

機関番号：12608

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2008～2011

課題番号：20300026

研究課題名(和文) ストリーム非ストリームの積極的共存による新しいネットワーク制御方式の研究

研究課題名(英文) A Study of New Network Control Method based on the Coexistence of Stream with Non-Stream Communications

研究代表者

山岡 克式 (YAMAOKA KATSUNORI)

東京工業大学・大学院理工学研究科・准教授

研究者番号：90262279

研究成果の概要(和文)：

統計多重を有効活用するために、ストリームと非ストリームを積極的に混在させながら、パケット網の元来の利用者である非ストリームに悪影響を及ぼさないよう非ストリームの QoS を復権しつつ、適切な QoS 提供をストリームに行うことにより、ストリーム、非ストリーム両通信の共存共栄を実現する、新しいストリーム非ストリーム共存ネットワークの実現に必要な要素技術の研究開発を行った。

研究成果の概要(英文)：

For realizing effective statistic multiplexing, aggressive multiplexing of stream and non-stream communications is required. In this research, new network control method is researched and developed based on the coexistence of stream with non-stream communications. This method provides suitable QoS to stream communications while QoS of non-stream communications is recovered.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008 年度	4,400,000	1,320,000	5,720,000
2009 年度	5,600,000	1,680,000	7,280,000
2010 年度	4,600,000	1,380,000	5,980,000
年度			
年度			
総計	14,600,000	4,380,000	18,980,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・計算機システム・ネットワーク

キーワード：トランスポート技術

1. 研究開始当初の背景

IP ネットワークを利用した IP 電話(VoIP)や IPTV(動画画像ストリーミング)の利用が急増しているが、フローコントロールのなされないこれらのストリーム通信が増せば増すほど、それらストリームへの適切な QoS 提供、及び、WEB(HTTP)や電子メール(SMTP)、ファイル転送(FTP)など、ストリーム以外の従来アプリケーションであるデータ通信(非ストリーム)がストリームから被る悪影響による

QoS 劣化の防止とを、同時に実現する技術の必要性が高まってくる。

本来、IP ネットワークの本質であるパケット交換方式は、回線交換における音声の無音区間のように実際にデータが流れていない部分を、統計多重効果により有効活用し、ネットワークの利用効率を向上させることを、その目的の一つとしている。インターネットにおいても、統計多重効果を有効に発揮させるためには、ストリーム、非ストリームに限

らずあらゆるパケットを、帯域を分離せず積極的に同一ネットワークで混在させるべきである。しかし、上述のように、ストリームと非ストリームを混在させながら、それぞれにとって適切な QoS 提供を実現する IP ネットワークアーキテクチャは、当時存在していなかった。

2. 研究の目的

パケット交換方式の利点である統計多重を有効活用するために、ストリームと非ストリームを積極的に混在させながら、ストリーム、非ストリーム両通信の相互影響緩和により、両通信のサービス品質劣化を抑制し共存を実現する、従来とは全く逆の発想に基づく、新しいルータへのストリーム型通信共存収容方式の研究開発を本研究の目的とする。

そのため本研究では、この新しいルータへのストリーム型通信共存収容方式を実現するための、2つの要素技術”DCA”および”TACCS”それぞれについて、インターネット(IP網)における Diffserv アーキテクチャにおいて単一ポリシーで動作する単一の DS ドメイン内で運用可能とすることを目標として、DS ドメインの外周に位置するエッジノードにおいて輻輳が生じる場合、及び、DS ドメイン内部のコアノードにも輻輳箇所が存在する場合のそれぞれについて、DCA および TACCS を適切に動作させるために必要な研究開発を行った。

3. 研究の方法

既に提案されている DCA および TACCS では、ネットワークの境界ノード(以下、Edge Node)が、ネットワーク上のボトルネックとなるノードからトラヒック量等の情報を広告されることによって、新規到着フローに対して、輻輳状況を考慮した適切なクラス割当および受付制御を行い、フロー群の品質維持を試みる。したがって、既存の DCA や TACCS を実ネットワークに適用する際には、ボトルネックとなりうるネットワーク内部のノード(以下、Core Node)すべてに、情報広告のための機能追加が必要となる。しかし、Core Node への機能追加は、本来、大容量のデータを高速で転送する役割を担う、Core Node の負荷を増大させると共に、大規模な実ネットワークに DCA や TACCS を適用する際のコストを増大させてしまう。

そこで本研究では、Core Node への新たな機能の追加を行うことなく、Edge Node の連携のみで DCA および TACCS の実ネットワークでの動作を実現する、DCA および TACCS 各方式の拡張を行った。

