

3D LiDAR SLAM 技術による剪定期のモモ樹の 3次元モデリング及び精度検証

SATテクノロジー・ショーケース2025

■ はじめに

果樹園における樹の3次元形状を測定する方法として、無人航空機(UAV)を利用した空撮による3次元モデル作成法(UAV-SfM)が一般的です。しかし、この手法では細い枝を可視化できず、3次元モデルを構築するまでに時間がかかるという課題があります。また、一般農家にとっては無人航空機の操作が負担となる場合も少なくありません。一方で、非破壊の3次元測定技術である3D LiDAR SLAMは、周囲環境の3次元形状データを迅速に取得できる可能性を持っていますが、これまで複雑な形状を持つ果樹への適用が検証されていないのが現状です。特に枝の剪定期において、果樹全体の樹勢から細かい枝までの正確なモデリング手法が求められています。

■ 活動内容

本研究は、3D LiDAR SLAM を用いて果樹の詳細な3次元データを効率的に構築し、剪定量を高精度で推定するシステムの開発を目指している。

1. モモ樹園での樹形3Dモデル構築

本研究では、開心自然型の樹形のモモ樹園を対象として、Velodyne社の16線のレーザーセンサー、制御装置、電源を高さ180cmのバックパック(図1)に搭載し、平均0.8 m/sの速度で歩行しながら3Dデータを収集し、SLAM技術によりリアルタイムで3Dモデルを構築します(図2)。

従来の空撮技術であるUAV-SfMが数時間を要するのに対し、データ取得の効率が大幅に向上します。さらに、最も細い枝の直径は3 cmまで検出可能で、枝の太さや密度といった樹体構造の詳細を短時間で取得できるため、剪定作業の効率化が大いに期待されます。

2. 点群の空間密度による太い枝の検出技術

取得した3D点群モデルから、地面や人工物の点を除去した後、各点の半径10cm空間内の総点数を計算し、点群の空間密度データを作成します。その後、統計的手法を用いて、異なる空間密度を持つ点を分類します。この際、平均値に1つの標準偏差を加えた値を閾値として設定し、太い枝と細い枝を明確に区別します(図3)。太い枝(直径10cm以上)の点の空間密度は高く、修剪が必要な細い枝の点の空間密度は低いため、この方法によって迅速に枝を分類することができます。

3. 剪定量の精度検証

冬季剪定前と剪定後の状態をそれぞれ測定しました(図4)。さらに剪定した枝条の乾物重も測定し、剪定の効果を評価しました。得られた剪定量データと実測値を比較した

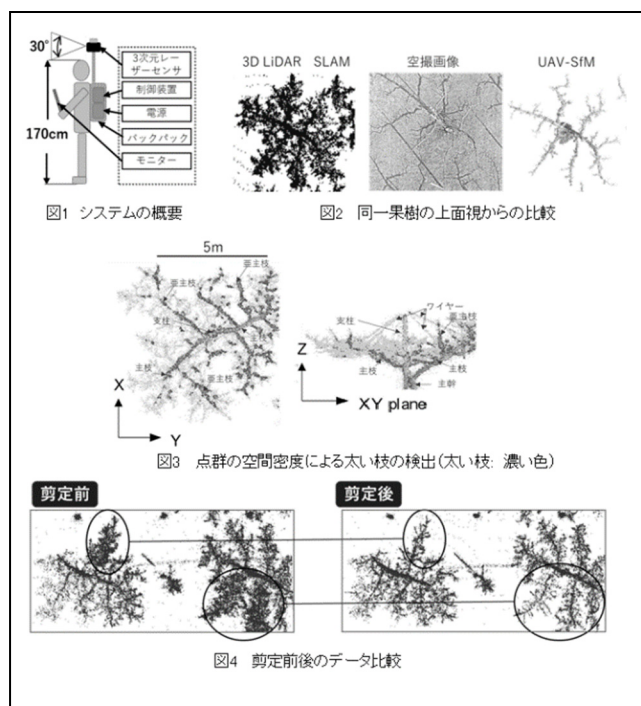
ところ、3D LiDAR SLAMを用いることで実測値と9%以内の誤差で剪定量を推定できることが明らかとなりました。特に、歩行速度が遅いほど剪定後の枝密度の変化を精密に検出できることが確認され、剪定の効率化や適正化への利用も期待されます。

4. 今後の展望

3D LiDAR SLAMを利用して作成した3次元データは、経験豊富な農業者による遠隔指導への利用が期待されます。また、定期的な測定により蓄積されたデータは、果樹のストレスおよび栄養状態の数値化や果樹の成長モデル作成などへの利用が期待です。さらに、剪定などにおいて果樹園の最適な管理を助言するアプリの開発への利用が期待されます。今後は、リンゴ、柿、ミカン、ナシ等の果樹に本技術の適用を拡大し、果樹の3次元形状データを利用した生育管理の研究を行う予定です。

■ 特許関係

特開 2024-43489 樹木の器官抽出方法、情報処理装置及びプログラム



代表発表者 鄧 博慶(とう はくけい)
所 属 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構基盤技術研究本部 農業ロボティクス研究センター施設ロボティクスユニット
問合せ先 〒105-0003 東京都港区西新橋 2-14-1
興和西新橋ビルB棟5F
TEL:090-1656-2437

■キーワード: (1) 3D LiDAR, SLAM
(2) 点群モデル, 3次元モデル
(3) 果樹、剪定、樹勢