

都市部におけるTightly-coupled方式を用いた

GNSS/INS複合航法の測位精度の評価

Evaluation of Positioning Accuracy of GNSS/INS Combined Navigation System Using Tightly-coupled Method in Urban Area

大阪府立大学 博士前期課程1年 秋月勇樹

1. 研究背景・目的

近年、GPS/INS複合航法の技術の発達に伴い、UAV (Unmanned Aerial Vehicle) が盛んに開発されており、一般的に社会でも活用されるようになってきたが、GPS/INS複合航法は、GPSの使用が困難な状況下 (NLOS環境下) において、その測位精度が低下してしまうという欠点が存在する。卒業研究では、LOS衛星とNLOS衛星を取捨選択して利用し、測位精度を評価したが、本研究では、LOS環境、NLOS環境、Multipath環境のそれぞれについて、衛星の信頼性の指標である重みを変更することで測位精度の向上を図った。ここで、重みとは各衛星の観測誤差分散の逆数である。

2. 解析方法

GNSSアンテナとIMUセンサーを台車に乗せて、LOS環境であるグラウンドを歩行しながらデータを計測した。計測した二種類のデータをInertial Explorer (市販ソフトウェア) とNinja (JAXA提供ソフトウェア) の二つのソフトウェアにてTightly-coupled方式で統合し、Inertial Explorerを真値とした際のNinjaの位置誤差を算出した。なお、Ninjaでは重みを変更して統合をしている。重みの算出方法は以下の通りである。一般に、衛星仰角が大きければ擬似距離残差が小さく、衛星仰角が小さければ擬似距離残差が大きくなるので、¹⁾衛星仰角によって、測距精度が変動する。衛星仰角と擬似距離残差の関係をプロットし、その近似曲線を考えることで重みを算出した。

3. 解析結果

Ninjaには元々以下の(1)式のような式で重みづけされていた。

$$W = \frac{1}{\sigma^2} = \left(\frac{\sin(elv)}{0.8} \right)^2 \quad (1)$$

この重みづけの式を以下の四種類の式に変更することを考えた。ただし、 a, b は定数である。

$$W = \left(\frac{elv}{a} \right)^2, \left(\frac{1}{a + b \log(elv)} \right)^2, \left(\frac{\sin(elv)}{a} \right)^2, \left(\frac{1}{\frac{1}{a^{elv}} + \frac{b}{elv}} \right)^2$$

なお、これらの式は重み W が、低仰角ほど小さく、高仰角ほど大きくなるように設定した。

移動体実験に基づいて得られた衛星仰角と測距誤差 σ の関係を以下の図1に示す。また、これらのグラフを利用して(2)の式で重みづけを行った際の位置誤差をまとめたものを、以下の表1-1と表1-2に示す。

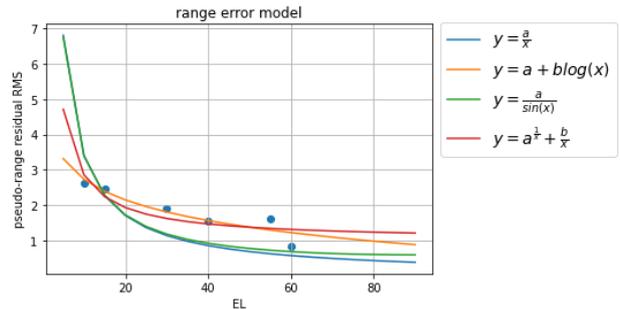


図1 衛星仰角と測距誤差の関係

表1-1 各種重みを用いた場合の測位誤差

	$\left(\frac{\sin(elv)}{0.8} \right)^2$	$\left(\frac{elv}{a} \right)^2$	$\left(\frac{1}{a + b \log(elv)} \right)^2$
H_error (m)	14.25	14.25	14.25
V_error (m)	76.48	76.47	76.48

表1-2 各種重みを用いた場合の測位誤差

	$\left(\frac{\sin(elv)}{a} \right)^2$	$\left(\frac{1}{\frac{1}{a^{elv}} + \frac{b}{elv}} \right)^2$
H_error (m)	14.25	14.25
V_error (m)	76.48	76.48

図1と表1-1, 1-2から、上記の四種類の近似曲線による重みづけの、元々の重みづけの式に対する有意性は確認できなかった。これは、今回の解析において、移動体のデータを使用しているため、データ数が少ないことが原因の一つとして挙げられる。

4. 今後の課題

データ数を多く獲得するために、静止体の実験を行い、上記と同様の解析を行う一方で、NLOS環境、Multipath環境それぞれにおける重みの式の算出する。また、教師データなしの機械学習を用いた信号分類を導入し、重みづけに応用する。

5. 参考文献

- 1) 坂井丈泰 「GPSのための実用プログラミング」 東京電機大学出版局 2008年12月20