

カメラと2次元レーザセンサを搭載した手持ち装置による 動的物体の3次元復元

伊藤駿[†] 吉田武史[†] 鷲見和彦[†]
青山学院大学[†]

1 はじめに

近年、3次元再構成に関する研究が盛んにおこなわれている。3次元形状再構成の手法として動画像からカメラの自己位置を推定し3次元形状の復元を行う Structure from Motion (SfM) やレーザレンジセンサ、単眼カメラ、ステレオカメラ、エンコーダなどを用いてセンサの自己位置推定と環境地図構築を同時に行う Simltaneous Localization and Mapping (SLAM) が挙げられる。どちらの手法も動きのある物体は歪んだデータとなってしまう、正確に3次元再構成を行うのは難しい。現在農業分野において Information and Communication Technology (ICT) を用いて効率的な農業を行うスマート農業が注目をされており、画像処理による生育情報の取得を行う研究 [1] が存在する。そこで本研究では、そういった農業分野への応用を想定し、静的環境を対象とした SALM を拡張し、葉が茂り風で揺れる様な複雑な環境下における植物の3次元再構成を行う。

2 提案手法

提案手法の処理の流れを図1に示す。従来の SLAM

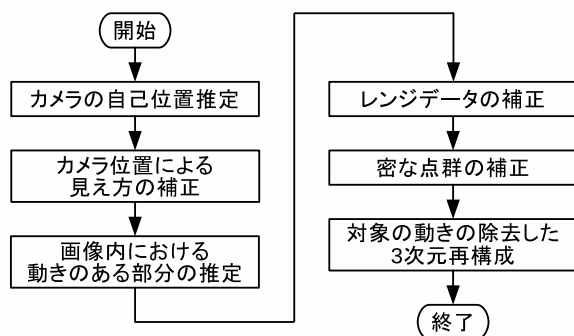


図1 提案手法のフローチャート

[2]と同様に画像間でマッチングからカメラの移動量を推定を行う。カメラ移動量の推定はレーザレンジセンサの距離値と特徴点マッチングを用いた3点アルゴリズムを用いる。この時マッチングの特徴点には KLT [3]を用いる。逐次カメラの移動量を推定し、レーザレンジセンサのデータをプロットしていき点群を生成することで3次元再構成を行うが、対象が動いている時のデータをそのままプロットすると歪んでしまう。そこで画像間から対象の動いている部分を探し出し、動いていない場合のデータを推定し補正することで揺れる物体を対象とした3次元再構成を行う。

2.1 動体検知

カメラの移動量推定に用いた特徴量ではカメラ位置や対象の位置の動きによる見え方の差によってはマッチング取れない場合がため、対象の動いている部分ではマッチングを取ることができないそこでホモグラフィ変換を行い画像間での見えの差を無くし、テンプレートマッチングを行うことで対応点探索を行う。片方の画像を複数のパッチに区切り、正規化相互相関マッチングを行う。テンプレートマッチングを行ったパッチ群から類似度の高いものを正対応とし取り扱う。カメラモーションから推定されるマッチングのベクトルとテンプレートマッチングによるマッチングのベクトルが異なる場合は対象の動いている部分とし、レーザレンジセンサのデータ補正を行う。

2.2 レンジデータの補正

レーザレンジセンサデータの補正は推定されたカメラ移動量から次フレームにおけるカメラ座標系に変換し画像座標系に投影する。それにより求めた座標とテンプレートマッチングによる座標の位置の差からレーザレンジセンサのデータの補正を行う。この補正されたレーザレンジセンサのデータをプロットしていくことで動きのある物体を対象とした3次元再構成を実現する。

2.3 密な点群の生成

レーザレンジセンサによるセンシングでは角度分解能の制約により細い物体を検知するのは難しい。そこで次に示す制約を定めることで密な点群を実現する。画像の領域分割を行い、分割された領域内でレーザレンジセン

