

GP-GPU を用いた論理シミュレーションアルゴリズムの評価

Evaluation of A Logic Simulation Algorithm on GP-GPU

梶野 達也¹ 市原 菜穂子² 森 雄一郎¹ 豊永 昌彦¹ 村岡 道明¹
高知大学 理学部 (情報科学コース)¹ 高知大学大学院(情報科学分野)²

1. はじめに

大規模回路の論理シミュレーションは、膨大なシミュレーション時間を要することが問題となっている。これを解決するために、この数年来、GP-GPU を使用したシミュレーションの高速化手法の研究[1]が行われている。本研究では、GPU を用いた基本的な論理シミュレーション用並列アルゴリズムを考案し、ソフトウェア実装をして高速化率の評価を行った。

2. GPU を用いた論理回路シミュレーション手法

Host 側でネットリストの読み込みを行う。入力テストベクタをランダム設定し、論理段数を計算する。以下の処理を m 回繰り返す。Host から、Device のグローバルメモリにデータをコピーし、GPU の kernel を呼び出す。GPU のシェアードメモリにネットリストをコピーする。以下の処理を n 回繰り返す。入力テストベクタをグローバルメモリの変数に格納する。グローバルメモリの変数をシェアードメモリの変数に格納する。ゲートの論理演算を K 回繰り返し、出力結果をグローバルメモリの変数に格納する。グローバルメモリの変数を出力テストベクタに格納する。ここまでする n 回繰り返す。Device から Host にシミュレーション結果を転送し保存する。

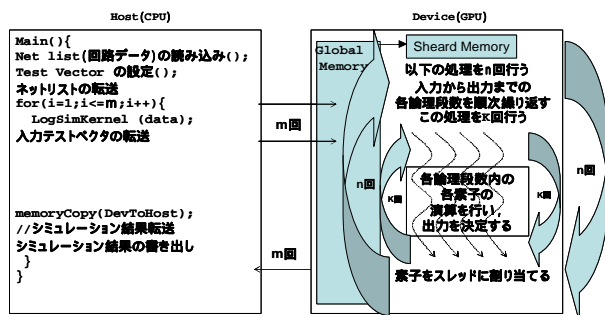


図 1. GPU による論理シミュレーション手法

3. 評価

本アルゴリズムをプロトタイプソフトウェアとして試作し、GPU 実行時間 (GPU 上での論理シミュレーション実行時間) と ModelSim 実行時間を比較した。

<動作環境・実験条件>

- ・GPU 環境: GTX480(480 core), 1.4GHz, 1.5GB (グローバルメモリー), 論理シミュレーションプロトタイプ
- ・PC 環境: core i7, 3.1GHz, 3GB メモリ, ModelSim
- ・テストベクタ: 乱数, ベクタ長: 1000, 10000 サイクル
- ・実験回路: 16bit Adder

図 2 に GPU の処理を 5 ステップにわけた時のそれぞれの処理時間の割合を示す。ここでは、t3(テストベクタのシェアードメモリへのコピー), t4(論理ゲートの演算)の処理に大部分の時間がかかっていることがわかる。

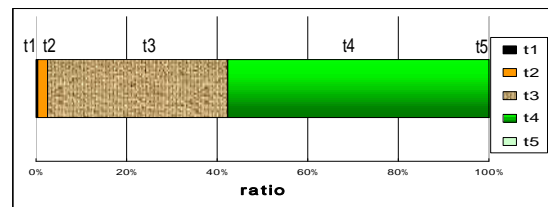


図 2. 処理時間割合

図 3 に各シミュレーション結果を示す。提案手法の初期版(Ver.1)では、無償版 ModelSim よりも実行時間がかかるが、高速化版(Ver.3)では無償版 ModelSim よりも約 2.2 倍高速化することができた。

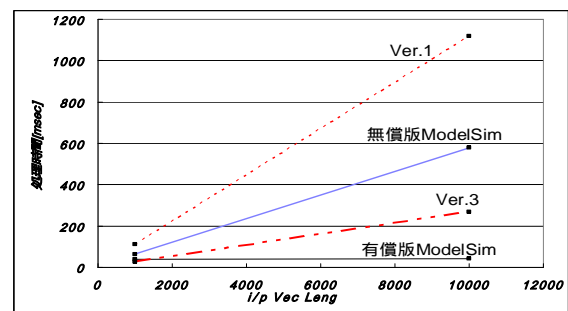


図 3. GPU と ModelSim の実行時間比較 (有償版/無償版 Modelsim vs 提案シミュレーション Ver.1/Ver.3) [単位: msec]

4. 結論・今後の課題

本研究では GPU を用いた基本的な論理シミュレーション用並列アルゴリズムを考案しプロトタイプソフトウェアにより実験をしたところ、商用の論理シミュレータ並みの速度を達成した。

今後の課題としては、シミュレーション時間の大半を占める論理ゲート演算の高速化改良および高速版の GPU である TESLA を使用することにより、有償版 ModelSim 以上の高速化を達成することを目標とする。

参考文献

- [1] Debapriya Chatterjee et al, "High-Performance Gate-Level Simulation with GP-GPUs", pp. 1332-1337, DATE09, 2009

本研究の一部は、2011 年度 NEDO 補助金に基くスタビリティ株式会社との共同研究による。