

TSUBAME 共同利用 平成 27 年度 学術利用 成果報告書

利用課題名 ミニアプリケーションの開発と評価
英文: Development and evaluation of mini application software suite

利用課題責任者 小村幸浩
First name Surname Yukihiro Komura

所属 理化学研究所 計算科学研究機構
Affiliation RIKEN Advanced Institute for Computational Science.

邦文抄録(300 字程度) 日本で開発しているミニアプリケーション集 Fiber は複数の異なる分野の科学技術計算アプリケーションで構成されている。ミニアプリは単純なカーネルだけでは再現できないアプリケーション本来の計算挙動を見通しのよい行数で再現しており、利用制限の緩いライセンスで公開されている。ミニアプリの開発は日本のみならず他国でも行われており、本課題では他国のミニアプリを含めた個々のミニアプリに対し、TSUBAME 環境での動作確認および性能評価を行う。また、今年度に新たに加わった Fiber ミニアプリの ffb-mini に対し、インテル CPU を用いた大規模な計算の動作検証を行う。

英文抄録(100 words 程度) Fiber mini-application, which has been developed at Japan, is a suit of the applications of computational science for various fields. Mini-application is the small application with the source lines 1K-10K, and also includes communication and file I/O. Mini-application has been published in other countries. In the project, we test those mini-applications on the TSUBAME with the Intel processors and evaluate the performance of those mini-applications with the use of Score-P.

Keywords: mini-application, performance analysis

背景と目的

ミニアプリは単純なカーネルだけでは再現できないアプリケーション本来の計算挙動を再現しており、利用制限の緩いライセンスで公開されている。ミニアプリではアプリケーションの主要計算部の再現のみならず、通信、ファイル I/O の入出力の部分も再現しており、一つのアプリケーションとして完結している。そのため、ミニアプリは広く HPC システムの性能評価に用いることが可能な基盤ソフトウェアとしての位置づけを持つ事が期待されている。

ミニアプリ集 Fiber[1] は日本で開発しているミニアプリ集である。ミニアプリ集 Fiber は「将来の HPCI システムのあり方の調査研究・アプリケーション分野」の 2018 ~2020 年頃の計算科学ロードマップ課題を解決するためのアプリケーションから抽出したミニアプリ集であり、複数の異なる分野の科学技術計算アプリケーションで構成されている。日本以外でもミニアプリ開発はされており、アメリカの Mantevo[2]、ヨーロッパの EXA2CT[3] なども日本の Fiber ミニアプリ集同様に利用制限の緩

いライセンスで公開されている。日本の Fiber ミニアプリは現在 8 本、Mantevo では 13 本、EXA2CT では 3 本のミニアプリが公開されている。また、ミニアプリではないが CORAL COLLABORATION[4] では現在 24 本の多岐にわたる分野のベンチマークアプリケーションが公開されている。

現在多数のミニアプリが各国により公開されているが、個々のミニアプリの分野、手法、ボトルネックの解析などは統一的には行われていない。本課題では、現在各国で公開されている全ミニアプリに対し、TSUBAME 環境を用いての動作確認および性能調査を行う。また、本年度に新たに加わった Fiber ミニアプリのひとつ、ffb-mini に対しての動作検証も行う。

概要

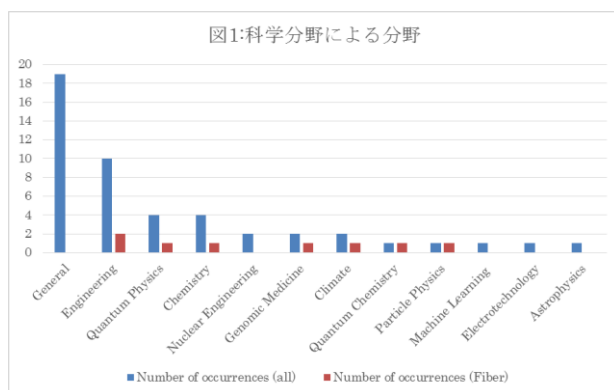
アメリカで開発している Mantevo、ヨーロッパで開発している EXA2CT では制限の緩いライセンスでソースコードが公開されているが、個々のアプリケーションの内容を詳細に記述した資料は乏しい。また、CORAL

