

# GNSS・モーションカメラ比較による 海上浮揚体の姿勢推定精度の検証

Verification of a system for estimating the attitude of floating objects at sea  
by comparing GNSS and motion cameras

渥美太晴 石橋巧実 椎屋陸 塩澤雅能 小池義和 ラジャバラヌウママヘスワリ  
Taisei Atsumi Takumi Ishibashi Riku Shiiya Masamichi Shiozawa Yoshikazu Koike Uma Maheswari Rajagopalan  
芝浦工業大学  
Shibaura Institute of Technology

## 1. まえがき

今日、海洋のマイクロプラスチック(MPs)が大きな問題となっている。特に 350 $\mu$ m 以下の MPs は生態系に影響を及ぼすことが懸念されている。海洋観測装置で使用されるガラス球を用いた観測装置が検討されており、実験室内で観測手法の有効性が確認されている[1]。しかし、海面の揺動などの影響により、観測機の姿勢が不安定になってしまうことが懸念されるため、MPs の観測精度を向上させるため正確な姿勢情報の取得が必要となる。

現在、観測機の姿勢を慣性航法システム(INS)によって取得することを検討しており、その装置の精度検証をモーションカメラで行った[2]。しかし、モーションカメラは球体マーカからの反射光を用いるため、環境光強度、カメラと観測対象との距離に制限が発生する。

これに対して、センチメートル級測位の実現により複数個の GNSS モジュールから高精度な姿勢推定が可能となることが報告されている[3]。

本報告では INS とモーションカメラ、GNSS で観測機を模した対象の姿勢推定を陸上において行い、慣性センサから得られる姿勢推定精度について検証した。

## 2. INS による姿勢推定

一般的に観測機の姿勢角は慣性センサユニット(IMU)の中のジャイロセンサデータを用いて、オイラー角(roll、pitch、yaw)として推定する。今回作製した姿勢推定装置の処理フローを図1に示す。角速度を使用した姿勢推定を加速度センサと地磁気センサを補助センサとした拡張カルマンフィルタ(EKF)で補正・推定しクォータニオンで導出、その後オイラー角に変換している。

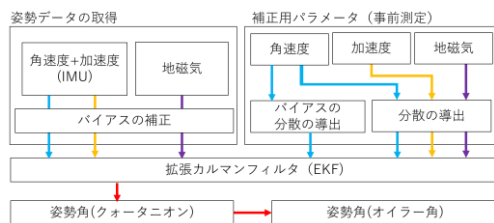


図1 IMUによる姿勢推定フロー

## 3. 装置構成と実験結果

実験環境を図2に示す。検証は海洋観測機を模した実験装置を作製し、陸上で行った。その後、それぞれ姿勢角を比較検証し、測定は豊洲運河の歩道上で行った。姿勢推定装置はマイクロコントローラ (NUCLEO-F767ZI・STMicro-

electronics)を使用し、センサはIMU (MG354-PD・EPSON)と地磁気センサ (MTi-3・Xsens)で構成した。また真値検証用としてモーションカメラ (V120:trio、OptiTrack)と GNSS モジュール (F9P、Ublox)3 台使用している。1時間の慣性センサと約2分間のモーションカメラ、同じく2分間の GNSS モジュールデータから得られるそれぞれの姿勢角に対して、相関計算、及び差分をとることにより精度検証を行った。

表1に結果を示す。例えば、Camera-GNSS はモーションキャプチャ、GNSS の間の相関係数と最大誤差を示している。ロール角を除いて相関係数が 0.99 を超えており、3つの手法のいずれでも正しく姿勢推定が可能となることが確認できる。ロール角がほかの軸に比べ相関係数が低くなっており、基線が短いためと考えられる。モーションカメラは制約が多いことから、今後、水中での観測機の姿勢推定精度を評価するために GNSS による精度検証が期待できることと考えられる。

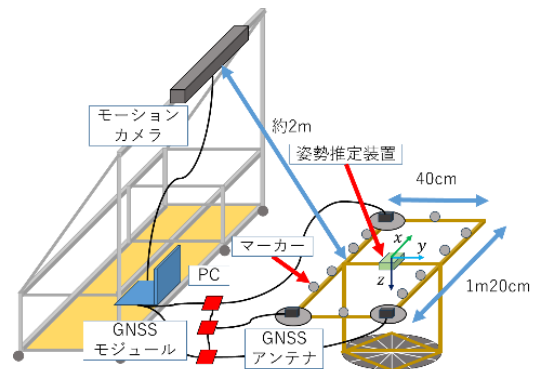


図2 装置構成

表1 相関係数、及び最大誤差

相関係数 (再度誤差)	ロール	ピッチ	ヨー
Camera+INS	0.88 (9.96°)	0.98 (7.04°)	0.99 (7.25°)
GNSS+INS	0.92 (10.1°)	0.99 (3.65°)	0.99 (6.27°)
Camera+GNSS	0.88 (11.9°)	0.99 (6.86°)	0.99 (3.80°)

### 参考文献

- [1] Daiki Endo *et al*, Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management, Volume16, 2021.
- [2] 渥美他, 電子情報通信学会ソサエティ大会, B-2-10, 2023.
- [3] 太田他, 情報処理学会全国大会講演論文集, vol 79, no. 3V-02, pp 1-2, March 2017.