

メニーコア超並列クラスタにおける有理数演算ライブラリ

に関する研究

Study on rational number arithmetic library in many-core massively parallel cluster

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、有理数演算をメニーコア超並列クラスタで行うことにより、扱える問題サイズの増大および計算時間の短縮を図ること、さらに実現した有理数演算ライブラリの性能評価を行い、有理数演算の有効性を実証することである。具体的には以下の研究を行う。(1) 多倍長整数演算と有理数演算の階層において SIMD 命令を用いたベクトル化を行う。(2) 線形計算の階層において MPI 並列化および MPI と OpenMP によるハイブリッド並列化を行う。(3) メニーコア超並列クラスタである COMA および Oakforest-PACS において有理数演算ライブラリの性能評価を行う。線形計算の階層において MPI と OpenMP によるハイブリッド並列化を行うことにより、扱える問題サイズを増大するとともに計算時間を短縮することで、有理数演算をより現実的な規模の数値計算に適用することができると期待される。

2. 研究成果の内容

本プロジェクトでは、COMA および Oakforest-PACS を用いて、多倍長整数演算と有理数演算の階層において SIMD 命令を用いたベクトル化を行った。また、Oakforest-PACS において並列 FFT に通信隠蔽の自動チューニング機構を実装すると共に、並列実数 FFT を実装した。これらの研究成果については国際会議において発表を行った。

3. 学際共同利用として実施した意義

これまでの研究成果を十分に活用し、多倍長整数演算や FFT などの数値計算ライブラリを COMA、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. Takahiro Katagiri and Daisuke Takahashi: Japanese Autotuning Research: Autotuning Languages and FFT, Proceedings of the IEEE, Vol. 106, No. 11, pp. 2056-2067 (2018).
2. Daisuke Takahashi: Computation of the 100 quadrillionth hexadecimal digit of π on a cluster of Intel Xeon Phi processors, Parallel Computing, Vol. 75, pp. 1-10 (2018).

(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 Computational Science and Engineering (CSE19), Spokane Convention Center, Spokane, Washington, USA, March 1, 2019.
2. 高橋大介 : Intel AVX-512 命令を用いた複数の整数除算の高速化, 日本応用数理学会 2018 年度年会講演予稿集 (2018).
3. Takuya Edamatsu and Daisuke Takahashi: Acceleration of Large Integer Multiplication with Intel AVX-512 Instructions, Proc. 20th IEEE International Conference on High Performance Computing and Communications (HPCC-2018), pp. 211-218 (2018).

(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
COMA	○	10,000	
Oakforest-PACS	○	77,000	
※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。			