

平成 25 年度 TSUBAME 産業利用トライアルユース 成果報告書

利用課題名 熱応答シミュレーションにおける計算規模拡大の効果検証

英文: Effect verification of the calculation scale expansion in a thermal response simulation

利用課題責任者 志賀 俊基

First name Surname Toshiki Shiga

所属 ローム株式会社

Affiliation ROHM Co.,Ltd.

URL <http://www.rohm.co.jp>

邦文抄録(300 字程度)

サーマルプリントヘッドの大規模モデルを用いた計算を行うにあたり、計算コストを削減する手段である DDM(領域分割法)と GPU の効果を確認した。DDM の効果は大きく、最も計算時間が早かったのは、8 並列時であり、DDM を使用しない場合から、80%程度計算時間が短縮できた。また、2 並列では、計算時間が半分以下になった。GPU は、殆ど効果がなかった。DDM と GPU を併用すると、DDM のみを使用した時よりも、計算時間は遅くなった。最も効果的な並列数や、GPU の効果は、計算規模が影響していることが考えられる。本来は、大規模モデルでの評価を予定していたが、都合により小規模モデルでの評価を行った為、今後、GPU の効果は大規模モデルで確認する必要がある。

英文抄録(100 words 程度)

I confirmed effects of DDM and GPU to perform the calculation using the large scale model of the thermal print head. DDM is very effective. The condition that the computation time was the earliest is the time when it had 8 parallel. It is able to shorten around 80% of computation time than a case not to use DDM. In 2 parallel, the computation time is less than half. GPU was almost ineffective. When I used DDM and GPU, the computation time is slower than the case not to use GPU. It is thought that the most effective number of the parallel and the effect of GPU are influenced by a calculation scale. I planned the evaluation by the large scale model. However, I performed the evaluation by the small model. Therefore I will confirm the effect of computing a large scale model by GPU in future.

Keywords: DDM (Domain Decomposition Method)、GPU、サーマルプリントヘッド、MARC

背景と目的

サーマルプリントヘッドの高速応答性・省電力化などの性能向上のためには、構造の最適化が必要となるが、試作実験による評価・再設計では時間・精度に問題があり、さらには、原理の理解が非常に困難である。そこで、非定常熱伝導解析により、温度分布履歴、熱移動経路の確認などを行ってきた。

しかし、プリントヘッドの熱応答シミュレーションは、モデル規模が大きく、さらに、電圧印加の ON、OFF を繰り返し行う為、計算時間がかかることが課題となっている。現状では、モデルを簡略化して計算しているが、解析精度の問題が残る。そこで、TSUBAME を使用することで、これまでの解析精度の確認や並列計算の有効性について検証することにした。

現状、20 万節点の簡略化モデルに対する、1 パルスの計算時間は、約 45 分である。実際に必要なサイズで

モデル化すると、数 100 万節点規模のモデルとなる。

本プロジェクトでは、TSUBAME を利用することで、計算時間やメモリ量による計算規模・精度の制限を大幅に改善するために、MARC のオプションライセンスである、DDM オプションと GPU オプションの効果を確認することで、計算時間を大幅に短縮させる可能性を得た。

概要

プリントヘッドの熱応答シミュレーションは、電圧印加の ON、OFF を繰り返す計算を行うが、今回のトライアルユースでは、取り組み時間の都合上、大規模モデル、及び、複数パルスでの検証を行うことができなかった。その為、小規模の簡略化モデルにおいて、解析対象を 1 パルス目の ON 終了時までとし、DDM オプションと GPU オプションの効果について検証し、DDM オプショ

ンの効果は大きいことと、小規模モデルでは、GPU オプションの効果はないことを確認した。

結果および考察

モデルには、要素数:約 80000、節点数:約 85000、の6面体1次の要素を用いて、線形非定常熱伝導解析を行った。

結果を評価するにあたって、ベンチマークの条件を DDM:1(領域分割しない)、GPU:なし(使用しない)、ncpus:1 とした。

領域分割数を増やした時の計算時間は、8 並列までは DDM の増加に対して概ね減少傾向にあるが、24 並列になると、2 並列時よりも計算時間が遅くなった。また、2 並列にすることで、計算時間が半分以下になることが確認できた。ここでは、領域分割数に対して、同数のコアを割り当てている。(領域分割数=並列数)

