

動的帯域割当を実現するシグナリング方式について

武藤 大[†] 松古 典大[†] 福富 昌司[†] 藤川 賢治^{††} 小山 洋一^{†††}
太田 昌孝^{††††}

[†] 古河電気工業株式会社 ファイテルネットワーク研究所 〒254-0016 平塚市東八幡 5-1-9
^{††} 京都大学大学院 情報学研究科 〒606-8501 京都市左京区吉田本町
^{†††} 株式会社 トランス・ニュー・テクノロジー 京都研究室 〒606-8225 京都市左京区山中門前町 72
いのほらビル 2F
^{††††} 東京工業大学 情報理工学研究科 〒152-8552 東京都日暮区大岡山 2-12-1

E-mail: [†]{dai,matufuru,fuku}@inf.furukawa.co.jp, ^{††}fujikawa@real-internet.org, ^{†††}koyama@trans-nt.com,
^{††††}mohta@necom830.hpcl.titech.ac.jp

あらまし IP トラフィックの増加と、リアルタイム、マルチメディア通信の普及に伴い、インターネットで必要とされる通信品質も多様化し、現在の IP プロトコルではそれらの変化に対応できなくなってきた。これらの問題を解決するために、フロー毎の予約、保証を可能とするシグナリングプロトコル“SRSVP (Simple Resource ReSerVation Protocol)”と QoS ルーティングプロトコル“HQLIP (Hierarchical QoS Link Information Protocol)”を提案する。また、それらプロトコルを実装した高速ルータを開発した。本稿では、これらのプロトコルの概要を紹介し、ルータでの実装とその検証結果について述べる。

キーワード QoS, インターネット, シグナリング, ルーティング, マルチキャスト, 帯域保証

QoS signaling protocol for dynamic bandwidth control

Dai MUTO[†], Norio MATSUFURU[†], Shouji FUKUTOMI[†], Kenji FUJIKAWA^{††}, Youichi
KOYAMA^{†††}, and Masataka OHTA^{††††}

[†] Fitel Network laboratory, The Furukawa Electric co., ltd.
Higashi-yahata 5-1-9, Hiratsuka, 254-0016 Japan
^{††} Graduate School of Informatics, Kyoto University,
Yoshidahonmachi, Sakyouku, Kyoto, 606-8501 Japan
^{†††} Trans New Technology, Inc.

Inohara Building 2F, 72 Tanaka Monzencho, Sakyouku, Kyoto, 606-8501 Japan
^{††††} Graduate School of Information Science and Engineering, Tokyo Institute of Technology,
2-12-1, Ookayama, Meguroku, Tokyo, 152-8552 Japan

E-mail: [†]{dai,matufuru,fuku}@inf.furukawa.co.jp, ^{††}fujikawa@real-internet.org, ^{†††}koyama@trans-nt.com,
^{††††}mohta@necom830.hpcl.titech.ac.jp

Abstract With the terrific increase in traffic volume, and the introduction of new real-time, multimedia, and multicasting applications, the traditional Internet protocols and services became inadequate. To fix this problem, we propose new signaling protocol “SRSVP (Simple Resource ReSerVation Protocol)” and new QoS routing protocol “HQLIP (Hierarchical QoS Link Information Protocol)”. And we developed routers with these protocols. In this paper, we summarize these protocols and introduce routers with these protocols.

Key words QoS, Internet, signaling, routing, multicast, traffic management

1. はじめに

インターネットは、ADSL に代表されるアクセスネットワークの高速化、ユーザの増加に伴い、そのトラフィック量を爆発的に増加させている。また、従来のデータ通信に加えて、VoIP や TV 会議に代表される大容量のマルチメディアデータ等、トラフィックも多様化している。

従来のデータ通信のみのネットワークでの高信頼性とは異なり、マルチメディア通信では、帯域や遅延といったように、異なる通信品質 (QoS: Quality of service) が要求されるようになった。

そこで、既存のインターネット上で、品質保証やリアルタイム性を保証する手段として、シグナリングにより要求される通信品質を経路間の各ルータに設定する技術や、通信品質に応じて、最適経路を選択する技術 (QoS ルーティング) が重要視され始めた。

