

論文内容の要旨

博士論文題目 NUMAマルチプロセッサにおけるスケジューリング方式に関する研究

氏名 小坂 隆浩

本論文は、大規模な共有メモリ型マルチプロセッサを構成できるアーキテクチャでありメモリが分散配置されている、NUMA(Non-Uniform Memory Access)型マルチプロセッサシステムを対象として、メモリ管理を考慮したプロセッサスケジューリング方式に関する研究をまとめたものであり、序論・結論を含め6つの章からなっている。

第1章では、本研究の背景、目的、およびその意義を述べるとともに、本論文の内容を概説している。

第2章では、本研究を理解する上での基礎知識を与えている。具体的には、NUMA型マルチプロセッサシステムのアーキテクチャ、プロセッサスケジューリング、ページプレースメントについて概説し、一般的な特徴について述べている。とくに、NUMA型マルチプロセッサシステムでは、効率的なスケジューリングを行うためには、プロセッサスケジューリングがメモリ管理とくにページプレースメント方式と連動すべきものであることを指摘している。さらに、関連研究を紹介し、NUMA型マルチプロセッサシステムを対象としたこれまでのプロセッサスケジューリングの問題点を指摘するとともに、本研究の目的を詳述している。

第3章では、本研究で行うプロセッサスケジューリング方式の性能評価に用いるシミュレーションモデルを詳述している。具体的には、クラスタ型NUMAマルチプロセッサシステムのアーキテクチャモデル、プロセスモデル、スケジューラモデル、およびこれらのオーバヘッドモデルを述べている。

第4章では、ホームクラスタという概念を提案し、この概念を基盤において、プロセッサスケジューリング方式とページプレースメント方式それぞれにおいて、いくつかの選択肢を提案している。さらに、これらの選択肢の組み合わせからなる方式として、計10通りの方式を提案し、これらの特徴について定性的に議論している。

第5章では、第4章で提案した10通りの方式をシミュレーションにより評価している。その結果、ホームクラスタへ優先的にプロセッサ割り当てとページ割り当てを行う方式が優れていることを明らかにしている。さらに、提案方式の中で優れている方式を用いた場合のシステム性能を、既存の代表的なプロセッサスケジューリング方式を用いた場合のそれとシミュレーションを用いて比較し、本方式の有効性を示している。

第6章では、以上の研究成果についてまとめ、今後の課題を明らかにしている。

氏 名	小 板 隆 浩
-----	---------

論 文 審 査 結 果 の 要 旨

本論文は、大規模で共有メモリを有するマルチプロセッサシステムであるNUMA (Non-Uniform Memory Access)型マルチプロセッサシステムを対象として、本システムの特徴であるメモリアクセスの不均一性に注目して、メモリ管理を考慮した効率的なプロセッサスケジューリング方式を提案し、シミュレーションを用いた性能評価により、提案手法の有効性を示したものである。本論文の主な成果は以下に要約される。

1. メモリモジュールの分散配置に起因してメモリアクセスの不均一性を有するNUMA型マルチプロセッサシステムのスケジューリングでは、従来から考慮されているプロセスの時間的／空間的配置だけでなく、プロセスの仮想ページをメモリモジュールへ配置するページプレースメント方式が重要であることを指摘した。
2. クラス型NUMAマルチプロセッサシステムを対象として、ホームクラスタという概念を提案し、この概念を基盤においた方式を含んで、プロセッサスケジューリング方式とページプレースメント方式それぞれにおいて、いくつかの選択肢を提案し、これらの選択肢の組み合わせからなる方式として、計10通りの方式を示した。さらに、これらの方式をシミュレーションを用いて性能評価し、ホームクラスタへ優先的にプロセッサ割り当てとページ配置する組み合わせが有効であることを明らかにした。
3. 上記の結果最も優れている方式を、既存の代表的であるEqui-partition方式、Dynamic方式、およびCluster-Limited方式とシミュレーションによりシステム性能評価／比較し、本方式が優れていることを明らかにした。

以上のように、本論文は、メモリアクセスの不均一性を有するNUMA型マルチプロセッサシステムにおけるプロセスのスケジューリング方式に関して、メモリ管理を考慮したプロセッサスケジューリング方式の有効性を示したものであり、並列処理のスケジューリングの分野において、学術上、実際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は、博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。