

階層型データ転送方式における RSVP を用いた QoS 制御に関する実装

5 V-6

横田 英俊 片岸 一起 浅見 徹

国際電信電話株式会社 研究所

1. はじめに

利用可能な資源の異なる複数の参加者が、様々な形態のネットワークが相互に接続された環境において音声、画像などのリアルタイム情報を送受する場合、そのサービス品質 (QoS) の制御が重要となる。筆者等は [1] において、送信側で送信情報を階層化して送り、受信側で受信情報の QoS を任意に選択できる Heterogeneous Multicast (HMC) を ATM ネットワーク上に構築し、その有効性を示した。本稿では、ATM-IP ゲートウェイを用いてこれを IP ネットワーク上へ拡張し、RSVP (Resource Reservation Protocol) を用いた QoS 制御の実装方法について報告する。

2. HMC の ATM ネットワークでの実装概要 [1]

ATM ネットワーク側のシステム構成を図 1 (左側部分) に示す。送信側では送信ストリームを複数の階層 (レイヤ) に分割し、各レイヤを異なる VC (Virtual Circuit) に割り当てる。受信側では必要なレイヤの VC コネクションを確立することにより、受信情報の QoS 制御を行う。ATM 側の送信者および受信者は ATM スイッチ (Fore ASX-200) を介して接続されている。送受信端末は Sun SPARC Station 20 (OS: Solaris 2.5.1) を用いた。画像情報の階層化には、サブバンド符号化により分割する手法や、フレームを時間軸上でインターリーブして各レイヤに割り振る手法等が考えられる。本実装では画像の符号化・復号化を高速化するために Parallax 社製の JPEG ビデオボードを用い、後者の手法による階層化を行った。したがって、多くのレイヤを受信するほどフレームレートが上がり、画質が向上することになる。

3. ゲートウェイによる IP ネットワークへの拡張

ATM ネットワーク上ではストリームの各レイヤは VC により識別されていたが、これを異なるマルチキャストセッションに割り当てることで、IP ネットワークへの転送が可能となる。図 1 右側部分に IP 側の構成を示す。

ATM および IP ネットワーク (Ethernet) に接続されたホスト (SPARC Station 20, OS: Solaris 2.5.1) がゲートウェイとしてこの VC ↔ IP マルチキャストアドレス変換を行う。ATM 上の送信ノードから見てこのゲートウェイは受信ノードとして機能し、IP ネットワークからは送信ノードとして機能する。IP ネットワーク上の受信ホストは、受信したいストリームのセッションに参加することでそのストリームを受信する。

4. IP ネットワークにおける QoS 制御

ATM ネットワークでは、VC を確立することで一つのレイヤが必要とする帯域を保証することが可能となる

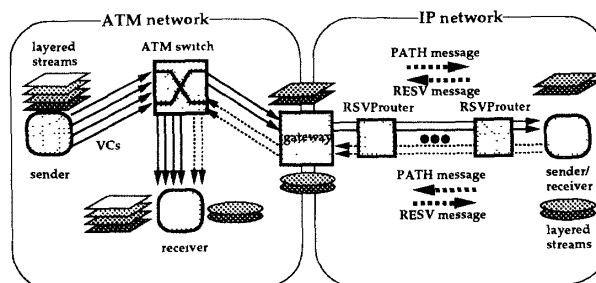


図 1: システム構成

が、既存の IP ネットワークでは Best Effort 型のサービスしか提供しないため、他のユーザと共有する場合にはセッション全体に渡って帯域を保証することが困難となる。これに対して、現在 IETF では QoS 制御のためのシグナリングプロトコルとして RSVP が提案されており [2]、下位レイヤが提供するトラフィック制御メカニズムと組み合わせることで、ATM ネットワークと同等の環境を IP ネットワーク上で実現することが可能となる。ATM 側の送・受信者の VC の確立・開放、または IP 側の送・受信者のセッションへの参加・不参加に対応して、ゲートウェイが必要なレイヤのみを配送すればネットワーク資源の有効利用を図ることができる。また RSVP プロセスはこの参加状況に応じて常に必要なレイヤの帯域のみを予約する。図 2 に本実装における ATM-IP 間のプロトコルスタックを示す。

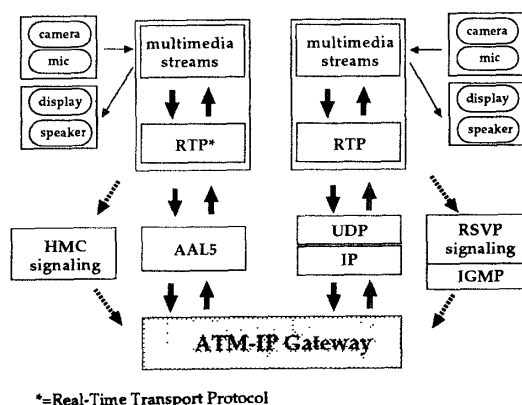


図 2: ATM および IP におけるプロトコルスタック

RSVP における QoS 制御サービス種別は、Guaranteed サービス (GS) [4] と Controlled-Load サービス (CLS) [5] が規定されている。Guaranteed サービスは利用帯域とエンド・ツー・エンドの最大遅延を保証する (平均遅延や最小遅延は扱わないため、ジッタを保証するものではない)。Controlled-Load サービスは利用帯域のみを保証し、遅延やパケット損失に関しては規定しな

“Implementaion of QoS Control Mechanism with RSVP in Layered Data Transmission over ATM-IP Networks”, Hidetoshi YOKOTA, Kazuki KATAGISHI and Tohru ASAMI, KDD R & D Laboratories

