

## RSVP を用いた VoD 配送システムモデルの提案

後藤 幸功<sup>†</sup> 長野 央<sup>‡</sup> 荒木 啓二郎<sup>†</sup>

<sup>†</sup>九州大学 大学院システム情報科学研究科, (財)九州システム情報技術研究所  
<sup>‡</sup>有限会社ドットアスタ

### 概要

インターネットの packets 転送時のサービスはベストエフォート型のため、動画や音声を用いた実時間通信のような品質保証を必要とする通信に対し品質を保証することが不可能である。そこで、インターネット上で品質を保証する機構として資源予約が提案され、そのための設定プロトコルとして資源予約プロトコル RSVP (Resource Reservation Protocol) が定められた。本論文は、インターネット上で RSVP を用いて品質保証可能な VoD (Video on Demand) の機能を定義し、その機能を実装するためのシステムと通信モデルを提案した。

## Proposal of VoD system model with RSVP on the Internet

Yukinori Goto<sup>†</sup>, Nakaba Nagano<sup>‡</sup> and Keijiro Araki<sup>†</sup>

<sup>†</sup> Graduate School of Information Science and Electrical Engineering, Kyushu University,  
Institute of Systems & Information Technologies/Kyushu  
<sup>‡</sup> Dot Aster Co.,ltd.

### abstract

Since the Internet provides only best effort service, it can not provide realtime communications with video and voice which need guarantee QoS (Quality of Service), then the resource reservation method was proposed to guarantee QoS on the Internet. The RSVP (Resource Reservation Protocol) which is setup protocol for resource reservation is proposed by IETF. In this paper, we defined service functions in a VoD system, and propose the system model and the communication model of the VoD system, which has function of resource reservation with RSVP.

### 1 はじめに

IP (Internet Protocol) はプロトコル自身で帯域や揺らぎなどの複雑な通信品質を保証するための機能が備わっていない。そのため、従来のインターネットでは品質の保証を必要とする通信に適していないことが知られている。しかし、インターネットの普及とデータリンク技術の向上による広帯域化に伴い、インターネット上で音声や動画をを用いた実時間通信を行なう要求が出てきた。そこで、従来のインターネットの機構に品質を保証するための機構を加えることにより、実時間通信を行なうために必要な品質を保証する方式

が提案された。品質を保証するための機構の一つとして資源予約が考えられており、現在 IETF (Internet Engineering Task Force) においてルータ上で資源予約を行なうための設定プロトコルとして資源予約プロトコル RSVP (Resource Reservation Protocol)[1][2] が提案され、RFC (Request For Comments) Standard Track として標準化された。今後、この RSVP を用いてインターネット上のルータで資源予約を行なうことにより通信に対する品質を保証する様々な実時間通信アプリケーションが開発されることが期待される。しかし、RSVP はネットワーク層またはデータリンク層での通信品質を保証するための要求を行なう。従って、

アプリケーション間の要求を直接受け入れることは不可能である。そこで、実時間通信を提供するアプリケーションに対し、RSVPを導入するためにはアプリケーション間の通信システムのモデル化が必要である。

本論文では実時間通信のアプリケーションとしてVoD(Video on Demand)を取り上げ、VoDサービスにRSVPを導入するための課題を明らかにするとともにVoDサービスにRSVPを導入した通信システムモデルを提案する。

## 2 RSVPとVoD

本章では、RSVPの機能と仕様について述べ、次に本論文で使用するVod(Video on Demand)の定義とその機能、システム構成について述べる。

### 2.1 RSVP(Resource ReSerVation Protocol)

資源予約プロトコルRSVPは、受信者が送信者に向かう経路上に存在するルータの資源を予約することによって、受信者が要求する品質を保証するためのプロトコルである。まず、送信者はPath\_msg[2]のSENDER\_Tspec [2]を用い受信者と受信者までの間に存在するルータに対し、送信者が提供するフローの品質を通知する。各ルータは送信者から送られてくるSENDER\_Tspecにしたがってネットワーク資源の確認を行なう。そして、受信者は送信者から送られてきたSENDER\_Tspecに従うかまたは、受信者が希望するフローの品質をFLOWSPEC[2]に記述しResv\_msg[2]を用いて送信者側に向けて送り、Resv\_msgを受信したルータはResv\_msgに記述されたFLOWSPECに従って資源予約を行ない受信者が希望したフローに対する品質を保証する(図1参照)。

