

1周波GPS受信機による電離層遅延推定の検討

柏 勇輔 [1]; 後藤 由貴 [1]; 笠原 禎也 [1]
[1] 金沢大

Examination of ionospheric delay estimation by a single-frequency GPS receiver delay estimation

Yusuke Kashiwa[1]; Yoshitaka Goto[1]; Yoshiya Kasahara[1]
[1] Kanazawa Univ.

In this study, we developed a method to estimate GPS-TEC by using a low-cost single-frequency GPS receiver. The GPS-TEC can be derived from the ionospheric delay of the signal. In this method, unknown parameters of observation time, receiver clock error and ionospheric delay are determined to satisfy multiple pseudo-ranges measured in a known location. Because the ionospheric delay depends on the propagation path of each signal, we have adopted a parametric model that represents a gradient of the ionosphere.

電離圏の電子密度を観測する手段として、2周波のGPS信号の利用が挙げられる。しかし、2周波の受信機は高価であり、利用できるユーザーが限られているのが現状である。これに対して本研究では、比較的安価な1周波のダウンコンバータを使って取得した信号に対してソフトウェアで信号処理を行うGPSソフトウェア受信機を構成し、それにより求められる測距誤差から、電離層遅延を推定する手法を確立することを目的とする。これにより電離層の観測に対する敷居が下がることが期待される。

一般的なGPSの測位では、信号伝搬における誤差として対流圏遅延と電離層遅延をモデルによって補正している。対流圏遅延については、モデルによって距離換算して約1メートル程度の精度で補正できることが知られている。一方で、電離層遅延はKlobucharモデルと呼ばれるモデルによって補正されているが、このモデルでの補正精度は約50%とされている。本研究では、既知の座標においてGPS信号を観測し、衛星-受信機間の測定距離(擬似距離)の誤差から電離層以外の誤差要因を取り除くことで電離層遅延すなわち伝搬経路上のTotal electron content (TEC)の値を導出する。

本研究での電離層遅延推定問題は、観測する複数の衛星-受信機間の擬似距離に対して、観測時刻、受信機クロック誤差、電離層遅延の3つの未知パラメータを求める非線形の最適化問題に帰着できる。この中で、観測時刻と受信機クロック誤差は各擬似距離に対して共通であるが、電離層遅延は信号の電離層突入時(ピアースポイント)の仰角やローカルタイムによる依存性があるため、伝搬経路の違いを考慮する必要がある。これに対して、受信機からピアースポイントの空間範囲において滑らかな変動を仮定したモデルを考案し、そのパラメータを推定するように工夫した。本推定法で求められる擬似距離と真の距離の差分には、数メートル程度の衛星の位置誤差や衛星のクロック誤差などが含まれているため、これらの誤差を取り除くことができれば、さらに高精度なTECの推定が可能になると考えられる。