

GNSS ドップラを活用した横すべり角の考慮による 車両運動推定性能の向上

Vehicle Motion Estimation utilizing Slip Angle based on GNSS Doppler

滝川叶夢 高野瀬碧輝 小川雄貴 目黒淳一
Kanamu Takikawa Aoki Takanose Yuki Ogawa 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

GNSS ドップラを用いることで、高精度な車両の運動推定を行えることが知られている[1]。しかし都市部などの遮蔽物の多い環境では、観測できる衛星数の減少や、マルチパスの影響により、常に高精度な運動推定を行うことはできない問題がある。そこでロバスト性を保つため、IMUなどの車両に搭載される慣性計測装置がよく用いられている。しかしIMUを用いる場合、車両旋回時の横すべり角を考慮する必要がある課題が知られている。そこで本研究では、二輪モデルをベースに横すべり角を推定し、GNSS ドップラと組み合わせることで、ロバストかつ高精度な車両の運動推定を行うことを目指す。

2. 提案手法

本研究では、後輪車軸の横すべり角を扱う。ここで、自動車の二輪モデルにより、後輪車軸における横すべり角 β_r は、式(1)で表される。

$$\beta_r = -\frac{mL_f}{2LK_r} \theta V_b \quad (1)$$

$$K = -\frac{mL_f}{2LK_r} \quad (2)$$

m : 車両質量[kg],

K_r : 後輪コーナリングパワー[N/rad],

V_b : 重心速度[m/s],

L_f : 前輪車軸と車両重心の距離[m],

θ : ヨーレート[rad/s],

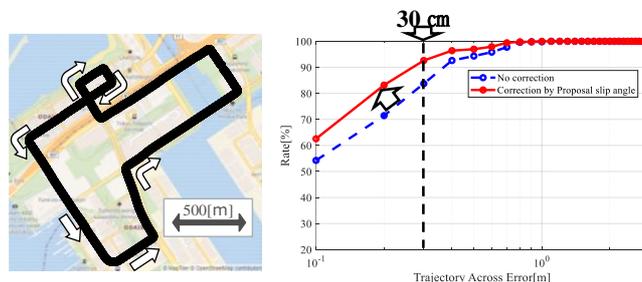
L : 前輪車軸と後輪車軸までの距離[m]

ここで、式(1)において、 θ と V_b 以外は固定のパラメータであるため、式(2)のように一定のゲイン(K)とまとめることができる。また式(1)において、 θV_b はヨーレートと速度の積であり、遠心加速度を意味している。そのため、 β_r は比例定数 K で遠心加速度に比例する関係であることがわかる。

したがって、 K を正確に求めることができれば、横すべり角が推定可能になると言える。しかし、 K に含まれるパラメータは個別に計測・推定することは難しい。一方、従来研究[2]により、車軸の向きは推定可能であり、また車両の進行方向はGNSS ドップラで推定することができる。そこで本研究では、従来研究[2]による車軸の向きとGNSS ドップラによる車両の進行方向との差を、最小二乗法により一次近似を行うことで、この時の一次式の傾きを K とする手法を提案する。

3. 評価試験

評価試験は、東京都のお台場の約5kmで実施した。評価コースを図1a)に示す。GNSS受信機はU-blox社のM8Tを、衛星システム:GPS+BeiDou+Galileo+QZSS、受信周期:5[Hz]で利用した。また、汎用的なMEMS IMUとして、多摩川精機社のTAG264を取得周期50[Hz]で、加速度、角速度のデータを利用した。なお、精度評価のためのリファレンス機材として、Applanix社のPOSLV620を利用した。ここで、10m毎に100m先の横方向の相対位置の評価を行った結果を図1b)に示す。なお、評価では、基点のみをPOSLV620に合わせ、その後はIMUと横すべり角を考慮した軌跡とした。ここで、図1b)の横軸は誤差の距離、縦軸は割合を示すため、左上にあるほど精度が向上していることを示す。図1b)より、精度は向上しており、相対位置の誤差30cm時では、補正前に比べ、10%の精度向上が確認できる。



a) 評価コース b) 相対位置評価

図1 評価コースと評価結果

4. まとめ

本研究では、車両運動推定において問題となる横すべり角の推定を行った。具体的には、二輪モデルに基づき、遠心加速度と横すべり角が比例の関係になることから、そのゲインを、GNSS ドップラを用いて推定する手法を提案した。評価試験では、推定した横すべり角を用いて、相対位置の精度評価をお台場周辺で行い、提案手法の有効性を確認した。

参考文献

- [1] 平野麻衣子他, “GPSと慣性センサを利用した車両姿勢角推定”, 自動車技術会論文集, vol.46,no.2,pp407-412, 2015.
- [2] 水谷俊介他, “GNSSとMEMS IMUによるロバストな車両方位角・ピッチ角の推定”, 測位航法学会, 2018.