RSVPが使用するPath\_msgやResv\_msgはIPのプロトコル番号46を用いて通信が行なわれており、アプリケーションが使用する上位プロトコルとは異なっている。また、使用されるSENDER\_TspecやFLOWSPECに書かれた品質の記述は、参考文献[4, 5, 6, 7]で規定されており、最大帯域、平均使用帯域、パケットサイズなどリーキーバケット方式のためのパラメータが基本となっている。これは、アプリケーション間で使用される要求、例えば、画面の大きさや圧縮方式、などのパラメータと全く異なるものである。

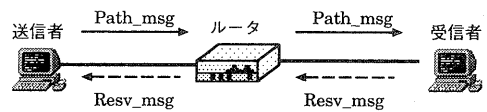


図1: RSVP

現在RSVPの実装は南カリフォルニア大学で行なわれており、無償で配布されている。

### 2.2 VoD(Video on Demand)

一般的にVoDとは利用者(以下、ユーザ)が求めた番組を求めた時に視聴可能なシステムである。本稿では、このVoDのサービスはインターネット上で行なわれており、ユーザは予めVoDサービスを受けるために本システムに登録されているものとする。そして、ユーザはサービスを提供される時、システム上で何らかの方法により認証されたのちに、認証されたユーザは番組を要求する。番組を提供するサーバ(以下、送信サーバ)は、ユーザが求めた番組をユーザが要求する品質に従いユーザへ転送する。この送信サーバは、1つの番組または複数の番組を持つことが可能であるが、ユーザへ品質の保証されたサービスを提供するために収容人数が限られているものとする。従って、収容人数を増やすために、このVoDシステム中では他の送信サーバと同じ番組を提供することを許す。

以下に本稿で用いるVoDサービスが提供する機能をまとめる。

1. ユーザは音声、映像の品質を決定する。
2. 送信サーバはユーザからの要求に従った品質で番組を提供する。
3. ユーザは番組の一時停止、早送り、巻き戻しなどの操作を行なうことが可能である。
4. ユーザは複数の送信サーバが提供する番組を選択することが可能である。
5. ユーザは要求する時点で、送信サーバが提供可能な番組を知ることが可能である。

まず、1.と2.の機能を実現する方法については参考文献[3]で提案されたモデルを参考する。この提案されたモデルは、受信者が音声や映像の品質を決定する

パラメータとネットワーク層が保証するために必要な品質パラメータが異なっているため、受信者と送信者間で音声や映像の品質を決定するパラメータを通知するための回線と、ネットワーク層がでの通信品質を保証するために使用される RSVP の回線を分離している (図 2 参照)。また、3. を実現するためにはこのモデルに操作用の回線を加えることで可能となる。

しかし、このモデルは送信サーバとユーザの 2 点間の通信モデルであるため 4., 5. の機能を満たすことは不可能である。そこで、このモデルに対し、複数の送信サーバの提供する番組のうちユーザが受信可能な番組を一覧にしてユーザへ通知する機能をもつサーバを提案する。このサーバは送信サーバとユーザの間に存在する。以下、このサーバを情報サーバと呼ぶ。

次章において、情報サーバ導入し 1. から 5. の機能を満たした VoD システムを実現し、かつ RSVP を用いてデータ伝送用の通信について品質を保証するための通信モデルを検討する。

### 3 VoD サービスのためのサーバの機能

本章では、ユーザ、情報サーバ、送信サーバが行なう機能を検討し、それぞれのサーバが交換すべき情報について議論する。

#### 3.1 送信サーバ

送信サーバの機能は以下の通りである。

1. 情報サーバへ番組情報を通知する。
2. ユーザからの品質要求に従って番組を提供する。
3. 番組の進行をユーザの操作によって行なう。
4. ユーザ間での品質微調整を行なう。
5. RSVP の `Path_msg` をユーザに対し発信する。

