

# GNSS 測位と Visual Odometry による屋内外シームレス測位

## Indoor-Outdoor Seamless Positioning with GNSS and Visual Odometry

蛭田舜也 齋藤一葉 栗田航貴 奥平賢太 菊地泰然 中川雅史  
Shunya Hiruta Kazuha Saito Kouki Kurita Kenta Okudaira Taizen Kikuchi Masafumi Nakagawa

芝浦工業大学  
Shibaura Institute of Technology

### 1. はじめに

近年、橋梁やダムなどのインフラ設備の点検では、安全かつ低コストに行う取り組みとして、UAV の活用が試みられている。既往研究では、オープンスカイ環境における GNSS 測位で支援された UAV の手動操縦や、GNSS 測位ができない橋梁下での UAV の操縦支援や自動操縦に関する手法が提案されており、屋内測位および屋内外シームレス測位として LiDAR やカメラ等を用いた SLAM や Visual Odometry の自己位置推定技術が適用される。これらは相対的な自己位置推定であり、移動量が増えるほどに誤差が累積する課題がある。そのため、橋梁点検向け UAV の開発の一部として、UAV に搭載する屋内外シームレス測位装置の開発を目的とした RTK-GNSS 測位と Visual Odometry の組み合わせに着目する。本研究では、RTK-GNSS 測位と Visual Odometry 間の測位モード切替手法および RTK-GNSS 測位による累積誤差のリアルタイムな補正手法を提案する。

### 2. 手法

本研究における提案手法を図 1 に示す。Visual Odometry の自己位置推定による相対座標値の取得と、RTK-GNSS 測位による絶対座標値を取得する手法を提案する。

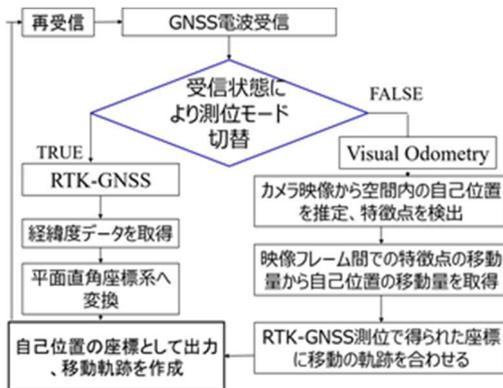


図 1. 提案手法

また、RTK-GNSS 測位と Visual Odometry は並行して常に位置取得する。RTK-GNSS 測位では、屋外空間で自己位置の座標が出力されるため、屋内空間での自己位置推定はカメラによる Visual Odometry を用いる。RTK 測位の FIX 解や FLOAT 解、および、測位不可で屋内外環境を判定し、屋外環境と判定した場合は RTK-GNSS 測位結果を自己位置とする。屋内環境と判定した場合は Visual Odometry の処理結果を自己位置として評価する。

### 3. 実験

豊洲校舎 7F 屋上庭園および屋内通路に、2 種類の計測経路を設定した (図 2)。RTK-GNSS 測位は基準局、移動局

共に u-blox 社の C94-M8P と GNSS アンテナを使用した。毎秒受信される NMEA (GNGGA) メッセージ内から WGS84 系の経緯度、TC 時刻、海拔高度および受信状態を抽出した。屋外環境で基準局との干渉測位が行われており、RTK-GNSS 測位が FIX 解を出力している場合に、測位結果を日本測地系 (TOKYO IX 系) に変換し、(UTC, X, Y, Z) の書式で出力した。また、移動局には IMU ステレオカメラである RealSense T265 (Intel) を搭載し、Visual Odometry で推定した自己位置を (UTC, X, Y, Z) の書式とした。

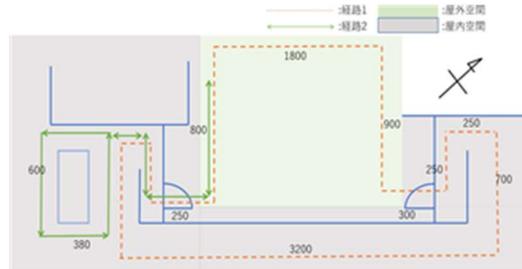
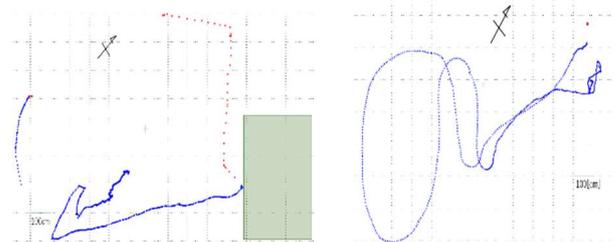


図 2. 計測経路

実験で得られた測位結果を図 3 に示す。経路 1 では屋内空間の計測は約 40 秒、経路 2 では約 100 秒行なった。屋内での Visual Odometry 計測が経路 1 では約 200[cm]、経路 2 では約 650[cm]の誤差が生じた。さらに、経路 1 で屋内計測から屋外へ移動して RTK-GNSS 測位を行った際、FIX 解が出るまでに経路 1 では約 250 秒、経路 2 では約 1000 秒を要した。また、経路 2 では屋外測位から屋内測位へ測位モードが切り替わると、軌跡が出力されない箇所があった。



..... : RTK-GNSS 測位  
..... : Visual Odometry 測位  
■ : 軌跡出力無し区間

図 3. 計測結果 (左: 経路 1, 右: 経路 2)

### 4. まとめ

本研究では、RTK-GNSS 測位と Visual Odometry 間の測位モード切替手法および RTK-GNSS 測位による累積誤差のリアルタイムな補正手法を提案した。RTK-GNSS 測位によって、Visual Odometry の開始地点と終了地点の絶対座標の取得が行えたため、それらを用いて軌跡を修正できることが確認できた。