) 是指树木主干离地表面胸高处的直径, 是立木测定最基础的参数之一, 是进行森林清查不可或缺的重要环节。它还可以用于估计各种其他树木指标, 例如树高、木材体积和树叶面积, 同时胸径也是许多应用于地上生物量 (AGB) 估计的异速生长模型中的关键参数。近年来, 随着激光扫描技术的快速发展, 激光雷达 (LiDAR) 技术在林业领域的应用越来越广泛。特别是地面 LiDAR, 凭借自身效率高和高精度的优点成为监测森林资源的重要手段。然而, 通过地面 LiDAR 获取森林点云信息经常会出现含有噪声点或者部分树干点云数据缺失的情况, 这导致利用地面 LiDAR 点云准确估算树木胸径仍然是一项具有挑战性的任务。因此, 进行高精度的、高自动化程度的 DBH 提取方法研究具有重要的现实意义和生产应用价值。【方法】针对复杂情况下地面 LiDAR 难以获取高精度 DBH 的难点, 本文提出了一种基于极坐标转换和自适应噪声去除的 DBH 估测方法。该方法将单树胸高位置点云切片的投影点从笛卡尔坐标系转换到极坐标系下, 利用自适应阈值去除噪声点来实现鲁棒和准确的胸径估测, 主要包括五个步骤, 首先, 通过对点云切片在笛卡尔坐标系下的投影点构建凸包并进行栅格化来检测初始圆心。然后, 以初始圆心为极点将投影点从笛卡尔坐标系转换到极坐标系下。接下来, 根据极径差的分布将噪声分为低位噪声和高位噪声。然后, 使用自适应阈值和移动最小二乘算法去除这些噪声。最后, 通过计算极坐标系中弧长的定积分来估算胸径。【结果】本文采用了 2 个地面 LiDAR 森林点云公开数据集中的 140 棵单树进行 DBH 估测实验分析, 这些单树来自于 15 个不同地块, 每个地块的森林环境复杂度不同。实验结果表明, 本文方法针对这 140 棵单树均能获得良好的 DBH 估测结果。【结论】本文方法获取的 DBH 估计值的决定系数为 0.984, 表明估计的胸径值和参考胸径值之间非常接近。与其他六种胸径估测方法相比, 无论是偏差、相对偏差、均方根误差或者相对均方根误差, 所提出的方法始终优于它们。为了进一步检验所提出方法的鲁棒性, 本文对存在大量噪声、点云缺失严重和树干截面形状不规则几种情况的单树进行测试, 本文提出的方法能够有效抵抗极端情况的影响, 成功地实现了准确的胸径估测并且明显优于其他三种方法。这些结果证实了所提出的方法在 DBH 估测中表现出卓越的有效性和鲁棒性。

关键词: 胸径; 地面激光雷达; 极坐标变换; 噪声; 点云切片