

RTP を用いたテレビ会議通信制御システムの実装

5 F - 3

横田 英俊 伊藤 嘉浩 石倉 雅巳 飯作 俊一 浅見 徹

国際電信電話株式会社 研究所

1. はじめに

近年、LAN を用いてテレビ会議等のリアルタイム情報を送受するニーズが増加している。LAN 環境において複数のユーザが一つのネットワークを共有して使用する場合、ネットワークのトラヒックやワークステーションの負荷などにより、通信品質が大きく影響を受ける。このような状況では、リアルタイム情報のサービス品質 (Quality of Service: QoS) の制御が重要となる。本稿では、テレビ会議等のリアルタイム情報を転送することを目的としたプロトコルである Real-time Transport Protocol (RTP)^[2] を用いて QoS を制御するテレビ会議システムを実現したので、その実装について報告する。

2. 本システムの実装概要

本システムは、ワークステーション (WS) を用いた TV 会議システムをアプリケーションとして、その QoS を RTP を利用して動的に制御する機構を実現している。音声・画像の符号化/復号化についてはソフトウェアでは十分なサービス品質が得られないため、文献 [3] で開発したハードウェア・コーデックを用いる。このため、符号化方式は、画像については ITU-T 勧告 H.261 に、音声については ITU-T 勧告 G.722 (MODE1、伝送レート 64Kbps) に準拠している。また、符号化制御方式は適量量子化制御を用いており、Q-factor (入力される画像の DCT 処理後の量子化パラメータ) を選択することで、符号化レートを制御できる。表 1 にその符号化レートの種類を示す。

表 1: 符号化レートの種類

種類	符号化レート
1	128kbps
2	384kbps
3	768kbps
4	1,536kbps
5	2,048kbps
6	3,072kbps
7	4,096kbps
8	5,000kbps

システム構成に図 1 を示す。音声・動画像を取り込むマイクおよびカメラをコーデックに接続し、これにより音声・画像情報を符号化する。コーデックは VME バス

“Implementation of Teleconference Control System using Real-time Transport Protocol”

Hidetoshi YOKOTA, Yoshihiro ITO, Masami ISHIKURA, Shun-ichi IISAKU, and Tohru ASAMI
KDD R & D Laboratories

を通して WS に接続され、符号化されたデータは LAN を介して受信側の WS に転送される。受信側の WS は受け取った符号化データをこの WS に接続されたコーデックで復号化し、モニタおよびスピーカに出力する。

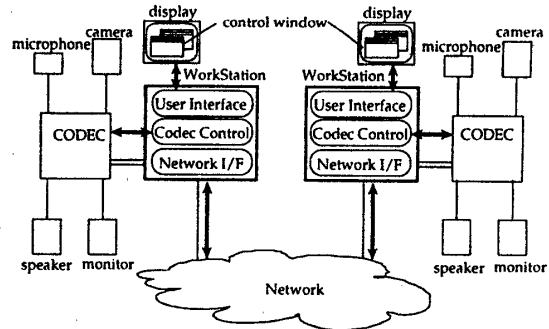


図 1: システム構成

LAN 上で音声・画像情報を転送する場合には一般に UDP を用いるが、この場合、送受信バッファの溢れ等によりデータの損失が発生する。一方、H.261 では圧縮率を向上させるためにフレーム間符号化を採用しているが、パケットの損失が発生すると、それ以後のフレームの復号化ができなくなってしまうので、この場合、送信側のコーデックは一度フレーム内符号化を行い、受信側で正しく画像を復号できるようにしている。

3. RTP の実装形態

ネットワークが輻輳するなどしてパケットの損失が多くなると、フレーム内符号化要求が多発する。フレーム内符号化はフレーム間符号化と比較して情報量が多いため、フレーム内符号化要求の多発はトラヒックの輻輳をより増加させてしまうことになる。この場合、単なるパケット廃棄による輻輳回避ではなく、WS の過負荷、外的トラヒック等によるパケットの損失を受信側で観測し、それを送信側に伝えて適切な符号化レートに変更することにより、サービス品質の低下を最小限に抑える手法が有効である。本稿では、RTP の制御機構を用いた符号化レートの適応制御システムを実装した。

RTP の実装方法としては、IP 層または TCP/UDP 層の上に実装することが考えられるが、(1)UDP を用いればポートによる多重化機能が流用できること、(2)UDP ヘッダはさほど大きくないこと、(3)TCP による確認・再送メカニズムはリアルタイム情報の転送にとって不都合なことなどから、RTP を UDP の上に実装することが実現上容易である。よって本システムにおいても

