

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	大規模並列システム上でのスレッディングモデルにおける並列性、データ移動、同期
Title(English)	Parallelism, Data Movement, and Synchronization in Threading Models on Massively Parallel Systems
著者(和文)	AMERABDELHALIM
Author(English)	Abdelhalim Amer
出典(和文)	学位:博士(理学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9744号, 授与年月日:2015年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:松岡 聡,遠藤 敏夫,吉瀬 謙二,増原 英彦,渡辺 治,ハラジ ハン
Citation(English)	Degree:., Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9744号, Conferred date:2015/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

(博士課程)
Doctoral Program

論文要旨

THE S I S S U M M A R Y

専攻 :
Department of 数理・計算科学 専攻

申請学位 (専攻分野) : 博士
Academic Degree Requested Doctor (理学)
of

学生氏名 : Amer Abdelhalim
Student's Name

指導教員 (主) : 教授 松岡 聡
Academic Advisor (main)
指導教員 (副) :
Academic Advisor (sub)

要旨 (英文 300 語程度)

Thesis Summary (approx. 300 English Words)

This dissertation, titled “Parallelism, Data Movement, and Synchronization in Threading Models on Massively Parallel Systems”, addresses some key challenges that hinder efficient exploitation of thread-level parallelism on multi-core clusters. Here we summarize and outline the structure of the document.

Chapter 1: Introduction. This chapter presents the motivation behind this work, introduces the key challenges associated with threading models on current and future parallel systems, and enumerates our contributions to address those challenges.

Chapter 2: Background. The goal of this chapter is to provide the foundation necessary to understand the rest of the document. First, we present the technology trend in parallel hardware and discuss how this tendency impacts software development. We follow by introducing shared-memory programming and the role of threading models in exploiting thread-level parallelism. We finally discuss hybrid MPI+threads programming and the associated thread-safety issues.

Chapter 3: Related Work. Here, we situate our work by stating how our contributions complement or differ from state-of-the-art research that targets solving the same challenges, as well as pointing out the drawbacks and flaws in some previous works.

Chapter 4: Efficient Parallel Execution on Multi-Cores. In this chapter, we tackle the challenge of improving intranode efficiency of parallel applications on multi-core systems. To this end, we first show that naïve bulk-synchronous and data-driven approaches are not scalable. We then propose a solution that exploits “tiled” computational patterns and auto-tuning to deliver scalable performance. We finally advocate that an auto-tuned tiled data-driven implementation is the most scalable and promising approach.

Chapter 5: Hybrid MPI+ Threads Applications at Scale. Here we study the hybrid MPI+threads model from an application perspective using the breadth-first search algorithm. We demonstrate the benefits and drawbacks of a hybrid model compared to those of an MPI-only model while conducting large-scale experiments. In particular, this chapter introduces the contention issue in multithreaded MPI runtimes that will be investigated in more detail in the next chapter.

Chapter 6: Alleviating Contention in Multithreaded MPI Runtimes. This chapter presents a detailed analysis of a multithread MPI runtime and exposes critical section arbitration as a major factor that contributes to runtime contention. It follows by presenting practical solutions that improve over the common mutex-based approach by using a lock implementation that ensures fairness and another that trades fairness for communication progress. We then show substantial performance benefits of our solutions using various benchmarks and a genome-assembly application.

Chapter 7: Conclusion. This chapter summarizes the key contributions of the work and gives some insights into future directions that deserve further investigation.

備考 : 論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note : Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1 copy of 800 Words (English).

注意 : 論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ (T2R2) にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

(博士課程)
Doctoral Program

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻： Department of	数理・計算科学	専攻	申請学位 (専攻分野)： Academic Degree Requested	博士 Doctor	(理学)
学生氏名： Student's Name	Amer Abdehalim		指導教員 (主)： Academic Advisor (main)	教授 松岡 聡	
			指導教員 (副)： Academic Advisor (sub)		

要旨 (和文 2000 字程度)

Thesis Summary (approx. 2000 Japanese Characters)

本論文は「Parallelism, Data Movement, and Synchronization in Threading Models on Massively Parallel Systems」と題し、マルチコアシステム上でスレッド並列のアプリケーションを実行する際の性能向上を実現するための手法を提案するもので、英語で記述され、全7章で構成されている。

第1章「Introduction」では、まず本研究に至る動機、そして現在および将来の並列計算機におけるスレッド並列モデルの問題点と、それらに対応する成果が述べられている。

第2章「Background」では、本研究の背景として、特に問題点や提案内容を理解するために必要な知識が述べられている。並列計算機ハードウェアの技術的な傾向とそのソフトウェア開発に対する影響、共有メモリプログラミングにおけるスレッド並列モデル、またMPIとスレッド並列を併用する場合に生じる問題についても述べられている。

第3章「Related Work」では、同じ問題の解決を目指す既存研究について、本研究とはどこが異なるか、あるいは既存研究では何が足りていないかを述べている。

第4章「Efficient Parallel Execution on Multi-Cores」では、マルチコア搭載システムにおけるノード内スレッド並列の性能向上を実現する手法について述べている。まずバルク同期型やデータ駆動型のアプローチでは性能が低いことを示し、そこでスケラブルな性能を得るためにタイリングと自動チューニングによる解決方法を提案し、それをデータ駆動型に適用した場合が最も有望なアプローチであると述べている。

第5章「Characterizing MPI+ Threads Applications at Scale」では、幅優先探索アルゴリズムを対象にMPI+スレッドのハイブリッド並列モデルについて述べられている。大規模実行時において、MPIのみの並列化と比較した場合のハイブリッド並列モデルの利点および欠点を示し、特にマルチスレッド対応MPIランタイムにおける競合問題について述べている。

第6章「Mitigating Contention in Multithreaded MPI Runtimes」では、前章で述べたマルチスレッド対応MPIランタイムの問題について、詳細な分析を行い、クリティカルセクションのアービトレーションが競合問題の主要因であることを突き止めたと述べられている。一般的に用いられている排他ロック機構ではロック独占問題が生じるため、代わりにチケットロックを用いることでスレッド間の公平性を保つ手法と、チケットロックを組み合わせるプライオリティの異なる2種類のロックを用い、通信状況に合わせてプログレスループに入ったスレッドのプライオリティを下げる手法を提案し、数々のベンチマークやゲノムアセンブリを用いて有意な性能向上があることを確認している。

第7章「Conclusion」では、本研究の総括を述べるとともに、今後の方向性を示している。

以上のように、本論文はスレッドレベル並列における性能低下問題を解決する手法を提案し、その有効性を確認しており、理献上貢献するところ大である。よって本論文は博士 (理学) の学位論文として十分価値があるものと認める。

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1 copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ (T2R2) にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).