The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Analyzing the Behavior of Message Passing Parallel Programs for Performance Improvement
Author(s)	伊野, 文彦
Citation	大阪大学, 2004, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/44738
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

【4】

氏　　名	伊　野　文　彦（いの ふみ ひこ）
博士の専攻分野の名称	博　士（情報科学）
学　位　記　番　号	第　１８９００　号
学位授与年月日	平成 16 年３月 25 日
学位授与の要件	学位規則第４条第２項該当
学　位　論　文　名	Analyzing the Behavior of Message Passing Parallel Programs for Performance Improvement （メッセージ通信並列プログラムの性能を改善するための動作解析に関する研究）
論　文　審　査　委　員	（主査） 教　授　萩原　兼一 （副査） 教　授　増澤　利光　　教　授　松田　秀雄

論文内容の要旨

分散メモリ型並列計算機において高性能な並列アプリケーションを開発するためのプログラミングパラダイムとしてメッセージ通信パラダイムが広く使用されている。例えば、メッセージ通信の標準仕様 MPI（Message Passing Interface）は PC クラスタなどの疎結合並列計算機において、移植性が高くスケーラブルな性能を持つ並列プログラムを記述できる。しかし、このパラダイムでは開発者がアプリケーションの並列性をソースコードに明記する必要があるため、その性能を改善する開発過程が重要である。

本研究では、メッセージ通信並列プログラムの性能改善を支援することを目的として、その動作解析に取り組む。この目的を達成するために、MPI プログラムの性能ボトルネックを解消するための支援環境を開発した。支援環境はプロセス間通信が性能ボトルネックになりやすい点に着目し、２つの構成要素から成る。(1)MPI プログラムにおける同期ボトルネックを解析できる並列計算モデル LogGPS および(2)通信に関する性能改善手法が適用できる箇所をソースコード上で自動的に指摘できる性能解析ツール Gordini。これらの開発に加え、アプリケーション開発者の立場から、実践的なアプリケーションを開発しその性能を解析した。(3)画像合成アルゴリズム DSH（Divided-Screenwise Hierarchical）の開発、理論および実際における性能解析。

これらの取り組みが明らかにした知見として、(1)メッセージ長に応じた同期・非同期通信プロトコルの適切な選択が性能改善において重要であること、(2)データ依存解析による自動指摘機構が性能ボトルネックの見逃しを解消すること、(3)少ない通信量で高い並列性を利用することが高性能アプリケーションを得るために不可欠であり、DSH がこれらを満たすことが挙げられる。

本研究で得られた知見は、メッセージ通信並列プログラムの性能改善において有用であり、高性能な並列アプリケーションを効率のよく開発することを可能とする。

論文審査の結果の要旨

本論文は、高性能計算分野において広く用いられているメッセージ通信並列プログラムの性能解析に関する研究成

果をまとめたものである。

メッセージ通信並列プログラムを、動作に規則性があるものとないものに分類し、前者に対しては、通信における同期コストを解析するための並列計算モデル、および通信に関する性能改善手法が適用できる箇所を指摘できる性能解析ツールを開発し、これらの有用性を評価している。後者に対しては、実践的なアプリケーションを開発し、理論および実際における性能を解析している。

同期コストを解析するための並列計算モデルでは、業界標準のメッセージ通信仕様を対象とし、通信プロトコルの切り替えが性能のよいアルゴリズムを設計するうえで重要な要素であることを明らかにしている。提案するモデルに基づいたシミュレータを開発することにより、いくつかの並列計算機において、従来の有名なモデルよりも精度がよいことを示している。さらに、提案するモデルを用いた同期コストの解析手法および削減手法を提案することにより、モデルの有用性を示している。

通信に関する性能改善手法が適用できる箇所を指摘できる性能解析ツールでは、データ依存を解析することにより、性能を改善できる箇所を自動的に検索できることを提案している。また、ツールを用いてソフトウェアコンテストにおいて優秀したプログラムの性能を改善することにより、開発能力に優れる開発者であっても、性能を改善できる箇所を見逃し得ることを指摘している。さらに、提案するツールの検索結果に対し、性能に関する統計データに基づき優先度をつけることにより、性能改善過程における作業効率を従来よりも大きく向上できることを指摘している。

実践的なアプリケーションの開発では、入力に依存して動作が決まる問題として画像合成を取り上げ、そのアルゴリズムの設計および並列計算機上の実装により、広く用いられている従来のアルゴリズムよりも提案するアルゴリズムがよい性能を得ることを理論および実際の観点から示している。また、よい性能を得るための条件として少ない通信量で高い並列性を利用することを挙げ、画像合成の問題において、提案するアルゴリズムがその条件を満たすことを指摘している。

以上の研究で得られた知見は、高性能なメッセージ通信並列プログラムを開発する際に大きく寄与していると考えられ本論文は博士（情報科学）の学位論文として価値があるものと認められる。