

## GP-GPU を用いた並列論理シミュレーションの性能評価

Evaluation of parallel logic simulation performance using GP-GPU

青野 寛之<sup>1</sup> 橋口 拓哉<sup>2</sup> 豊永 昌彦<sup>2</sup> 村岡 道明<sup>2</sup>

H. Aono<sup>1</sup> T. Hashiguchi<sup>2</sup> M. Toyonaga<sup>2</sup> M. Michiaki<sup>2</sup>

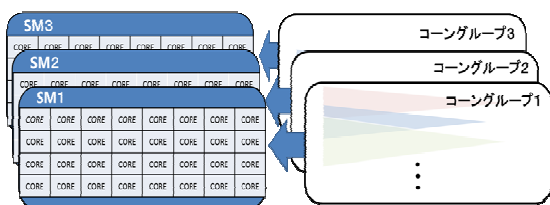
高知大学 理学部 情報科学コース<sup>1</sup> 高知大学 大学院 理学専攻<sup>2</sup>

### 1. まえがき

近年, GP-GPU を用いた論理シミュレーションの高速化の研究が行われている. 先行研究として GP-GPU を用いた論理シミュレーションアルゴリズムの並列化が行われ市販の高速シミュレータの約 4 倍の高速化が達成されている. 本稿では先行研究[1]で使用された GTX480 以外の 4 種類の GPU を使用し評価を行った. そして各 GPU と市販の高速シミュレータの比較を行い, GPU を用いた並列論理シミュレータの性能評価を行った.

### 2. GPU を用いた並列演算

GPU を用いた並列論理シミュレーションでは, 論理シミュレーション手法として並列化に向いていると考えられレベルソート法が採用されている. そして同レベル内のゲートを GPU の特徴である多数の演算コアを用いて並列演算を行うことで高速化を図っている. そして更なる高速化を図るため回路表現方法としてファンアウトコン法を用いられている. 外部出力から影響のあるゲートをコンとして切り出しコン間で並列演算を行っている. コンの個数は膨大なものとなるためこれをグループ化し, グループ化したものを GPU の演算コアの集まりである SM (Streaming Multiprocessor) に対応させている. 以下の図1はGPUとコングループの対応を示したものである.



### 3. 評価環境

各評価用回路の情報を以下の表1に示す.

表1. 評価回路情報

評価回路	adder4x1	adder4x640	adder4x1920	cpu x 1	cpu x 20	cpu x 40
インスタンス数	34	16009	48027	2148	42599	85179

インスタンス数とは論理ゲート数を表し, 表中の xN とは N 個の回路を並列につなげたものを指す.

今回の評価で使用した GPU の性能を表2に示す. 性能指標を表している TFLOPS より GTX780 が今回の評価に用いた GPU で最も高性能な GPU であることがわかる.

表2. GPU 別性能一覧表

型番	GTX 780	GTX 480	GT 540M	Quadro600	C2070
演算コア数	2304	480	64	96	448
クロック周波数(MHz)	941	1401	1340	1280	1150
TFLOPS	1.34	4.34	0.17	0.25	1.03

### 4. 評価結果

以下の表3は, 表2に示す GPU を用いて表1の回路でシミュレーションしたときの実行時間を示す. C-sim とは市販の高速シミュレータのことである. 本評価よりいずれの GPU で市販の高速シミュレータを上回る結果を得られた. 回路規模が大きい回路並列度が高く高速化率が高くなっていることも確認した. また最も高性能である GTX780 では性能比程の高速化が確認できなかった. adder4x1, cpu のような回路規模の小さい回路ではいずれの GPU も処理速度はほぼ同じであった.

表3. シミュレーション結果[sec]

	adder4	adder4x640	adder4x1920	cpu	cpux20	cpux40
GTX480	0.7	1.3	2	3.2	7.8	10
GTX780	0.9	1.4	1.8	5.1	7.8	
GT540M	0.8	3.1	6.9	3.6	10.9	
Quadro600	0.8	3.4	7.5	3.9	11.9	
C2070	0.8	2.7	5.7	3.5	8.5	
C-Sim	0.1	9.2	29.2	1.2	25	50.6

テストパターン長: 100,000 サイクル

### 5. 結論

本研究では先行研究で開発された並列論理シミュレータを用いて様々な性質の異なる GPU を評価に使い, GP-GPU を用いた並列論理シミュレーションの性能評価を行った. また市販の高速シミュレータと各 GPU 別に比較を行い, 並列論理シミュレーションの高速化を目的とした考察を行った. 5 種類のいずれの GPU で従来のシミュレータ, 市販の高速シミュレータを上回る高速性を確認した. 回路規模が 20,000 ゲート以上の評価回路では今回使用した GPU の中で最も性能の低い GTX480 の約 0.25 倍の FLOPS である Quadro600 で市販の高速シミュレータの約 3 倍の高速性を確認した. また逆に今回の評価に使用した GPU で最も高い性能とされる GPU である GTX780 では最大の市販シミュレータの約 15 倍の高速性を確認した. 今後の課題は大規模な回路で実験を行い, GTX780 のような演算コアの多い GPU の性能を更に引き出せる方法を検討することである.

参考文献 [1] 橋口拓哉, et al., “GP-GPU を用いた高速並列論理シミュレータ”, Vol.2015-SLDM-169 No.12, 2015 年 1 月 29 日