

## パケット長を考慮したストリーム分割伝送方式の検討

5Q-8

渡部智樹

岸田克己

丸山剛一

田中一男

NTT ヒューマンインタフェース研究所

### 1. はじめに

インターネットが普及し、近年では映像発信も盛んに行われており、ライブ映像をどこでも手軽に見られるようになった。しかし、インターネットによる映像配信はネットワークの伝送能力が不安定であったり、サーバが過負荷状態になったりするといった問題があった。

このような問題に対し、我々は、通信網を使った ISDN 配信システム(図1参照)を開発してきた<sup>[1][2]</sup>。このシステムは、実時間映像ストリームなどの LAN 上に流れる IP マルチキャストパケットを ISDN 回線により最大 64kbps で多数に同時配信することができる。さらに、1つの実時間ストリームを幾つかの上記配信システムに分割して伝送する方式を検討し、そのプロトタイプを作成した<sup>[3]</sup>(図2参照)。これにより、利用した配信システムをすべて束ねた分の回線容量を確保することが可能となり、より高品質な映像配信を実現した。

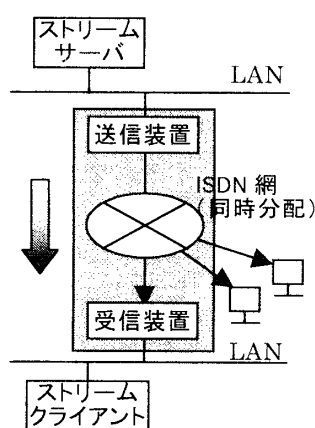


図1. ISDN 配信システム

このシステムは、実時間映像ストリームなどの LAN 上に流れる IP マルチキャストパケットを ISDN 回線により最大 64kbps で多数に同時配信することができる。さらに、1つの実時間ストリームを幾つかの上記配信システムに分割して伝送する方式を検討し、そのプロトタイプを作成した<sup>[3]</sup>(図2参照)。これにより、利用した配信システムをすべて束ねた分の回線容量を確保することが可能となり、より高品質な映像配信を実現した。

このシステムは、実時間映像ストリームなどの LAN 上に流れる IP マルチキャストパケットを ISDN 回線により最大 64kbps で多数に同時配信することができる。さらに、1つの実時間ストリームを幾つかの上記配信システムに分割して伝送する方式を検討し、そのプロトタイプを作成した<sup>[3]</sup>(図2参照)。これにより、利用した配信システムをすべて束ねた分の回線容量を確保することが可能となり、より高品質な映像配信を実現した。

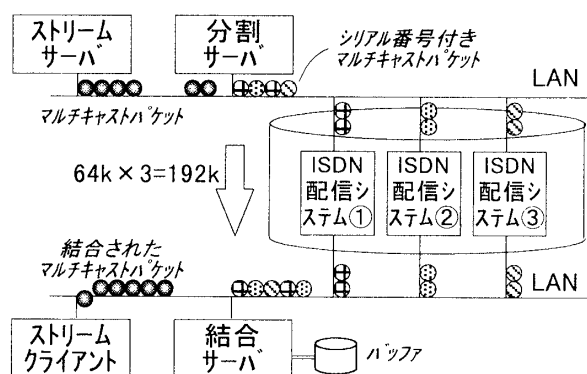


図2. ストリーム分割配信システム

A Study on Method of Dividing IP Multicast Streaming Data Considering the Packet Length  
Tomoki WATANABE, Katsumi KISHIDA, Koichi MARUYAMA, Kazuo TANAKA  
NTT Human Interface Laboratories

しかし、1つの実時間ストリームを配信システムに割り当てるときに、回線容量を超えてしまい、若干のストリームパケットが損失してしまうという問題があった。

本稿では、配信システムの伝送容量とパケットサイズを元に、より大きな伝送容量を確保するための手法について述べ、プロトタイプによる実験からその効果を考察する。

### 2. ストリーム分割配信システム

**【送信側】** ストリームサーバは実時間エンコードされた映像ストリームを IP マルチキャストで LAN へ出力する。分割サーバは、後の結合のために、このマルチキャストのパケットに番号を付与し、後述する割り当て方式に従い、いずれかの ISDN 配信システムに割り当てる。ISDN 配信システムの送出装置は、割り当てられたパケットを通信網により受信装置へと伝送する。

**【受信側】** 各送信装置に対応する受信装置は、受信したパケットを LAN へ出力する。結合サーバはそれぞれの受信装置が出力するパケットを受信し、パケットに付与された番号順に IP マルチキャストで LAN に送出する。パケットはシリアル番号順に到着するとは限らないので、到着したパケットを一度バッファへ蓄積(今回は 500 個に設定)してから送出させる。ストリームクライアントは、ストリームサーバから LAN 経由で直接受信している場合と同様に、このマルチキャストパケットを映像ストリームとして受信し、再生する。

