



Title	Studies on Effective Data Transfer Mechanisms for Future High-Speed Networks
Author(s)	阿多, 信吾
Citation	大阪大学, 2000, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3169497
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏名	阿 多 信 吾
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学位記番号	第 1 5 5 3 4 号
学位授与年月日	平成12年3月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 基礎工学研究科情報数理系専攻
学位論文名	Studies on Effective Data Transfer Mechanisms for Future High-Speed Networks (高速ネットワークに適した効率的なデータ転送機構に関する研究)
論文審査委員	(主査) 教授 村田 正幸 (副査) 教授 橋本 昭洋 教授 宮原 秀夫 教授 柏原 敏伸

論 文 内 容 の 要 旨

近年のインターネットの急速な普及と、マルチメディアアプリケーションの増加により、より高速な転送技術が要求されている。しかし、全てのユーザが満足し得るネットワーク品質を提供するためには、帯域の増強だけでなく与えられた帯域を有効に活用するためのメカニズムが必要となる。アプリケーションによって異なるユーザの要求品質を満たすためには、輻そう制御、帯域予約などのトラヒック制御が不可欠である。また、これまでは回線容量がネットワーク性能におけるボトルネックとされていたが、今後はルータなど、回線容量以外の要素がネットワーク性能を大きく左右すると考えられる。

そこで、本論文では次世代高速ネットワークにおける効率的なデータ転送を実現するためのメカニズムについて、主に2つのテーマを取り扱った。まず、高速ネットワークにおけるトラヒック制御方式について、その基本性能を明らかにし、性能向上のための拡張について検討を行った。次に、高速パケット転送可能なルータについて、そのパラメータ制御手法の提案を行った。

高速ネットワークにおけるトラヒック制御では、高速通信を実現するATM (Asynchronous Transfer Mode) ネットワークに着目し、ATMにおいてバースト転送に有効とされるABT (ATM Block Transfer) サービスクラスの性能評価を行った。ABTには2種類の方式があり、それぞれABT/IT、ABT/DTと定義されている。本論文では、まずこれら2種類の帯域予約方式について、性能解析に基づく性能の比較検討を行った。その結果、ABT/DTが伝搬遅延時間の影響を受けやすいことが明らかになった。また、ABT/DTでは予約方式の性質上、スイッチとの帯域交渉が実現できるため、ABT/DTにおいてリンクの空き帯域を考慮する新しい方式を提案し、性能向上の度合を明らかにした。一方で、ネットワークが高負荷の場合には、伝搬遅延の影響が小さいABT/ITにおいても、スループットが低下することが明らかになった。

このような性能劣化は、ATMスイッチ内に存在するバッファをABTに適用することにより改善が期待できる。そこで、本論文ではバッファを活用したABTを提案し、バッファ予約を考慮したABTの性能に関する近似解析手法を示した。さらに、数値結果によって、バッファ予約がABTの性能改善に有効であることを明らかにした。

これまでに述べた結果によってATMサービスクラスとしてのABTの性能は明らかになってきたが、現実にはABTを導入する場合には、ABTとは別に独自の輻そう制御メカニズムを持つ上位層も考慮する必要がある。このため本論文では、TCP (Transmission Control Protocol) をABTの上位層とした場合の性能について検討を行った。その

結果、ABTの持つ再送メカニズムによって輻そう制御がABTで行われ、TCPはエラー回復制御プロトコルとして動作するため、TCPの輻そう制御を用いることなく良好な性能が得られ、輻そう制御とエラー回復制御の分離が可能になることを示した。

高速ルータに関する研究では、インターネットのトラヒック特性を考慮した高速ルータに関する検討として、IETFで提案されているMPLS (Multi Protocol Label Switching) のパラメータ設定手法について検討を行った。まずトラヒックモニタを用いたトレースデータの収集及びフロー特性の統計分析手法を示した。その結果、パケット数分布やフロー継続時間分布などはその部分の大きな分布モデルが適合することが明らかになった。さらに、分析結果をMPLSスイッチに適用し、その効果を検証した。その結果MPLSのパラメータ設定によって、ハードウェア資源の有効利用が行われ、パケット処理遅延が軽減されることが分かった。また、アプリケーションによる集約を行ったフローについても同様に適用できることを明らかにし、集約による効果を示した。

論文審査の結果の要旨

将来のネットワークにおいて、全てのユーザが満足し得る品質を提供するためには、帯域の増強だけでなく与えられた帯域を有効に活用するためのメカニズムが必要となる。そこで、本論文では次世代高速ネットワークにおける効率的なデータ転送を実現するためのメカニズムに関する研究を行っている。

まず、高速ネットワークにおけるトラヒック制御として、高速通信を実現するATM (Asynchronous Transfer Mode) ネットワークに着目し、ATMにおいてバースト転送に有効とされるABT (ATM Block Transfer) サービスクラスの性能評価を行っている。本論文では、まずABTの2種類の帯域予約方式 (ABT/IT、ABT/DT) について、性能解析に基づく性能の比較検討を行っている。その結果として、ABT/DTが伝搬遅延時間の影響を受けやすいことが明らかにしている。また、ABT/DTでは予約方式の性質上、スイッチとの帯域交渉が実現できるため、リンクの空き帯域を考慮する新しいABT/DTを提案し、性能向上の度合を明らかにしている。一方で、ネットワークが高負荷の場合には、伝搬遅延の影響が小さいABT/ITにおいても、スループットが低下することを数値結果により示している。

次に、このような性能劣化を改善するため、ABTにおいてATMスイッチ内に存在するバッファを活用する方式を提案し、バッファ予約を考慮したABTの性能に関する近似解析手法を行っている。また、数値結果によって、バッファ予約ABTの有効性について示している。

さらに、インターネットの下位レイヤとしてABTを利用する場合の問題について考え、上位層がTCP (Transmission Control Protocol) である場合のABTの性能に関する検討を行っている。そして、ABTの持つ再送メカニズムによって輻そう制御がABTで行われ、TCPはエラー回復制御プロトコルとして動作するための条件を示している。これにより、TCPの輻そう制御がABTの制御に影響を与えることなく良好な性能が得られ、輻そう制御とエラー回復制御の分離が可能になることを明らかにしている。

最後に、高速ルータに関する研究では、インターネットのトラヒック特性を考慮した高速ルータに関する検討として、IETFで提案されているMPLS (Multi Protocol Label Switching) のパラメータ設定手法について検討を行っている。ここでは、トラヒックモニタを用いたトレースデータの収集及びフロー特性の統計分析手法を示し、分析結果によってパケット数分布やフロー継続時間分布などは、Sすその部分の大きな分布モデルが適合することを明らかにしている。さらに、分析結果を考慮したMPLSのパラメータ設定によって、ハードウェア資源の有効利用が行われ、パケット処理遅延が軽減されることを示している。また、アプリケーションによる集約を行ったフローについても同様に適用できることを明らかにし、集約による効果について検証を行っている。

以上のように、本論文は高速ネットワークにおける効率的なデータ転送を実現するためのメカニズムを提案し、それぞれの方式の有効性を示しており、将来の高速ネットワークの実現に大いに寄与するものと考えられる。よって博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。