

受付 ID	17a59
分野	HPCS

密結合演算加速機構アーキテクチャに向けた

アプリケーションの開発と性能評価

Development and Evaluation of Applications for the Tightly Coupled Accelerator architecture

埴 敏博

東京大学情報基盤センター

1. 研究目的

GPUに代表される演算加速装置は、その高い演算性能とメモリバンド幅、電力当たり性能のためHPC用途のクラスタに搭載され広く用いられている。しかし、クラスタ上の演算加速装置間の通信では、これまでホストメモリを介した転送が必要であり、特に小データの転送ではレイテンシがボトルネックとなる。そこで我々は、レイテンシとバンド幅の改善を目指した独自開発の演算加速装置向け専用相互結合機構TCA(Tightly Coupled Accelerators)の開発を行っている。

本研究では、マルチノード・マルチGPUを用いたアプリケーションとして、QCDや宇宙物理のアプリケーション、数値計算などを対象に、TCAに向けた変更を継続して行う。TCAはノードを超えたGPU間通信のレイテンシを大きく改善することが可能であり、アプリケーションの強スケーリングにおける性能改善に期待されている。さらに、TCAとInfiniBandからなる複合ネットワークにおける通信の最適化について検討を継続する。TCAによるミニクラスタはノード数が制限されるため、それを超える規模のアプリケーションでは、GPU間の通信には、従来と同様InfiniBandを経由したMPI通信を使って記述する。そこでTCAとMPIの組み合わせ手法についても検討する。

2. 研究成果の内容

Graph500アプリケーションについて、幅優先探索における通信をTCAを用いて記述した。PEACH3との比較のために、HA-PACS/TCAに搭載されているPEACH2を用いて性能評価を実施した。

また、TCAによる低レイテンシ通信とInfiniBandが持つ高いバンド幅を組合せたTCA/InfiniBandハイブリット通信、さらにアクセラレータを持つクラスタ向けの並列言語XcalableACC(XACC)を組み合わせ、実アプリケーションの評価を行なっ

た。HPC分野で多く用いられている Lattice Quantum Chromo-Dynamics (LQCD)を XACC を用いて実装し、HA-PACS/TCA 64 ノードを用いて評価を行った。その結果、OpenACC+MPI の場合に比べて 18%、CUDA+MPI の場合に比べても 9%高い性能が得られることがわかった。また指示文での記述が可能で元のソースコードの変更がほとんど必要ないため、生産性も高いことを示した。

3. 学際共同利用として実施した意義

本プロジェクトでは TCA における通信機能の実現および性能評価を目的としていたため、主として HA-PACS/TCA を用いた。TCA を搭載した GPU クラスタとしては唯一の環境であり、研究の遂行には学際共同利用プログラムが必要不可欠であった。本研究の成果は、TCA アーキテクチャ、ならびに HA-PACS/TCA における効率的な通信の実現につながっており、他の HA-PACS/TCA 利用者に対して、TCA のみならず、MPI における最適なパラメータなどフィードバックされている。

4. 今後の展望

今後筑波大で導入が検討されている次世代スーパーコンピュータシステム PACS-X を含め、FPGA を搭載したクラスタにおいて、演算加速機構を支える通信機構、オフローディング機構の要素技術開発に成果を反映していく。

5. 成果発表

(1) 学術論文

- ① Takahiro Kaneda, Ryotaro Sakai, Naoki Nishikawa, Toshihiro Hanawa, Chiharu Tsuruta, Hideharu Amano: Performance Evaluation of PEACH3: Field-Programmable Gate Array Switch for Tightly Coupled Accelerators, Proceedings of the 8th International Symposium on Highly Efficient Accelerators and Reconfigurable Technologies, No.9, 9 pages, Jun. 2017

(2) 学会発表

- ① Toshihiro Hanawa, Takahiro Kaneda, and Hideharu Amano: Evaluation of Graph Application using Tightly Coupled Accelerators, International Supercomputing Conference (ISC'17), Jun. 2017.
- ② 中尾 昌広, 小田嶋 哲哉, 村井 均, 田淵 晶大, 藤田 典久, 埴 敏博, 朴 泰祐, 佐藤 三久, Tightly Coupled Accelerators/InfiniBand ハイブリッド通信を用いたアクセラレータクラスタ用並列言語 XcalableACC の評価, 情報処理学会ハイパフォーマンスコンピューティング研究会、2018年5月

(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
HA-PACS/TCA	○	6720	
COMA			
Oakforest-PACS			
※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。			