送信サーバは、情報サーバが番組一覧を作成するための番組情報および収容人数を通知する。また、送信サーバはユーザからの操作を受け入れるためのポートを開く必要がある。そのため、送信サーバはユーザに対して操作のためのポート番号を通知する必要がある。逆に、送信サーバはユーザのどのポートに番組を送信すべきかを知らなければならない。従ってユーザから番組受信用ポートを通知されなければならない。

品質微調整とは、ユーザが RSVP によって指定した帯域などのネットワーク層の品質保証した値を越えないように、また、ユーザ側の端末機能を越えないように送信サーバ側でレートコントロールをかけることである。現在、この機能を提供するために RTP[8] を用いた RTCP[8] などが提案されている。本稿では、RTCP を用いて品質微調整を行なうこととする。そのため番組転送用のポートと他にもう 1 つポートを用意する。

以上から、送信者の必要な情報は以下の通りである。

- ユーザの IP アドレス
- ユーザの操作用ポート番号 (Ack が必要なとき)
- ユーザの番組受信ポート番号
- ユーザの RTCP 用ポート番号

#### 3.2 ユーザ

ユーザの機能は以下の通りである。

1. 情報サーバに接続し番組一覧を受信する。
2. 番組を決定し、送信サーバから番組を提供する
3. 送信サーバへ操作を行なう。
4. 受信している番組が品質を保証しているかどうか確認を行ない、送信サーバとの間で品質の微調整を行なう。

ユーザは、番組を提供する送信サーバを識別するためと、操作のための通信を行なうために送信サーバの IP アドレスを知る必要がある。また、操作のための送信サーバの操作を受け付けるポート番号と、品質微調整用のポート番号も必要である。以上のことから、ユーザの必要な情報は以下の通りである。

- 送信サーバの IP アドレス
- 送信サーバの RTCP 用ポート番号
- 送信サーバの番組送信ポート番号 (確認用)
- 番組一覧情報

#### 3.3 情報サーバ

情報サーバの主な機能は以下の通りである。

1. ユーザの要求を受けて番組の一覧をユーザへ通知する。

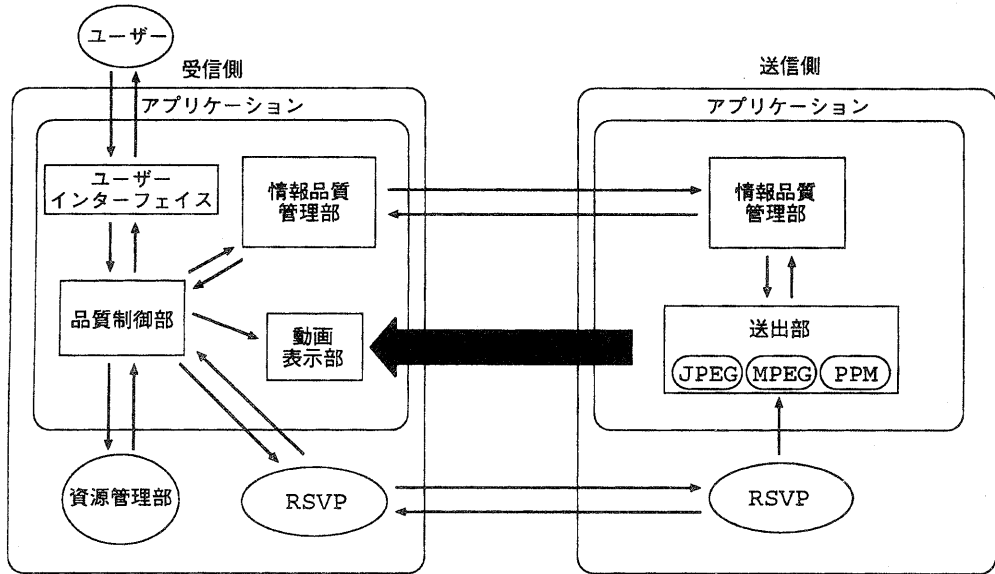


図 2: 用途に応じて回線を分離した通信モデル

2. 番組一覧を作成するために、送信サーバから番組に関する情報とユーザの収容可能な数などの品質情報を収集する。
3. ユーザが送信者から番組を提供許可されたユーザであるかどうかの認証を行なう。

