

FPGA による GPS 海洋反射波受信機の開発

川寄洋平(東京海洋大学) 海老沼拓史(東京大学) 安田明生(東京海洋大学)

1. はじめに

海面で反射した GPS 信号を用いて、津波の原因となる海面の広範囲な上昇を早期に発見することを目的とする。海面高度を計測するためには GPS 衛星から直接受信する信号と海面から反射してから受信する信号を2つのアンテナで同時に観測する必要がある。しかし、市販の GPS 受信機は安価であるが、1 アンテナしか持っていない。そこでリアルタイムでの信号処理を実現するために、GPS 反射波観測用受信機の FPGA 化を目指した。

2. 海面高度の計測

反射波の相関ピークは直接波のものより遅れて到達する。このピーク差を利用して高度を計測する。 d を相対距離差、 E を仰角とすると水面から観測地点までの高さ h は

$$h = d/2 \times \sin(E) \quad (2.1)$$

と表すことができる。

相対距離差 d はハードウェアバイアスや雑音といった誤差要因を含んでいる。しかし、ハードウェアバイアスは固定値であるため、ゼロベースラインでの観測により事前に補正できる。

3. GPS 海面反射観測用受信機への改修

GPS 受信機の改修には、オーストラリアの New South Wales 大学によって開発された GPS 受信機開発プラットフォーム (Namuru II GPS 受信機) を使用した。

この受信機は FPGA を利用して GPS 信号のデジタル信号処理を行い、演算用のマイコン (Nios II) も FPGA 内部に実装されている。また、二周波対応であるため、二つのフロントエンドモジュールを持っている。

そこで、各チャンネルごとにどちらか一方のフロントエンドを選択させる回路を付け加えた。

4. 実験

改修した NAMURU II 受信機を用いて、隅田川河口に架設されている相生 (あいおい) 橋から観測した。左旋円偏波アンテナを水面反射波取得のために下方に向け、右旋円偏波アンテナを真上に向けて 4、5 分程度観測した。結果を Fig.1 に示す。また、観測点から海面までの鉛直距離をレーザー距離計で計測したところ 7.8m だった。

高度を測定することができた衛星の仰角、平均値、標準偏差を Table.1 に示す。標準偏差の値が大きいがこれは信号強度の低下と反射面以外からのマルチパスの影響を受けたためだと考えられる。

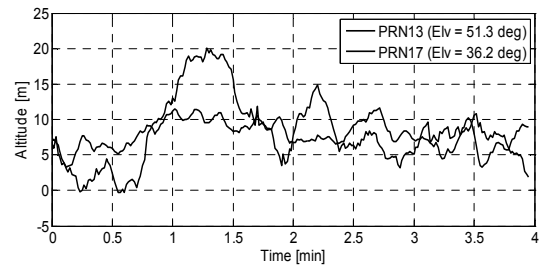


Fig.1

	PRN13	PRN17
仰角	51.3 度	36.2 度
平均値	7.9m	8.1m
標準偏差	1.8m	4.9m

Table.1

5. まとめ

GPS 海面反射波を利用した海面高度計測をリアルタイムで実施するために、デジタル信号処理部を FPGA で実現した。陸橋からの海面高度計測実験の結果、レーザー距離計と同程度の観測精度 (平均値) が得られた。

マルチパスを含む海面反射の相関波形は時間軸に対して非対称である。そこで、反射波相関波形の両サイドの傾きから最大相関値の位置を推定するために、FPGA に相関器の追加を検討中である。

6. 参考文献

- (1)Ebinuma.T,Kawasaki.Y,and Yasuda.A.;FPGA-based GPS Reflectometry Receiver Development, Proc. of GPS/GNSS Symposium 2009
- (2)海老沼拓治、安田明生：GPS 反射波を利用した海面高度の計測、日本航海学会論文集、VOL119、2008.9
- (3)Ebinuma.T,Yasuda.A.,and Manandhar,D.:Airebone GPS Reflectometry from Low Altiude Aircraft,Proc. of ICCAS-SINCE 2009,Fukuoka,Japan,2009