

多様な演算加速装置を用いる 高性能システムのためのプログラミング環境の開発

Development of Programming Environment for High-performance Systems using Various Accelerators

藤田 典久

筑波大学 計算科学研究センター

1. 研究目的

スーパーコンピュータでは、電力性能比を高めるために演算加速装置、特に Graphics Processing Unit (GPU) が広く用いられている。GPU ベンダーは複数あるが、それぞれのベンダーが GPU 開発環境を提供しているのが現状であり、開発環境の分断が問題となっている。アプリケーションを複数の GPU に対応させる場合は、それぞれのベンダーに対してプログラミングをしなければならない。

本研究の目的は複数の演算加速装置を統一的に扱える開発環境を実現することである。このような開発環境があれば開発環境が分断されている問題を解決できると考えており、SYCL C++標準に基づく開発環境である「CHARM-SYCL」の研究開発を行う。

2. 研究成果の内容

本研究は演算加速装置を統一的に扱える開発環境である「CHARM-SYCL」の研究開発を行うものである。CHARM-SYCL は SYCL で記述された単一コードから、複数の演算加速装置に対応できるように GPU 向けのコード生成を行う開発環境である。

また、SYCL ランタイムに関して、Oak Ridge National Laboratory (ORNL) と共同研究を行っており、ORNL が研究しているランタイムライブラリである「IRIS」を組み合わせることで、複数の演算加速装置を SYCL プログラムから透過的に扱えることを実現した。計算をタスクとして分割し、IRIS が有する高性能なタスクスケジューラを通してタスクを実行することで、IRIS が自動的に複数の演算加速装置にタスク実行を振り分ける。

本年度の研究では、中性子輸送シミュレーションベンチマークコードである XSBench に CHARM-SYCL を適用し、複数の演算加速装置を統一的に扱えることを示した。XSBench のコードは、計算カーネルのタスク分割化を行い、IRIS がタスクをスケジューリングできるよう変更を加えた。同種複数の場合も、異種複数の場合も IRIS を通して実行することで透過的に扱える。また、コードの変更はタスク分割化を施したのみであり、同じ単一のコードを NVIDIA GPU、AMD GPU、両者混在の環境で実行できることを示した。

3. 学際共同利用プログラムが果たした役割と意義

本年度の学際共同利用プログラムが提供する計算機は3つあるが、それぞれに特徴があり、全く異なる環境である。本研究は様々な環境を統一的に扱う事を目的としており、本プログラムが果たした役割と意義は大きい。

4. 今後の展望

現状の CHARM-SYCL 開発環境はプロトタイプであり、引き続き開発を進めていく。また、いくつかのベンチマークを用いての性能評価しか行えていないため、実アプリケーションへの CHARM-SYCL の適用を目指す。また、高性能計算では複数のノードを用いて大規模な計算を実行することが一般的であり、タスクを複数ノードに分散させる分散タスク実行について研究を進める予定である。

5. 成果発表

(1) 学術論文

- ① N. Fujita, B. Johnston, N. Miniskar, R. Kobayashi, M. Monil, K. Teranishi, S. Lee, J. Vetter and T. Boku, "CHARM-SYCL & IRIS: A Tool Chain for Performance Portability on Extremely Heterogeneous Systems," 2024 IEEE 20th International Conference on e-Science (e-Science), Osaka, Japan, 2024, pp. 1-10, doi: 10.1109/e-Science62913.2024.10678717.

(2) 学会発表

- ① 藤田 典久, B. Johnston, N. Miniskar, 小林 諒平, M. Monil, K. Teranishi, S. Lee, J. Vetter, and 朴 泰祐, “多様な環境におけるマルチ・タスク・ミニベンチマークの評価と Performance Portability”, 情報処理学会研究報告, 2024-HPC-195, 2024.

(3) その他

使用計算機	使用計算機に ○	配分リソース※		
		当初配分	移行*	追加配分
Cygnus	○	3600		
Pegasus	○	2250		
Wisteria/BDEC-01	○	3600		
	※配分リソースについてはノード時間積をご記入ください。 *バジェット移行を行った場合、「+2000」「-1000」のように記入			