

IMUによる小型船舶の姿勢推定

IMU-based attitude estimation of small vessel

小松大生¹ 久保信明¹ 清水悦郎¹ 中川雅史²

Hiroo Komatsu Nobuaki Kubo Etsuro Shimizu Masafumi Nakagawa

東京海洋大学¹ 芝浦工業大学²

Tokyo University of Marine Science and Technology Shibaura Institute of Technology

1. 背景と目的

小型船舶の位置推定や動揺補正を行うにあたり、姿勢を正確に推定することは非常に重要である。また Lidar やソナーを利用した 3D 計測を行う際にも、船体の正確な姿勢は極めて重要である。GNSS アンテナを複数設置することで移動体の姿勢推定を正確に行うことは可能だが、橋梁下やトンネル内等のような GNSS 測位を安定して行うことができない環境では、正確な推定が困難となる。

今回は、MEMS IMU による移動体の姿勢推定手法の提案と精度の検証を行う。GNSS と IMU を組み合わせることにより、どのような環境においても途切れなくできるかぎり正確に姿勢を求めることを目標とする。

2. 姿勢推定方法

姿勢表現法にはオイラー角や回転行列、クォータニオン等が知られているが、今回はオイラー角を取り扱う。オイラー角とは、x, y, z 軸のうち 1 本の軸を中心とした回転を 3 回繰り返すことにより姿勢角を表現する手法であり、3 軸の角度はそれぞれ roll, pitch, heading に対応している。

IMU からは角速度と加速度を取得できるが、それぞれから移動体の姿勢を推定することが可能である。それら 2 つの姿勢を統合し、互いの欠点を補い合ったものを IMU による姿勢推定結果とする。

角速度から姿勢を推定するには、まず出力された角速度をローカル座標系から世界座標系に変換する必要がある。変換後、3 軸の角速度をそれぞれ積分することで、roll, pitch, heading が求まる。この手法では、短時間では精度が良い一方、時間経過により誤差が蓄積する。

加速度から姿勢を推定するには、重力加速度を利用する。停止中または等速直線運動中という条件の下、roll, pitch を求めることができる。この手法では、誤差の蓄積がない一方、細かい姿勢の変動を捉えることができない。

3. 実験概要と評価方法

2021 年 12 月 22 日、東京海洋大学所有の交通艇「らいちよう I」を用いて東京海洋大学周辺の運河を航行し、データを取得した。交通艇には、東京航空計器製の IMU 及び u-blox 製の ZED-F9P を 3 つ設置した。IMU データは 50Hz、GNSS データは 5Hz で取得した。

GNSS の 3 つのアンテナの位置関係から roll, pitch, heading を計算し、その値を IMU による姿勢推定精度を評価するための真値とした。そのため、評価を行えるのは信頼できる GNSS データがある区間のみとなる。既存のプログラムに改良を加え、改良後に精度がどれほど向上するか評価を行う。

別途、姿勢変化を意図的に大きくしたデータを取得し、

評価を行うことで、本プログラムによる姿勢推定の有用性の検証を行う。その結果は発表時に示す。

4. 結果と考察

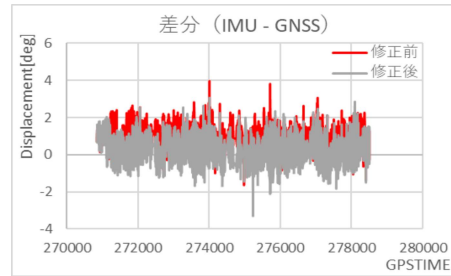


図 1 roll 評価

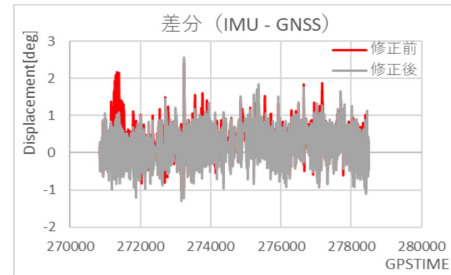


図 2 pitch 評価

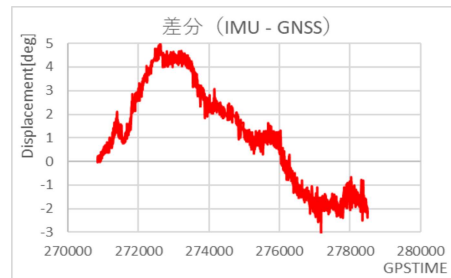


図 3 heading 評価

roll, pitch とともに角速度と加速度それぞれから求めた姿勢の統合により精度が向上したが、既存のプログラムの改良により、精度を向上させることができた。改良前と改良後では、RMS (二乗平均平方根) にして、roll は約 0.43[deg]、pitch は約 0.09[deg]の向上が見られた。heading は加速度により推定することができないため、角速度のみにより推定した値であり途中 GNSS による補正は行っていない素の結果である。本研究は文部科学省の令和 3 年度宇宙航空科学技術推進委託費の支援を受けて実施したものである。