

クラウド環境での GPGPU 線形ソルバーによる OpenFOAM の性能向上

松村 茂* (株式会社 EQN)

Performance Improvement of OpenFOAM by using GPGPU Linear Solvers on Computing Cloud Systems

Shigeru MATSUMURA * (EQN Corp.)

Key Words : OpenFOAM, cloud, GPGPU, linear solver, cuda

1. 概要

OpenFOAM で用いられている計算手法は複雑な偏微分方程式を離散化・線形化し連立一次方程式で近似することによって数値解を求める。この手法ではその連立一次方程式をいかに高速に解くことができるかによってシミュレーションの計算時間のほとんどが決定される。

連立一次方程式を高速に解く手法として、OpenFOAM に内包される CPU による線形ソルバーを GPU (Graphics Processing Unit) を利用した線形ソルバーに差し替える方法がある。

この十年程の間の GPU の性能の向上は目覚ましいものがあり、その超並列性を利用した浮動小数点演算性能や高いメモリバンド幅を利用した GPGPU (General Purpose Computation on GPU) を利用した高速計算は既にさまざまな応用分野で利用され成果を上げている。

この GPGPU を利用した高速な線形ソルバーを利用することにより OpenFOAM の計算時間を簡易に大幅に高速化することが可能である。

更にそのような高速な計算環境を IaaS (Infrastructure as a Service) の形態のクラウド計算機環境を利用することにより、企業のみならず個人でもいつでも欲しいだけの計算機資源に対してその時間当たりの料金を支払うだけでその場で仮想マシンの形で借りることができるようになっている。

これらを利用することにより OpenFOAM の性能がどの程度向上するかベンチマークを行い測定する。

2. ベンチマーク内容

2.1 ベンチマーク対象 GPGPU 線形ソルバーとして、Symsscape 社製 GPU v1.1 Linear Solver for OpenFOAM⁽¹⁾、simFlow 社製 RapidCFD⁽²⁾、および弊社 EQN 社製 EQN GPGPU Solver をとりあげ、それぞれ OpenFOAM 2.3 へ組み込みベンチマークを行った。

ただし、Symsscape 社製 GPU ソルバーは OpenFOAM 2.2 系までであり、また環境構築に複雑な手順を要求されるため、OpenFOAM 2.3 系への移植と利用を簡易にするためのライブラリ化を別途行った上で比較を行った。

2.2 ベンチマーク題材 OpenFOAM ベンチマーク題材としてはオープン CAE 学会⁽³⁾の V&V 委員会により公開されているベンチマーク⁽⁴⁾、チャンネル流れケース channelReTau110 を用いて行った。

2.3 ベンチマーク環境 実行環境は単体サーバーの Intel Xeon Processor 及び NVIDIA GTX GeForce TITAN か

らなるサーバーと、Amazon AWS EC2 の GPU クラスタの両方で行い結果を測定した。

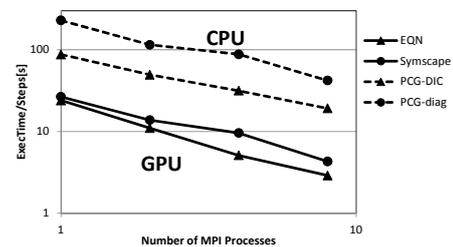


Fig. 1 Execution Time (AWS, Smagorinsky model)

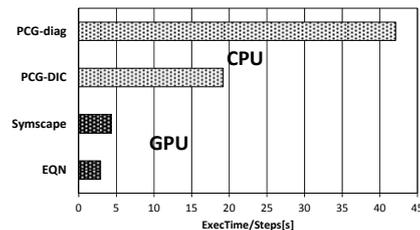


Fig. 2 Execution Time (AWS, Smagorinsky model, 8 MPI processes)

3. 結果詳細

ベンチマーク結果、環境構築方法及び、測定方法については当日詳細に解説する。

参考

- (1) Symsscape. GPU v1.1 Linear Solver Library for OpenFOAM, <http://www.symsscape.com/gpu-1-1-openfoam>, (accessed 2015-10-22)
- (2) simFlow. RapidCFD, <https://sim-flow.com/rapid-cfd-gpu/>, (accessed 2015-10-22)
- (3) オープン CAE 学会, <http://www.opencafe.jp/>, (accessed 2015-10-22)
- (4) opencafe/VandV · GitHub, <https://github.com/opencafe/VandV/>, (accessed 2015-10-22)