

学位論文 博士(工学)

インターネットにおける
規模拡張性に優れた
ネットワークトラヒック
制御技術に関する研究

平成25年度

慶應義塾大学大学院理工学研究科

菊田 洸

主 論 文 要 旨

報告番号	㊦ 乙 第	号	氏 名	菊田 洸
主 論 文 題 目： インターネットにおける規模拡張性に優れた ネットワークトラヒック制御技術に関する研究				
(内容の要旨)				
<p>インターネットを始めとするコンピュータネットワーク技術は飛躍的に成長し、光アクセス網をはじめとするアクセスネットワーク技術の発達により、各ユーザーとネットワークは高速な通信回線で接続された。しかしコアネットワークにおけるトラヒック制御技術は不十分であり、ベストエフォートと呼ばれる通信方式のもと、トラヒックの輻輳による不規則な遅延、予測不可能なパケット損失などの通信効率の劣化が発生する。これらの通信品質を改善し、効率的な通信を実現するための技術として、トラヒックの経路を自由に制御するトラヒックエンジニアリングが求められている。しかしながら、インターネットのような大規模ネットワーク上でトラヒックエンジニアリングを行うには、ネットワークの規模やサービスに対する規模拡張性において課題を抱える。本論文ではこれらの課題に対して提案を行い、次世代ネットワーク技術へと貢献する。</p> <p>第1章ではインターネットにおける特徴や問題点、そしてトラヒックエンジニアリングの必要性について述べる。第2章ではこのトラヒックエンジニアリングの実現に関係する既存の通信技術と課題を明確化し、それらの課題に対する関連研究と、第3章から第6章までに展開される各研究との位置づけについて説明を行う。第3章ではIPネットワークにおける経路最適化の規模拡張性における課題として、リンク距離の最適化計算を扱う。この最適化計算はネットワークサイズと共に莫大な計算量を要することが知られている。提案方式では並列プロセッサによりその問題を解決すべく、データ依存性に起因する並列処理のボトルネックを解消し計算の高速化を実現する。第4章では、次世代のネットワーク制御技術であるGMPLS(Generalized Multi-Protocol Label Switching)の制御システムの規模拡張性における課題として、トラヒック制御の要素となる遅延や消費電力といったメトリック情報の多様化について扱う。様々なメトリックのサポートは頻繁なメトリック更新による多量の制御メッセージを発生させ、ネットワークリソースを逼迫する。そこで、提案方式ではメトリック情報を交換する代わりに、フラッドイングに基づくシグナリングにより最短経路を選択しながらパスを確立する。これによりメトリックの更新頻度に対しメッセージ数の増加を防ぐことが可能となる事を示す。第5章では下位レイヤー技術に関連した識別子空間の規模拡張性における課題を扱う。LAN技術であるイーサネットを用いた広域ネットワークは現在注目を浴びているが、大規模ネットワークを実現するための複数ドメイン間での識別子の衝突が課題である。そこで提案方式ではGMPLSにより識別子を入れ換える方式を提案し、実際のプロトタイプネットワークを構築し動作を検証する。第6章ではこのイーサネットによる広域ネットワークにおいて、多点間を接続する通信の規模拡張性について扱う。提案方式では、GMPLSにおいて多点間を接続するパスを確立するための2つの制御モデルを想定し、プロトタイプネットワークを構築して動作を検証する。最後に、第7章にて本論文の結論を述べる。</p>				

SUMMARY OF Ph.D. DISSERTATION

School Science for Open and Environmental Systems		SURNAME, First name KIKUTA Ko
Title A Study on Scalable Traffic Engineering on the Internet		
Abstract <p>Computer networks such as the Internet have developed significantly, and today, a multitude of users across the globe are connected to the core-network with high-speed access technologies. However, traffic control in the core-network remains inefficient. Traffic congestion occurs under the best-effort policy, involving random delay or loss, and consequently degrades communication quality. Traffic Engineering (TE) is regarded as a promising technology to solve this problem and engineer a robust network. There are still some issues on the scalability of network control when applying TE to the Internet. This dissertation will deal with some of these challenges and aims to contribute to the next generation network with TE.</p> <p>Chapter 1 describes the characteristics and inherent problems of the Internet then identifies the necessity of TE. Chapter 2 analyzes current technologies and related works and defines the position of our research. Chapter 3 focuses on scalability of route optimization on IP network. This optimization involves huge computation when the network is large. To speed up the computation with multi-core processor effectively, our proposal removes the bottleneck caused by data dependency in parallel processing. This will speed up the computation time over the conventional parallelization scheme. Chapter 4 deals with the scalability issue on the network control with Generalized Multi-Protocol Label Switching (GMPLS), a promising technology for the next generation network. GMPLS can setup a connection for TE with multiple metrics such as transmission delay and/or energy consumption. However, supporting diverse metrics involves a mass of update message exchanges over the network that induces network failure. In our proposal, rather than using this message exchange, we will consider deploying signaling messages which calculate total distances during connection setup along with flooding strategy. This will keep the number of update messages constant regardless of update frequency. Chapter 5 focuses on another scalability issue related to lower-layer technologies. Wide-Area Ethernet (WAE) is a promising network but imposes constraints with limited connection ID space which in turn causes frequent ID collisions. We introduce a concept of ID swap at the domain border and verify this function with prototype network. Chapter 6 deals with Point-to-Multipoint (P2MP) connection on the WAE. We demonstrate P2MP signaling of WAE with experimental network based on two signaling models. Finally, this dissertation concludes with a summary in Chapter 7.</p>		