

審査の結果の要旨

氏 名 グロート スヴェン

本論文は「**Research on efficient resource utilization in data intensive distributed systems** (データインテンシブ分散システムにおける高効率計算機資源利用に関する研究)」と題し、英文7章から構成されている。大規模分散処理環境におけるデータインテンシブアプリケーションの高効率計算機資源割当手法の確立を目的とし、代表的な大規模分散処理環境MapReduceを用い、アプリケーション実行時負荷分散方式としてデータをより詳細に分割し、部分データのタスク割当を動的に行う**Dynamic Partition Assignment**手法を提案すると共に、同時発行される入出力が互いに干渉すると並列処理効果が低減することから、アプリケーション実行前に並列効果を得られる適切な計算機資源割当を実現すべく、入出力の干渉を考慮した処理コスト予測モデルを提案し、その結果を代表的なデータインテンシブアプリケーションを用い実測結果と比較することで、提案手法が入出力の干渉を正確に反映していることを明らかにし、さらに処理コストモデルに基づく計算機資源割当フレームワークを構築し、与えられたアプリケーションとシステム構成に対し効率のよい計算機資源割当結果を導出できることを示している。

第1章は、「**Introduction (序章)**」であり、本論文の背景および目的について概観し、本論文の構成を述べている。

第2章は、「**Cloud computing (クラウドコンピューティング)**」と題し、クラウドコンピューティングの概要、利用形態、特性と、計算機資源の利用および関連研究についてまとめている。

第3章は、「**Data intensive processing on the cloud (クラウドにおけるデータインテンシブ処理)**」と題し、クラウドで用いられる分散データストレージとして、**Google**分散ファイルシステムおよび関連研究をまとめ、分散データ処理フレームワークとして、**MapReduce**および関連研究をまとめている。

第4章は、「**Runtime workload balancing for data intensive applications (データインテンシブアプリケーションにおける実行時負荷均衡)**」と題し、データの偏りや不均一なシステム構成により実行時の負荷分散が不均衡になることを実機にて**FP-Growth**を実行することで具体的に示し、**MapReduce**のタスク分散処理の限界を明らかにした。負荷分散の均衡化を図るために、**MapReduce**では予め決められているタスクの割当を実行時に動的に行う**Dynamic Partition Assignment**手法(**DPA**)を提案し、**MapReduce**のスケジューリングを変更できるよう擬似**MapReduce**プラットフォーム(**Jumbo**)を実装し、その上で**DPA**を

実現、データの偏りがある場合に提案手法が有効であることを確認した。

第5章は、「I/O interference in data intensive distributed processing (データインテンシブ分散処理における入出力の干渉)」と題し、複数ノードによる並列処理効果を狙った場合でも、同時に発行される入出力が互いに干渉し、並列処理効果が得られないことを示した。実機上にて、マイクロベンチマークを用いて基本入出力コストを計測すると共にマルチスレッド環境で同時アクセスによる入出力コストの低減を調べ、実測に基づいた入出力コスト予測モデルを提案した。さらに、代表的なデータインテンシブアプリケーションであるWordCount, TeraSort, FP Growth, PageRankを実機上で実行し、タスク単位の詳細な処理コスト解析を行い、提案した入出力コスト予測モデルが精度高く処理負荷コストを算出できることを示した。

第6章は、「Mariom: MapReduce I/O interference model framework (Mariom : MapReduceの入出力干渉モデルのフレームワーク)」と題し、MapReduce環境においてアプリケーションの負荷に見合った適切な計算機資源量を得るために、第5章で得られた実行時の干渉も含めた入出力コスト予測モデルを基に、対象となるアプリケーションの負荷測定解析、性能予測システム、ハードウェアの性能測定用のマイクロベンチマークからなるツール、予測システムを構築し、ユーザが適切なシステム構成を得られるよう提案していた。Mariomの結果は実機にて代表的なアプリケーションを実行した結果と比較し、マルチスレッド数が増えた場合の入出力の干渉による並列処理効果の低減など、処理コストの増減の傾向を的確に出力可能であることを示した。

第7章「Conclusion (結論)」では、本論文の成果と今後の課題について総括している。

以上これを要するに、本論文は、大規模分散処理環境MapReduceにおいて実行時処理負荷分散として分割されたデータ片を動的に割当てて手法を提案すると共に、同時発行された入出力が互いに干渉して並列処理効果を低減する可能性を予測する入出力コストモデルを構築し、提案モデルが与えられたアプリケーションとシステム構成に対し適切な計算機資源を獲得できることを実機による実行結果を示すことで、提案モデルの有効性を明らかにしており、電子情報学上貢献するところが少なくない。

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。