3D Reconstruction of Dynamic objects Using Laser Sensor and Monocular Camera

[†]Takashi Ito [†]Takeshi Yoshida [†]Kazuhiko Sumi
[†]Aoyama Gakuin University

サの距離値が存在する場合、その領域内の距離値をすべて同じ距離値であるとする。領域分割には容易に過分割にすることが可能な SLIC [4] を用いるこれにより従来手法では1本のレーザスキャンが1画素に対応していたのに対し、1本のレーザスキャンが領域内の画素すべてに対し距離値を持つことになるので点群が増加する。

3 実験

3.1 実験環境

レーザレンジセンサに北陽電機株式会社の URG-04LX-UG01, カメラに Logicool 社の HD Pro Webcam C920r を用いる。室内において観葉植物に送風機で風をあて、揺らした環境で行う。使用した観葉植物を図2、無風状態で3次元再構成した結果を図3に示す。



図2 実験に使用した観葉植物



図3 無風状態における3次元再構成結果

3.2 実験結果及び考察

風で揺れる環境における従来手法と提案手法の3次元再構成の結果と結果を図4, 図5に示す。従来手法と提

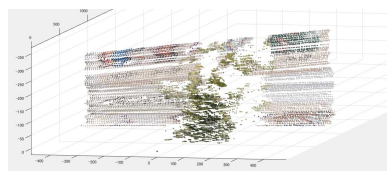


図4 従来手法による3次元再構成結果

案手法に大きな違いは見受けることはできなかった。揺れる幅が植物全体に対して小さかったため違いが顕著に現

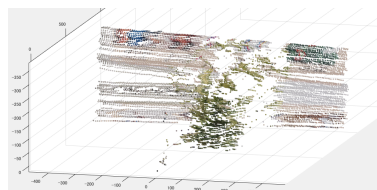


図5 提案手法による3次元再構成結果

れなかったと考えられる。カメラ移動量の推定に KLT を用いた特徴点マッチングを行っているが、植物画像は建造物などより誤対応が多いため移動量推定を誤っている画像間が見受けられる。

図3に示した風で揺れていない植物を従来手法で3次元再構成した結果がやや歪んでいる。これは植物から KLT による局所特徴量があまり取れず、画像間でのマッチングに誤対応が多く出てためであると考えられる..

4 おわりに

本研究では葉が茂り風で揺れる複雑な環境下での3次元再構成を行った。植物は建造物などに比べ特徴量が出ていく、誤対応が多く出てしまったため結果が歪んでしまったと考えられる。また、カメラとレーザレンジセンサの位置の違いにより、レーザレンジセンサの計測点がカメラ画像ではオクルージョンになっている葉の裏側にある場合に画像中との対応が正しく取れず、再構成結果に影響を与えてしまっている。

葉が茂り風で揺れる様な複雑な環境下における植物の3次元再構成を実現するにあたり、まず従来手法の SLAM による植物の3次元再構成を高精度で行う必要がある。カメラ移動量推定に従来手法と同様に KLT による特徴ベースマッチングを用いたが、特徴ベースマッチングと領域ベースマッチングを複合するなどしてより高精度なマッチングを実現する必要がある。

参考文献

- [1] 大西哲. 農作物の生育情報自動観測のための画像センシング手法の開発 -花の検知-. 神戸大学工学部電気電子工学科卒業論文, 2015.
- [2] Y. Bok, et al. Accurate motion estimation and high-precision 3d reconstruction by sensor fusion. In *Robotics and Automation, 2007 IEEE International Conference on*, pp. 4721–4726. IEEE, 2007.
- [3] J. Shi, et al. Good features to track. In *CVPR, 1994. Proceedings CVPR'94., 1994 IEEE Computer Society Conference on*, pp. 593–600. IEEE, 1994.
- [4] R. Achanta, et al. Slic superpixels compared to state-of-the-art superpixel methods. *PAMI, IEEE Transactions on*, Vol. 34, No. 11, pp. 2274–2282, 2012.