4. 研究成果

既存の DCA では、新規ストリームフロー到

着時に、ボトルネックとなるノードからの情報広告を基に、空き帯域率の最も高いクラスを選択し、フローを割り当てる。したがって、Core Node への機能追加を行わない場合、ネットワーク内部の輻輳箇所、及び、その場所での各クラスのトラヒック状況が把握できないため、クラス選択のための評価関数が計算できない。しかし、この評価関数が、各クラスの空き帯域率を算出している点に着目すると、輻輳箇所のトラヒック状況が直接把握できなくても、Edge Node 毎に各クラスの収容可能なトラヒック量の上限が予測できれば、新規ストリームフローが到着した時点で Edge Node に既に収容されている各クラスのトラヒック量を考慮することによって、新規ストリームフローの適切なクラス割当先が選択可能になると考えられる。

そこで、本研究では、フロー送信側 Edge Node(以下、Ingress Node)が、各クラス毎に、ネットワーク内に収容可能なトラヒック量の上限を示す閾値を保持することとし、この閾値を、フロー受信側 Edge Node(以下、Egress Node)からの情報広告を基に変動させることによって、ネットワーク内部の輻輳箇所を反映させた帯域幅を表現する値(仮想帯域幅)となるように設定する。

この、Ingress Node が各クラス毎に保持する仮想帯域幅は、各クラス毎の空き帯域率を算出するため、輻輳箇所のトラヒック状況に応じて、増減させる必要がある。Ingress Node と Egress Node が連携し、新規ストリームフローに対して、適切なクラス割当を行うための、仮想帯域幅の更新方法を、次のように提案する。

(1) Egress Node は、あらかじめパケットに付加された送信元の Ingress Node と対応付けられたシーケンス番号を利用し、ネットワーク内部における各クラス毎のパケット損失の有無を、各 Ingress Node へ情報広告する。

(2) Ingress Node は、パケット損失が生じたクラスについて、ネットワーク内で輻輳が生じたことから、帯域に空きがないと判断し、現在の収容トラヒック量まで仮想帯域幅を減少させる。これによって、評価関数から算出された評価値が下がり、該当クラスへの新規ストリームフローの収容が抑制される。

(3) Ingress Node は、パケット損失が生じていないクラスの仮想帯域幅を増加させることによって、評価値を上げ、該当クラスへのストリームフローの収容を促す。ただし、仮想帯域幅の上限値を、Ingress Node に接続されるリンクにおける、各クラスに割り当てられた帯域幅とする。

以上のように、Ingress Node と Egress Node が連携することにより、仮想帯域幅の値を更新する。しかし、仮想帯域幅の減少時

には、パケット損失発生時点での収容トラフィック量まで減少させればよいのに対し、仮想帯域幅を増加させる際には、輻輳を起こさる箇所の空き帯域を反映した最適値となるように、増加幅を決定することは難しく、情報広告毎に、段階的に増加させていくしかない。そこで、増加方法に関して複数の方式を検討した結果、情報広告毎に仮想帯域幅の増加率を2倍ずつ増加させた場合に、最も高い性能を実現可能であることが、明らかになった。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計8件)

査読付学術雑誌掲載論文

- [1] “Flow-admission control based on equality of heterogeneous traffic (two-type flow model)”, Sumiko MIYATA, Katsunori YAMAOKA, IEICE Transactions on Communications, Vol. E93-B, No.12, pp.3564-3576 (2010)
- [2] “Reducing total call-blocking rates by flow admission control based on equality by heterogeneous traffic”, Sumiko MIYATA, Katsunori YAMAOKA, HTE Infocommunications Journal, pp.27-34, VOLUME LXV (2010)
- [3] “Single-Fiber Access/Metro WDM Ring Architecture for Asymmetric Traffic Applications in Next Generation Networks”, Mitsumasa Okada, Katsunori Yamaoka, Yoshinori Sakai, IEEE/OSA Journal of Lightwave Technology, Vol. 27. No.9. pp. 1181-1196 (2009)
- [4] “A Solution for Irregular IP Multicast Packet Flooding -For Heavy Traffic IP Multicast Communication-”, Makoto Misumi, Shin-ichi Nakagawa, Ken-ichi Chinen, Yoichi Shinoda, Katsunori Yamaoka, IEICE Transactions on Communications, Vol.E92-B, No.1, pp.68-76 (2009)
- [5] “Local Optimal File Delivery Scheduling in a Hop by Hop File Delivery System on a One Link Model”, Hiromi Tsurumi, Takamichi Miyata, Katsunori Yamaoka, Yoshinori Sakai, IEICE Transactions on Communications, Vol.E92-B, No.1, pp.34-45 (2009)
- [6] “A study of cycle attack by Multiple-Access Interference in multi-granularity OCDM-based optical networks”, Shaowei Huang, Ken-ichi

