

4N-6

QoS を保証しないネットワークにおける 連続メディア情報転送プロトコルに関する一考察

木村 昭[†] 加藤 聰彦^{††} 鈴木 健二^{††}

[†]電気通信大学 ^{††}国際電信電話(株) 研究所

1. はじめに

近年、映像や音声等の連続メディア情報をコンピュータネットワークを介して転送することが重要となっている。連続メディア情報の転送においては、再生する時刻までにメディア情報を到着させる必要があり、このためには、ネットワークが帯域や遅延変動などのサービス品質(QoS)を保証することが要求される。しかし、一般には、共有メディア型LANやインターネットのように、QoSを保証しないネットワークが広く利用されている。このようなネットワークで、符号化速度を一定にして連続メディア情報を転送すると、ネットワークの輻輳などに伴うQoSの悪化により、情報の損失や遅延の増加が生ずる^[1]。そこで、ネットワークのQoSの変動に対応して、連続メディア情報の符号化速度を変化させる方式が重要となる。そこで筆者らは、ネットワークのQoSの劣化と向上を素早く検出し、対応する符号化速度を決定する通信プロトコルを考案した。本稿では、その手順とシミュレーションによる性能評価について述べる。

2. 概要

(1) 本稿で提案する連続メディア情報転送プロトコルは、図1に示すように、連続メディア情報の符号化部と復号部の間に位置し、その間のデータ転送、ネットワークのQoSの変動の検出、変動したQoSに対応する符号化速度の決定と符号化部への通知の機能を提供する。

(2) QoSについては、劣化ならびに向上の双方を素早く検出するように、以下の方法を用いる。

- 連続メディア情報を運ぶデータパケットと、それに対する応答パケットを導入し、両者を対応付けるために順序番号を使用する。またデータパケット長は固定長とする。
- QoSの劣化を検出するために、データパケットと対応する応答パケットにより、RTT(Round Trip Time)およびデータパケットの損失率を測定する。RTTが増加した場合または損失率が一定の値を越えた場合は、ネットワークに輻輳等が生じ、データパケットの転送遅延が増加したと判断する。
- QoSの劣化を検出すると、送信レートを減少するために、データパケットの送信間隔を増やす。

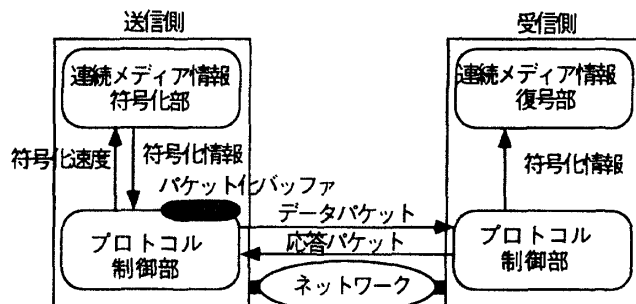


図1: 連続メディア情報転送プロトコル構成

- 新たに採用した送信レートにおいて、QoSの劣化が観測されない場合は、徐々に送信間隔を小さくし、送信レートを上げる。

(3) 符号化部および復号部は、複数段階の符号化速度で、連続メディア情報の処理が可能であるとする。そこで、一定間隔ごとにデータパケットの送信レートを測定し、それに対応する符号化速度(符号化部がサポートする符号化速度)を決定し、符号化部へ通知する。

3. 詳細手順

3.1 パケットの送信レートの変更手順

本プロトコルでは、データパケットごとにRTTと損失率を測定し、RTTが、正常なRTT値(要求するQoSが満足されている場合のRTTの値)よりも増加したか、損失率が一定値を越えると、次の2つの手順のいずれかの手順に従って、送信レートを変更する。ここで、QoSの劣化の検出時点における、データパケットの送信間隔を *int_thresh* と呼ぶ。

(1) 軽微なRTT劣化に対する処理

検出されたRTTの増加が、正常値の α 倍から β 倍の範囲である場合は、送信側はデータパケットの送信間隔を、*int_thresh*の a 倍とする。その後は、送信間隔の変更直後に送出されたパケットに対応する応答パケットの受信ごとに、送信時間を1/16ずつ小さくする。

(2) 大きなRTT劣化またはパケット損失に対する処理

検出されたRTTの増加が正常値の β 倍を越える場合、または、損失率が一定値を越えた場合は、データパケットの送信間隔を、*int_thresh*の b 倍とする。その後は、送信間隔の変更直後に送出されたパケットに対応する応答パケットの受信ごとに、送信時間をそれまでの1/2に減少させる。減少させた送信間隔が*int_thresh*の a 倍よりも小さくなった場合は、(1)の手順に従う。

送信間隔を変更させる間も、引続きRTTおよび損失

“A Study on Continuous Media Data Protocol over Networks without QoS Guarantee”

