

衛星不可視環境に注目した方位角の高精度化による車両軌跡精度の改善 Improvement of vehicle trajectory accuracy by increasing the accuracy of heading angle focusing on satellite invisible environment

河田一将 安江空 目黒淳一
Kazumasa Kawata Sora Yasue Junichi Meguro

名城大学 理工学研究科メカトロニクス工学専攻
Meijo University, Department of mechatronics Engineering, Faculty of Science and Technology

1. はじめに

近年, GNSS (Global Navigation Satellite System)が発展し, 自動運転や地図生成に活用されている. 特に, RTK-GNSS(Real Time Kinematic Global Navigation Satellite System)は, 衛星測位により cm 級の精度で位置推定を行うことが可能な手法であり, FIX 解は信頼度が高い測位解として用いられている. しかし, GNSS にはトンネルや高架下など, 衛星不可視環境で位置推定ができない問題がある[1]. そのため, IMU(Inertial Measurement Unit)と車輪速を用いて車両軌跡を推定する DR(Dead Reckoning)が衛星不可視環境では適用される場合が多い. しかし, DR にはセンサの累積誤差により, 位置精度が低下してしまう問題がある. そこで, 本研究では FIX 解が得られない衛星不可視区間に注目し, DR 前後の FIX 解の位置情報を拘束条件にすることで, DR 区間の車両軌跡の誤差を補正する手法を提案する.

2. 提案手法

DR 時の軌跡精度低下の原因には, 初期方位角の誤差とジャイロのヨーレイト誤差による方位角性能の低下があげられる. そこで本研究では, DR 前後の FIX 解の位置情報を拘束条件にすることで, DR 区間の方位角を高精度化し軌跡精度を向上させる.

ここで, 式(1)にある初期方位角 h_{init} から t 秒後の方位角 h_t を推定する式を示す. 式(1)において, h_{init} は方位角の初期値, $\Delta\omega_t$ はヨーレイトのオフセット性誤差, ω_{IMU} はジャイロのヨーレイト値である.

$$h_t = h_{init} + \int_0^t (\omega_{IMU_t} + \Delta\omega_t) dt \quad (1)$$

次に, 式(1)で求めた方位角の式から式(2)により軌跡 T_{est} を推定する. ここで, T_{east} は軌跡の東方向座標, T_{north} は北方向座標, V は速度である.

$$T_{est_t} = \begin{pmatrix} T_{east_t} = \int_0^t V_t \cdot \cos(h_t) dt \\ T_{north_t} = \int_0^t V_t \cdot \sin(h_t) dt \end{pmatrix} \quad (2)$$

式(2)では, 速度 V は従来手法[2]で高精度化されているため, 軌跡精度は方位角 h_t に依存すると言える. また式(1)より, 方位角 h_t のパラメータは方位角初期値 h_{init} とヨーレイト誤差 $\Delta\omega_t$ であるから, 軌跡を FIX 解にフィッティングさせることで, 方位角初期値 h_{init} とヨーレイト誤差 $\Delta\omega_t$ を求めることが可能となる. そこで式(3)より, FIX 解の座標 T_{FIX} と DR 軌跡の座標 T_{est} の残差が最小になるような方位角初期値 h_{init} とヨーレイト誤差 $\Delta\omega_t$ を探索することで方位角の高精度化を実施する.

$$(h_{init}, \Delta\omega_t) = \operatorname{argmin} \Sigma(T_{FIX} - T_{est})^2 \quad (3)$$

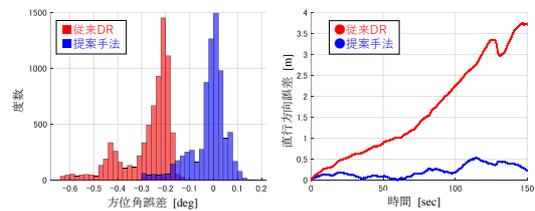
3. 評価試験

評価試験は図 1 に示す評価コースにおいて, 途中 1km で疑似的に衛星を遮断し DR することで実施した. なお, 真値には高精度なセンサとして POSLV220 を使用した.



図 1 評価コース

ここで, 図 2(a)に従来の DR と提案手法による DR による, それぞれの方位角誤差を, 図 2(b)に推定した軌跡の車両直行方向の誤差を示す. 図 2 より, 提案手法による方位角が高精度化は, 軌跡精度向上に有効であることがわかる.



(a) 方位角誤差 (b) 軌跡直行方向誤差
図 2 従来 DR と提案手法の誤差比較

4. まとめ

本研究では, 衛星不可視環境の車両軌跡精度に注目し, FIX 解を利用して方位角を最高精度化することで DR 最中の軌跡精度向上を目指した. 評価試験より, 首都高速において DR 区間を設定し, 提案手法の有効性を確認した.

謝辞

本研究の一部は, 内閣府の「戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)第 2 期/自動運転(システムとサービスの拡張)/自動運転技術(レベル 3,4)に必要な認識技術等に関する研究」において, 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)より委託を受けて実施しました.

参考文献

- [1] Aoki Takanose, Yoshiaki Atsumi, Kanamu Takikawa and Junichi Meguro: "Height Fluctuation Kinematic Positioning Reliability", IONGNSS 2020
- [2] Junichi Meguro, et., al, "Low-cost Lane-level Positioning in Urban Area Using Optimized Long Time Series GNSS and IMU Data", IEEE ITCS, 2018