### 3. 分割パケットの割り当て方法の改良

従来の分割サーバのパケット割り当て方法は、パケット長に関係なく、分割サーバが受け取った順に割り当てていた。そのため、パケット長の大きいものが偏ってしまうと、配信システムの伝送容量を越えてしまい、パケット損失となっていた。

そこで、パケット長を考慮して、伝送容量を越えないように割り当てる手法を2つ検討した。

**【手法1】** 各配信システムに割り当てたデータ量(伝送実績)を記憶しておき、伝送実績とパケット長の和が伝送容量を越えない配信システムへ割り当て

る。割り当てが行われた場合には、そのパケット長を割り当てた配信システムの伝送実績に加算しておく。

**【手法2】** 手法1と同様に伝送実績を記憶しておき、伝送実績とパケット長との和が伝送容量を越えるまで連続して割り当てる。伝送容量を越える場合には、次の配信システムへ割り当てる。

上記2つの割り当て手法を実現するプロトタイプをそれぞれ作成し、実際の配信システムにおいて実験を行った。

**4. 評価実験**

ストリームサーバで同じ映像(1分30秒)を実時間エンコード(H261,CIF,320kbps)し、ISDN 配信システムを3つ用いてその映像ストリームを配信させた。分割サーバの割り当て手法は、上記2つの手法と従来手法の3通りで行った。

今回設計したシステムでは、理論上、最大で192kbps(ISDN 64kbps×3)までしか配信できない。実際に使用したエンコーダでは、正確に192kbpsのストリームデータを発生できなかった。そのため、伝送容量をはるかに越えたストリームデータから、どれだけ多くのデータを配信できるか、という尺度で評価を行う。

受信側でのデータ測定にはIPパケットモニタを使用し、3つの配信システム(Ch①～Ch③)のデータ受信容量と復元されたストリームデータの受信容量を算出した。

**5. 実験結果**

送信側で送出したストリームデータのパケット長は、最小687byte、最大1281byteで、大小が不規則に並

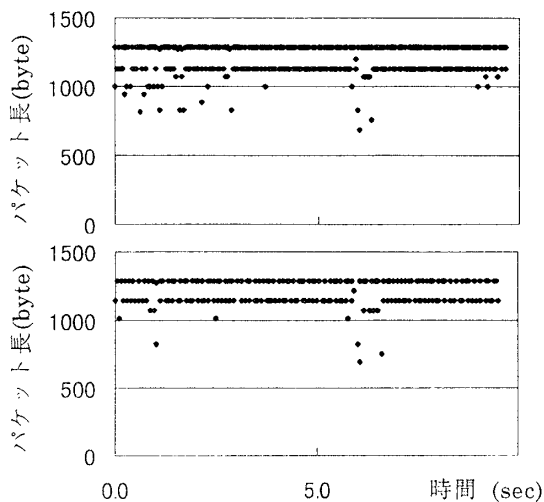


図3. パケットサイズの推移  
(上)送信側 (下)受信側復元後

んでいた(図3参照)。

手法毎のデータ受信容量を表1に示す。伝送実績の少ない配信システムにパケットを割り当てる手法1では、従来手法と比べて、復元されたストリームデータの受信容量が0.6kbps改善されたが、伝送容量限界まで連続してパケットを割り当てた手法2は従来手法よりも受信容量が下がっていた。

表1. 手法毎のデータ受信容量

手法	時間(sec)	Ch①(kbps)	Ch②(kbps)	Ch③(kbps)	復元データ(kbps)
手法1	90	63.55	61.79	61.82	186.83
手法2	90	63.60	60.98	61.74	186.00
従来	90	63.24	61.40	61.91	186.23

**6. 考察**

手法1では、著しい改善ではなかったものの、若干の容量拡大の効果を確認できた。ストリームサーバが生成するパケットサイズの分布が予め分かっていたら、より最適な割り当てをスケジューリングできるので、受信パケットの履歴を用いて適応的に割り当てる方式を検討したい。

一方の手法2では、分割サーバからのデータがUDP/IPマルチキャストでバースト的に送出されたため、ISDN配信システムの送信側で全てを受け取りきれず、パケットロスとなったことが原因と思われる。今後、送出側の装置構成と連携方式について検討を行う。

**7. 今後の課題**

映像ストリームのキーフレームと動き情報を含んだ差分フレームをパケット長から判別し、フレームの種類別に伝送路を割り当てるといった手法を検討し、実際の映像再生の面から評価を行う。

**8. まとめ**

本稿では、1つの実時間ストリームを複数の伝送媒体に分割して配信するシステムについて、各伝送媒体の回線容量を越えないようにストリームパケットを割り当てる方式の検討を行い、そのプロトタイプ実験により効果を確認した。

**【参考文献】**

[1]福永 他, マルチ分配電話回線によるデータ配信の実現と応用, 情処秋季大会 2V-01, 1997  
 [2]渡部 他, 交換網を用いたマルチキャストデータ同時配信の実現, 情処春季大会 6G-08, 1998  
 [3]渡部 他, IP マルチキャストストリーム分散伝送方式の一検討, 情処秋季大会 1F-6, 1998