Akira KIMURA[†], Toshihiko KATO^{††} and Kenji SUZUKI^{††}

[†]The University of Electro-Communications

^{††}KDD R&D Laboratories

率の測定を行い、QoSの劣化を検出すると、状況に応じて(1)または(2)の手順を行う。

3.2 データパケットの送出方法

本プロトコルでは、連続メディア情報符号化部の発生する符号化情報を以下のような手順で、データパケットとして送出する。

- 符号化部が連続的に発生する符号化情報を、パケット化バッファに蓄積する(図1参照)。なお、各符号化情報の大きさとしては、データパケットよりも小さい値を用いる。
- パケット送出間隔ごとに、その時点でパケット化バッファに蓄積された符号化情報を用いてデータパケットを作成する。
- その際、データパケットのサイズよりも、多くの符号化情報がパケット化バッファに蓄積されていた場合は、必要な符号化情報のみをバッファから取り出す。また、パケット化バッファに蓄積された符号化情報の総量が、データパケットのサイズよりも小さい場合は、不足分をパディング情報により補うことにより、固定長のデータパケットを作成する。

3.3 符号化速度の決定方法

符号化速度の決定は、一定時間ごとに、データパケットの送信間隔の分布を求め、その送信レートで転送できる符号化情報を発生する符号化速度を決定する。その間隔は、RTTに比較して大きな値(例えば数sec程度)を用いることを想定している。

4. 性能評価

今回提案したプロトコルの性能評価を行うために、プロトコルシミュレータREAL^[2]を用いたシミュレーション実験を行った。実験では、図2に示すように、本プロトコルに従った2対の通信が、ルータを介した1Mbpsの回線(伝送遅延が100msec)を共有する状況を想定した。シミュレーションにおけるパラメータ値は以下のとおりである。

- 符号化部は、1Mbpsから0.1Mbps刻みで0.1Mbpsまで、および、50Kbpsと10Kbpsの12段階の符号化速度をサポートする。また、初期の符号化速度は1Mbpsである。
- 符号化部の生成する符号化情報の大きさは125バイト、データパケットの大きさは1250バイトとする。

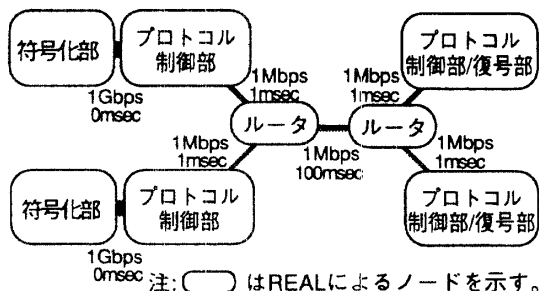


図2: 性能評価のためのプログラム構成

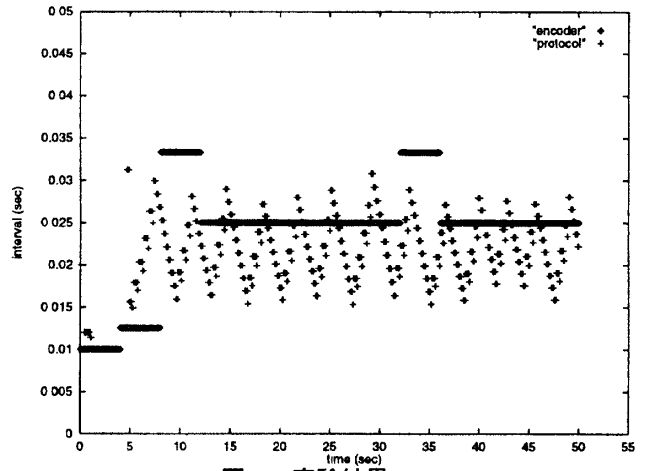


図3: 実験結果

- 送信レートの変更のためのパラメータに関しては、 $\alpha=1.1$, $\beta=2$, $a=1.2$, $b=16$ とする。
- 符号化速度の変更間隔は4secとし、その間にデータパケットを実際に送出した送信間隔を、上記の符号化速度に対応した時間間隔(10msecから1sec)に分類する。その結果、75%のデータパケットの送信を含むような送信間隔に対応する符号化速度を、次の4secの符号化速度として採用する。

ルータ間の伝送遅延が100ミリ秒の場合の評価実験の結果を、図3に示す。この図には、送信側の符号化部と、プロトコル制御部のパケットの送信間隔(それぞれ、encoderとprotocol)を示している。

- データパケットの送信時間間隔は、15msecから30msecまで振動をしているが、連続メディア情報の送信間隔データパケットの送信間隔に換算)は25msecで、ほぼ一定となっている。
- この実験では2対の連続メディア情報が転送されるため、0.5Mbpsの符号化速度(パケット送信間隔が20msec)となるのが最適である。一方、結果から得られた連続メディア情報の符号化速度は、0.4Mbps(一部0.3Mbps)であった。この結果、本プロトコルの制御により、十分最適に近い値が得られたと考えられる。

5. おわりに

本稿では、QoSを保証しないネットワークにおいて、ネットワークのQoSが変動した場合に、それに合わせて、連続メディア情報の符号化速度を調整することが可能な通信プロトコルを提案するとともに、その有効性をシミュレーションにより示した。

参考文献

[1] 木村, 加藤, 鈴木, "QoSを保証しないネットワークにおける連続メディア情報の転送性能に関する一検討," 情処第53回全国大会, 30-8, Sept. 1996.
 [2] S. Keshav, "REAL: A Network Simulator," Tech. Rep. 88/472, UC Berkeley, 1988.