

マルチ GPU によるモーメント法の高速化

Acceleration of method of moment using Multi-GPU

横川佳*₁ 袁巧微*₁ 勝田肇*₂ 今野佳祐*₂ 陳強*₂ 澤谷邦男*₂ 瀬在俊浩*₃
 Kei Yokokawa Yuan QiaoWei Hajime Katsuda Keisuke Konno Qiang Chen Kunio Sawaya Toshihiro Sezai
 *₁ 仙台高等専門学校 *₂ 東北大学大学院工学研究科 *₃ 宇宙航空研究開発機構
 Sendai National College of Technology Graduate School of Engineering, Tohoku University JAXA

1. まえがき

大規模アンテナの利得、放射指向性などのアンテナの特性を求める方法として、メモリ使用量が少ない、計算量が少ない観点からモーメント法が用いられている。モーメント法は連立一次方程式を生成する第一過程と連立一次方程式を解く第二過程の二過程に分ける事ができる。連立一次方程式を解く第二過程の高速化として CPU より多数のコアを持つ Graphics Processing unit(GPU)を用いて共役勾配法(CG 法)を使用し、連立一次方程式を解けば高速に解が求められる事が明らかである[1]。更に、モーメント法の第一過程によって得られる連立一次方程式の対称性を利用し、GPU 上にあるグローバルメモリにコアレスアクセスするような CG 法が有効である事が明らかである[2]。本報告では、コアレスアクセス及び GPU を複数使用するマルチ GPU による CG 法によって第二過程の高速化の有効性を定量的に示す。

2. 研究手法

CG 法において GPU による高速化手法を述べる。CG 法アルゴリズムの中で最も計算量が多い計算が行列-ベクトル積計算である。この行列-ベクトル積を GPU 上で行う事により高速化を図る。

第二過程を GPU で解く方法の高速化手法として連立一次方程式の対称性を利用したコアレスアクセスするような CG 法が考案されている。別の高速化手法としてマルチ GPU を使用する方法がある。マルチ GPU 版 CG 法として、行列-ベクトル積 \mathbf{AB} を式(1)のようにブロック行列に分割し、マルチ GPU 化することで高速化を図る。本報告では 3 基の GPU を使用した場合を例として挙げている。サイズとして $\mathbf{A}_1 \mathbf{A}_2 \mathbf{A}_3$ 共に $\frac{N}{3} \times N$ の行列、 \mathbf{B} として $N \times 1$ のベクトルを示している。3

$$\begin{bmatrix} \mathbf{A}_1 \\ \mathbf{A}_2 \\ \mathbf{A}_3 \end{bmatrix} \mathbf{B} = \begin{bmatrix} \mathbf{A}_1 \mathbf{B} \\ \mathbf{A}_2 \mathbf{B} \\ \mathbf{A}_3 \mathbf{B} \end{bmatrix} \quad (1)$$

更にマルチ GPU にも同様、コアレスアクセスを試みる。

本報告では、モーメント法の第一過程で得られる連立一次方程式の性質に類似している非エルミート対称行列である巡回行列を使用し計算を行った。

3. 研究結果とまとめ

GPU として GTX580 を 3 基、CUDA を用いて計算を行い CPU として Core i7-3960X を OpenMP を用いて並列計算をさせた結果図 1 のようになった。3 基のマルチ GPU は 1 つの GPU と比較し最大 2.9 倍高速に計算できることがわかった。3 基の GPU を使用すると理論値として 1 つの GPU と比較し最大 3 倍の効果が見込める。

そのため、CG 法は 3 倍に近い効果が得られている事からマルチ GPU に適していると言える。

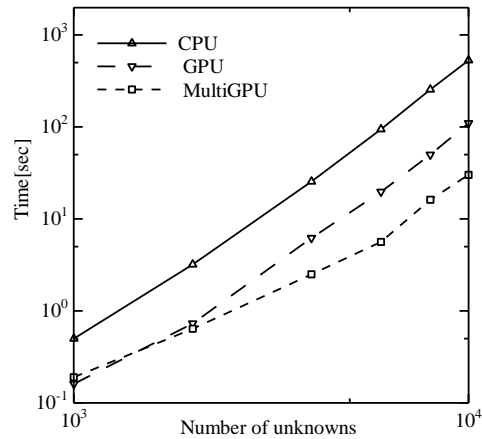


図 1. CPU と GPU の計算時間比較

図 2 の結果として、シングル GPU マルチ GPU 共に、コアレスアクセスを図ることで、CG 法が約 1.2 倍～2.5 倍高速に計算できた。

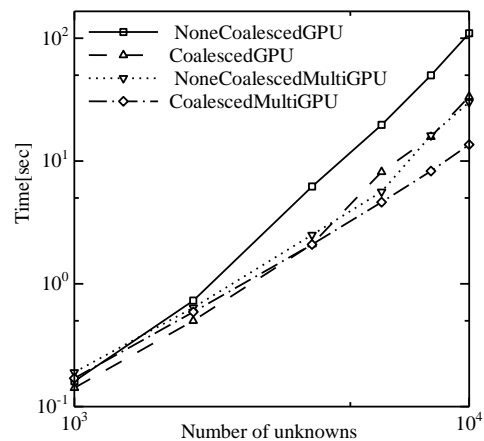


図 2. コアレスアクセス実装時の計算時間比較

これらの結果からモーメント法の第一過程において、マルチ GPU 及びコアレスアクセスの有効性を示すことができた。

参考文献

- [1] 横川佳, 齊藤優輝, 袁巧微, 瀬在俊浩, 勝田肇, 今野佳祐, 陳強, 澤谷邦男, “GPU によるモーメント法の高速化に関する研究,” 信学技報, vol.112, no.7, pp27-32, AP 2012-4.
 [2] 勝田肇, 今野佳祐, 陳強, 澤谷邦男, 横川佳, 袁巧微, 瀬在俊浩, “GPU によるアンテナの数値解析の高速化に関する一検討,” 伝送工学研究会資料, Vol.2012, No.548-4, 2012-10.