

平成 11 年 6 月 30 日

電子・情報工学専攻	
申請者氏名	渡邊 誠也

紹介教官氏名	中川 聖一
--------	-------

論文要旨 (博士)

論文題目	データ並列プログラミング言語処理系における最適化技法に関する研究
------	----------------------------------

(要旨 1,200字程度)

データ並列は、多数のデータに対して同一の演算を行なう際の並列性に着目した並列計算モデルである。超並列計算応用プログラムの多くが、データ並列モデルにより記述できることが知られている。データ並列モデルを採用している並列プログラミング言語もいくつか存在しており、これらのプログラミング処理系における最適化技術が、高性能計算を必要とする応用プログラムの実行において重要となる。そこで、本研究は、データ並列プログラミング言語の処理系における最適化手法の開発を目的とする。本論文では、データ並列言語の処理系において、プロセッサ間通信の最適化を強力に行なうためのコード移動手法に関する研究と、擬似ベクトル処理に適したデータ並列言語の実行方式に関する研究について述べる。

まず、MIMD (Multiple Instruction stream, Multiple Data stream) 型分散メモリ並列計算機をターゲットとするデータ並列言語のコンパイラにおいて、プロセッサ間通信の最適化を強力に行なうためのコード移動手法を提案する。提案するコード移動手法では、通信コードのみならず計算コードをも対象とする広域的なコード移動を行なう。通信と計算のオーバーラップを効率良く行なうために、通信コードを可能な限りまとめて配置する。さらに、通信コードをまとめる際は、通信集合化 (message aggregation) の適用機会が最大となるように配置する。提案するコード移動手法により、通信遅延の隠蔽と通信集合化を適用しやすいコード配置が得られ、通信オーバーヘッドを軽減することが可能となる。性能評価の結果から、プロセッサ間通信のコストが計算コストと比較して大きい実行環境において、本手法が特に有効であることを確認した。

次に、データ並列言語の実行方式について考察し、擬似ベクトル処理に適する実行方式を提案する。データ並列言語で用いられるデータの数は、通常、利用可能なプロセッサ数を大きく上回るため、個々のプロセッサに対して複数のデータが割り当てられ、繰り返しによりSIMD (Single Instruction stream, Multiple Data stream) 実行が実現される。この繰り返し実行は、プログラムのコンテキスト制御を行なうために、単純な繰り返しではなく、これまでにいくつかの実行方式が提案されている。一方、スカラプロセッサにおいて、ループ長の長い繰り返し実行の際に生じるキャッシュミスによる性能低下を防ぐ機構に、擬似ベクトル処理機構がある。この擬似ベクトル処理機構を有効に利用しその性能を引き出すために、擬似ベクトル処理に適するデータ並列言語の実行方式を提案し、さらに、擬似ベクトル化の成功率を高めるループ分割方法を提案する。提案する手法をデータ並列C言語NCXの処理系に実装し、並列計算機 Hitachi SR2201 を用いて性能評価を行なった結果を示す。本手法によりデータ並列言語で擬似ベクトル処理が利用可能となり、プログラムの実行速度を向上できることを確認した。