

メニーコア/GPU クラスタにおける数値計算ライブラリに関する

研究

Study on numerical library on many-core/GPU clusters

高橋大介

筑波大学計算科学研究センター

1. 研究目的

本プロジェクトの目的は、メニーコア/GPU クラスタにおける数値計算ライブラリの開発および性能評価を行うことである。開発する数値計算ライブラリは、高速フーリエ変換 (Fast Fourier Transform、以下 FFT) である。具体的には、メニーコアプロセッサである Xeon Phi を搭載したノードからなる Oakforest-PACS および、複数の GPU を搭載したノードからなる Cygnus において上記の数値計算ライブラリの開発を行うと共に性能評価を行い、メニーコア/GPU クラスタに適したアルゴリズムおよび最適化手法を見出す。

2. 研究成果の内容

Intel Xeon Phi クラスタにおいて二次元分割を用いた並列三次元実数 FFT を実装して評価を行った。二次元分割を用いた並列三次元 FFT の提案した実装は、離散フーリエ変換 (Discrete Fourier Transform) の共役対称性および row-column FFT アルゴリズムに基づいている。FFT カーネルは Intel AVX-512 命令を用いてベクトル化を行った。性能評価の結果、二次元分割が多数の MPI プロセスに対して通信時間を短縮することによって性能を効果的に改善することを示した。さらに、Oakforest-PACS において既存の並列 FFT ライブラリ (FFTW, P3DFFT) よりも高速に並列三次元実数 FFT を計算できることを確認した。

3. 学際共同利用が果たした役割と意義

これまでの研究成果を十分に活用し、FFT などの数値計算ライブラリを Cygnus、Oakforest-PACS 上で実現することにより、今後エクサスケール計算環境で科学技術計算が行われる際に、計算時間を短縮することができるものと期待される。

4. 今後の展望

本プロジェクトから得られた知見は、エクサスケール計算環境における他の並列数値計算アルゴリズムの最適化手法についても役立てることができると考えている。

5. 成果発表

(1) 学術論文

1. Daisuke Takahashi: Implementation of Parallel 3-D Real FFT with 2-D

Decomposition on Intel Xeon Phi Clusters, Proc. 13th International Conference on Parallel Processing and Applied Mathematics (PPAM 2019), Part I, Lecture Notes in Computer Science, Vol. 12043, pp. 151-161, Springer (2020).

(2) 学会発表

1. Daisuke Takahashi: Implementation of Parallel 3-D Real FFT with 2-D Decomposition on Intel Xeon Phi Clusters, SIAM Conference on Parallel Processing for Scientific Computing (PP20), Hyatt Regency Seattle, Seattle, Washington, USA, February 14, 2020.
2. 高橋大介 : Xeon Phi クラスタにおける二次元分割を用いた並列三次元実数 FFT の実現と評価, 日本応用数理学会 2019 年度年会講演予稿集 (2019).

(3) その他

使用計算機	使用計算機 に○	配分リソース※	
		当初配分	追加配分
Cygnus	○	5,000	
Oakforest-PACS	○	50,000	
※配分リソースについてはノード時間積をご記入ください。			