領域分割数に対する計算時間の割合を Fig.1 に示す。

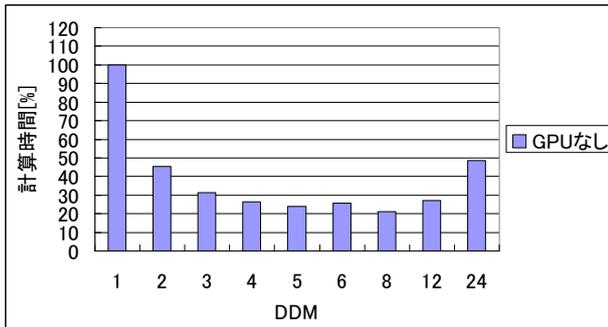


Fig.1 領域分割数に対する計算時間の割合

GPU を使用した際の計算時間は、領域分割を行わず、GPU のみを使用した場合、数%程度しか減少しなかった。また、領域分割数を 8、及び、12 とした場合、GPU を使用した方が、GPU を使用しない時よりも、遅くなる結果となった。

GPU 使用数に対する計算時間の割合を Fig.2 に示す。

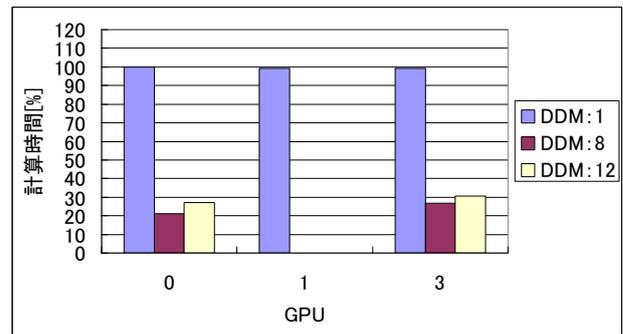


Fig.2 GPU 使用数に対する計算時間の割合

ncpus 数を変更しても、計算時間に大差は見られなかった。

ncpus 数に対する計算時間の割合を Fig.3 に示す。

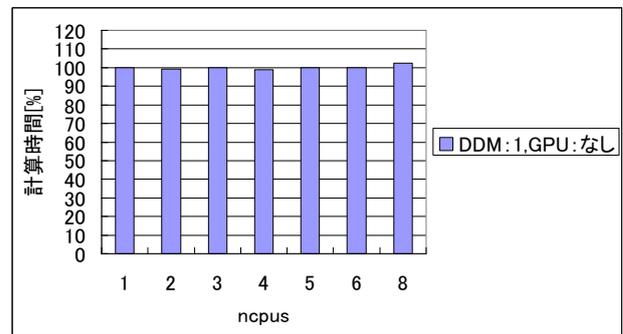


Fig.3 ncpus 数に対する計算時間の割合

以上のことから、DDM オプションを用いて計算すると、最大で 80%程度の計算時間の削減ができることが確認できた。また、2 並列にすることで、半分以下にできることが確認できた。しかし、今回のような小規模のモデルでの解析では、領域分割数を 8 並列よりも増やして計算しても、計算時間は短縮できないことが確認できた。

また、GPU オプションを用いて計算する場合、今回のような小規模のモデルでは、効果はなく、DDM と併用して計算すると、遅くなる結果となった。

まとめ、今後の課題

小規模のモデルに対しても、8 並列以内であれば、DDM オプションの効果は大きいことが確認できた。特に、2 並列にすることで、半分以下にできることが確認できた。

今回のような小規模のモデルでは、GPU オプションの効果を確認することができなかった。今後、GPU の効果は、剛性マトリクスが大きい、大規模モデルで確認

する必要があると考えている。

そして、本来の目的である、これまでの解析精度の確認や並列計算の有効性について検証していきたい。