

RTP を用いたテレビ会議通信制御システムの評価

5 F - 4

伊藤 嘉浩 横田 英俊 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

TCP/IPなどのQoSをサポートしないベストエフォート型のプロトコルやEthernet等の従来のネットワークは、テレビ会議の様なリアルタイムデータ転送には不向きであった。そこで、リアルタイムデータ転送用のプロトコルとして、RTPやST-IIといったプロトコルが提案されてきた。筆者らはRTPを用いてQoS制御を行うテレビ会議システムを実装し^[1]、ネットワークやCPUの負荷に対してシステムの評価を行ったので報告する。

2. RTPを用いたテレビ会議通信制御システム

本システムはRTPを用いてQoS制御を行うテレビ会議システムである。そのQoS制御の概略を以下に示す。ネットワークやCPUの過負荷によって受信側でデータパケットの損失が検知されると、受信側では送信側に対して、RTCPのRR(Receiver Report)パケットを用いてパケットが損失したことを通知する。送信側では受信したRRパケットに基づいて情報の符号化レートを下げ、送信するデータ量を抑制する。受信側で一定期間(初期値20秒)データパケットの損失が無ければ、送信側は再び情報の符号化レートを上げていく。このような符号化レートの制御によって、ネットワークやCPUの負荷変動に動的に適應するリアルタイムな音声・動画伝送が可能となる。

3. 実験概要

本実験機器の構成を図1に示す。

音声・画像情報を符号化/復号化するコーデックを接続したワークステーションを2台Ethernet上に接続し、LANを構成した。さらにEthernet上には任意長のパケットを任意のパケット間隔でネットワークに送出可能であるプロトコルアナライザを接続し、トラフィックジェネレータとして用いた。本システムでは、一定のビットレートで情報を送信する固定ビットレート方式と必要なデータ量に応じて逐次送信速度を更新する可変ビットレート方式を選択可能であるが^[3]、今回の実験ではQoS制御の効果を明確にするため固定ビットレート

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

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

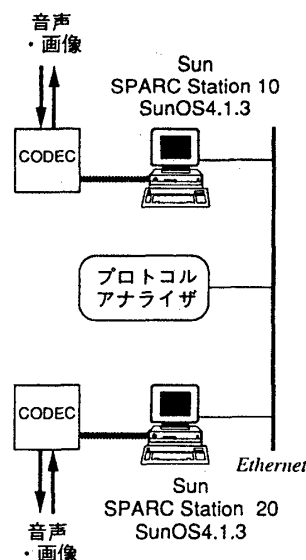


図1: 実験機器構成

方式を選択した。

4. 評価実験および考察

ネットワーク上の負荷および計算機のCPU負荷に対して本システムの評価を行うため、トラフィックジェネレータを用いて、LAN上に固定長パケットを一定間隔で送出してネットワークに負荷を与え、ネットワークに流れるデータのオクテット数を観測した。また受信側のワークステーションのCPUに他のプロセスによる負荷を与えた状態で同様にデータオクテット数を観測した。但し、トラフィックジェネレータによるネットワーク負荷と他のプロセスによるCPU負荷以外の影響をなるべく少なくするため、1方向のみで通信を行い、測定を行った。

4.1 ネットワーク負荷に対する評価実験

Ethernetフレームの最小サイズである64オクテットのフレームをフレーム間隔を変化させながらLAN上に送出しネットワーク負荷として、評価を行った。最小フレーム間隔で連続に送出した場合を100%負荷として、フレーム間隔を調整して負荷を変化させた。本システムではコーデックの最大符号化レートから考えても、画像データの平均トラフィックは最大で5Mbps程度であり、40%以下の負荷ではパケット損失があまり見られなかったため、本実験では50%から85%の負荷を用いた。測定結果を図2に示す。

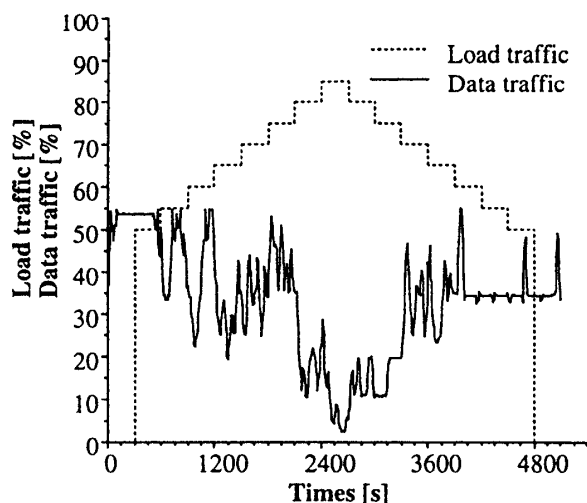


図 2: ネットワーク負荷に対する評価結果

横軸は時間(秒)を表し、縦軸は30秒間のデータトラフィックのネットワーク平均使用率と負荷の値を示す。図2において、負荷とデータのトラフィックの合計が100%を越えている場合があるが、図中の負荷の値はトラフィックジェネレータのみがLAN上に接続された場合の値を示し、コリジョン等の理由により実際にトラフィックジェネレータが送出できた負荷トラフィック量は図に示した値よりも低くなるためである。

