

発表概要

GPGPUを用いた差分格子ボルツマン法による 流体音数値解析

田畑 諒也^{1,a)} 小林 泰三^{2,3}

2018年8月1日発表

本発表では、流体音数値解析の手法として差分格子ボルツマン法とその GPGPU 利用の可能性を議論する。輸送機械や楽器・音響機器の一部の問題では流体と音の相互作用を考慮する必要があり、圧縮性流体数値解析による流体音の直接計算が行われている。しかし、この方法では流体と音波を同時に解析するため、細かなメッシュとタイムステップが必要となり多大な計算コストを要する。GPU を用いた計算では CPU-GPU 間通信がボトルネックとなることが多いが、(差分) 格子ボルツマン法を用いた場合は GPU のみで計算が完結することや、音波に比べてサイズの大きい流体データの書き出し頻度が低いことから、流体音数値解析において GPU の利用は効果的である可能性がある。流体音の数値解析を効率的に行うため、格子ボルツマン法を GPU 実装した例があるが、計算精度や安定性の面で問題がある。一方、格子ボルツマン法に差分スキームを導入した差分格子ボルツマン法を用いることにより、既存の差分スキームを用いて高精度に計算が可能であることが報告されている。差分格子ボルツマン法は格子ボルツマン法に比べ、演算強度 (Flop/Byte) が高くなるため、B/F 値の低い計算機において実効性能を引き出すことができる。そこで、複数の差分スキームを導入した差分格子ボルツマン法を GPU 実装し、ルーフラインモデルを用いて性能評価した結果を報告する。

Presentation Abstract

Aeroacoustic Simulation by Finite-Difference Lattice Boltzmann Method using GPGPU

RYOYA TABATA^{1,a)} TAIZO KOBAYASHI^{2,3}

Presented: August 1, 2018

In this study, we will discuss the possibility of using GPGPU techniques for Aeroacoustic Simulation with the finite-difference lattice Boltzmann method (FDLBM). Compressible flow simulation has been used in direct aeroacoustic simulation; however, the computational cost is huge due to the requirement of high computational mesh resolution, with small time steps. The Lattice Boltzmann Method (LBM) has been used as an efficient method for fluid simulation using GPGPU. However, LBM has less accuracy when applied to some aeroacoustic problems. On the other hand, FDLBM has a high accuracy and high arithmetic intensity compared to LBM. We will present a performance evaluation of the LBM and FDLBM with several finite difference schemes on GPU with the roofline model.

This is the abstract of an unrefereed presentation, and it should not preclude subsequent publication.

¹ 九州工業大学大学院情報工学府
Graduate School of Computer Science and Systems Engineering, Kyushu Institute of Technology, Iizuka, Fukuoka 820-8502, Japan
² 帝京大学福岡医療技術学部
Faculty of Fukuoka Medical Technology, Teikyo University, Omuta, Fukuoka 836-0037, Japan

³ 九州大学情報基盤研究開発センター
Research Institute for Information Technology, Kyushu University, Fukuoka 819-0385, Japan
a) tabata@chaos.mse.kyutech.ac.jp