

IP ネットワークにおける

3D-6 リアルタイムデータ転送に適した再送方式の検討

丸山 英起 山口 雅信 伊東 克能

東洋大学大学院工学研究科

1 はじめに

現在、情報通信インフラとして欠かすことのできない存在であるインターネットの利用者は、日々増加の一途をたどっている。初期のインターネットユーザの目的は、Web の閲覧や e-mail サービスの利用などであったが、最近では多くのマルチメディアサービスの提供も行われている。現在のインターネットの状況ではリアルタイムデータの配信となると、その品質や信頼性はまだユーザのニーズにこたえられるレベルに達していない一方で、ネットワーク環境は高速広帯域化が進められている。この高速広帯域なネットワークの効率的な利用を目指し、本研究では、純粋な IP ネットワークでのリアルタイムデータ転送に適した下位層に依存しないトランスポート層プロトコルを開発する上で、高速かつ信頼性のある誤り制御方式を提案し、その有効性の検証をおこなった。

2 誤り制御方式の選択

本研究では、誤り制御方式として再送方式を選択した。従来よりリアルタイムデータの誤り制御として再送を使うことは、その即時性を害す危険性があるために適さないとされてきたが、我々は将来、もしくは現在のブロードバンドサービスのような高速広帯域なネットワークでなら再送による誤り回復を行っても、そのリアルタイム性は失われにくいであろうと考えた [1]。

また、アプリケーション間でやり取りするリアルタイム情報を Application Data Unit (ADU) の集合として捉え、時間的に連続なリアルタイムデータを離散的なデータの固まりとして扱う。ADU ごとの伝達速度と品質を確保することにより、全体のリアルタイムデー

タストリームの品質を確保することができる。

3 NAK by Timer

本研究では、新しい誤り制御方式として T-NAK (NAK by Timer) を提案する。T-NAK とは、従来の NAK 方式を受信側でタイマーを使うことによって連続したパケットロスや NAK パケットのロスなどに対応できるように改良を加えたものである。T-NAK の動作を図 1 に示す。

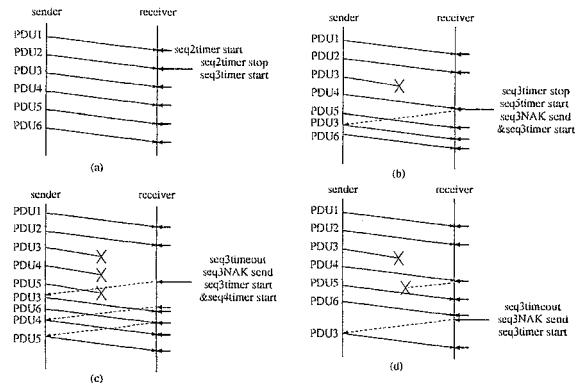


図 1: NAK by Timer の動作

T-NAK では、受信側でパケットを受け取ると次に来る予定のパケットのためにタイマーが設けられ、計算された予想パケット到達時間がある程度越えると先んじて NAK が送信される。これにより連続したパケットロスにも、すばやい対応を行う。

また NAK 送信時にもタイマーを設け、NAK が送信されたことによって再送されるであろうパケットの到達時間も計算し、ある程度越えると NAK が再び送信される。これにより、NAK パケットのロスにも確実な誤り回復のための対応が可能となる。

Retransmission-based Realtime Data Transfer Protocol in Pure IP Network
 Hideki MARUYAMA, Masanobu YAMAGUCHI,
 Katsuyoshi ITO
 Graduate School of Engineering, Toyo University

4 シミュレーション

T-NAKの有効性を検証するために、シミュレーションを行った。シミュレーションのために、コネクションオリエンテッドな簡易トランスポートプロトコルを作成しそれにNAK、T-NAKの機能を持たせた。

転送データはフレームレート20Mbpsのリアルタイムデータに模したもので、1/60s毎にADUに分割して送信するようにした。再送方式の比較検証を行うために、シミュレーション開始時から一秒後に一つ、二秒後に二つというように増加しながら、連続したパケットロスを行えるように設定した。

4.1 結果と考察

T-NAKの有効性を検証するために三種類のシミュレーションを行った。

(1) NAK方式とT-NAK方式の比較

ここでは、その再送方式の特性を検証するためにNAKパケットのロスも起こすように設定した。その結果、NAK方式ではNAKパケットのロス時に再送が行われずデータの連続性が失われてしまう一方、T-NAK方式ではある程度の遅延は要するもののデータの連続性は失われずに信頼性を確保することができた。

(2) T-NAK方式でのNAKパケットの損失の影響

シミュレーションのPDUレベルでのデータ受信結果を図2に示す。

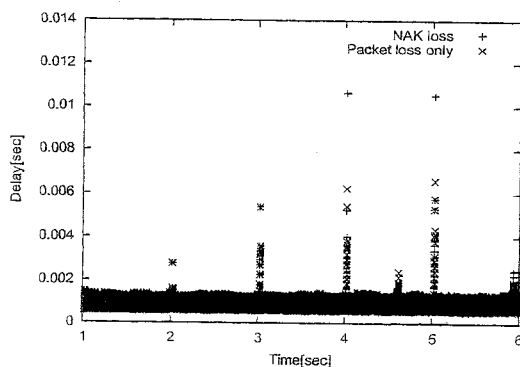


図2: 通常のパケットロスとNAKパケットのロス

このシミュレーションでは4秒目からNAK lossシミュレーションのほうだけでNAKパケットのロスも発生させた。NAKパケットが失われた場合、そうでない場合よりも+0.004秒の差しかなかった。この結果より、T-NAKが信頼性を維持するためデータの連続性が

失われることなく、送受信を継続することができることを確認した。

(3) ADUの後方部分のPDUがロスした場合の挙動

これは、ADUの後尾のPDUが失われればそのデータの連続性を保つためのデッドラインがシビアになり、しかも、ADUにまたがった連続パケットロスとなるとその回復には困難を要するものと考えたために行ったシミュレーションである。この実験の結果を図3に示す。

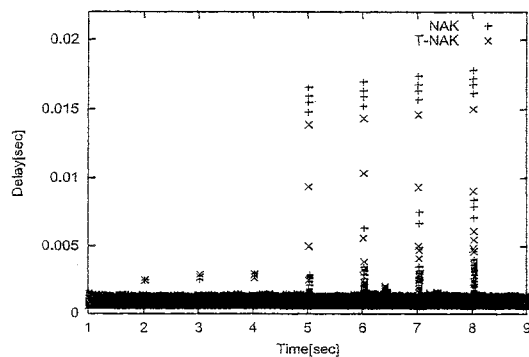


図3: ADUの後方部分のPDUのパケットロス

このシミュレーションでは、5秒目からADUにまたがるPDUの連続したパケットロスが起こっている。この図のT-NAKの結果と図2を比べると、7.3ms(通常ロスの時の約2倍)の回復時間の差がある。しかし、この図の通常のNAKと比べた場合、2.5ms早い検出が可能であり、再送部分以外のパケットに対する影響も少なかった。

5 むすび

本稿では、純粋なIPネットワークにおけるリアルタイムデータ転送のための再送方式としてT-NAKを提案し、有効であることを確認した。しかしながら、タイマーを複数使用してリアルタイム性を確保する方式には、実装時に対するいくつかの問題点を含んでいると思われる。よって今後はT-NAKの実装による検証を行い、その有効性を高めていきたい。

参考文献

- [1] 山口雅信、伊東克能、高崎喜寿、佐藤章、"リアルタイム通信プロトコルR³TPの誤り制御の詳細検証" 情報処理学会第61回全国大会 1G-08(2000)