

審査の結果の要旨

氏 名 頓 楠

大量の計算資源と巨大なデータを利用した計算科学、計算工学分野台頭している。特にデータ集約的計算においては、分散ファイルシステムによるデータ共有の性能がアプリケーション全体の性能に影響する。既存分散ファイルシステムの問題点は、メタデータ（ディレクトリ情報）の問合せ性能が遅いこと、分散ファイルシステムを利用・変更するためにはシステム管理者が特権モードで変更する必要があり柔軟性に欠けることである。

これらの問題点を解決するために、本研究では、クラスタ環境、クラウド環境、スーパーコンピュータ環境などの複数ドメインにまたがる広域環境において、システム管理権限を持たない一般ユーザがであっても最小限の知識で容易に運用でき、スケーラブルな分散ファイルシステムとして、GMount システムを提案、実装、評価し、その有用性を示している。

本論文は 9 章から構成される。第 1 章では分散ファイルシステム GMount を構築する動機と本研究の貢献について述べている。第 2 章、第 3 章では本研究の背景と関連研究として、分散計算におけるさまざまなデータ共有方法を比較している。特に、既存の分散ファイルシステムについては詳細に問題点を議論し、本研究の主眼であるシステム性能と柔軟性において既存分散ファイルシステムアーキテクチャを比較している。

第 4 章では、データ集約的アプリケーションの研究や分散ファイルシステムの評価のために、著者が研究開発した 2 つの補助ツールである ParaTrac および ParaMark を紹介している。ParaTrac は細粒度なデータ集約的アプリケーションのプロファイラであり、ParaMark は細粒度な並列ファイルシステムベンチマークである。ParaTrac はデータ集約的アプリケーションの特徴を理解する補助ツールとして有用であり、ワークフローを統合する際に使うことができる。ParaMark は GMount をマイクロベンチマークとして評価するために用いている。

第 5 章および第 6 章では、提案システムである GMount のアーキテクチャ、システムコンポーネント、通信モデル、ファイル問合せと I/O 関連、広域環境におけるセキュリティについて設計している。メタデータ問合せのスケーラビリティを上げるために、2 つの基本マウント操作である union マウントと cascade マウントを提案している。

第 7 章では GMount システムの実現で研究開発された遠隔ファイルシステム SSHFS-MUX と分散ローダ GXP シェルを詳細に述べている。分散ローダ GXP シェルにより、ユーザレベルの遠隔ファイルシステム SSHFS-MUX を容易に構築可能となった。GMount システムは Linux 上に実装されている。

第 8 章ではベンチマークを用いたメタデータ検索性能と I/O 性能といった複数の観点から GMount システムを評価している。並列マイクロベンチマークを用いたメタデータ検索性能計測実験では、グリッド向けの分散ファイルシステムである Gfarm と比較して、最適環境で 50 倍の性能を、また、最悪の構成でも高々 3 ~ 4 倍遅いという結果を示している。また、2 種類の実用的な科学技術アプリケーションの実行結果では、GMount システムは Gfarm システムと比較してそれぞれ 15% および 500% 高い性能を達成することを示した。また、実験によりこれら実験を通して、ユーザレベルで GMount システムが大規模分散環境にインストールできることを示した。第 9 章で本研究のまとめと今後の課題について述べている。

本研究では、従来、システム管理者権限で配備しなければ達成できないと考えられていたスケーラブル分散ファイルシステムをユーザ権限で配備可能なシステムが構築できることを実証した。本提案システムはLinux上で実現されているが、ここで使われた技術は一般性があり、Windowsなどにも移植可能な技術である。さらに、本研究で開発されたGMount、ParaTrac、ParaMarkはオープンソースソフトウェアとして公開されており様々なところで使用されている。

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。