

# 1G-08 リアルタイム通信プロトコル $R^3TP$ の誤り制御の詳細検証

山口雅信 伊東克能 高崎喜孝 佐藤章  
東洋大学大学院工学研究科

## 1 はじめに

近年のネットワークの高速化と一定の QoS 保証技術によりリアルタイム通信でも再送による誤り制御が可能となってきたこと、リアルタイム情報を離散的なデータブロックである Application Data Unit(ADU)の集合であると考えられることの2点に注目し、再送による誤り制御と ADU 単位の転送に基づくリアルタイムデータ転送について検討を進めてきた。その検討に基づき高品質なリアルタイムデータ転送を実現するためのプロトコル  $R^3TP$  (Retransmission-based Reliable Realtime data Transfer Protocol)[1] と、その中で使用するリアルタイム通信に適したパケットロス検出方式について提案し、その有効性の検証について報告をおこなってきた [2],[3]。本稿ではその検証を更に進めた結果について報告する。

## 2 $R^3TP$

$R^3TP$  は ADU の概念に基づき、ATM Block Transfer(ABT)と再送による誤り制御を使用してアプリケーションプログラムに高品質なリアルタイム情報通信を提供する(図1)。 $R^3TP$  では ADU をリアルタイム情報の基本単位と考え、個々の ADU 転送の連続性及びリアルタイム性を保証することにより、全体のメディアストリームとしてのリアルタイム性も保証する。

誤り制御の手法としては大きく分けて再送と訂正の2種類があるが、 $R^3TP$  では前述した通り再送を用いて誤りを回復する。従来はリアルタイム通信で再送による誤り制御を行う事は帯域不足等の点から現実的でないと言われてきたが、近年のネットワークの高速化及び QoS 保証技術、特に ATM のそれを次に述べるように使用することでリアルタイム通信でも再送は充分利用可能である [1]。

リアルタイム通信において再送による誤り制御を使用する場合には高速かつ正確なパケットロス検出が不可欠であることから、 $R^3TP$  では ABT の RM セルの情報を利用してロス検出を行うことでこれを實現して

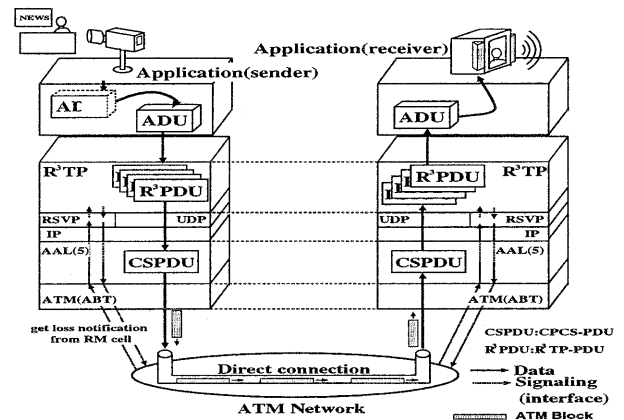


図 1:  $R^3TP$  プロトコルスタック

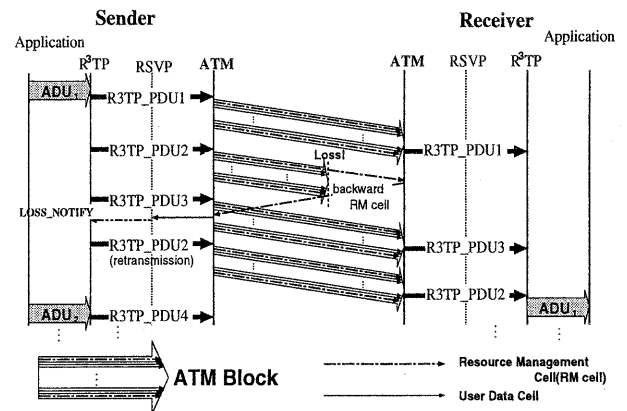


図 2: RM セルによるブロックロス検出と再送制御

いる(以後、これを RM セルスキームと呼ぶ)。これは ATM ブロックが資源確保の失敗によりネットワーク内部で失われた場合に、送信側へ送り戻される RM セルにロスを示す情報が含まれるという性質を利用するものであり、ABT のブロックロス情報を  $R^3TP$  が理解出来る NAK 情報に変換するために RSVP を一部拡張して使用している(図2) [2]。この RM セルスキームを使用することで、高速かつ正確なパケットロスが期待できる。

## 3 シミュレーションによる検証

前述の RM セルスキームにより誤り制御を行なう  $R^3TP$  及び関連するプロトコルをネットワークシミュレータ上に構築して検証実験を行なった。シミュレーション

Detailed evaluation of Realtime data transfer protocol  $R^3TP$   
Masanobu YAMAGUCHI, Katsuyoshi ITO, Yoshitaka TAKASAKI, Akira SATO  
Graduate School of Engineering, Toyo University