COLLABORATION はベンチマークを取ることに特化しており、アプリケーションの詳細の記述はほとんどない。

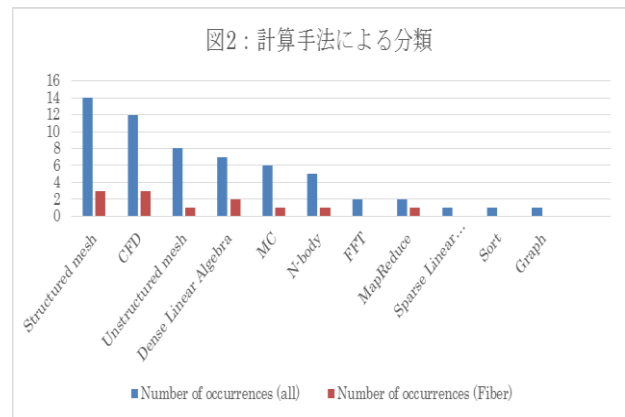
本課題では TSUBAME が試験的に導入している Score-P を用いて、各国が公開している全ミニアプリと CORAL ベンチマークアプリの計 48 本のアプリケーションの動作確認および性能解析を行う。各アプリケーションでの関数呼び出しデータなどを参考にどのような手法が使用されているかを解析する。また、各関数の計算時間から、ホットスポット部分の調査するとともに、プロセス間のデータ転送量、通信マトリックスなどデータも取得する。

結果および考察

始めに 48 本のアプリケーションの内訳についての調査を行った。48 本の科学分野から見た分類を図 1 に示す。図 1 の青色グラフは全体での頻度を表しており、赤色のグラフは Fiber ミニアプリの頻度を表している。図 1 より、General が多いが、これには行列の計算やファイル IO ベンチマークといった科学的な計算ではないアプリケーションが含まれている。また、Engineering は流体計算であり、現在 10 本のアプリケーションが公開されている。また、図 1 より Fiber ミニアプリの分野が多岐に渡っている様子もわかる。



次に 48 本の計算手法から見た分類を図 2 に示す。図 2 より、構造格子でのアプリケーションが一番多く 14 本のアプリケーションが存在している。また、非構造格子のアプリケーションも 8 本存在している。それ以外に Map Reduce のアプリケーションも現在 2 本存在している。図 2 より Fiber ミニアプリの計算手法も多岐に渡っている様子もわかる。



次に現在公開されている Fiber 8 本, Mantevo 13 本, EXA2CT 3 本のミニアプリ, CORAL ベンチマーク 24 本の大規模 Intel プロセッサクラス上での動作検証を行った。検証の結果, Fiber ミニアプリでは 8 本中 7 本, Mantevo では 13 本中 10 本, EXA2CT では 3 本中 1 本, CORAL では 24 本中 17 本のアプリケーションが TSUBAME 上で動作が可能であることを確認した。今回 Score-P を用いて、性能解析を行うため、Score-P を付随しアプリケーションの動作確認を行ったところ、Mantevo では 1 本, CORAL でも 1 本のアプリケーションでコンパイルエラーが発生した。今回、計算環境として OpenMPI とインテルコンパイラを用いている動作確認を行ったが、Mantevo の幾つかのアプリケーションでは OpenMPI でのコンパイルが出来ず、MPICH でのコンパイルが通るものが 2 つあった。実行可能なアプリケーションに対し、Score-P を用いて性能解析を行い、Fiber ミニアプリでは 7 本, Mantevo では 8 本, EXA2CT では 1 本, CORAL で 12 本のアプリケーションのボトルネックを特定した。

一方、今年度新たに Fiber ミニアプリに加わった ffb-mini の大規模 Intel プロセッサクラス上での動作検証も行き、無事に動作することを確認した。

まとめ、今後の課題

本課題では現在公されている全ミニアプリとベンチマークアプリケーションの TSUBAME 環境での動作確認および性能解析を行った。現在利用可能なアプリケーションは計 48 本あり、48 本の科学的な分野、計算手法の分類を行った。加えて、計 48 本のアプリケーションの TSUBAME 環境での動作確認および

Score-P を用いた性能解析も行った。また、今年度新たに Fiber ミニアプリに加わった ffb-mini に対し、大規模 Intel プロセッサクラス上での動作確認も行った。

[1]Fiber : <http://fiber-miniapp.github.io/>

[2]Mantevo:<https://mantevo.org/>

[3]EXA2CT: <http://www.exa2ct.eu/index.html>

[4]CORAL COLLABORATION :
<https://asc.llnl.gov/CORAL-benchmarks/>