

# GNSS と IMU センサによる小型船舶の姿勢推定

水谷伝、小森健史、久保信明（東京海洋大学）

中川雅史（芝浦工業大学）

[t201051@edu.kaiyodai.ac.jp](mailto:t201051@edu.kaiyodai.ac.jp)

## 1. はじめに

本研究室では、東京海洋大学の清水悦郎先生の研究室、芝浦工大の中川雅史先生の研究室と合同で小型船舶を利用した実験を東京湾及び河川で複数回実施してきた。本研究室の役割の 1 つは GNSS コンパスと IMU を利用して小型船舶の姿勢を推定することであり、本発表で、姿勢推定方法と実際の実験結果を紹介する。

## 2. GNSS コンパスについて

電池推進船「らいちょう I」の左舷後方、左舷前方、右舷後方に GNSS アンテナを設置し、左舷後方のアンテナを基準局に左舷前方、右舷後方を移動局として GNSS コンパスとして計算する。それぞれの基線長、z 方向の距離から三角比を用いてロール角とピッチ角を計算した。ヨー角については GNSS コンパスから得られた方位を使用する。

## 3. IMU センサについて

角速度センサは姿勢の動的な傾向を細かく捉えるが、誤差が蓄積するため時間と共に真の値から離れていく。加速度センサは誤差の蓄積はないが精度があまりよくないことが知られている。

## 4. 両者の統合方法について

### 4.1. Yaw 角について

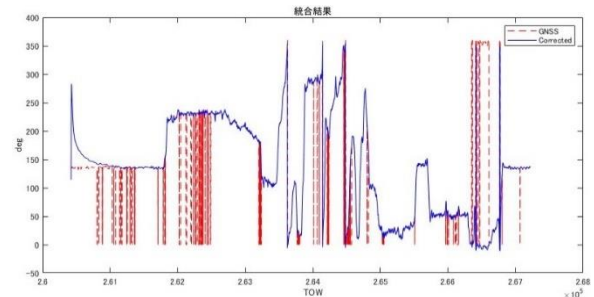
GNSS コンパスから得られた方位と初期値を与えた IMU 角速度センサから得た角速度を、相補フィルタを用いて統合した。GNSS コンパスの FIX 解による方位が出力されないときは、IMU データで方位を推定した。通常はカルマンフィルタを用いて IMU データと GNSS コンパスを統合し、ノイズや不確実性を考慮し方位とバイアスを推定し統合した。

### 4.2. Roll 角、Pitch 角について

加速度、角速度センサのそれぞれの欠点を打ち消し合うよう、加速度、角速度からそれぞれ計算されたオイラー角( $\varphi$ ,  $\theta$ ,  $\psi$ )を四次数の形式に変換する。設定されたプロセスノイズと観測ノイズの共分散行列  $Q$  及び  $R$  からカルマンフィルタを設計した。カルマンフィルタから推定された四次数を使用し、オイラー角に変換し精度の高い値を推定した。

## 5. 実験概要と結果

「らいちょう I」に IMU センサ CSM-MG100(以下 IMU)を船首中央に設置し計測し、計算処理には MATLAB を使用した。結果はここでは方位だけにし、発表でロールとピッチの詳細を示す。



## 6. 結論

小型船舶を利用した実験において、GNSS コンパスと IMU センサを統合し姿勢結果を出力することができた。また統合による精度向上を確認することができた。これら姿勢結果は、Lidar やカメラによる 3D 地図に寄与すると考えている。

## 7. 参考文献

/1/Phil Kin、Kalman Filter for Beginners: With MATLAB

/2/足立修一、丸田一郎、カルマンフィルタの基礎