

# 四足歩行ロボットと小型ドローンの協調による樹体の多視点撮影システムの構築

石田 卓大 【 画像情報工学研究室 】

## 1 はじめに

果樹の安定生産や収量予測を実現するためには、栽培されている樹木の果実数等を正確に計測することが不可欠である。この計測手法として、複数視点画像をもとにした3次元モデルの構築が有効であるが、高精度なモデル生成には樹木を異なる高さや方位から網羅的に撮影しなければならない。こうした作業は人手では負担が大きいため、撮影の自動化が求められている。本研究では、四足歩行ロボット Lite3 と小型ドローン Tello が協調して巡回・撮影を行う自動化システムの実現を最終目標としている。本稿ではその要素技術として、GPS 非搭載の Tello を地上カメラ映像のみで制御するための画像処理アルゴリズムを扱う。外部カメラによる誘導には機体の向き情報が不可欠だが、先行研究の姿勢推定は機体の移動を前提としており、方位不明な状態での移動は樹木への衝突リスクが高く、離陸可能な初期位置が制約されてしまうという課題があった [1]。そこで本稿では、外部カメラ画像による制御を実現するために、機体の幾何学的非対称性に基づく静止時姿勢推定手法を提案する。

## 2 提案手法

本研究では、YOLOv8n-OBB と射影変換を用いた静止時姿勢推定手法の構築を行った。この際、Tello が幾何学的に前後非対称な形状を有することに着目し、単一の静止画像からでも前後方向を判別可能とした。具体的には、Web カメラ映像から取得した回転矩形 (OBB) の頂点座標をもとに射影変換を行うことで真上視点の正規化画像を生成した [2]。姿勢の決定には、生成した画像とテンプレート画像の SSD (差の二乗和) を比較し、値が最小となる候補角度を採用する手法をとった。また制御の際には、この推定結果を用いて画像中心と機体重心の偏差に基づく速度指令を生成し、OBB 面積比を距離指標とした着陸動作への移行を実装することで、実機における有効性を検証した。

## 3 実験

地上 Web カメラ視野内の四隅と中央の5位置で機体を45度刻みで回転させ、静止状態での推定結果を評価した (図1)。視野中央は全角度で高成功率だった一方、右上・右下の0度で0%、45度で60%まで低下した。外部カメラ画像に基づく制御の実機検証で、位置合わせと着陸移行の有効性を確認した。また、図2に示す2枚の画像とテンプレート画像の SSD 差分から、識別に寄与する領域が確認された。

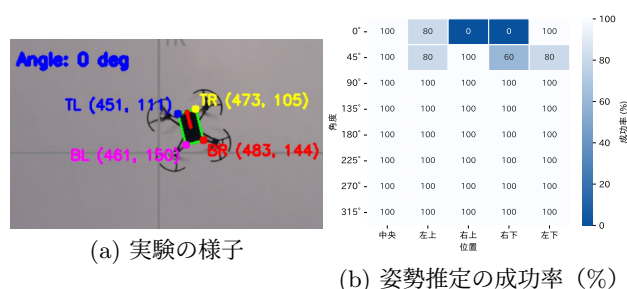


図1 実験の様子 (左) と姿勢推定の成功率 (右)

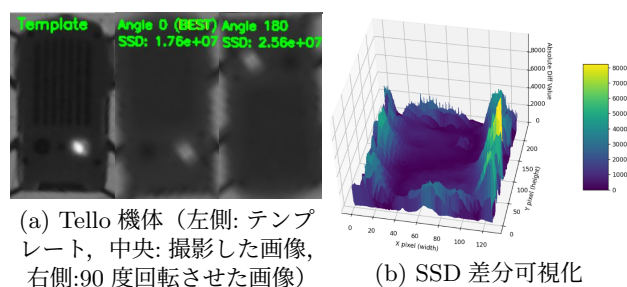


図2 Tello 機体下面の画像 (左) と SSD 差分可視化 (右)

## 4 まとめ

本研究は、YOLOv8n-OBB と射影変換、SSD 比較を組み合わせた静止時姿勢推定を提案し、初期動作が必要であった先行研究の課題を解決した。また、実機検証により、姿勢推定結果を用いた画像中心への位置合わせから着陸移行までの一連の動作の有効性を実証した。さらに、SSD 差分の可視化により、機体前後の形状差やアーム付け根の長さ差の周辺で SSD 値の差が大きく、これらが識別に寄与していることが確認された。一方、視野端での精度低下は、斜め視点による隠蔽や射影歪みにより形状差が弱まるためと考えられる。今後は視野端や逆光条件での精度低下に対し、カメラ配置の最適化と学習データ拡充によりロバスト性の向上を図る。

## 参考文献

- [1] 樋口ら, “リアルタイム画像処理による地上視点からのドローン制御”, 電気・電子・情報関係学会四国支部連合大会, 13-27, p.120, 2025.
- [2] R. Hartley and A. Zisserman, *Multiple View Geometry in Computer Vision*, 2nd ed., Cambridge University Press, 2004.