

# GPUを考慮したMapReduceのアクセラレーション

## MapReduce Acceleration for GPU-based Heterogeneous Clusters

白幡 晃一<sup>1)</sup>, 佐藤 仁<sup>1)</sup>, 松岡 聡<sup>1)2)3)</sup>

Koichi Shirahata, Hitoshi Sato, and Satoshi Matsuoka

1) 東京工業大学 〒 152-8550 東京都目黒区大岡山 2-12-1 W8-33

2) 科学技術振興機構 〒 332-0012 埼玉県川口市本町 4-1-8 川口センタービル

3) 国立情報学研究所 〒 101-8430 東京都千代田区一ツ橋 2-1-2

**Key Words:** GPGPU, MapReduce, Hybrid Scheduling

### 1 はじめに

近年は情報爆発時代と言われており、様々な科学技術計算において大規模データ処理の重要性が高まっている。大規模データ処理のためのプログラミングモデルとして MapReduce モデルはスケラブルな並列処理が可能となるため注目を集めている。一方、GPGPU の研究・開発が進められている。東京工業大学のスーパーコンピュータである TSUBAME2.0 では計算ノードに 3 台の GPU が搭載され、本格的な CPU と GPU のハイブリッドスパコンとして構築されている。

しかし、このような不均質な大規模計算環境上で MapReduce などの大規模データ処理を効率的に行うための CPU・GPU に資源を割り振る方法は自明ではない [1]。これは、計算ノード内の CPU・GPU の数、メモリ、ストレージへの I/O バンド幅などの計算環境や、GPU に向き・不向きなどのアプリケーション特性に依存するためである。そこで、我々は、CPU と GPU が混在する不均質な環境を想定した Map フェーズのハイブリッド実行とタスクスケジューリング手法を提案する。

### 2 Hadoop 上での CPU と GPU のハイブリッド実行

MapReduce の一実装である Hadoop を改良し、ハイブリッド実行、およびハイブリッドスケジューリングを実現した。Hadoop 上で CPU と GPU のハイブリッド実行を行うためには、まず GPU 向けアプリケーションを Hadoop から呼び出せるようにする必要がある。手法はいくつか存在するが、CUDA との親和性を考慮し、C++ のインターフェイスを持つ Hadoop Pipes を用いた。

この Hadoop Pipes を改良し、ジョブの実行時にユーザが CPU・GPU のバイナリを指定すると CPU 上では CPU のバイナリを、GPU 上では GPU のバイナリを実行できるようにした (図 1)。ユーザは CPU・GPU のアプリケーションバイナリをそれぞれ指定してジョブを投入すると、TaskTracker は各 Task を CPU 上・GPU 上のどちらで実行すべきかを確認し、対応するバイナリを実行する。また、CPU と GPU の混在環境でのジョブ実行時間最小化のためのモデルの導入、実装を行い、CPU と GPU に対し動的にタスクを割り振れるようにした。

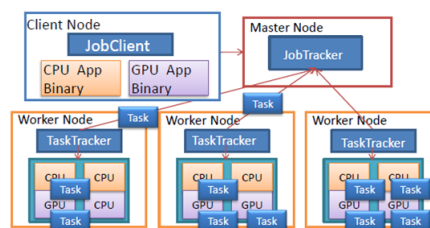


図 1: CPU と GPU のハイブリッド実行のイメージ

### 3 実験結果

TSUBAME1.2 上で、k-means アプリケーションを用いて実験を行った。64 ノードまでのスケールを調べた結果、ジョブ実行時間において、CPU のみの使用に対し、2GPU の使用とスケジューリングアルゴリズムの適用をした場合に 1.02-1.93 倍の高速化を達成した。

### 4 まとめと今後の課題

CPU と GPU の混在環境を考慮し、MapReduce 実装の Hadoop 環境において、Map タスクを GPU から呼び出す機能、および CPU と GPU による Map フェーズのハイブリッド実行を実現した。また CPU と GPU の混在環境を考慮したタスクスケジューリングモデルを構築し、ジョブ実行時間の最小化のモデル化、およびその実装を行った。

今後の課題としては、詳細なプロファイルや Map タスクの実行時間の内訳の取得を行い、これらを考慮してスケジューリングモデルの改良を行う予定である。

#### 参考文献

- [1] Matei Zaharia, Andy Konwinski, Anthony D. Joseph, Randy Katz, Ion Stoica.: Improving MapReduce Performance in Heterogeneous Environments, EECS Department, University of California, Berkeley (2008)