い。RSVP のコードに関しては、Solaris 版バージョン 0.4.9(ISI4.1a3) を用いた。ここで提供されている RSVP ライブラリは CLS のみをサポートしているため、本実装においても CLS を対象とする。

5. 実装概要

図 3 にゲートウェイにおけるプロトコル処理手順を示す。ATM から IP 方向におけるゲートウェイおよび IP 側の受信者の処理手順について以下に示す。

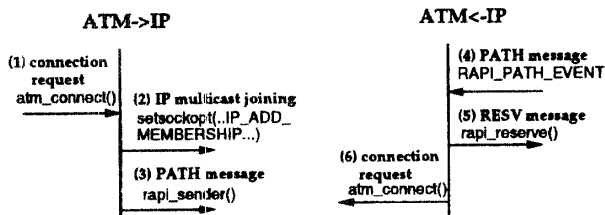


図 3: ゲートウェイにおけるプロトコル処理手順

IP 側で送信者となるゲートウェイは ATM 側のホストと確立している VC と同数のマルチキャストセッションを IP 側に確立する。そして各マルチキャストセッションに対して RSVP セッションを確立し、ATM 側のトラフィックパラメータを参照して SENDER_TSPEC を構成する。

一方 IP 側の受信者は、受信したいレイヤに相当するマルチキャストアドレスに対して RSVP のセッションを確立し、RSVP プロセスから PATH メッセージを受け取りセッションに参加する。FLWSPEC は PATH メッセージの中の SENDER_TSPEC を参照して構成する。予約の際にこの FLWSPEC が適用される送信者の形態 (スタイル) に関して、Wildcard-Filter(WF) スタイル (任意の送信者が対象)、Shared-Explicit(SE) スタイル (特定の複数の送信者が対象)、Fixed-Filter(FF) スタイル (特定の送信者が対象) が定義されている^[2]。本実装ではゲートウェイが IP 側の唯一の送信者であるので、FF スタイルを FILTERSPEC として RESV メッセージを送信する。IP から ATM 方向における処理も同様に行う。以下に SENDER_TSPEC と FLWSPEC の詳細について示す。

5.1 SENDER_TSPEC

RSVP におけるデータフローはトークンバッケットフィルタを用いたトラフィックパラメータにより規定され、Controlled-Load サービスの SENDER_TSPEC は以下のパラメータを持つ：

- r : トークンレート (バイト/秒)
- b : パケットの深さ (バイト/秒)
- p : ピークレート (バイト/秒)
- m : 最小監視単位 (バイト)
- M : 最大パケット長 (バイト)

最小監視単位 m により、このサイズ以下の IP データグラムはサイズ m として計算される。

RSVP の SENDER_TSPEC における r 、 b 、 p と ATM におけるトラフィック記述パラメータ PCR(Peak Cell Rate)[セル/秒]、SCR(Sustainable Cell Rate)[セ

ル/秒]、MBS(Maximum Burst Size)[セル] は以下の関係を満たす (ただし各式内のパラメータの単位は一致するように換算する)^[3]：

$$r \leq SCR \leq PCR \leq \min(p, \text{回線速度})$$

$$0 \leq MBS = b$$

Fore の API では VC の確立要求時に QoS を指定するが、サポートされているのは、目標/最小ピークレート [K ビット/秒]、目標/最小平均レート [K ビット/秒]、目標/最小平均バースト [K ビット] である。本実装では SENDER_TSPEC の p に目標ピークレート、 r に目標平均レートを対応付けた (ただし単位は一致させる)。 b に関しては MBS がサポートされていないので、目標平均バースト値を対応付けた。また、IP 側の物理メディアとして Ethernet を用いていることから、 $m=64$ バイト、 $M=1500$ バイトとした。

5.2 FLOWSPEC

Controlled-Load サービスの FLOWSPEC オブジェクトでは予約タイプ、 r 、 b 、 m 、 M を指定し、ピークレート p は考慮されない。予約タイプは Controlled-Load サービス、その他のパラメータは全て SENDER_TSPEC と同じ値とする。

6. 考察

Internet-Draft で提案されている各種パラメータと実際に利用可能なパラメータとの間にいくつかのミスマッチがあることから、下位レイヤがサポートしているトラフィック制御メカニズムを含めて、実際に要求されている QoS が得られるかを検証する必要がある。

また ATM セルヘッダの VCI フィールドには 16 ビット割り当てられているが、本実装で用いた ATM スイッチでは確立できる VC の数は約 1,000 である。HMC では一つのストリームに複数の VC を割り当てるため、バックボーンで利用しようとした場合には VC が不足する可能性があることも考慮する必要がある。

7. おわりに

本稿では、Heterogeneous Multicast(HMC) を IP ネットワークに拡張するための ATM-IP ゲートウェイおよび、RSVP を用いた QoS 制御方式についてその実装方式を示し、RSVP の仕様に関する問題点について指摘した。今後、トラフィック制御メカニズムを含めた性能評価を行う予定である。日頃御指導頂く KDD 研究所村上所長に感謝します。

参考文献

- [1] 横田、窪田、浅見: “マルチポイント通信における階層型転送データを用いた QoS 制御に関する実験”、信学全大、B-834、September 1996.
- [2] R. Braden *et al.* Resource ReSerVation Protocol(RSVP) - Version 1 Functional Specification. *IETF*, Internet-Draft, November 1996.
- [3] Mark W. Garrett *et al.* Interoperation of Controlled-Load and Guaranteed Services with ATM. *IETF*, Internet-Draft, September 1997.
- [4] S. Shenker *et al.* Secification of the Guaranteed Quality of Service. *IETF*, Internet-Draft, November 1996.
- [5] J. Wroclawski Secification of the Controlled-Load Network Element Services. *IETF*, Internet-Draft, November 1996.