

氏 名	ぬのめ あつし 布 目 淳
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	博 甲 第 255 号
学位授与の日付	平成 13 年 7 月 26 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
研 究 科 ・ 専 攻	工芸科学研究科 情報・生産科学専攻
学 位 論 文 題 目	負荷の時間的変化傾向を利用した超並列計算機向き動的負荷分散方式に関する研究 (主査)
審 査 委 員	教 授 柴山 潔 教 授 新美康永 教 授 若杉耕一郎

論文内容の要旨

本論文は、超並列計算機における新しい動的負荷分散方式の開発に関するものである。

第 1 章では、序論として本研究の背景および目的について述べている。i) 並列計算機においては要素プロセッサ間の負荷を均衡化させる負荷分散制御が重要であること；ii) 現在実用化されている小規模な並列計算機で主に実行されている問題と、大規模な超並列計算機の適用が期待されている問題には、本質的な相違点が存在していること；iii) その相違のために、従来の負荷分散手法の適用が困難であること；iv) 超並列計算機で動的な負荷分散制御を行う際には、周辺要素プロセッサの変化状況を考慮すべきこと；の 4 点について実例をもって示した。

第 2 章では、これまで提案されてきた様々な動的負荷分散方式について、超並列計算機に適用した場合に予想される問題点を指摘し、従来方式の多くで、負荷管理オーバヘッドの増加を避けるために、隣接要素プロセッサの負荷情報しか利用できていないことを明らかにした。そして、超並列計算機において、より良好な動的負荷分散を実現するためには、広い範囲の負荷情報を収集することの有効性とそれらの情報をもとに負荷分散制御を行うオーバヘッドとのトレードオフを見直すことが必要であることを示した。

第 3 章では、実際に新しい動的負荷分散方式の設計と、シミュレーションによる評価を行った。設計した動的負荷分散方式は、将来の負荷量を予測することで、長期的な負荷変動を考慮に入れた負荷割付けを行う。将来の負荷量を予測するための具体的な指標として、単位時間当りの負荷の生成数及び消滅数を示す負荷変化速度を導入した。また、広い範囲の負荷情報を利用するために、蓄積交換をベースとした負荷情報の交換方式、及び、これらの方式によって収集した負荷情報をもとに、負荷の割付け先を決定する方式のそれぞれを示した。また、負荷情報の伝搬遅延時間の長さを改善するために、要素プロセッサ間で行われる通信メッセージを利用して負荷情報を伝達する手法を示した。これらの方式を組み合わせることによって、性能低下を回避しつつ、負荷情報の更新頻度を低く抑えられた。

第 4 章では、スケーラビリティを向上させて、より多くの要素プロセッサをもつ計算機に対しても小さなオーバヘッドで適用できるように改良した動的負荷分散方式を開発した。この方式では、システム全体の負荷状況を概観することで、より多くの負荷情報を利用して効果的な負荷分散制御を行える。さらに、プロセスの負荷変化速度が変化する実行段階でも、予測精度を低下さ

せないことを目的として、負荷変化加速度を導入した。第 3 章で提案した方式よりも、規模が大きな計算機に対して容易に適用でき、その効果も大きいことが明らかになった。

第 5 章では、本研究の結果を総括し、今後の課題について述べている。

論文審査の結果の要旨

超並列計算機は、従来の並列計算機よりもはるかに多くの計算資源を有する並列計算機である。その超多数個の計算資源を活用することで、これまで小規模な並列計算機で解いていた問題とは、質的に異なる問題が解けると期待されている。しかし、このような分野の多くでは、問題の並列度が動的に変化することがあるため、計算機の台数効果を高めるには負荷分散制御を動的に行うことが必要不可欠になる。

本研究で開発した動的負荷分散方式は、将来の負荷量を予測することで、長期的な負荷変動を考慮に入れた負荷割付けを行うのが特徴である。また、システム全体の負荷状況を概観することで、より多くの負荷情報を利用して効果的な負荷分散制御を行う方式も開発している。

本研究の成果は、動的な負荷分散制御を必要とする応用プログラムが超並列計算機に投入された場合でも、システムが適切に負荷分散を行えること、つまりそのような種類の応用プログラムを超並列計算機で効率良く処理できることを具体的に示したことである。本研究で開発した新しい動的負荷分散方式によって、超並列計算機が有効に適用可能とされる分野で期待通りの台数効果を得ることが可能となった。

本論文は、関連のある学会の査読付きの論文誌に採録された以下の 3 編の主要論文をもとにしている。これらはいずれも申請者が筆頭著者である。

1. 布目淳, 平田博章, 新實治男, 柴山潔: 超並列計算機のための負荷変化速度を考慮した動的負荷分

散方式, 電子情報通信学会・論文誌, Vol. J83-D-1, No. 9, 936~945 頁 (2000 年 9 月)。

2. 布目淳, 平田博章, 新實治男, 柴山潔: 超並列計算機向き負荷量予測型動的負荷分散方式の改良, 情報処理学会・論文誌, Vol. 42, No. 5, 1282~1285 頁 (2001 年 5 月)。

3. 布目淳, 平田博章, 新實治男, 柴山潔: 超並列計算機のための負荷変化加速度を用いた負荷量予測

型動的負荷分散方式の性能評価, 電子情報通信学会・論文誌, Vol. J84-D-1, No. 11 (2001 年 11 月掲載予定)。