

インフラ点検 UAV のための 屋内外シームレス測位と撮影位置補正手法

Indoor-outdoor Seamless Positioning and Image-based Camera Position Rectification for Infrastructure inspection UAV

齋藤一葉 Kazuha Saito¹ 中川雅史 Masafumi Nakagawa² 川崎悠輔 Yusuke Kawasaki³

芝浦工業大学
^{1,2} Shibaura Institute of Technology

計測リサーチコンサルタント
³ Keisoku Research Consultant CO.

1. はじめに

UAVは、様々な視点からのインフラ点検に優位性があり、インフラ点検の自動化を進める目的で橋梁やダムでの利活用が多く試みられている。測量・土木分野で利用される UAV の課題に対して屋内外シームレス測位機能の UAV 搭載、および、多時期画像間のずれを改善するための撮影画角の自動調整機能が求められる。著者らは、GNSS測位環境と非GNSS測位環境においてシームレスに UAV を飛行させることを目的とした RTK-GNSS測位と Visual Odometry を統合する屋内外シームレス測位機能を開発している。本研究では、Visual Odometry で生じる累積誤差を補正する手法と撮影した画像から位置補正量を算出する手法を提案し、移動計測及びデジタルカメラを用いたシミュレーション実験で提案手法を検証する。

2. 手法

本研究における提案手法を図 1 に示す。初期位置において、RTK-GNSS 測位で取得した NMEA データに記述される測位モード種別を利用して、GNSS 測位環境と非 GNSS 測位環境を判定し、Fix 解を取得した地点から移動計測を始め、判定した屋内外空間に合わせて測位モードを切り替える。最後に、原点からの並進ベクトルと回転行列を用いて、RTK-GNSS 測位結果と Visual Odometry の自己位置推定結果のスケールと方位を合わせて NMEA データを再生成する。

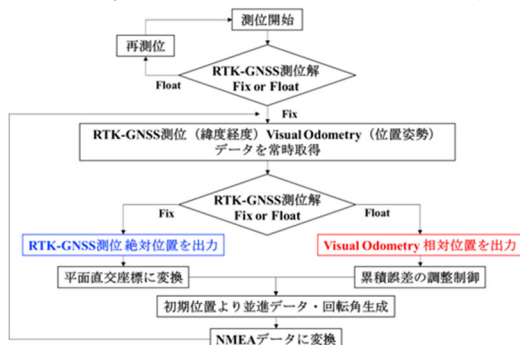


図 1. 提案手法

3. 実験

芝浦工業大学・豊洲校舎 7F 屋上庭園および屋内通路を経路とし、移動計測を行った。RTK-GNSS 測位における基準局と移動局は u-blox 社の ZED-F9P と GNSS アンテナを使用した。移動局には IMU ステレオカメラ (RealSense T265, Intel) を 3 台 (Front, Left, Top) 搭載した。また、画角調整機能を検証するため、移動計測時に手持ちのデジタルカメラでの撮影画像を用いたシミュレーション実験を行った。

提案手法の処理結果より、 $T=64[s]$ の地点以降より、Front カメラでは移動量が小さくなったが、同地点における他 2 台のカメラの測位結果を用いて累積誤差の調整制御を行い、リアルタイムに補正することで、提案手法を用いた補正結果である Rectified data ではシーン間の移動量のふり幅を小さくし、路線長に対する閉合差を小さくできることを確認した (図 2)。

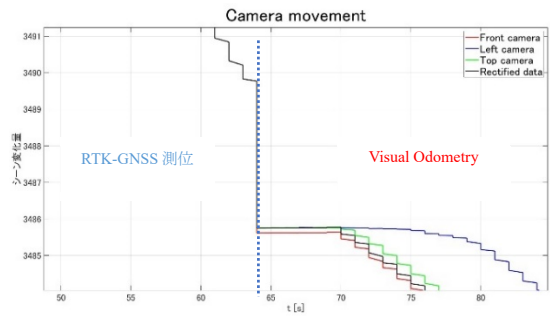


図 2. 自己位置推定でのフレーム間移動量

また、実験経路内の地物を用いて基準画像と対応画像を撮影し、各画像の対応点を重ね合わせて撮影画像の位置を補正できた (図 3)。本実験では、地物正面の撮影画像を用いたため、撮影画角を変えて正面で撮影した基準画像と角度を大きくして撮影した対応画像による同様の処理を行ったが、SURF を用いた特徴点検出を行うため、対象地物の背景の変化によりその特徴の変化量が大きいと、正確に画像の重ね合わせができないことを確認した。

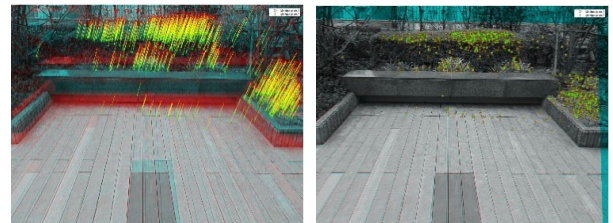


図 3. 撮影画像の位置補正
(左図：対応点検出，右図：画像重畳の調整結果)

4. まとめ

本研究では、Visual Odometry で生じる累積誤差の補正手法と撮影画像から位置補正量の算出手法を提案し、移動計測及びカメラシミュレーション実験で提案手法を検証した。今後の課題として、UAV で撮影した高解像度画像を BIM/CIM データとして活用するシステム開発が挙げられる。