

## DSPを用いた電磁ノイズ除去方式--衛星搭載用小型アンテナの開発への応用--

A method to reduce E/M interference noises using DSP for small-size antenna onboard spacecraft

# 岩井 敬 [1], 岡田 敏美 [1], 笠羽 康正 [1], 石坂 圭吾 [2]

# Takashi Iwai [1], Toshimi Okada [2], Yasumasa Kasaba [3], Keigo Ishisaka [4]

[1] 富山県大・工・電子情報, [2] 富山県大, 工, 電子情報

[1] Electronics and Informatics, Toyama Pref, Univ, [2] Electronics and Infomatics, Toyama Pref Univ, [3] Toyama Prefectural Univ., [4] Electronics and Informatics, Toyama Pref. Univ.

衛星プラズマ波動計測では数十mの伸展型電界アンテナが用いられている。短いアンテナを採用した場合、受信感度が低下するばかりでなく衛星本体からの干渉雑音の影響をより受け易くなってしまふ。本講演では、衛星搭載機器からの電磁ノイズのDSPを用いた除去方法について総括する。衛星から発生する周期的な電磁干渉ノイズを突発的な自然信号から分離するアルゴリズムとしては、中央値識別法を採用した。この方法は計算量が少なく、かつスペクトル空間及び時間空間で信号と重畳するノイズを分離可能である。本研究では理論及び数値解析により基本特性を確認するとともに、DSPを用いた試作機によりノイズの実時間除去を実現した。

衛星によるプラズマ波動計測では、良好なS/Nを得る為に数十mの長大な伸展型電界アンテナが用いられている。しかし、複雑な進展機構を有するため、特に進展を実時間でモニターできない惑星探査機では1998年に打ち上げられたNOZOMIまで搭載が行われてこなかった。短いアンテナを採用した場合、衛星設計の自由度が向上しかつスピン軸方向へのアンテナ設置も容易となるメリットを享受できる反面、受信感度が低下するばかりでなく衛星本体からの干渉雑音の影響をより受け易くなってしまふ。我々は、後者の不利益を最小限に抑制するため、Digital Signal Processor(DSP)を用いて衛星搭載機器から発生する電磁干渉ノイズを機上において実時間処理する方法について検討してきた。本講演ではその総括を行う。

プラズマ波動受信機では、衛星から発生する電磁干渉ノイズと目的とする自然信号が線形に重畳して受信される。この場合、前者は周期信号であり、周波数及び強度変化の速度が非常に遅く、後者は通例突発的に発生し、周波数も強度も急激に変化するものが通例である。本研究では、この両者を実時間でソフト的に分離するアルゴリズムとして中央値識別法を採用した。これは、一定時間長を持つ複数の記憶器を用いて周期信号のみをmedian filterにより分離するもので、計算量が少なく済むとともに、波形を直接処理するためスペクトル空間及び時間空間で信号とノイズが重なっていても互いの分離が可能である。本研究では他のノイズ識別方法も検討してきたが、GEOTAIL等による実際の衛星観測データ等を用いた数値実験の結果、中央値識別法を用いた場合に最も確実に干渉ノイズ及びその高調波を除去でき、またホイスラなどの非定常な自然電波信号の検出が可能であることを確認した。また、ノイズ除去にはノイズ周期の公倍数と一致する時間長を持つ複数の記憶器が必要であるが、この時間長をソフト的に自動決定する手法を確立した。また、理論的な解析と数値実験により、現在の構成において90%以上の確率でノイズ除去を行うための条件として、記憶器を5つ有するシステムでは自然信号の時間発生率が15%以下であれば十分であることを併せて確認した。また、自然信号の時間発生率がより高い場合でも、信号の強度が周期雑音と比して十分小さい場合には信号の分離がある程度可能であることも確認した。

これらの処理を実機で実現するには、なるべく小型で省電力かつ高速処理可能なシステムで構築する必要がある。この条件を満たすため、今回我々はDSPを用いた試作機を作成し、様々な条件で本アルゴリズムの動作確認を行った。本試作機にはTI社製のC3xDSK(DSP starter Kit)を用いた。このボードは高性能スタンドアロンのアプリケーション開発用で、19.6kHz/14bitのA/D & D/A変換が可能なAICチップと32bitの浮動小数点演算を50MFLOPSで処理可能なDSPチップを搭載している。本研究では、この試作機に数値実験で使用した様々な試験信号を入力し、周期信号のみを除去して非定常信号を取り出す実験を行ってきたが、7.4kHz以下の周波数全域で10-30dB程度のノイズの実時間除去処理が可能であることを確認した。また、時間発生率が高い音声信号でも強い周期ノイズから分離が可能であることを確認した。本システムの問題点として、(1)メモリ搭載量が極めて限定されているため記憶器の数が限定されたこと、(2)同一理由によって記憶器の時間幅の自動決定を行えないこと、(3)A/D & D/A変換速度の制限のために処理可能周波数帯が限定されたことがあるが、以上は改装によって改善が可能であるため、更なる性能向上が期待できる。

本方式によるノイズ除去は単一の入力から実時間でノイズ除去を行う事ができるため、衛星搭載機器以外の広い分野、例えば工場やオーディオ機器等での応用も可能であると思われる。雑音のみを検出するアンテナ信号を利用して周期性のない信号も含めて全て実時間除去するシステム(近年研究開発が進んでいるActive Noise Control)の衛星への応用も併せて検討中である。また、短縮アンテナをプラズマ波動計測用として採用する場合にはシースインプीडランスの評価を含めたアンテナ特性の解析が必要となるが、今後の課題である。