情報サーバは、システム上に複数ある送信サーバの番組を取りまとめるため複数の送信サーバと番組の情報を交換しなければならない。また、ユーザが番組を決定したのち通信は情報サーバの負化を軽減するため送信サーバとユーザ間で行なわれるが、送信サーバをユーザが使用することにより送信サーバの収容人数が変化するため、情報サーバは送信サーバの収容人数の変化も知らなければならない。今回の研究では認証については論じない。

以上のことから、情報サーバの必要な情報は以下の通りである。

- ユーザ認証情報
- 送信サーバ毎の番組情報
- 送信サーバ毎の品質情報 (収容人数)

#### 4 通信モデルとプロトコル

本章では、前章で議論された各サーバの必要な情報を考察し、各サーバ、ユーザ間の情報交換のための手順 (以下、プロトコル) を議論し、通信モデルを提案する。

本稿では送信サーバ、情報サーバ、ユーザの関係を図 3 のようにモデル化した。この図 3 のサーバに張られている線は、それぞれの機能に必要な仮想回線とし、矢印はその情報の流れる方向を示している。

以下に、各サーバ間で張られている回線に流れる情報についてシステムの起動から番組の配送までのプロトコルに沿って述べる。

1. 情報サーバと送信サーバ間の図 3 の回線 (1) を用いて送信サーバから定期的に番組情報と品質情報を取得する。
2. 情報サーバは、送信サーバから送られてきた番組情報と品質情報を整理し、番組一覧を構成する。
3. ユーザは情報サーバとユーザ間の回線 (2) を用いて、情報サーバと通信し、認証後番組一覧を取得する。

