

先进计算

交替方向隐式CFD解法器的GPU并行计算及其优化

邓亮,徐传福,刘巍,张理论

国防科学技术大学 计算机学院, 长沙 410073

摘要: 交替方向隐格式(ADI)是常见的偏微分方程离散格式之一, 目前对ADI格式在计算流体力学(CFD)实际应用中的GPU并行工作开展较少。从一个有限体积CFD应用出发, 通过分析ADI解法器的特点和计算流程, 基于统一计算架构(CUDA)编程模型设计了基于网格点与网格线的两类细粒度GPU并行算法, 讨论了若干性能优化方法。在天河-1A系统上, 采用128×128×128网格规模的单区结构网格算例, 无粘项、粘性项及ADI迭代计算的GPU并行性能相对于单CPU核, 分别取得了100.1、40.1和10.3倍的加速比, 整体ADI CFD解法器的GPU并行加速比为17.3

关键词: 交替方向隐式 计算流体力学解法器 结构网格 GPU并行

Parallelization and optimization of alternating direction implicit CFD solver on GPU

Liang DENG,XU Chuanfu,LIU Wei,ZHANG Lilun

School of Computer Science, National University of Defense Technology, Changsha Hunan 410073, China

Abstract: Alternating Direction Implicit (ADI) scheme is a typical discretization scheme for solving partial differential equations. However, there are few researches on the implementations and optimizations of ADI scheme on GPUs for practical Computational Fluid Dynamics (CFD) applications. In this paper, through analysis of the characteristics and calculation processes of ADI solver in a practical CFD application, the authors implemented fine-grained GPU parallelization algorithm for the ADI solver based on grid points and grid lines by a Compute Unified Device Architecture (CUDA) model. Some performance optimization methods were discussed. The experimental results on the TianHe-1A supercomputer show that the proposed GPU-enabled ADI solver can achieve overall speedup of 17.3 compared to single CPU core when simulating a 128×128×128 grid. The speedups for inviscid flux calculation, viscous flux calculation and ADI iteration are 100.1, 40.1 and 10.3 respectively.

Keywords: Alternating Direction Implicit (ADI) Computational Fluid Dynamics (CFD) solver structured grid GPU parallelization

收稿日期 2013-04-24 修回日期 2013-06-13 网络版发布日期 2013-11-01

DOI:

基金项目:

国家自然科学基金资助项目;空气动力学国家重点实验室开放课题

通讯作者: 邓亮

作者简介: 邓亮(1989-), 男, 湖南娄底人, 硕士研究生, CCF会员, 主要研究方向: 高性能计算、GPU并行加速、计算流体力学; 徐传福(1980-), 男, 安徽六安人, 助理研究员, 博士, 主要研究方向: 高性能计算、并行计算机性能评测; 刘巍(1980-), 男, 吉林人, 博士, 主要研究方向: 计算流体力学、高性能计算; 张理论(1975-), 男, 河南南阳人, 研究员, 博士, 主要研究方向: 高性能计算。

作者Email: denglnudt@126.com

参考文献:

本刊中的类似文章

1. 杨丽鹏 车永刚.基于HDF5的结构网格计算流体动力学程序并行I/O技术[J]. 计算机应用, 2013,33(09): 2423-2427

扩展功能

本文信息

- Supporting info
- PDF(594KB)
- [HTML全文]
- 参考文献[PDF]
- 参考文献

服务与反馈

- 把本文推荐给朋友
- 加入我的书架
- 加入引用管理器
- 引用本文
- Email Alert
- 文章反馈
- 浏览反馈信息

本文关键词相关文章

- 交替方向隐式
- 计算流体力学解法器
- 结构网格
- GPU并行

本文作者相关文章

- 邓亮
- 徐传福
- 刘巍
- 张理论

PubMed

- Article by Deng,L
- Article by Xu,Z.F
- Article by Liu,w
- Article by Zhang,L.L

