

FPGA を用いた汎用スペクトル演算モジュールの開発

濱野 拓也 [1]; 太田 守 [2]; 笠原 禎也 [2]; 後藤 由貴 [2]
[1] 金沢大学; [2] 金沢大

Development of a general-purpose FPGA module for spectrum analyses

Takuya Hamano[1]; Mamoru Ota[2]; Yoshiya Kasahara[2]; Yoshitaka Goto[2]
[1] Kanazawa Univ.; [2] Kanazawa Univ.

<http://www-cie.is.t.kanazawa-u.ac.jp/>

Plasma wave observation has been carried out using scientific satellites to study various kinds of plasma wave propagating in the Earth's magnetosphere. Because the amount of waveform data measured by wave receiver is enormous compared to the telemetry capacity, it is necessary to perform onboard signal processing for the purpose of data reduction to realize efficient data transmission to the ground stations. Signal processing on FPGA (Field Programmable Gate Array) is one of such solutions under the conditions of low power consumption and high speed processing.

We have developed a FPGA module for the data production of spectral matrix that is useful for direction finding of the plasma waves. In the previous trial, however, we utilize IP (Intellectual Property), which is a designed circuit block provided by FPGA vendor. Such vendor-dependent IP is useful for the efficient development of the design and evaluation of the modules, but it cannot be applied to the FPGAs made by the other vendors. In addition, because the internal structure is a black box, it is impossible to apply it for space use. For this reason, we developed a non-IP dependent FPGA module having a same function in the present study. A spectral matrix is derived from cross correlation matrix of 6 components of electromagnetic waveforms. We developed a FPGA module that consists of only non-IP modules and an averaging process of spectral matrices. Finally, we evaluated the performance and found that the developed modules are satisfactory with operation, consumption of resources, and processing time. In the presentation, we report the configuration of the design and the results of evaluation of the production process of spectral matrix we developed.

地球磁気圏内にはさまざまなプラズマ波動が伝搬しており、地球磁気圏を飛翔する科学衛星による波動観測が行われている。一般的に、波動観測では、波形、スペクトル、伝搬方向推定のためのスペクトルマトリクスが観測される。しかし、科学衛星が搭載する波動観測器によって生成される電磁場波形データの量は、衛星が地上に伝送可能な容量に比べて膨大である。したがって、地上へ効率的にデータを送信するために、機上で信号処理を行いデータ量を削減している。機上での信号処理には、低消費電力や高速処理を可能にするために、処理の一部を FPGA(Field Programmable Gate Array) 上に実装することが検討されている。

我々の研究グループでは、宇宙機への適用を目的とした波動観測器用のスペクトルマトリクス演算 FPGA モジュールを開発中である。しかし、先行研究で開発したモジュールの一部には、FPGA ベンダーが提供する回路ブロックである IP(Intellectual Property) が使用されていた。ベンダーに依存する IP の使用はモジュール設計・評価の効率化に有用であるが、他ベンダー製の FPGA では使用できず、また、その内部構造はブラックボックスであるため、宇宙仕様の FPGA を選定するうえでの障害となる。このため、本研究では同等の機能を持つ非 IP 依存の FPGA モジュールの開発を行った。また、スペクトルマトリクスは、電磁場 6 成分の相互相関行列を計算し平均を求めることで計算されるが、先行研究ではマトリクスの平均処理が未実装であったため、この処理を追加した。最後に開発したモジュールについて、動作や消費リソース、処理時間について評価を行い、いずれも問題ないことを確認した。本発表では、スペクトルマトリクス演算モジュールの構成と性能評価について報告を行う。