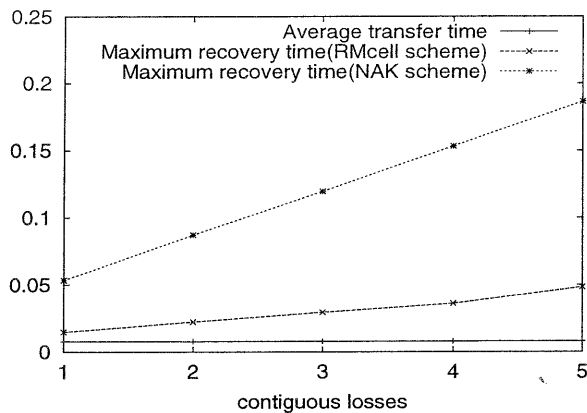


図 3: ロスの連続発生の影響

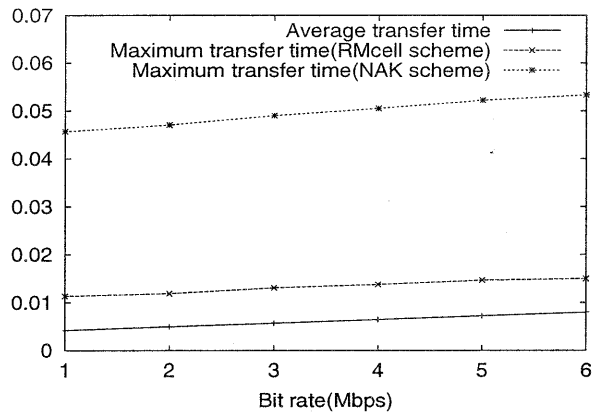


図 5: データ量 (ADU サイズ) の影響

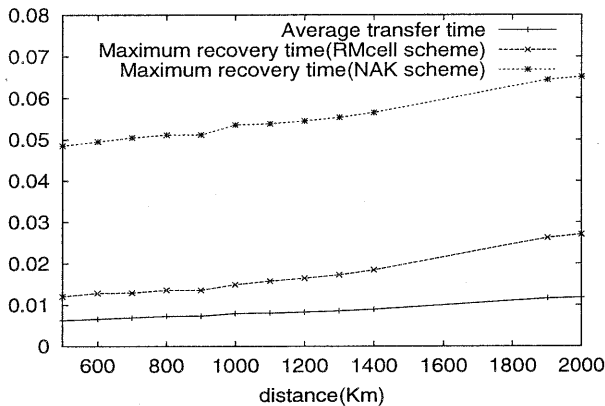


図 4: 通信距離の影響

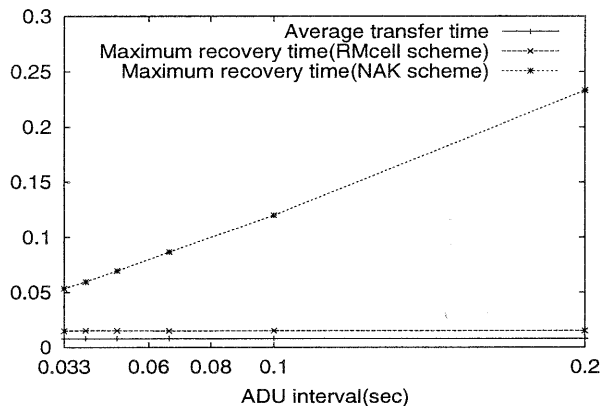


図 6: ADU 生成間隔の影響

ンは2つのノード間でリアルタイム情報 (MPEG2) を模したトラフィックとして連続した ADU の転送 (平均 6Mbps) を行う状況を想定し、一般的な NAK を使用した誤り検出 (これを NAK スキームと呼ぶ) を比較対象として使用した。そして様々な状況でのシミュレーション結果から、各 ADU の平均転送時間及び誤り発生時の最大回復時間を抽出したグラフを作成した (図 5 から図 6)。各グラフの縦軸は、ADU の転送時間を表している。その結果から、以下のことが確認できた。

- 全体的に、RM セルスキームは常に NAK スキームよりも高速な回復を実現している。
- パケットロスの連続発生に対して、RM セルスキームは NAK スキームと比較して失われるパケット数が増加してもその回復時間の増加は小さい (図 3)。
- 通信距離の増加に対しては、どちらのスキームも伝搬遅延の増加分の影響はほぼ同程度である (図 4)。
- 個々の ADU サイズの増加に対しては、再送するデータ量の増加による影響は同程度である (図 5)。
- ADU の生成間隔が変化した場合には、NAK スキームには大きな影響があるのに対し、RM セルスキームにはまったく影響がない (図 6)。

以上の結果から、RM セルスキームを採用した  $R^3TP$  は通信距離や転送する ADU の属性の影響が少なく安定して高品質なリアルタイムデータ転送が可能であると言える。

#### 4 まとめ

$R^3TP$  及びその中で使用している誤り制御についてのシミュレーション結果から、RM セルスキームを採用した  $R^3TP$  は様々な要因からの影響が非常に少なく、安定して高品質なリアルタイムデータ転送が可能であることを確認できた。今後は更に同時に複合的な状況での特性についての検証や、実環境での検証を行っていく。

#### 参考文献

- [1] 山口雅信、伊東克能、高崎喜孝、"ABT と再送を使用した高品質リアルタイムデータ転送プロトコル," 情報処理学会第 59 回全国大会 1V-07(1999)
- [2] 山口雅信、伊東克能、高崎喜孝、"再送を用いたリアルタイムデータ転送プロトコルに適したロス検出方式," 電子情報通信学会 信学技報 IN99-83(1999)
- [3] Masanobu Yamaguchi, Katsuyoshi Ito, Yoshitaka Takasaki, "Packet loss detection scheme for retransmission-based realtime data transfer," Proceedings of Parallel and Distributed Systems Workshops, pp.49-54(2000)