

四足歩行ロボットを用いた果樹葉数推定のための点群収集システムの改善と小型化

1250303 金川 幸太 【画像情報工学研究室】

1 はじめに

果実栽培では剪定や収穫といった労働量の多さや、高齢化による農家と栽培面積の減少傾向などが課題として挙げられる。そのため継続的かつ安定した栽培を行うには栽培の効率化が求められ、実現には葉数と果実の比である葉果比を維持する必要がある。この葉果比を調査するにあたり、手作業では膨大な時間を有し管理も困難である。そのため、先行研究では3次元情報を持つLiDARにより樹木の点群データを取得し、葉数推定モデル算出手法を提案した [1]。点群取得には歩行型LiDARを用いていたが、四足歩行型ロボットを用いることで点群取得の自動化を提案した [2]。しかし、搭載LiDARは垂直視野30度と狭くロボットを前後左右に約25度傾けても、歩行型LiDARよりも樹木上側部分の点群収集が十分に行えていなかった。本研究ではこの課題に対し、より視野の広いLivox社のMid-360を用いて点群収集を試みた。従来のLiDARと比較し、点群収集に改善があるのかを調査し新たな点群収集システムの改善手法を提案する。また、JETSON ORIN NANOで点群収集システムの小型化を実装する。

2 実験手法

本研究では、改善システムと既存システムの各LiDARで取得した樹木点群を比較し評価する。

2.1 使用機材

既存システムでは、velodyne社のVLP-16をロボット背面部分に設置し、ラップトップPC(PC)でロボットと無線通信し点群の収集を行った。改善システムのMid-360の設置方法は、レーダー上に同乗させる通信用のPCが映らないよう高さ約23.6cmの位置に設置した。点群収集はMid-360と有線接続したPC上で行う。

本研究で使用する各LiDARの垂直視野角は、既存システムでは30度、改善システムでは59度となっており、その差が29度となっているため、改善システムの方がより樹木上側を見られると考える。

3 結果

各システムで取得した樹木点群の結果を図1に示す。このとき樹木点群について、(a)の既存システムでは取得点群をOpen3D multiscale ICPによって結合させ作成、(b)の改善システムではFAST-LIO2[3]を用いてリアルタイムに作成した。また、比較対象樹木は撮影地である高知工科大学内の桜並木のどちらのシステムでも良く点群化できている樹木を対象とした。この図1の結果から、(b)の樹木点群が(a)の樹木点群よりも樹木

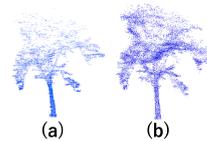


図1: 樹木点群: (a) 既存システム、(b) 改善システム

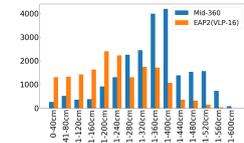


図2: 点群化した樹木の40cm間隔ごとの点群数

上側の点群数が多いことが分かる。さらに、図2から、樹木上側につれて改善システムの方がより点群数が多く取得できていることが分かる。

4 課題と今後の展望

4.1 改善システム運用時の課題

この改善システムを実際に農地で運用した際、農地を一周するまでに、FAST-LIO2の環境地図作成が失敗してしまう結果となったため、農地面積の1/3毎に点群収集しOpen3D multiscale ICPで結合させ農地全体を点群化する必要があった。また、システム運用にはPCを同乗させるため、Spot背面部分に要求される必要面積が大きいという課題もあった。そのため、PCではなくJETSON ORIN NANOを用いることで、システムの小型化を図った。このとき、環境地図作成システムをdockerで運用することで、容易に実装可能となった。

4.2 今後の展望

改善システムで得られた点群データを用いて葉数推定を行い、自動化で推定にどれほどの差があるのかを検証していきたい。また、小型化に使用したJETSON ORIN NANOによって、FAST-LIO2の長時間運用の安定性が改善されるかの検証もしていきたい。

5 まとめ

本研究では、自動葉数推定のための点群収集システムで課題であった、樹木上側点群の改善案としてMid-360の利用を提案した。既存システムと比較し樹木上側の点群数が増加したことから、視野の改善が確認された。課題として、PCの設置面積の要求と、FAST-LIO2の長時間運用の安定性があった。また、JETSON ORIN NANOを用いることで小型化を実装した。今後の展望として、自動化での葉数推定精度比較、FAST-LIO2の安定性向上の検証をしていきたい。

参考文献

- [1] 末廣いのりら: "歩行型LiDARデータを用いた主成分分析回帰(PCR)による葉数推定法の検討", DIA2022, IS4-7, (2022).
- [2] 森田智子ら: "Spotを用いたゆず果樹葉数推定のための点群収集システム", 情報処理学会第86回全国大会, 1T-06, (2024).
- [3] Wei Xu et al.: FAST-LIO2: Fast Direct LiDAR-inertial Odometry, IEEE TRANSACTIONS ON ROBOTICS VOL.38 NO.4 AUGUST 2022, pp.1-17, 2021.