

氏名(本籍)	平賀 弘平		
学位の種類	博士(工学)		
学位記番号	博乙第 2991 号		
学位授与年月日	令和 3 年 3 月 25 日		
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当		
審査研究科	システム情報工学研究科		
学位論文題目	分散ファイルシステムのメタデータ管理に関する研究		
主査	筑波大学 教授	博士(理学)	建部 修見
副査	筑波大学 教授	博士(工学)	天笠 俊之
副査	筑波大学 教授	博士(情報理工学)	額田 彰
副査	筑波大学 准教授	博士(工学)	阿部 洋丈
副査	慶応義塾大学 准教授	博士(工学)	川島 英之

論文の要旨

スーパーコンピュータなどHPC分野において並列ファイルシステムの性能向上は喫緊の課題となっている。アクセスバンド幅の向上はHDD、SSDなどを並べ、並列アクセスすることにより実現可能であるが、問題となっているのはファイルシステムのメタデータ操作についての性能である。本博士論文では、メタデータ操作についての性能を改善するため、分散キーバリューストアを用いた設計を提案している。従来から分散キーバリューストアを用いたメタデータサーバの設計はあったが、それらの設計ではファイルシステムのセマンティクスを緩めている。分散キーバリューストアで複数のサーバに存在するデータを一貫して更新することが難しいためである。この問題を本博士論文ではダイナミックソフトウェアトランザクショナルメモリのアルゴリズムに基づく分散トランザクションを用いて解決を図っている。分散トランザクションを用いた並列ファイルシステムに関する分散メタデータサーバの設計を行い、実装を行っている。実装にあたり、並列ファイルシステムで必要となるトランザクションのコストを削減するため、サーバサイドトランザクション実行、マルチリーダー化の最適化を提案することによりリモートプロシージャコールの削減とブロッキングの回避を実現している。性能評価では、88クライアントから単一ディレクトリに並列にファイル作成するワークロードにおいて、サーバを8台利用して毎秒62,000ファイルの作成性能を実現している。サーバ1台の時に比べ2.58倍の性能を達成している。

審 査 の 要 旨

【批評】

並列ファイルシステムのメタデータサーバの性能向上は難しい問題であり、これまではファイルシステムのセマンティクスを緩めることにより性能向上がなされてきた。一方で、本博士論文では、ファイルシステムのセマンティクスを緩めることなく、実現可能であることを世界に先駆けて示しており大変インパクトのある研究といえる。分散キーバリューストアにおいて分散トランザクションを実現する研究を基に、並列ファイルシステムのメタデータサーバに応用し、メタデータサーバの設計を行ったことは評価に値する。実装についても、分散トランザクションを単純に実行するだけの場合は、リモートプロシージャコールの回数が多くなってしまい、性能を上げられない問題があった。この問題に対し、サーバ側でローカルに複数のオペレーションを実行するように最適化の提案も行っている。また、複数のプロセスが同一ディレクトリを参照するときにブロックしないよう、マルチリーダーの最適化の提案も行っている。本提案を実装し、実際に PC クラスタを用いて評価を行い、複数のメタデータサーバを用いることによる性能向上も示している。また、本研究成果を基にした、並列ファイルシステムの研究にもつながっている。研究成果は、国際会議においてベストペーパーワードを受賞し、また雑誌論文が3件あり、国際的にも高く評価されている。

【学力の確認】

令和3年2月9日、システム情報工学研究科において論文審査委員全員出席のもと、著者の論文について説明を求め関連事項について質疑応答を行った。その結果、国立大学法人筑波大学学位規程第2条第4項の「大学院の行なう博士論文の審査に合格し、かつ、大学院の博士課程を修了した者と同等以上の学力を有すること」を論文審査委員全員によって確認し、合格と判定された。

【結論】

上記の論文審査ならびに学力の確認結果に基づき、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。