

氏名(本籍)	まつばらまさずみ 松原正純(福井県)		
学位の種類	博士(工学)		
学位記番号	博甲第2633号		
学位授与年月日	平成13年3月23日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
審査研究科	工学研究科		
学位論文題目	超並列計算機における並列入出力システム		
主査	筑波大学教授	工学博士	名取 亮
副査	筑波大学教授	工学博士	海老原 義彦
副査	筑波大学教授	工学博士	山口 喜教
副査	筑波大学教授	学術博士	和田 耕一
副査	筑波大学助教授	博士(工学)	安永 守利
副査	筑波大学助教授	工学博士	朴 泰祐

### 論文の内容の要旨

本論文では、近年の超並列計算機利用技術として重要視されつつある、大容量データの高速入出力問題に焦点を当て、汎用ネットワークの並列接続を基本とした並列入出力システムの提案・設計・実装および基本性能評価を行っている。

大規模科学技術計算を目的とした超並列計算機の持つ高い計算能力により、計算の途中または結果として膨大な数値データが出力される。従来の並列システムでは、システム内部のディスク装置等に対する並列入出力はサポートされているが、並列システムを取り巻く外部環境に対しては、高スループットの単一ネットワーク結合が基本であり、並列システム自体及び外部リソースの性能向上に対する入出力システムの高速化が望まれている。これに対し、並列システム内外のディスク装置間での高速データ転送を支援するシステムは提案されているが、並列プログラムから直接、外部環境への高速なデータ入出力を並列ネットワークによって、支援するシステムはほとんど存在しない。その原因は、並列ネットワークを有効利用するための通信の動的負荷分散機能が必須であるにもかかわらず、超並列計算機の多くが分散メモリアーキテクチャを持つために、それを効率的に実現できなかったことが一つの大きな原因である。

本論文で提案される並列入出力システム(PIO: Parallel Input/Output System)では、超並列計算機の分散メモリアーキテクチャに対し、今日の外部リソースは何らかの形の並列ワークステーションを中心とするシステムであることに着目し、特に共有メモリアーキテクチャを持つ外部リソースを用い、全入出力システムのデータ負荷分散を一元管理することにより、この問題を解決する手法を提案している。また、実システム例として超並列計算機CP-PACSと、市販の共有メモリ型ワークステーションを用いた環境を構築し、この上にPIOシステムを実装した。

実装されたPIOシステムはCP-PACSを中心とする各種並列計算機群を周辺に配置し、それらを並列ネットワークで結合し、さらに高いスケーラビリティを持つ独自のプロトコルを用いて制御することにより、高性能で柔軟な並列入出力システムを実現している。また、アプリケーションユーザがこれらの複雑な並列接続環境を意識せず、可搬性に優れたプログラムを作成するためのAPI(Application Programming Interface)を提供し、PIOシステ

ム上の全てのリソース間で簡単に柔軟なデータ入出力を可能としている。

様々な角度からの性能評価の結果, PIOシステムは基本となる逐次ネットワークの性能とその並列度に応じた, 十分高速なデータ転送性能を示すことがわかった。また, PIOの上に並列ファイルシステムや並列可視化システム等の応用システムも開発され, 超並列計算機を取り巻く理想的なデータ入出力環境を容易に実現可能であることも示された。

## 審 査 の 結 果 の 要 旨

提案・実装されたPIOシステムは, 超並列計算機における入出力システムという近年注目されている問題を取り上げており, 広範な並列処理システムに適用可能な汎用性と, コモディティ化された安価なネットワークを高いスケーラビリティで有効活用するという方針から, 優れた対価格性能を持つ実用的システムと考えられる。また, 実システムの性能評価及び実際のいくつかの応用システムの開発事例によって, その性能と機能が十分に示されている。

よって, 著者は博士(工学)の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。