The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Understanding and Optimizing Data Transfer Protocol GridFTP in Long-Fat Networks
Author(s)	伊藤, 建志
Citation	大阪大学, 2009, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/49702
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

【16】

氏　　名	伊　藤　建　志（いとう たけし）
博士の専攻分野の名称	博　士（情報科学）
学　位　記　番　号	第　２３０５９　号
学位授与年月日	平成21年３月24日
学位授与の要件	学位規則第４条第１項該当 情報科学研究科情報ネットワーク学専攻
学　位　論　文　名	Understanding and Optimizing Data Transfer Protocol GridFTP in Long-Fat Networks **（広域・広帯域ネットワークにおけるデータ転送プロトコルGridFTPの解析および最適化）**
論　文　審　査　委　員	（主査） 教　授　今瀬　　真 （副査） 教　授　村上　孝三　　教　授　村田　正幸　　教　授　東野　輝夫 教　授　中野　博隆

論　文　内　容　の　要　旨

TCP（Transmission Control Protocol）は広く用いられているトランスポート層通信プロトコルであるが、近年のネットワークの高速化に対応できないといった問題点が指摘されている。グリッド環境において大容量のデータを効率的に転送するために GridFTP が提案されている。GridFTP は既存の TCP の問題点を解決するために設計されており、複数の TCP コネクションを用いた並列データ転送や TCP ソケットバッファサイズの自動交渉といった機能を持つ。GridFTP の有効性は、並列 TCP コネクション数や TCP ソケットバッファサイズといった制御パラメータに大きく依存することが知られている。GridFTP が良好に動作するためには、ネットワークの状況に応じて GridFTP の制御パラメータを適切に設定する必要がある。

本論文では、まず数学的解析により GridFTP における並列 TCP コネクション数および TCP ソケットバッファサイズの最適な設定を明らかにする。TCP の連続時間モデルを多重化することにより GridFTP の連続時間モデルを導出し、並列 TCP コネクション数および TCP ソケットバッファサイズの最適なパラメータ設定を明らかにするとともに、GridFTP の性能限界を定量的に示す。また、シミュレーション結果と解析結果を比較することにより、数学的解析の妥当性を検証する。

解析結果を実際のネットワークに適用するためには、ボトルネックリンクの帯域およびラウンドトリップ時間が既知でなければならない。そこで、本論文ではネットワークの状況を計測し、最適な並列 TCP コネクション数に設定するための手法を議論する。本論文では、まず GridFTP における並列 TCP コネクション数を調整する手法（GridFTP の自動パラメータ設定機構）を提案する。自動パラメータ設定機構は、ネットワーク中の他のトラヒックに与える影響は小さいと考えられるため、バックアップといった低優先度のデータ転送に適していると考えられる。自動パラメータ設定機構は、GridFTP グッドプットおよびラウンドトリップ時間を計測し、計測結果をもとに並列 TCP コネクション数を調整する。また、シミュレーションにより自動パラメータ設定機構の性能を示す。

さらに、本論文では GridFTP における並列 TCP コネクション数を調整する機構 GridFTP-APT（GridFTP with Automatic Parallelism Tuning）を提案する。GridFTP-APT はネットワーク中の他のトラヒックに与える影響は大きいが、自動パラメータ設定機構よりも高いスループットを実現できる。GridFTP-APT は並列 TCP コネクション数に関して GridFTP グッドプットが上に凸である性質を利用する。GridFTP-APT は最大化問題の数値計算アルゴリズムを用いて最適な並列 TCP コネクション数を探索する。シミュレーションにより GridFTP-APT の性能評価を行い、GridFTP-APT が高いスループットを実現することを示す。

論　文　審　査　の　結　果　の　要　旨

近年、地理的に分散した計算機資源をネットワークにより接続することにより、計算機資源の有効利用を図るとともに、大規模な科学技術計算を可能にするグリッドコンピューティングが注目を浴びている。大規模な科学技術計算を行うために、グリッドコンピューティングにおいて大容量のデータ転送を効率的に行う必要がある。本論文では、効率的なデータ転送を行うことを目指して、グリッドコンピューティングにおいて用いられているデータ転送プロトコル GridFTP のパラメータである並列 TCP コネクション数を調整する手法を提案している。
まず、本論文では GridFTP の制御パラメータである TCP ソケットバッファサイズおよび並列 TCP コネクション数に着目し、GridFTP の最適なパラメータ設定を明らかにしている。本論文では数学的解析により、GridFTP グッドプットを導出しており、導出した GridFTP グッドプットを最大化するパラメータ設定を明らかにしている。その結果、TCP ソケットバッファサイズは並列 TCP コネクション数が十分に小さくなるように設定し、並列 TCP コネクション数は導出した GridFTP グッドプットが最大になるように設定すればよいことを明らかにしている。
しかし、ネットワークの帯域やラウンドトリップ時間をどのように計測すればよいかについては解析で議論していない。そこで、本論文ではネットワークの状態を計測し、並列 TCP コネクション数を調整する自動パラメータ設定機構を提案している。自動パラメータ設定機構は、TCP ソケットバッファサイズがボトルネックである間並列 TCP コネクション数を増加させている。また、自動パラメータ設定機構により GridFTP の性能が向上することをシミュレーションで示している。

さらに、本論文では別アルゴリズムにより並列 TCP コネクション数を調整する並列 TCP コネクション数調整機構を提案している。並列 TCP コネクション数調整機構は、GridFTP グッドプットが並列 TCP コネクション数に関して上に凸である性質を利用し、最大化問題の数値計算アルゴリズムを用いることにより、最適な並列 TCP コネクション数を探索している。並列 TCP コネクション数調整機構を用いることにより、GridFTP グッドプットを最大化する並列 TCP コネクション数に調整でき、GridFTP の性能が向上することをシミュレーションで示している。
以上のように本論文では、大容量データの効率的な転送の実現に向けた多くの研究成果をあげている。よって、博士（情報科学）の学位論文として価値あるものと認める。