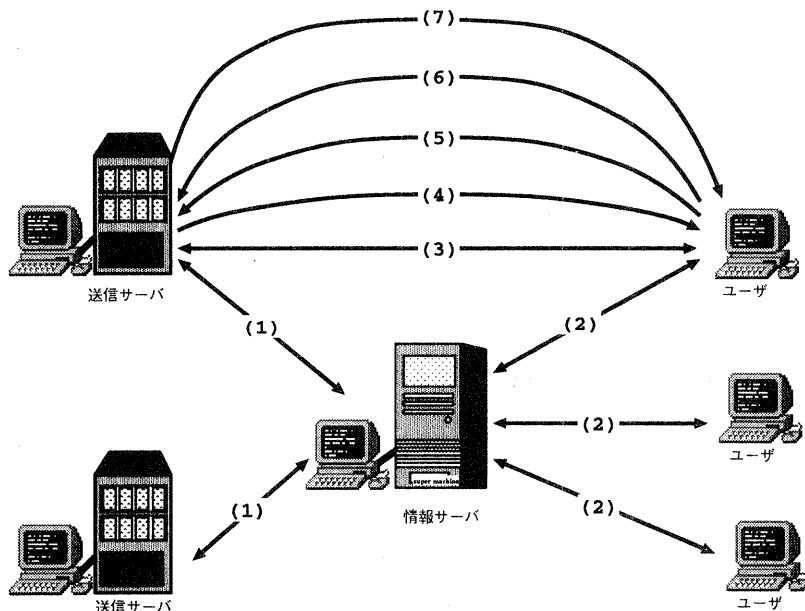


図 3: 提案する VoD 通信モデル

4. ユーザは番組一覧から番組を選択し、回線 (2) を通じて情報サーバへ以下の情報を通知する。
  - ユーザの IP アドレス
  - ユーザの操作用ポート番号
  - ユーザの番組受信用ポート番号
  - ユーザの RTCP 用ポート番号
5. 情報サーバはユーザからの要求を受け、適当な送信サーバを選択し、ユーザからの情報を回線 (1) を使用して送信サーバへ転送する。
6. 送信サーバは情報サーバから送られてきたユーザの情報に対して以下の送信サーバの情報を回線 (1) を使用して情報サーバへ通知する。
  - IP アドレス
  - 番組送信に使用するプロトコル番号
  - 番組送信に使用するポート番号
  - ユーザからの操作を受信するためのポート番号
  - RTCP 用ポート番号
7. 送信サーバはユーザの番組受信用ポート番号に対して RSVP のセッション (回線 (3)) を確立し、**Path\_msg** を送信する。また、ユーザの RTCP 用ポート番号を用いて回線 (4) を確立する。
8. 情報サーバは 6. で送信サーバから送られてきた情報を回線 (2) を使用してユーザへ通知する。
9. ユーザは、送信サーバの IP アドレスと RTCP ポート番号から RTCP 用のポート (回線 (5)) と、自身の番組用ポート番号から RSVP のセッション (回線 (3)) を確立する。
10. ユーザは送信サーバへ、回線 (6) を使用して操作とアプリケーション層での品質要求を行なう。また、**Path\_msg** を受信したのち、RSVP の **Resv\_msg** を用いて品質の要求を行なう。
11. 送信サーバは回線 (7) を用いてユーザの品質要求に従った番組を流す。

以上のプロトコルによって、ユーザは品質を保証した番組を送信サーバから受信することが可能となる。

## 5 まとめ

今回の研究ではインターネット上での複数のサーバを装備した VoD システムのサービスの定義を行ない、それに必要な機能を提示した。このシステムを実現するために送信サーバとユーザ間に情報サーバを設け、送信サーバとユーザ間に必要な回線を動的に割り当てることを可能とし、また、送信サーバとユーザの管理を集中しながらも、番組を提供する回線を送信サーバとユーザ間で独自に張ることにより通信の負荷分散を実現した。また、このモデル上では RSVP を採用することにより複数のユーザと送信サーバが存在する VoD システムにおいてユーザと送信サーバ間での品質保証された通信も可能となった。

## 6 今後の課題

現在、この図 3 モデルに従い、ユーザと送信サーバ間の RSVP を除いた通信部は実装を終了し、実験運用を行なっている。今後は、情報サーバの実装を行ない、複数の送信サーバを用意し回線の負荷分散と情報サーバのパフォーマンスについて調査を行なう。また、情報サーバを複数用意し、情報サーバ間の調整について検討しシステムの拡張の可能性について研究を進める。また、現在のシステムでは、ユーザと情報サーバとの通信を行なっている時点では送信サーバとユーザ間の接続が保証されていない。今後はこの送信サーバとユーザ間の接続を予め知るための方法についても検討を進める。

## 7 謝辞

本研究を推めるにあたり、議論、助言をしていただいた九州大学工学部の吉村康彦氏、鶴久康治氏、財団法人九州システム情報技術研究所の皆様にご心より感謝致します。

## 参考文献

- [1] L. Zhang, S. Deering, D. Estrin, S. Shenker, D. Zappala. *RSVP: A New Resource ReSerVation Protocol*, IEEE Network, Vol.7, No.5, September 1993.
- [2] R. Braden, L. Zhang, S. Berson, S. Herzog, S. Jamin *Resource ReSerVation Protocol (RSVP) Version 1 Functional Specification*, Request for Comments: 2205, Sep.1997
- [3] 後藤 幸功, 長野 央, 荒木 啓二郎 *RSVP を用いた動画アプリケーションについて*, 情報処理学会研究報告 97-DPS-85 Vol.97, No.104, 85-20 pp.115-pp.120, November 1997.
- [4] J. Wroclawski *The Use of RSVP with IETF Integrated Services*, Request for Comments: 2210, Sep.1997
- [5] J. Wroclawski *Specification of the Controlled-Load Network Element Service*, Request for Comments: 2211, Sep.1997
- [6] S. Shenker, C. Partridge, R. Guerin *Specification of Guaranteed Quality of Service*, Request for Comments: 2212, Sep.1997
- [7] S. Shenker, J. Wroclawski *General Characterization Parameters for Integrated Service Network Elements*, Request for Comments: 2215, Sep.1997
- [8] H. Schulzrinne, S. Casner et al *RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications*, Request for Comments: 1889, Jun.1996