

二重差を利用した衛星測位誤差のモデル化による 衛星測位性能の予測の検討

Predicting Satellite Positioning Performance by Modeling Satellite Positioning Errors Using Double Difference

大竹未祐 近藤海斗 藤野智史 目黒淳一
Miyu Otake Kaito Kondo Tomohumi Hujino 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)による測位結果を用いたサービスが普及し、高精度な測位結果が求められている。しかし、都市部環境では複数の経路の電波が合成されたマルチパスにより、測位性能が劣化する問題がある[1]。また、その発生する要因、確率を実測のデータで確認すること一般的に困難とされ、マルチパスとなっている信号の定量化ができていない問題もある。

そこで二重差を利用して擬似距離の誤差を求めることで、反射波や回折波、その合成波による電波伝搬の経路誤差による衛星測位誤差をモデルを行い、環境情報と併せてマルチパスの発生の程度を解析することで、衛星測位性能の予測を可能にすることを旨とする。

2. 提案手法

本研究では、車両運動と基準局を用いた二重差によって測位誤差をモデル化し、三次元地図を用いて環境情報を考慮する。そして、マルチパスの発生の程度を解析し、任意の場所における測位性能の予測を可能にすることを旨とする。

まず、複数の衛星と基準局/移動局の受信機を活用した二重差について説明する。信号には、電波伝搬の経路誤差の他に様々な誤差が含まれている。そこで、衛星/受信機間の距離である擬似距離と、衛星位置/受信機位置から計算した衛星/受信機間の距離を減算する二重差により、他の誤差を消去して信号の誤差を求めることで、経路誤差を抽出して測位誤差をモデル化する。

ここで、式(1)と式(2)に二重差により経路誤差を抽出した信号の誤差の式を示す。

$$\rho_n = L_n + \Delta T_n + \Delta I_n + \delta C_{S,n} + \delta C_{R,n} + \delta \varepsilon_n \quad (1)$$

$$\delta \varepsilon_n - \delta \varepsilon_k = (\rho_n - \rho_k) - (L_n - L_k) \quad (2)$$

L_r, L_b : 基準局と移動局の衛星/受信機間の距離[m]

ρ_r, ρ_b : 移動局と基準局の擬似距離[m]

T : 対流圏誤差[m] I : 電離層誤差[m]

C_S, C_R : 衛星/受信機のクロックバイアス[m]

ε : 電波伝搬の経路誤差[m]

次に、二重差の値と測位誤差に相関があるか確認する。その関係に相関があれば、二重差の値を求めることで測位性能が予測可能になる可能性があることを確認できる。そして、三次元地図を用いて環境情報を考慮し、任意の場所における二重差の値を生成することで測位誤差をモデル化し、測位性能を予測することを旨とする。

3. 二重差による誤差解析結果

提案手法による測位性能の予測可能性を検証するため、図1に示した経路で名城大学内を周回して試験を行った。図2に二重差の値の標準偏差とDGNSS(Differential Global Navigation Satellite System)の測位誤差との相関を示す。このとき、RTK測位によってcm級の測位解が得られたときを緑色、得られなかったときを黄色に色分けした。図2より、FIX解の二重差の値の標準偏差は小さく、FLOAT解の二重差の値の標準偏差は大きい場合が多いため、二重差の値がばらつくほどFIXしにくい傾向にあることがわかった。そのため、二重差により測位誤差をモデル化することで、測位性能を予測可能になる可能性があることを確認できた。



図1 評価試験の経路

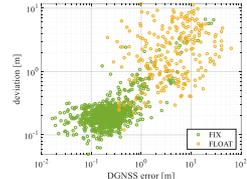


図2 二重差の値の標準偏差と測位誤差の相関

4. まとめ

GNSSによる位置推定では、マルチパスによる測位性能の劣化が問題になっている。そこで、二重差により測位誤差をモデル化し、環境情報と併せてマルチパスの発生の程度を解析し、測位性能を予測可能にすることを旨とする。

本論文では実測のデータを用いて、二重差の値の標準偏差と測位誤差の相関を調査した結果、二重差の値がばらつくほどFIXしない傾向にあることを示した。そのため、二重差により測位誤差をモデル化することで、測位性能が予測可能になる可能性があることを確認できた。今後は、三次元地図を用いて環境情報を考慮し、測位性能を予測可能にすることを旨とする。

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・産業開発総合開発機能(NEDO)より委託を受けて実施しました。

参考文献

- [1] Xiaozhou Ye, et al: "How NLOS Signals affect GNSS relative positioning", IOP Publishing, 2020