

DS-CUDA を用いた GPGPU の信頼性向上システム

吉川 和幸† Edgar Josafat Martinez-Noriega† 川井 敦‡ 泰岡 顕治‡ 成見 哲†

1. はじめに

近年、本来は画像処理装置である GPU が持つ高い演算能力を様々な用途に活用する技術である GPGPU (General-Purpose computing on Graphic Processing Units) が広がりを見せている。しかし現在のコンシューマー向け GPU はまれに計算ミスが発生することが知られており、正確な計算が必要とされる用途には向かない。NVIDIA 社の GeForce GTX295 421 枚のうち約 1 割で計算ミスが発生したという報告がある[1]。

一方 GPGPU 専用モデルでは計算ミスに対して対応がなされているが、価格がコンシューマー向け GPU の 4~10 倍と高価で演算性能も劣るため、価格性能比の面から考えると GPGPU に使用するメリットが薄れてしまう。

本論文では、コンシューマー向け GPU を用いつつ計算の信頼性を向上するシステムを提案する。具体的には、複数の GPU に同じ計算をさせて計算ミスを検出し自動的に再計算を行う。また、GPU 仮想化ソフトウェアである DS-CUDA[2] を用いて機能の隠ぺいを行い、既存のプログラムを変更することなく本システムを使用できるようにする。

2. DS-CUDA

DS-CUDA は、GPU が複数の PC に分散されて搭載されているような GPU クラスタをあたかも一台の PC かのように見せることが出来るミドルウェアである。ユーザーアプリケーションからはその PC にクラスタ内の全 GPU が接続されているように見える。ただし DS-CUDA は NVIDIA 社の GPGPU 向けフレームワークである CUDA の Runtime API の仮想的な実装をしているに過ぎず、OS レベルで GPU を仮想化しているわけではない。

3. 自動冗長計算

冗長計算機能を使用すると、自動的に複数の GPU に対して全く同じ計算を行わせる。これは

Runtime API のラッパーから複数の DS-CUDA サーバーに対して同一のデータを送信することで実現している。一つでも計算結果が食い違う GPU があった場合は、計算ミスが発生したと思われる箇所を同じ条件で自動的に再計算する。計算ミスが連続で発生する確率は非常に低いと考えられるため、これでも十分な信頼性を得られることが期待される。

これまで、計算に用いる GPU は事前に IP アドレスとデバイス ID の組で指定していた[3]。今回指定がない場合は自動的にネットワーク上に存在するサーバーを検索する機能を追加した。また、より簡易に DS-CUDA サーバーを構築するために、KNOPPIX for CUDA[4] に統合する予定である。USB メモリーからブートするだけでサーバーが完成するようになる。

4. 結果とまとめ

本システムを使用することにより、コンシューマー向け GPU の信頼性を向上させることができることが確認された。ネットワーク上で計算データ・計算結果をやり取りするため通信時間分のオーバーヘッドが発生するものの、大きな性能低下は見られなかった。

参 考 文 献

- [1] T. Hamada, R. Yokota, K. Nitadori, T. Narumi, K. Yasuoka, M. Taiji, and K. Oguri, "42 TFlops Hierarchical N-body simulations on GPUs with Applications in both Astrophysics And Turbulence" in *International Conference for high Performance Computing, Networking, Storage and Analysis*, New York, USA, 2009.
- [2] Atsushi Kawai, Kenji Yasuoka, Kazuyuki Yoshikawa, Tetsu Narumi, "Distributed-Shared CUDA: Virtualization of Large-Scale GPU Systems for Programmability and Reliability", *The Fourth International Conference on Future Computational Technologies and Applications*, Nice, France, 2012.
- [3] 吉川 和幸, 川井 敦, 泰岡 顕治, 成見 哲, "GPU 仮想化による自動冗長計算システム", 第 134 回 HPC 研究報告会, May 2012.
- [4] KNOPPIX for CUDA, <http://narumi.cs.uec.ac.jp/cuda/>

† 電気通信大学情報理工学研究所

Faculty of Informatics and Engineering, The University of Electro-Communications

‡ 慶應義塾大学理工学部

Faculty of Science and Technology, Keio University