マルチ IMU による海洋観測装置の慣性情報の高精度取得

Multi-IMU Precision Inertial Sensing for Ocean Observation Devices

宇田川大輝　石橋巧実　塩澤雅能　椎屋陸　伊藤芳樹　小池義和　ラジャパランウママヘスワリ
Taiki UDAGAWA　Takumi ISHIBASHI　Masamichi SHIOZAWA　Riku SHIYA　Yoshiki ITO　Yoshikazu KOIKE
Uma Maheswari Rajagopalan

芝浦工業大学　Shibaura Institute of Technology

１．研究背景と目的

現在、海洋中に存在するマイクロプラスチック(MPs)の分布を観測する手法の確立が求められている。推進機構を持たないガラス球を用いたフリーフォール型観測装置による MPs の観測が試みられており[1]、MPs の分布をより高精度にするためには装置の姿勢と位置を推定する必要がある。水中では GNSS が使用できないため、慣性航法システム(INS)を用いて推定することが一般的であり、既に観測装置に INS を搭載して姿勢推定が行われている。[2]一般に複数の慣性センサ(IMU)を統合したマルチ IMU はシングル IMU と比較してセンサ誤差が減少するため[3]、マルチ IMU を使用することで推定誤差の低減が見込まれる。

本報告ではシングル IMU とマルチ IMU を、水面に浮揚させたガラス球構成の観測装置に搭載し、観測球の姿勢推定を行った。得られた推定結果を比較して、センサの性能差が推定結果に与える影響について考察した。

２．実験構成と使用機器

(1)静置実験

ジャイロセンサの性能は一般にアラン分散を用いて比較される。芝浦工業大学免震層にて静置実験を行い、アラン分散を適用してセンサ同士の比較を行う。使用する IMU はシングルが M-G354PD(Seiko Epson 社製)、マルチが Spresense IMU(Sony Semiconductor Solutions 社製)である。

(2)観測装置を用いた実験

豊洲運河(芝浦工業大学裏)にてガラス球を用いた観測装置に INS を封入し、実験を行った。IMU データと地磁気センサデータを拡張カルマンフィルタ(EKF)に与えてオイラー角を推定する。図１に使用するガラス球を用いた観測装置の構成と寸法を示す。

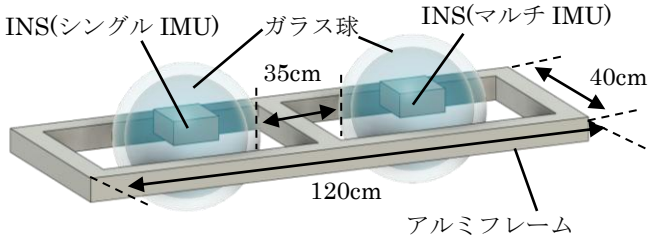

図１　使用した海洋観測装置の構成と寸法

３．実験結果と考察

静置実験で得られたアラン分散を図２に示す。ジャイロセンサは 10^{-2}[deg/s]程度マルチ IMU のほうがジャイロセンサ誤差の低減が確認できる。

豊洲運河上で得られた結果を図３に示す。ロール角は約 10[deg]、ピッチ角は 10～20[deg]、ヨー角は 30[deg]程ずれがある。これは、図３に示すように同時にシングル IMU とマルチ IMU を設置しているが、機体内での設置位置が異なるためと考えている。

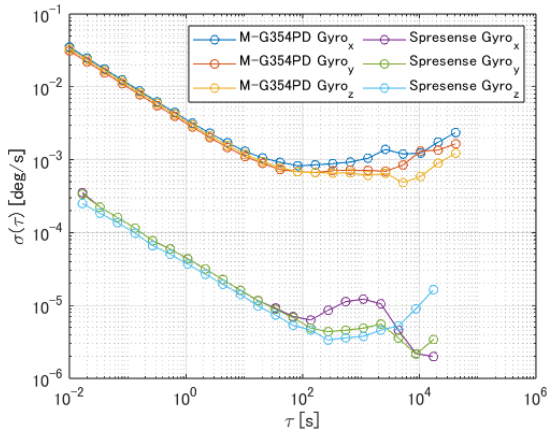

図２　ジャイロセンサのアラン分散

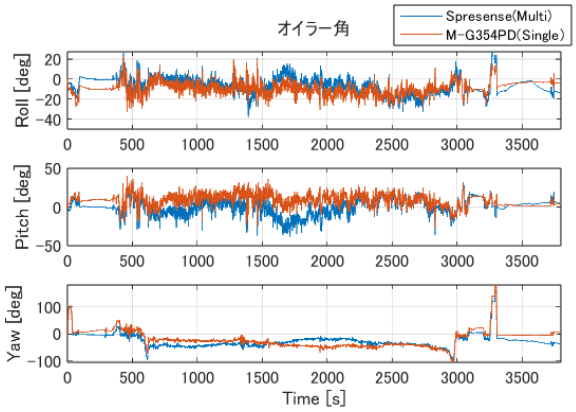

図３　シングル IMU とマルチ IMU の推定姿勢角の比較

４．今後の展望

今回の実験で海洋観測装置にマルチ IMU を用いた INS を搭載して姿勢推定を行い、推定制度向上の可能性を示した。今後、モーションキャプチャや GNSS による姿勢推定結果と比較し、姿勢推定の精度検証を行っていく。また、GNSS の測位情報と IMU データを統合し、観測機の位置推定を試みる。

〈参考文献〉

[1] Daiki Endo et al., Monitoring & Management Vol. 16, 2021, 100587

[2] 渥美太晴他, IEICE ソサエティ大会, B-2-10, 2023

[3] Hiroyuki Kamata et al., IEEE International Symposium on Inertial Sensors and Systems (INERTIAL), 2020