

アレーアンテナによるマルチパス誤差低減のためのハードウェアバイアス較正方法の研究

Hardware bias calibration for GNSS multipath mitigation using array antenna

粟井睦 (大阪府立大学)

Mutsumi Awai (Osaka Prefecture University)

1. はじめに

本研究ではGNSS測位の誤差要因の中からマルチパスに着目し、アレーアンテナによるマルチパス誤差低減を目的とする。はじめにアレーアンテナを用いる際に必要となる、アンテナやケーブルなどが固有に持つ遅延誤差(ハードウェアバイアス)の較正の検討を行った。また、アレーアンテナを用いて、反射信号の到来方向とアンテナの指向性の関係を調査し、マルチパス誤差をより低減できる方法について検討した。

アレーアンテナとは複数のアンテナ素子を規則的に配列したアンテナである。この素子間に生じた信号到来時間のズレを利用して、信号の位相を揃えて合成することでアンテナの指向性を制御できる。このビームフォーミング技術により、適切なGNSS信号のみを増幅させ、マルチパス誤差を低減できる。

2. ハードウェアバイアス較正実験

ハードウェアバイアスが存在すると、アンテナの指向性に偏りが生じる。そのため、信号合成前にバイアスを評価し、較正する必要がある。ここでは実験により得た搬送波データの一重差を取ることでバイアスを評価した。また、バイアス導出過程において、素子間距離が既知である必要があるため、2素子を用いた相対測位により素子間の相対距離を求めた。得られたバイアス値には大きな時間変化や衛星ごとの差が見られなかったため、平均した値を較正に利用した。結果として、アンテナの指向性の偏りを較正できたため、このバイアス較正法には一定の効果があると言える。

3. マルチパス誤差低減実験

マルチパス誤差の低減を評価するため、各衛星を対象に、1素子で受信した非合成データと、3素子の信号を各衛星に向けた時の合成データを比較した。図1の結果より合成したデータではマルチパス誤差を低減できていることがわかる。しかし、GPS18,22衛星は50%近く低減しているのに対しGPS8衛星などは低減率が低い。これは、GPS8衛星の反射波の到来方向のゲインが大きく、反射波も強く受信しているためだと推測できる。

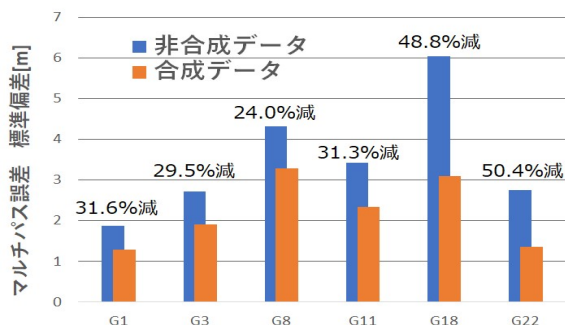


図1 マルチパス誤差の標準偏差の比較

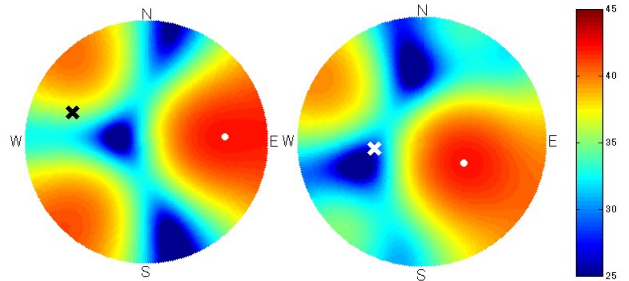


図2 受信強度予想図と反射波の到来方向
左: GPS8、右: GPS22(○: 直接波 ×: 反射波)

そこで、建物に一回反射して届く反射波の到来方向を予測し、アンテナの指向性パターンと比較することでマルチパス誤差との関係を調査した。GPS8,22衛星に指向性を向けた時の受信強度予想図を図2に示す。

図1,2の結果を見比べると、反射波がヌル付近にあるGPS22衛星に関しては低減率がよく、逆にサイドローブの近くに反射信号が来ているGPS8衛星は低減率が小さいことがわかる。

ここで、直接波と反射波の受信強度予想値の差と低減率との関係を数回の実験結果を用いてプロットしたものを図3に示す。図より直接波と反射波の受信強度の差が大きいほど、低減率が大きい傾向にあることがわかる。これは、反射波がメインローブやサイドローブ付近に位置していると、反射波も強く受信してしまい、マルチパス誤差の低減率は低く、反対に反射波がヌル付近にあれば反射波の受信強度が弱く、マルチパス誤差をより低減できるということを示している。

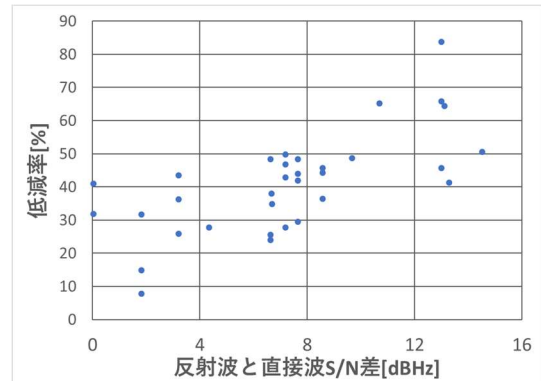


図3 反射波・直接波の受信強度予想値の差と低減率の関係

4. まとめ

ハードウェアバイアス較正については、素子間距離を相対測位による相対距離により求め、計算した全衛星のバイアス値の平均を較正值とした。

また、メインローブに直接波を入れ、さらにヌル付近に反射波が入ることによりマルチパス誤差がより低減するというアレーアンテナの効果を実験より確認した。