Baba, Masayuki Murata and Ken-ichi Kitayama, IEEE Journal of Lightwave Technology, vol. 26, no. 14, pp. 2064-2074 (2008)

[学会発表] (計58件)

査読付国際会議

- [1] “Characteristic analysis of individual call blocking rate and resource utilization by using our mixed delay and loss system”, Sumiko Miyata, Katsunori Yamaoka, Proc. of IEEE CQR2011 (by CDROM) (2011/5/15 Florida, USA)
- [2] “Path Configuration Using Probability Distribution of Delay for High-Functional Node Network”, Takayuki Akanoma, Takamichi Miyata, Katsunori Yamaoka, Yoshinori Sakai, Proc. of IEEE CCNC2011 (by CDROM) (2011/1/9 Las Vegas, USA)
- [3] “A basic study of the flow admission control of mixed loss and delay system based on equality of heterogeneous traffic”, Sumiko MIYATA, Katsunori YAMAOKA, Proc. of NETWORKS2010, pp.29-34 (2010/9/27 Warsaw, Poland)
- [4] “A path establishment method using autonomous logical tree topology in OCDM networks”, Tatsuya Fukuda and Ken-ichi Baba, Proceedings of 36th European Conference and Exhibition on Optical Communication (ECOC2010), vol. 1, pp. 1324-1326 (2010/9/19 Torino, Italia)
- [5] “Ethernet Bypass Nodes as Suspended Link Activators on Tagged-VLAN Disabled Ethernet Switches”, Makoto Misumi, Katsunori Yamaoka, Proc. of IEEE ICC2010 (by CDROM) (2010/7/1 Cape Town, South Africa)
- [6] “Routing for reducing flow convergence on particular nodes”, Toshihiro Yokoi, Takamichi Miyata, Katsunori Yamaoka, Proc. of IEEE CQR2010 (by CDROM) (2010/5/10 Vancouver, Canada).
- [7] “Maximum-bandwidth ALM tree on tree network”, Takamichi Kikkawa, Takamichi Miyata, Katsunori Yamaoka, Proc. of IEEE CCNC2010 (by CDROM) (2010/1/12 Las Vegas, USA)
- [8] “Transparent Unicast Translation to Improve Quality of Multicast over Wireless LAN”, Yuki Tanigawa, Kenta Yasukawa, Katsunori Yamaoka, Proc. of IEEE CCNC2010 (by CDROM) (2010/1/11

