

課題名 (タイトル) :

## ビッグデータ時代のアクセラレータコンピューティング

利用者氏名 : 滝沢 寛之

所属 : 情報基盤センター

## 1. 本課題の研究の背景、目的、関係するプロジェクトとの関係

近年、大量のデータが入手可能になったこと、およびそれを現実的な時間で処理できる高性能計算システムが利用可能になったことにより、Deep Learning Neural Network (DLNN) と呼ばれる、より多階層の人工ニューラルネットワークが機械学習の有望な手法として注目されている。DLNN で用いられる誤差逆伝搬法などの学習アルゴリズムは、GPU 等のアクセラレータを使うことによって大幅に高速化できることが知られている。しかし、アクセラレータ具備する大規模高性能計算システムにおいてそのような処理を容易に実行できる環境は、未だ整備されていない。

本研究では、CUDA や OpenCL などのアクセラレータプログラミングフレームワークに加えて MPI を使うことにより、複数の GPU を使って大規模な DLNN 処理の高速化を実現する。ソフトウェア開発は手元の GPU クラスタを用いて行う予定であるが、ビッグデータと呼ぶにふさわしい大規模データ処理の性能評価を行うためには、その問題規模にふさわしい大規模システムが必要であり、RICC 多目的クラスタの利用が必要である。

## 2. 具体的な利用内容、計算方法

DLNN を高速化するためには、大規模データを扱う必要があるため、ファイルシステムを含むメモリ階層全体を考慮してデータ管理やデータ移動を設計する必要がある。GPU に代表されるアクセラレータを利用する場合には、アクセラレータのメモリ空間に配置するデータの管理が性能の鍵を握っている。しかし、アクセラレータのメモリ空間へのデータ移動にはアクセラレータ向けのプログラミング環境を用い、それ以外のデータ移動にはそれぞれ MPI やファイル I/O 関数を用いてプログラミングをする必要があり、それらを効果的に連携させる環境は用意されていない。このため本年度は特にファイル上のデータとアクセラレータのメ

モリ間のデータ転送の効率化を対象とし、OpenCL 環境で効率的なデータ転送を実現する研究を行った。

## 3. 結果

本研究ではノード間、メモリーファイル間、CPU-GPU 間のデータ転送をすべて OpenCL のイベント管理機構を使って管理する研究開発を行った。OpenCL の関数のみならず MPI およびファイル I/O 関数の間の依存関係を OpenCL のイベント管理機構に基づいて記述することにより、より多くのデータ移動をオーバラップ(パイプライン化)することが可能となった。その結果として、アクセラレータ上のメモリとファイルとの間のデータ転送のバンド幅を改善することができた(図 1)。

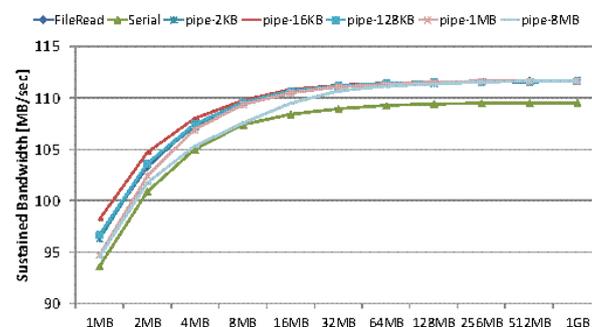


図 1 異なる階層のデータ転送をパイプライン実行することによる高速化。

## 4. まとめ

DLNN を含むビッグデータを処理するためのプログラムを記述するために、OpenCL の拡張を検討した。異なるメモリ階層のデータ転送を OpenCL のイベント管理機構で統一的に扱うことにより、実装の詳細を隠蔽しつつより高度なデータ転送を実現可能であることが示された。その成果をまとめた論文が、国際論文誌に採録決定している。

## 5. 今後の計画・展望

DLNN を上記の拡張版 OpenCL を用いて記述し、システム内の各階層でのデータ転送を効率化した効果进行评估する予定である。

6. 利用がなかった場合の理由

データ転送のオーバーラップの効果を純粹に評価するためには、ディスクキャッシュの影響を排除するために OS カーネルの設定を変更する必要があるため、本年度は手元の GPU クラスタで開発を行った。大規模アプリケーション全体の高速化の効果を評価するために RICC を使う予定であるが、本年度はその状況まで達することができなかった。

平成 26 年度 RICC 利用研究成果リスト

**【論文、学会報告・雑誌などの論文発表】**

Hiroyuki Takizawa, Shoichi Hirasawa, Makoto Sugawara, Isaac Gelado, Hiroaki Kobayashi, and Wen-mei W. Hwu, Optimized Data Transfers Based on the OpenCL Event Management Mechanism, Scientific Programming Journal, 2015 (採録決定済み).

(本文中および謝辞に RICC を使ったことを記載)