著者らの所属する Real Internet Consortium (RIC) [7] は、上記要求を満足するため、各種 QoS 技術、ルーティング技術の検討、研究を進め、その検討結果として、シグナリングプロトコル SRSVP (Simple Resource ReSerVation Protocol) [1] と、QoS ルーティングプロトコル HQLIP (Hierarchical QoS Link Information Protocol) [2] を提案した。

今回、我々は、上記 2 つのプロトコルを実装した高速ルータを開発して、高速ルータにおいても、上記技術が十分スケールすることを確認した。

本稿では、シグナリングプロトコル SRSVP と、QoS ルーティングプロトコル HQLIP の概要と、その実装、他方式との比較、検討結果について述べる。

2. SRSVP

従来から、QoS を実現するためのシグナリング技術として RSVP (Resource ReSerVation Protocol) [8] が提案されてきたが、種々の問題点が指摘されていて、広く普及するまでには至っていない。

我々の考える RSVP の問題点は、以下の通りである。

- 仕様の複雑さ
RSVP のプロトコルは、Style の概念など、ネットワーク管理者、アプリケーションの利用者が実際に利用するには、仕様が複雑で直観的ではない。
- 経路制御との連携
経路制御との連携がないため、帯域、遅延等の要求に基づいた、適切な経路設定は不可能で、常にベ

ストエフォード経路と共通の経路が選択される。

- トラフィック制御との連携
実際に予約されたパラメータに応じてトラフィック制御をする制御部との連携、仕様が十分でなかったり、処理が複雑なため、予約フロー数が増えたとうまく制御されない場合がある。

上記、問題を解決するため、RSVP に以下の変更を加えた SRSVP を提案した [4]。

- ハードステータ化
SRSVP では、RSVP のリライアブルマルチキャストを考慮して複雑な部分を実質的に単純化して、制御メッセージの授受のために hop-by-hop で TCP 接続を行う。TCP 接続では、接続の数はホストの数 N の場合、リンクの数が N^2 になるが、実際の運用環境では、あまりに大きな N を仮定するのは無意味だという考察に基づく。また、keep-alive メッセージは、フロー単位ではなく各 TCP 接続に対して流す。
- HQLIP との連携
QoS ルーティングプロトコル HQLIP と連携することで、シグナリング時に、要求された QoS パラメータに応じた、適切な経路を選択することが可能となった。
- マルチキャストルーティングプロトコルの統合
マルチキャストルーティングの制御メッセージをシグナリングで代用することで、マルチキャストルーティングの機能を統合した。
- PPQ との連携
新たに開発したトラフィック制御方式 PPQ [5] [6] と連携することで、従来方法と異なりフローの数によらず一定時間で処理できるトラフィック制御を可能とした。

SRSVP のシグナリングの流れを図 1 に示す。

3. HQLIP

SRSVP で、各フローが要求する最適な経路を選択するには、QoS 情報が統合されたルーティングプロトコルが必要である。QoS ルーティングプロトコルとして、OSPF (Open Shortest Path Fast) [9] を拡張した QOSPF (QoS Open Shortest Path Fast) 等のいくつかのプロトコルが提案されている。しかし、いずれのプロトコルも、リンクの情報を TOS 毎に持つように拡張しただけで QoS の保証のために利用す

るルーティングプロトコルとしては不十分であったり、予約による帯域の増減をリンクの情報としてダイナミックに更新できない、階層が2階層までしかないためリンク情報に含まれるQoSの情報が増えるとスケールしないなど、多くの問題があるため実用には至っていない。そこで、我々は、リンクステート型のQoSルーティングプロトコルHQLIP[2]を提案した。

HQLIPの特徴を整理すると以下のようになる。

3.1 link情報のQoS

link情報として、帯域、遅延およびその他のQoS情報[3]をルータ間で交換可能とした。

3.2 エリアの階層化

リンクステート型経路制御方式では、各ルータ間で全てのlink情報を交換する必要があり、規模の大きなネットワークでは情報量が多くなり利用できない。HQLIPでは、最大256レベルまで階層化可能なエリアの概念を導入した。各ルータは自分の所属するエリアのレベルで近傍のエリアとの最適経路をリンクステート型で交換する。これにより、ルータ間で交換される情報量をスケール可能なまで小さくすることが可能となった。図2にHQLIPの階層化の様子を示す。