- Las Vegas, USA)
- [9] “A threshold configuration for flow-admission control based on the equality (two-type flow model)”, Sumiko MIYATA, Katsunori YAMAOKA, Proc. of IEEE CCNC2010 (by CDRM) (2010/1/9 Las Vegas, USA)
- [10] “A basic study of heterogeneous flow admission control based on equality of flow classes”, Masahiro KAWANO, Sumiko MIYATA, Katsunori YAMAOKA, Proc. of IEEE CCNC2010 (by CDRM) (2010/1/9 Las Vegas, USA)
- [11] “A buffer control method mitigating effects of contention between high-speed transport protocols in long-distance broadband networks”, Jin Hirose, Ken-ichi Baba, Shinji Shimojo, Proceedings of IEEE PACRIM09, pp. 413-418 (2009/8/23 Canada Victoria)
- [12] “Proposal of initial route establishment method in wireless mesh network”, Kazunori Ueda, Ken-ichi Baba, Proceedings of IEEE/IPSJ SAINT09 Workshop, pp. 173-176 (2009/8/23 Seattle, USA)
- [13] “Proof of optimal algorithm for maximum-bandwidth ALM tree construction”, Takamichi Kikkawa, Takamichi Miyata, Katsunori Yamaoka, Proc. of IEEE CQR2009 (by CDRM) (2009/5/12 Florida, USA) (Best Paper Award)
- [14] “Reducing total call-blocking rates by flow admission control based on equality of heterogeneous traffic”, Sumiko Shirata, Katsunori Yamaoka, Proc. of NETWORKS 2008 (by CDRM) (2008/9/26 Budapest, Hungary)
- [15] “A large scale data transfer method with a dynamic window control to reduce reservation bandwidth in Diffserv AF networks”, Naoto Ikeda, Masaaki Noro, Ken-ichi Baba and Shinji Shimojo, Proceedings of 13th International Telecommunications Network Strategy and Planning Symposium (Networks 2008) (2008/9/26 Budapest, Hungary)
- [16] “A dynamic window control method of grid middleware for volume data transfer to make the best use of reservation bandwidth”, Naoto Ikeda, Masaaki Noro, Ken-ichi Baba and Shinji Shimojo, Proceedings of the IEEE/IPSJ International Symposium on Applications and the Internet (SAINT) Workshop (2008/7/28 Turku, FINLAND)
- 国内学会等
- [17] “経路候補数を制限したフロー集中抑制経路設定法”, 横井俊宏, 宮田高道, 山岡克式, 電子情報通信学会 IN 研究会, vol. 110, no. 449, pp. 73-78 (2011/3/3 沖縄)
- [18] “要求帯域が分布に従う環境でのフロー間対等二元受付制御特性”, 木村拓人, 宮田純子, 山岡克式, 電子情報通信学会 IN 研究会, vol. 110, no. 449, pp. 079-084 (2011/3/3 沖縄)
- [19] “即時待時混合二元受付制御のトータル呼損率特性解析”, 宮田純子, 山岡克式, 電子情報通信学会 IN 研究会, no. IN2010-109, pp. 69-74 (2010/12/17 広島)
- [20] “少量のバッファ導入による二元受付制御のトータル呼損率改善効果”, 宮田純子, 山岡克式, 電子情報通信学会 IN 研究会, vol. 110, no. 116, pp. 1-6 (2010/7/8 北海道)
- [21] “L2 待機リンク有効活用を実現する Ethernet Bypass”, 三角真, 山岡克式, 電子情報通信学会技術研究報告 IN2009-87, vol. 109, no. 327, pp. 1-6, (2009/12/10 兵庫)
- [22] “フロー集中抑制経路設定法の特性解析”, 横井俊宏, 宮田高道, 山岡克式, 電子情報通信学会技術報告, IN2009, vol. 109, no. 276, pp. 89-94 (2009/11/13 福岡)
- [23] “トータル呼損率低減フロー受付制御の待時即時混合モデルへの拡張”, 宮田純子, 山岡克式, 電子情報通信学会技術研究報告 MoMuC2009 (2009/7/8 北海道)
- [24] “木構造型ネットワークにおける伝送速度最大 ALM 木構成法の特性解析”, 吉川高道, 宮田高道, 山岡克式, 電子情報通信学会技術研究報告 IN2009 (2009/3/4 沖縄)
- [25] “ストリームフロー動的クラス割当方式 (DCA) における仮想帯域幅導入の一検討”, 有川英希, 馬場健二, 山岡克式, 電子情報通信学会 2009 総合大会, p. 160 (2009/3/4 沖縄)
- [26] “特定ノードへのフロー集中を抑制する経路設定法”, 横井俊宏, 宮田高道, 山岡克式, 電子情報通信学会 IN 研究会, vol. 108, no. 458, pp. 49-54 (2009/3/3 沖縄)
- [27] “多元トラヒック対等性を考慮したフロー受付制御の閾値設定法(二元モデル)”, 白田純子, 山岡克式, 電子情報

通信学会技術研究報告 MoMuC2008-89,
pp. 59-64 (2009/1/23 愛知)

- [28] “リアルタイムメディア QoE 向上のための受信側予測再送制御方式の提案”,
エムディー アリムジャマン, 宮田高道,
山岡克式, 酒井善則, 電子情報通信学
会技術研究報告 IN2008-73, vol. 108,
no. 289, pp. 1-6 (2008/11/23 福岡)
- [29] “木構造制約における効率的な伝送速
度最大ALM木構成法”, 吉川高道, 重成
幸生, 宮田高道, 山岡克式, 電子情報
通信学会 技術研究報告, pp. 79-84
(2008/6/20 北海道)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

山岡 克式 (YAMAOKA KATSUNORI)
東京工業大学・大学院理工学研究科・准教
授
研究者番号：90262279

(2) 研究分担者

馬場 健一 (BABA KEN-ICHI)
大阪大学・サイバーメディアセンター・准
教授
研究者番号：60252722

飯田 勝吉 (IIDA KATSUYOSHI)
東京工業大学・学術国際情報センター・准
教授
研究者番号：00332768

宮田 高道 (MIYATA TAKAMICHI)
東京工業大学・大学院理工学研究科・助教
研究者番号：90431999

酒井 善則 (SAKAI YOSHINORI)
東京工業大学・大学院理工学研究科・教授
研究者番号：70196054

(3) 連携研究者

なし