

氏名(本籍)	横田大輔(千葉県)
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	博甲第3171号
学位授与年月日	平成15年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
審査研究科	工学研究科
学位論文題目	実行時の情報を用いてプロセッサ間の通信を最適化するコンパイラ
主査	筑波大学教授 理学博士 板野 肯 三
副査	筑波大学教授 理学博士 佐藤 三 久
副査	筑波大学教授 学術博士 和田 耕 一
副査	筑波大学教授 P h . D . 田 中 二 郎
副査	筑波大学助教授 博士(理学) 加藤 和 彦
副査	東京工業大学助教授 博士(理学) 千葉 滋

論文の内容の要旨

物理や天文のような自然科学の分野などで行われている大規模シミュレーションを実行するとき、並列計算機上のプロセッサ間では多量のデータを交換するので、プロセッサ間通信を高度に最適化する必要がある。この最適化をコンパイラが行う場合、ターゲットマシンのアーキテクチャを効果的に利用できるコードを生成することが不可欠になるが、並列計算機における最適化は、複雑度の高い処理であり、一般性のある静的最適化アルゴリズムを見つけるのは困難な状況にある。このため、最近の並列計算の最適化の研究は、実行時の情報を用いるものが多くなっている。実行時の情報を用いる方法は実際に実行中の情報を得ることができるので、静的な解析でうまく処理できない場合でも最適化を行うことができるという利点がある。しかし、実行時の情報を用いる最適化では、実行中のプログラムの解析が必要であり、プログラムが実行時に自分自身の情報を集め、それをもとに自分自身の動作を変更するという作業を実行時に行わなくてはならないために、実行時にオーバーヘッドが生じる。一方、コンパイラが、プログラムのコードを解析して、実行時の様子を推測して最適化を行う従来の静的なコンパイルの手法にも限界がある。そこで、これを改善するために、コンパイル中にソースコードの一部を解析のために実行し、実行時の情報を取得して、これを最適化の処理に利用する、インスペクターイグゼキュータ方法を、通信の最適化に適用することを、本論文の著者は提案している。この手法の有利な点は、コンパイル中にコードの実行を行うので、コンパイルの時間が大きくなることであるが、最終的な実行の段階での時間短縮でこれがカバーできれば、全体としては効果があることである。

本論文では、プロセッサ間通信に最適化されたコードを生成するために、実行時の情報を用いることによって発生するオーバーヘッドを除去することのできるコンパイラの方式を提案している。このコンパイラは、コンパイルの初期に、まず解析専用のコードを生成し、このコードを実行する。この実行時の情報を記録し、コンパイラはこの情報を回収して、最適化を行う。本研究では特定の物理計算を対象とはしていないので、汎用の計算を目的とした計算機を対象として、コンパイラの実装を行っている。具体的には、汎用性の高さや通信機能の豊富さからCP-PACSとPilot-3をターゲットマシンにし、受け付けるソースプログラムは、Fortran77と何種類かのHPFディレクティブで書かれたプログラムとしている。本手法の効果を確認するために、大きな違いはコンパイラが

受理できるソースプログラムの性質の違いとコンパイラが動作する環境の異なる2種類のコンパイラを実装して、並列計算用の標準のベンチマークで評価を行った結果が示されている。

審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文が取り組んでいる並列計算機のプログラムの最適化の領域は、汎用的指針の得られにくい困難な研究領域であるが、インスペクターイグゼキュタ方式を通信の最適化に適用することを発案したことが評価できる。結果は、人間が手で最適化したコードに近い性能を得ているので、更に、実用的なコンパイラにこの手法が採用されれば、この分野への実用的なインパクトも大きいと評価する。

よって、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。