3.3 SRSVPとの連携

HQLIPとSRSVPが連携することにより、SRSVPにおいてはQoSまで考慮した最短経路の計算が可能となり、またHQLIPにおいても予約による帯域の増減をダイナミックに反映したリンク情報の広告を行うことができるようになった。

4. QoS保証高速ルータ

前述のSRSVP、HQLIPを実装したQoS保証高速ルータの開発を行なった。本ルータは、ファーストイーサネット16、ギガビットイーサネット2のインタフェースを備え、同時に256のフローをダイナミックに予約できる。

本ルータでは、シグナリングにより交換したQoS情報をダイナミックにデータ転送用ハードウェアに設定することで、QoS保証を行ないながらもフルワイヤースピードでのデータ中継を実現している。

開発したルータを用いて、幾つかの構成のネットワークを構築し評価を行い、複数のフローがルータ上に予約され、ホスト間で要求させたQoS情報を満たす通信がされたことを確認した。

参考にルータの、HQLIP、SRSVPに関する設定の一部を以下に示す。

```
interface port-channel 0
ip address 192.168.220.201 255.255.255.0
ip hqlip qif 192 N/10/6 192pps/192us
ip hqlip area 2 @ 192.168.220.201 10 16 //
192.168.220.0/24
```

5. まとめ

以上のように、現在の多様なトラフィックの要求を満足するシグナリングプロトコルSRSVP、QoSルーティングプロトコルHQLIPを提案した。また、ルータに実装し、高速なインタフェースを有するルータでも実環境で十分に機能することを明らかにした。

今後は、プロトコルのブラッシュアップと普及を進めるとともに、扱えるフローの数が膨大なバックボーンネットワークへと適用範囲を広げる予定である。

文 献

- [1] Fujikawa, K., and Sasaki, M., "Service Specification (SS)," Internet Draft (work in progress), draft-fujikawa-ric-ss-01.txt, March 2001.
- [2] Ohta, M. and Fujikawa, K., "Hierarchical QoS Link Information Protocol (HQLIP)," Internet Draft (work in progress), draft-ohta-ric-hqlip-00.txt, March 2001.
- [3] Fujikawa, K., and Sasaki, M., "Service Specification (SS)," Internet Draft (work in progress), draft-fujikawa-ric-ss-01.txt, March 2001.
- [4] FUJIKAWA Kenji, "A Study of QoS Guarantee, QoS Routing and multicast Routing on the Internet", April 2000.
- [5] 太田 昌孝, "本当のインターネットをめざして - ほんとうのQoS保証", 情報処理学会誌, March, 2000
- [6] 岡 敏生, 藤川 賢治, 岡部 寿男, 池田 克夫, "優先度付きキューを用いた確率的QoS保証におけるポーリング法," DICO2001, pp.531-536, June, 2001.
- [7] "Real Internet Consortium", <http://www.real-internet.org>,
- [8] Braden, R., Ed., Zhang, L., Estrin, D., Herzog, S., and S. Jamin, "Resource ReSerVation Protocol (RSVP) - Version 1 Functional Specification", RFC 2205, September 1997.
- [9] Moy, J., "OSPF Version 2", STD 54, RFC 2328, April 1998.

