

審査の結果の要旨

氏 名 大津金光

ムーアの法則（半導体技術の集積度は16ヶ月で2倍になるという法則）に従って、半導体の集積度および動作周波数の向上によりプロセッサの性能も向上してきた。しかし、リーク電流、発熱等の問題により、プロセッサの周波数は頭打ちとなった。さらなるプロセッサ性能の向上は、動作周波数の向上から複数のプロセッサを一つのチップに搭載することによる性能向上に移った。多くのレガシーアプリケーションは逐次プログラムであり、これらアプリケーションの実行速度向上には、アプリケーションプログラムの並列化が必須となる。しかし、アプリケーションによってはソースプログラムではなく、バイナリプログラムしか存在しない場合もある。これらアプリケーションの実行を高速化する手法が求められている。

本論文は逐次バイナリプログラムの高速化をマルチコア・マルチスレッドプロセッサアーキテクチャ上での非投機的なマルチスレッド化により達成するために、バイナリ変換技術を用いることを提案した初めての研究である。本論文では実用的な方式実現のための基礎検討として、プログラムの基本的なループ構造であるforループを対象とし、スレッドパイプラインモデルに基づいたマルチスレッド化をバイナリ変換処理によりバイナリコードレベルで行なう方式について研究を行なっている。

本論文のこの分野に対する貢献として、まずスレッドパイプラインモデルに基づいたマルチスレッド化においてソースコードからの手動によるマルチスレッド化に匹敵するバイナリ変換によるマルチスレッド化の方法を示したことが挙げられる。これによってソースコードの参照を必要とする従来のマルチスレッド化手法や既存の専用ハードウェアによる実行時マルチスレッド化とは異なるアプローチとして、逐次処理プログラムのバイナリコードをバイナリ変換処理により直接改変することによって従来方式と同程度の性能を達成するマルチスレッド化が可能であることが示された。

また、本研究ではforループの誘導変数とイテレーション間依存変数をバイナリコードから検出するバイナリコード解析方法を新たに開発している。これは本来forループを対象としてスレッドパイプラインモデルに基づいたマルチスレッド化処理を行なう上で必要不可欠である変数情報をバイナリコードから抽出するために開発されたものであるが、スレッドパイプラインモデル以外の並列実行モデルに基づいてのバイナリ変換によるマルチスレッド化を行なう際においても有用な情報と言える。このバイナリコード解析方法の開発も本論文の貢献するところである。

さらに、本研究での提案手法を実現したバイナリ変換プログラムを用いての実験的評価により、バイナリコードを直接マルチスレッド化することによってもソースコードをマルチスレッド化する場合と同程度の性能を達成できることを示し、マルチコア・マルチスレッドプロセッサ上での逐次処理プログラムの高速化手法としてバイナリ変換技術が有望であることを示した。バイナリ変換処理による逐次プログラムのマルチスレッド化という新しい手法の可能性を開いたことは極めて大きな貢献と言える。

よって本論文は博士（情報理工学）の学位請求論文として合格と認められる。