

近年高速計算機として注目されている GPU を応用することで、大きなメモリ量・計算時間を必要とする Characteristics 法の問題点の解決を検討している。計算コードを実装し、7倍程度の高速化を実現した。

キーワード : GPU、炉心解析、Characteristics 法、CUDA

1.背景

現在、原子炉において、より効率的に発電を行うため、高燃焼度燃料や混合酸化物燃料の導入が進められている。これらの燃料は、従来の燃料と比較して炉心内の核的な非均質性を増大させるため、より高精度な核計算手法の需要が高まっている。一方で、一般に高精度な核計算手法は膨大なメモリ量と計算時間を必要とし、計算コードの実用化の観点から大きな課題となっている。この課題を解決するために、高速計算機技術を核計算へ適用する研究が精力的に行われている。本研究では高精度解析手法として Characteristics 法を採用し、この計算に必要となるメモリ量・計算時間を削減するため、近年、高速計算機として注目されている GPU への適用を試みた。

2.GPU の特徴と CUDA

GPU (Graphics Processing Unit) とは PC の画像処理を担当する主要装置の一つである。GPU は、図 1 に示すような大多数のプロセッサコアを搭載することで、数値演算のスループットやメモリ帯域幅において CPU を凌駕する性能を持つ。GPU をグラフィックス以外の用途に応用する試みは 2003 年頃から始まり、当初はグラフィックス API を応用して汎用計算を実現するという制限があったが、現在では CUDA と呼ばれる C 言語ライクなプログラミング言語による記述が可能となっている。CUDA では、GPU 上の大多数のプロセッサコアによる並列計算を、スレッドと呼ばれる計算処理の最小単位を定義しそれを大量に発行することで実現している。

3. CUDA による Characteristics 法コードの実現

Characteristics 法において計算時間の大部分を占めるのは、体系に引かれた Characteristics Line 上の角度中性子束の輸送計算部分である。個々の Characteristics Line 上の計算は独立して計算することができる。したがって、CUDA を用いた Characteristics 法コードでは図 2 に示すように、1本の Characteristics Line 上の計算を 1つのスレッドに割り振り計算を行う。

4. 計算結果

開発した計算コードを単純な体系を用いて検証した。検証計算では同じ計算体系を GPU と CPU を用いて計算し、その計算時間を比較した。計算結果を表 1 に示す。表 1 より、7 倍程度の高速化を実現できた。

公刊論文

- [1] Y. Kodama et al., "Application of a game console for fast reactor physics computation," American Nuclear Society 2008 Annual Meeting, Reno, (November 10, 2008).
- [2] Y. Kodama et al., "Fast Computation of the Neutron Transport Calculation with a Graphic Processing Unit (GPU)," American Nuclear Society 2008 Annual Meeting, Reno, (November 10, 2008).
- [3] 小玉泰寛, 他, "GPU によるリアルタイムレイトレース MOC の検討", 日本原子力学会「2010 春の年会」, 茨城大学, (2010 年 3 月)

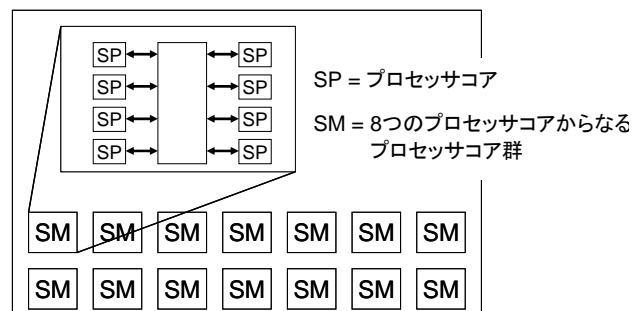


図1 GPUの構造

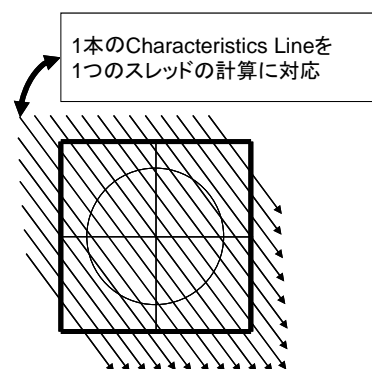


図2 スレッドの割り振り

表1 計算結果

計算機	計算時間(ミリ秒)
GPU	2.86
CPU	20.0
CPU/GPU	6.99