図2より、ネットワークの負荷に応じてデータの送信レートが変化しており、高い負荷ほど転送レートが下がり、負荷が軽減するにつれて転送レートが上がっているのがわかる。

この結果において、受信レートが揺らいでいるのがわかるが、これは転送レートがあるしきい値以下では受信側で一定期間データパケットの損失が無くなるため、送信側は転送レートを増加させるが、失敗して元の転送レートに戻すことを繰り返すために生じる。本システムでは、こうした揺らぎが発生した場合、転送レートを上げるまでの時間を増加させることにより対処しており^[1]、安定状態が継続すれば揺らぎは無くなっていく。

4.2 CPU 負荷に対する評価実験

受信側のワークステーションで他のプロセスを複数動作させ、CPU 負荷を変化させて同様に受信オクテット数を測定した。プロセスは変数を1ずつ加算し、1,000,000加算毎に1文字表示させるプログラムを用いた。この結果を図3に示す。

横軸は時間(秒)を表し、縦軸は10秒間のデータトラフィックのネットワーク平均使用率を表す。CPU 負荷に対しても、ネットワークの負荷に対する特性と同様の結果が得られていることがわかる。本システムではあ

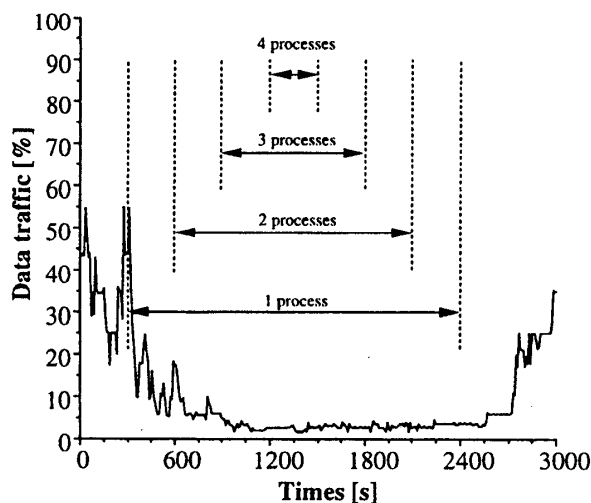


図 3: CPU 負荷に対する輻輳制御

るしきい値前後での転送レートの揺らぎを避けるため、隣接した2つの転送レート間で揺らぎが起こると転送レートを上げる時間を増加させる^[1]。この実験では3プロセス以上の負荷をかけたところで、最小符号化レートで安定し、その後、最小符号化レートとその1つ上のレートで摂動を何回か繰り返す。その結果転送レートを増加させるタイムアウト値が増加してしまい(最大160秒)、CPUの負荷が無くなってから初期の符号化レートに回復するまでに時間がかかってしまっていることがわかる。

筆者らが実装したテレビ会議通信制御システムは、RTPを用いてパケット損失を抑えるようにQoS制御を行うものである。今回の実験結果から、本システムはネットワークやCPUの負荷に対して、パケット損失を抑えた通信が可能であることが示された。また、より効果的な制御を行うためには、パケットのバッファ容量等に基づく制御方法等を検討し、パケットの損失自体を起さないようにすることが考えられる。

5. おわりに

本報告では筆者らが実装したRTPを用いたテレビ会議システムの評価実験を行い、RTCPのRRパケットによるQoS制御方式がネットワーク負荷やCPU負荷に対して有効に動作することを確認した。

最後に日頃御指導頂くKDD研究所 浦野所長、福光次長に感謝いたします。

参考文献

- [1] 横田, 伊藤, 石倉, 飯作, 浅見: "RTPを用いたテレビ会議通信システムの実装", 第51回情処全大 5F-3, 1995 Sep.
- [2] Schulzrinne, Casner, Frederick, Jacobson: "RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications", IETF INTERNET-DRAFT, 1995 Mar.
- [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.