

CUDA と OpenGL を用いたマルチ GPU コンピューティングによる音響シミュレーションのリアルタイム可視化

Multi-GPU Acoustic Simulation with Real-time Visualization Using CUDA and OpenGL

河田 直樹¹⁾, 大久保 寛¹⁾, 田川 憲男¹⁾, 土屋 隆生²⁾

Naoki KAWADA, Kan OKUBO, Norio TAGAWA and Takao TSUCHIYA

1) 首都大学東京 大学院システムデザイン研究科 (〒 191-0065 東京都日野市旭が丘 6-6)

2) 同志社大学 理工学部 (〒 612-0321 京都府京田辺市多々羅都谷 1-3)

Key Words: real-time visualization, multi-GPU computing, CUDA 4.0, OpenGL

1 はじめに

GPU(Graphics Processing Unit) を用いて汎用的な数値計算を行おうとする GPGPU(General Purpose computation on GPUs) が様々な分野で注目され、盛んになってきている [1].

本発表では、最近の GPU アーキテクチャ Fermi を搭載した GeForce GTX シリーズを用いて、CUDA を用いた GPU 音響計算に OpenGL を組み合わせることで、GPU による数値解析のリアルタイム可視化の可能性を検討する。また、CUDA 4.0 よりリリースされた GPU Direct 2.0 による GPU 間メモリ転送についても検討を行い、複数の GPU を用いて GPGPU リアルタイム可視化のマルチ GPU 化を実装・評価する。

2 GPU 計算と可視化

GPU 計算では計算領域がビデオメモリ (VRAM) 内に確保されているため、計算結果の可視化においてはビデオカード上の描画用の VRAM 領域へ表示情報を書き込むことができる (図 1 参照)。これはリアルタイム可視化を目指す上で非常に大きな利点となりうる。

CUDA による GPU 計算によって、計算速度自体が高速化させられるが、CUDA と OpenGL の連携によってさらに描画におけるアドバンテージも受けることができるのである。

さらに、GPU Direct 2.0 による GPU 間メモリ転送により、マルチ GPU 使用時でも GPU 間転送でメインメモリ (RAM) を介する必要が不要となった (図 1 参照)。

3 GPGPU 可視化の結果とまとめ

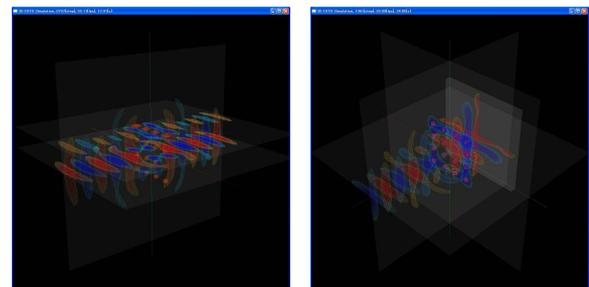
描画結果を図 2 で示す。ただし可視化法は PMCC[2] を利用している。高精細な描画を計算中に同時に表示することが可能である。続いて描画スピードに関して、非同期通信 (async.) による通信遅延と GPU Direct 2.0 の効果を評価する。表 1 に async. と GPU Direct 2.0 を利用した場合の効果を描画速度 (fps: frames per second) で示す。表中には CPU、シングル GPU、そしてデュアル GPU を用いた場合の結果を

示している。ただし解析領域を 256^3 セルとしている。同表より両方を同時に用いることで描画速度に 10 % 程度上昇することがわかる。また、従来の CPU に比べて GPU の結果は圧倒的なパフォーマンスを示していることがわかる。

以上のように、GPU による高速並列計算は、従来のアーキテクチャに対して描画スピードの問題を一気に解決し、3 次元の音響シミュレーションとそのリアルタイム可視化を現実のものとしようとしている。本研究の結果より、個人ユース型の計算機でも、GPU を用いたパーソナルスーパーコンピュータが同時可視化シミュレーションを大きく貢献できることが示されている。

参考文献

- [1] 河田直樹, 大久保寛, 他, “音響数値計算のための GPU によるパーソナルスーパーコンピュータの実現へ向け” 音響春季, 2010 年 3 月.
- [2] 河田直樹, 大久保寛, 他, AI2010-5-03, 2011 年 2 月.



(a)Right-angled contours (b)Inc. Parallel contours

図 2: GPU visualization using PMCC[2]

表 1: 音響 FDTD 法の描画速度 (fps: frames per second) (単精度型, 計算領域 $256 \times 256 \times 256$ cells)

計算環境	描画速度 (fps)
8 thread i7 930(CPU)	1.1 fps
GTX 580 (1GPU)	69.1 fps
GTX 580 (2GPU) w/o async. and GPU Direct 2.0	120 fps
GTX 580 (2GPU) w/ async.	124 fps
GTX 580 (2GPU) w/ async. and GPU Direct 2.0	134 fps

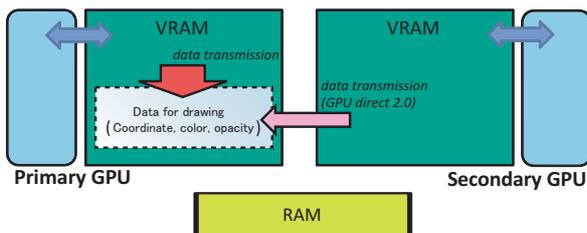


図 1: マルチ GPU 使用時の可視化