

Communication-Computation Overlapping (CC-Overlapping) for Parallel Multigrid Methods

中 島 研 吾

東京大学情報基盤センター

2023 年 6 月に実施された大規模 HPC チャレンジ (Wisteria/BDEC-01 (Odyssey), Oakbridge-CX) の結果をまとめた論文「Kengo Nakajima, Communication-Computation Overlapping for Parallel Multigrid Methods」は、2024 年 5 月にアメリカ合衆国カリフォルニア州サンフランシスコで開催された 38th IEEE International Parallel and Distributed Processing Symposium (IPDPS 2024)¹併設ワークショップである、19th International Workshop on Automatic Performance Tuning (iWAPT 2024)²に採択された。

採択された論文は IEEE の Post-Publication Policies³に従って、発表資料とともに下記サイトより公開されている。興味を持たれた読者は下記サイトに記載されている IEEE の copyright に関わる文言を遵守の上、閲覧されたい。

<https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/papers/nakajima/iWAPT2024/>

【参考:大規模 HPC チャレンジ申込書に記載した「実施内容の概要」の抜粋】

Krylov 部分空間法による前処理付き反復法は、超並列環境下では通信オーバーヘッドが増加する傾向にあり、その削減は重要な課題である。並列有限要素法、差分法において、Halo 通信 (Communication) と計算 (Computation) のオーバーラップ (CC-Overlapping) は、OpenMP の動的ループスケジューリングと組み合わせて広く使用され、主として疎行列ベクトル積 (SpMV)、陽解法に適用されてきた[1]。著者等による先行研究[2]では、ICCG 法等データ依存性を含むプロセスに CC-Overlapping を適用するためのリオーダーリング手法を提案し、Oakforest-PACS, Wisteria/BDEC-01 (Odyssey) で高い並列性能を得られたが、CC-Overlapping 適用は SpMV に留まっていた。最近の研究[3]では、ICCG 法の前進後退代入に CC-Overlapping を適用する手法を提案し、並列多重格子法を前処理とする MGCG 法へ適用し、性能改善を達成した。更に、Halo 通信を含む処理ではマスタースレッドが通信のみを実施する Manual Scheduling[4]を適用した予備的計算では、更なる性能改善が得られている。本大規模 HPC チャレンジでは、Manual Scheduling を含むこれらの手法について、Odyssey (最大 4,096 ノード)、Oakbridge-CX (最大 1,024 ノード) による性能評価を実施する。

[1] Nakajima, K., Hanawa, T., P2S2 WS in conjunction with ICPP 2017, 2017

[2] Nakajima, K. et al, IWAHPC 2022 WS in conjunction with HPC Asia 2022, 2022

[3] 中島研吾, 通信・計算オーバーラップによる並列多重格子法, 情報処理学会研究報告 2022-HPC-187 (13), 2022

[4] Soga, T. et al, Supercomputing Frontiers and Innovation 7-4, 4-15, 2020

¹ <https://www.ipdps.org/ipdps2024/>

² <http://iwapt.org/2024/>

³ <https://journals.ieeeauthorcenter.ieee.org/become-an-ieee-journal-author/publishing-ethics/guidelines-and-policies/post-publication-policies/>