謝 辞

Real Internet Consortiumは、財団法人日本情報処理開発協会の支援を受け、平成10年度の通産省の補正予算事業の一つである「先進的情報システム開発実証事業(電子商取引の実用化等)」の支援を受けスタートした。本研究も上記コンソーシアムの成果の一部である。関係者各位に感謝いたします。

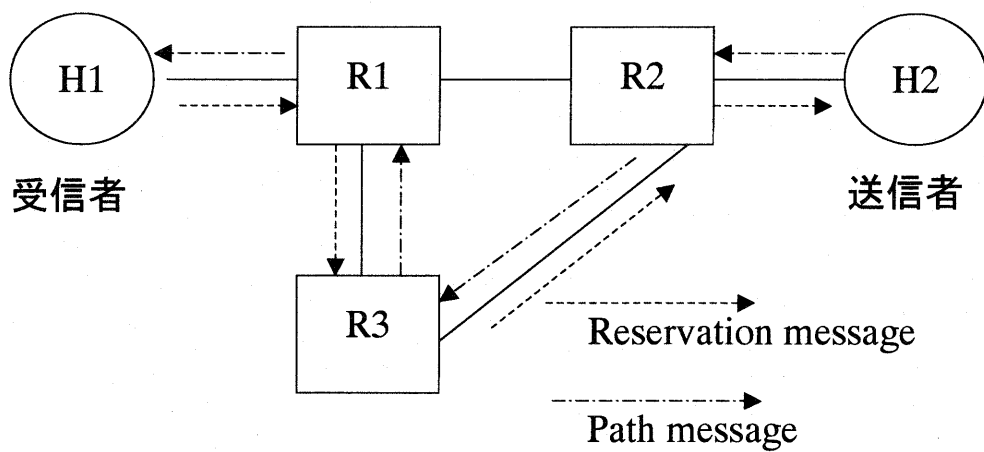


図 1. SRSVP のシグナリング

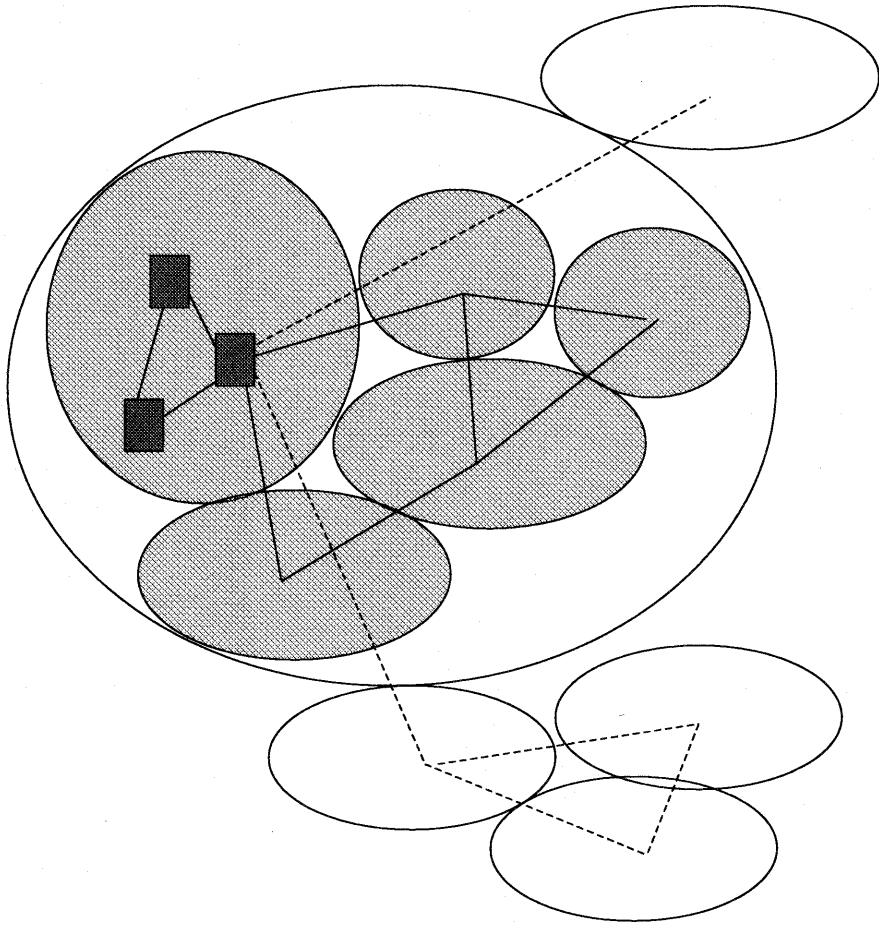


図 2. HQLIP の階層化