

論文 / 著書情報
Article / Book Information

| | |
|-------------------|---|
| 題目(和文) | GPU搭載ヘテロジニアススーパーコンピュータ上でのスケーラブルで階層的なMapReduce型大規模データ処理 |
| Title(English) | Scalable and Hierarchical MapReduce-based Large-scale Data Processing on GPU-based Heterogeneous Supercomputers |
| 著者(和文) | 白幡晃一 |
| Author(English) | Koichi Shirahata |
| 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9746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,増原 英彦,脇田 建,渡辺 治,藤澤 克樹 |
| Citation(English) | Degree:., Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9746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

THESIS SUMMARY

| | | | |
|-------------------------|---------|----|---|
| 専攻： Department of | 数理・計算科学 | 専攻 | 申請学位 (専攻分野)： 博士 (理学) |
| 学生氏名： Student's Name | 白幡 晃一 | | 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「Scalable and Hierarchical MapReduce-based Large-scale Data Processing on GPU-based Heterogeneous Supercomputers (GPU 搭載ヘテロロジーニアススーパーコンピュータ上でのスケーラブルで階層的な MapReduce 型大規模データ処理)」と題し、大規模ヘテロロジーニアスシステムにおける MapReduce 型高速大規模データ処理技術を提案するもので、英語で全 7 章から構成されている。

第 1 章「Introduction」では、大規模ヘテロロジーニアスシステム上でのメニーコアアクセラレータを考慮した大規模データ処理における問題点を述べ、本研究で提案される MapReduce 型大規模・多階層メモリ管理技術を総括的に述べている。

第 2 章「Background」では、本研究の背景として、提案内容を理解するために必要なヘテロロジーニアスシステムとメニーコアアクセラレータを用いた計算方法や、MapReduce 処理を含めた大規模データ処理手法を紹介し、それらの傾向や課題などについてより詳細に述べている。

第 3 章「Related Work」では、既存の大規模システム上での大規模データ処理におけるメニーコアアクセラレータの利用や多階層メモリ管理などに関連する技術について述べ、その問題点を論じている。特に、数百～数千ノード上のメニーコアのメモリ量を超える規模のデータを見越した適用可能性について議論を行っており、既存手法では未実証、または適用不可能であると論じている。

第 4 章「A Scalable Implementation of a MapReduce-based Graph Processing Algorithm on GPUs」では、一つの手法である、大規模グラフ処理における複数 GPU を用いた高速化手法とスケーラビリティ向上技術について論じている。具体的には、既存の 1GPU 向け MapReduce 実装を複数 GPU 向けに拡張し、その上に汎用グラフアルゴリズムの実装、およびタスクスケジューリングに基づいたロードバランス最適化技術の適用を行っている。評価では、GPU の使用とロードバランス最適化の有無による比較を行い、提案手法の有効性を実証している。

第 5 章「Out-of-core GPU Memory Management for MapReduce-based Large-scale Graph Processing」では、本論文の二つ目の貢献として、GPU メモリ容量を超える規模のデータを効率的に処理するための多階層メモリ管理技術について論じている。第 4 章で提案された複数 GPU 上での MapReduce 実装を拡張し、ストリーム型の out-of-core に対応した GPU メモリ管理手法により GPU-CPU 間のデータ転送オーバーヘッドを隠蔽している。評価では、GPU を使用しない場合と比較し、GPU メモリ容量を超える規模のデータ処理においても GPU の使用が有効であることを示している。

第 6 章「Discussion」では、本アプローチの適用範囲や将来のアーキテクチャへの適用可能性について議論している。また前章で述べた貢献の有効性について他のアプリケーション例を含めてさらに議論している。

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、本研究は大規模ヘテロロジーニアスシステムにおける MapReduce 型高速大規模データ処理技術を提案し、またその有効性を確認している。

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 1copy 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 of | (理学) |
| 学生氏名： Student's Name | 白幡 晃一 | | 指導教員（主）： Academic Advisor(main) | 教授 松岡 聡 | |
| | | | 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 “Scalable and Hierarchical MapReduce-based Large-scale Data Processing on GPU-based Heterogeneous Supercomputers”, addresses key challenges on MapReduce-based fast large-scale data processing on large-scale heterogeneous systems. Here we summarize and outline the structure of the document.

Chapter 1 “Introduction” presents the motivation behind this work, the key challenges associated with large-scale data processing on large-scale heterogeneous many-core systems, and enumerates our contributions to address those challenges.

Chapter 2 “Background” describes the foundation necessary to understand the rest of the document. We present the technology trend in heterogeneous systems and many-core computing, followed by large-scale data processing methodologies including MapReduce.

Chapter 3 “Related Work” summarizes prior research efforts on large-scale data processing on many-cores and techniques on hierarchical memory management, especially on the situations of processing large-scale data whose size exceeds many-core memory capacity on hundreds to thousands node, and discusses the drawbacks and flaws in their work.

Chapter 4 “A Scalable Implementation of a MapReduce-based Graph Processing Algorithm on GPUs” describes our first contribution, the challenge of acceleration and scalability on large-scale graph processing using multi-GPU. We first show our implementation techniques on multi-GPU MapReduce. We then present an implementation of a generalized graph processing algorithm on top of multi-GPU MapReduce, followed by our task-scheduling-based load balance optimization technique for improving multi-GPU scalability.

Chapter 5 “Out-of-core GPU Memory Management for MapReduce-based Large-scale Graph Processing” presents our second contribution, hierarchical memory management techniques for processing data whose size exceeds GPU memory capacity efficiently. We provide techniques on hiding CPU-GPU data transfer overhead by stream-based out-of-core GPU memory management, as well as the integration with our multi-GPU MapReduce implementation proposed in Chapter 4.

Chapter 6 “Discussion” reviews the applicable scope of our proposed techniques, including the applicability for future architectures. This chapter also provides another application case study to show the effectiveness our approaches.

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

Overall, this work proposes MapReduce-based fast large-scale data processing techniques on large-scale heterogeneous systems and confirms their effectiveness.

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 1copy 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).