

受付ID	16a9
分野	HPCS

アクセラレータおよびメニーコアを搭載したクラスタシステムのための高生産並列言語の開発と評価

Development and evaluation of a high productivity parallel language for cluster systems with accelerators and many core units

中尾昌広

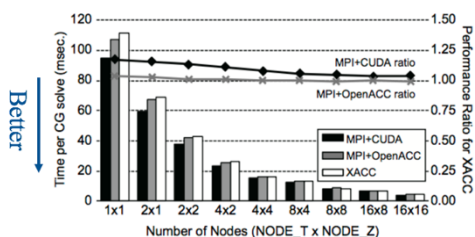
理化学研究所 計算科学研究機構

1. 研究目的

本研究の目的は、GPU およびメニーコアを搭載したアクセラレータクラスタ上でアプリケーションを簡易に作成できる言語を開発し、その評価を行うことである。それらの評価は、性能と生産性（逐次コードからどの程度の変更量で並列コードを作成できるか）の2つの軸から行う。

2. 研究成果の内容

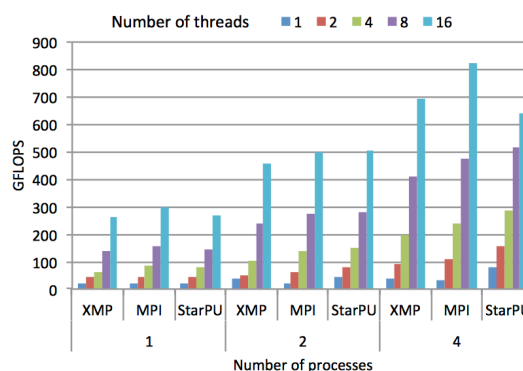
GPU を搭載したクラスタ用の言語 XcalableACC (XACC) の開発を行い、オープンソースソフトウェアとして公開した[1]。また、その仕様は2017年5月中に公開する予定である[2]。XACC の評価のために、格子 QCD ミニアプリケーションを実装し、既存のプログラミングモデルである MPI+CUDA および MPI+OpenACC との比較を行った。その結果、XACC の高並列時の性能は MPI+CUDA および MPI+OpenACC とほぼ変わらず、XACC の逐次コードからの変更量は MPI+CUDA の約 19%、MPI+OpenACC の約 72%であることがわかった。



	MPI+CUDA	MPI+OpenACC	XACC
Delta-SLOC	832	223	160
Add	322	160	154
Delete	73	0	0
Modify	437	63	6

メニーコアを搭載したクラスタシステムのために、動的なタスク並列処理を記述可能な tasklet 機能を既存の並列言語 XcalableMP (XMP) [3]に追加した。XMP-tasklet を用いると、プロセス内/間のタスク間の依存関係記述による細粒度な同期に加え、通信と計算のオーバーラップによる性能向上が期待できる。XMP-tasklet の実装には軽量スレッドライブラリ Argobots[4]を用いた。XMP-tasklet の評価のために、

ブロックコレスキー分解を実装し、既存のプログラミングモデルである MPI+OpenMP およびヘテロジニアスアーキテクチャのためのライブラリ StarPU[5]との比較を行った。その結果、XMP-tasklet の性能は MPI+OpenMP の約 85%以上であり、StarPU とはほぼ同じであった。XMP-tasklet の逐次コードからの変更量は MPI+OpenMP の約 8%、StarPU の約 11%であることがわかった。



	MPI+OpenMP	StarPU	XMP-tasklet
Delta-SLOC	277	207	22
Add	264	176	20
Delete	0	0	0
Modify	13	31	2

3. 学際共同利用として実施した意義

アプリケーションで用いられる計算環境は大規模化の傾向にある。そのため、本課題で開発した言語に対する性能および生産性の評価には、HA-PACS や COMA のような世界トップレベルの大規模アクセラレータクラスタを用いる必要があった。

4. 今後の展望

XACC については、基本的な機能は開発したため、今後は実アプリケーションの実装を行い、性能と生産性に対するより深い考察を行う予定である。XMP-tasklet については、XMP の仕様を策定している PC クラスタコンソーシアム[6]に XMP-tasklet の仕様を提案していくことを考えている。また、別のメニーコアクラスタである Oakforest-PACS[7]においても XMP-tasklet の性能評価を行っていく予定である。

5. 参考 URL

- [1] <http://omni-compiler.org>
- [2] <https://github.com/XcalableMP/XACC-Specification>
- [3] <http://xcalablemp.org>
- [4] <https://collab.cels.anl.gov/display/ARGOBOTS/Argobots+Home>
- [5] <http://starpu.gforge.inria.fr>
- [6] <https://www.pcluster.org/ja/>
- [7] <http://www.cc.u-tokyo.ac.jp/system/ofp/>

6. 成果発表

(1) 学術論文：2件（国外）

(2) 学会発表：1件（国外），3件（国内）

使用計算機	使用計算機に○	配分リソース※
HA-PACS	○	454
HA-PACS/TCA	○	145
COMA	○	104
※配分リソースについては 32node 換算時間をご記入ください。		