UDP の上位に RTP を実装することとする (図 2)。

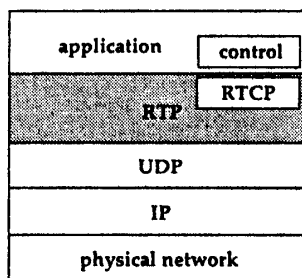


図 2: 本実装における RTP のプロトコルスタック

RTP には音声・画像などのデータ情報の他に受信報告 (Receiver Report:RR)、送信元情報 (Source Description:SDS) などを送受する制御機構があり RTCP (RTP Control Protocol) と呼ばれている。このように音声・画像データと制御情報の両方が混在する場合には、これらをデマルチプレクシングする必要がある。データ情報と制御情報をデマルチプレクシングする手法には大きく分けて以下の 2 つが考えられる。

方式 1 IP と ICMP の関係のように RTCP を RTP パケットにカプセル化し、RTP のヘッダ部分によりデマルチプレクシングする方法

方式 2 FTP 等のようにデータ情報 (RTP パケット) 用のポートと制御情報 (RTCP パケット) 用のポートを分けて使用することによりデマルチプレクシングする方法

RTP と RTCP のデマルチプレクシングについては文献 [1] においていくつかの手法が議論されているが、最近の仕様 (文献 [2]) では異なる UDP ポート番号で識別することを指向している。また、RTP のヘッダには RTCP パケットを識別するための部分が明示的に設けられていないため、本実装では方式 2 を採用することとする。RTP のフレームフォーマットは文献 [2] にしたがって実現する。

4. QoS 制御アルゴリズム

ネットワークの外的トラフィック、他の処理に起因する CPU 負荷等により現在の符号化レートではパケット損失が多発する場合に、Q-factor による符号化レートの制御方式を利用することで、動的にその符号化レートを下げてパケット損失に関する QoS を必要以上に低下させないようにすることが可能となる。逆にトラフィックの輻輳が解消して、より多くの帯域が使用できるようになった場合には、符号化レートを上げてより高い QoS を得ることができる。本稿では、このように外的要因により発生するパケットの損失に基づいて符号化レートを変更するアルゴリズムを提案し、その概要を以下に示す。

符号化レートを下げるアルゴリズム

データ受信側

- 受信されるべきパケットのシーケンス番号と実際に受信したパケットのシーケンス番号の差分を RR (受信報告) に入れて RTCP を送出する。
- 受信報告の送出間隔 (T_{RR}) は、一定時間以上とする。

データ送信側

- データ受信側からの受信報告をもとにして、パケットの損失があれば符号化レートを一段下げないようにコーデックに要求する。ただし前回符号化レートを下げてから一定期間 (T_{CD}) は待つものとする。

符号化レートを上げるアルゴリズム

- 符号化レートが下がってから一定期間 (T_{CU}) 経過し、パケットの損失が検出されなかったら、送信側は符号化レートを上げるようコーデックに要求する。
- ネットワークの状態が安定したときに符号化レートが揺らぐのを防ぐため、隣接する符号化レートを上下する場合には、次に符号化レートを上げるまでの時間 (T_{CU}) を 2 倍にする。これを繰り返して、一定値に達するまで 2 倍ずつ延ばしていく。

5. 考察

本稿で示した実装方式を用いることにより、送信側、受信側間で受信状況を逐次交換することができ、外界の変化に応じて符号化レートを変更することで、サービス品質の低下を最小限に抑えることが可能となる [4]。ただし、パケットの損失が発生した瞬間は画質が劣化してしまうので、パケットの損失に基づく符号化レート制御でなく、バッファ容量等に基づく制御法を検討し、根本的にパケットの損失を起こさないような実装を行うことが今後の課題である。

6. おわりに

本稿では、RTP を用いて QoS を制御するテレビ会議システムの実装方法について報告した。最後に日頃御指導頂く KDD 研究所 浦野所長、福光次長に感謝します。

参考文献

- [1] Schulzrinne et al., "Issues in Designing a Transport Protocol for Audio and Video Conferences and other Multiparty Real-Time Applications," Internet-Draft (version 1), IETF, October 1993.
- [2] Schulzrinne et al., "RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications," Internet-Draft (version 5), IETF, July 1994.
- [3] 瀧嶋 他: "ATM 網通信用 WS ベース画像コーデックの開発", 画像工学研究会, April 1995.
- [4] 伊藤 他: "RTP を用いたテレビ会議通信制御システムの評価", 情処第 51 回全大 5F-4, October 1995.