

広域ネットワークにおける動画像の 配送に関する考察

田中 顕彦, 小林 和真, 山口 英

奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

概要

本研究では、従来の同軸ケーブルなどを用いた動画像の配送系でもユーザが得たいと思う動画像へ簡単にアクセスできるようなメカニズムを提供するための手法を提供する。本システムでは、Internetで用いられているルーティング技術を利用して従来の動画像の配送系を制御し、さらにシステムをInternetに統合することを実現する。本論文では、開発するシステムの設計について述べる。

Consideration of transmitting movie in Wide Area Network

Tanaka Akihiko, Kobayashi Kazumasa, Yamaguchi Suguru

Nara Institute of Science and Technology
Graduate school of Information Science

Abstract

In this paper, we propose a method of access mechanism which provides easy way to get video images from the video network used to coaxial cable. We realize to video network adapting the Internet using by it's routing technology. Also, we describe the system design policy for developed this network.

1 はじめに

情報処理関連技術の進歩により、画像処理などの分野でも、計算機が広く利用されるようになってきている。また、ネットワーク技術が発展するに伴って、Streamworks などの画像伝送サービスや RealAudio などの音声伝送サービスが利用できるようになってきた。一方、同軸ケーブルなどの既存の技術を用いた高品質な動画の配送は、これまで、放送局など一部のユーザでのみ利用されてきた。しかし、ケーブルテレビ網などの普及により、一般化された配送系が実現されはじめています。

Internet では、世界中に分散するデータへユーザが簡単にアクセスできるメカニズムが提供されている。従来の同軸ケーブルなどを用いた動画の配送系では、ユーザが得たいと思う動画へ簡単にアクセスできるようなメカニズムがない。そこで、動画の配送系の制御に Internet で用いられているルーティング技術を適用し、動画の配送系でもユーザが得たいと思う動画へ簡単にアクセスできるような手法を提案する。

この手法を利用した動画伝送ネットワークの実現例として、本稿では、伝送経路を自動的に決定する機能を持つビデオネットワークの構築について提案する。提案したビデオネットワークを用いれば、不特定多数が参加するテレカンファレンスシステムを比較的容易に実現できる。

2 現在の主な動画伝送技術

動画を伝送するための技術は、おおまかにアナログとデジタルの二つに分ける事ができる。ユーザは利用する目的に応じて、それに適した伝送技術を選択する事ができる。また、ユーザが自由に伝送先を切り替えるため、伝送路に応じた制御機器が用意されている。これらの中には、計算機から制御できる装置もある。

2.1 アナログ伝送技術

アナログの伝送系には、地上波や衛星波を使ったテレビ放送、同軸ケーブルを用いた CATV などがある。テレビ放送などは、電波を使用したブロードキャスト型の単方向メディアであるため、ユー

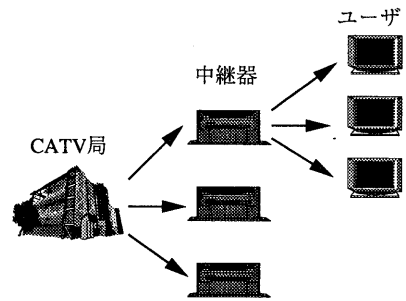


図 1: Tree 型の構成の例 (CATV)

ザ側の情報を局側で得る事は非常に困難である。すなわち、ユーザが自由に伝送経路を変える事はできない。

一方、CATV は、ユーザ側の情報を、局側である程度得る事ができる。CATV の伝送経路は Tree 型 (図 1) で構成されているために、何らかの原因で伝送路の一部が不通になった場合に迂回経路を確保する事が難しい。

2.2 デジタル伝送技術

同軸ケーブルや光ファイバなどの高速伝送ネットワークや情報圧縮技術の向上などを背景に、IP ネットワークを介して、画質や音質の良いマルチメディア情報をリアルタイム伝送するための技術が研究されている。同軸ケーブルを使って動画情報を伝送する場合、アナログの NTSC 信号を用いれば、100 チャンネル以上の信号を伝送する事ができる。一方、これをデジタル情報にエンコーディングして伝送すると伝送できるチャンネル数は、大幅に減少する。このように、アナログ情報である動画・音声情報をデジタル信号に変換する際には、情報量が増大してしまう。これを解決するために種々の情報圧縮技術が研究されている。

情報圧縮技術に関しては、ISO や ITU を中心に、標準化が進んでおり、国際標準として ISO による MPEG、JPEG[1] や ITU による H.261, H.262[1] などが登場してきた。例えば、MPEG 方式の場合、MPEG で圧縮することにより NTSC 信号の映像を 4Mbps まで、HDTV 信号の映像を 6~20Mbps

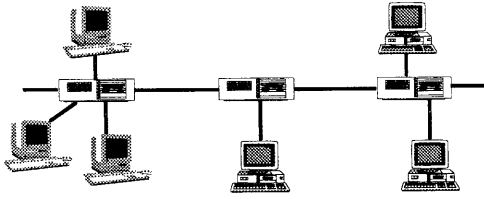


図 2: バス型の構成の例 (IP ネットワーク)

程度まで圧縮して伝送することが可能となる。

2.3 主な AV 機器制御プロトコル

カメラやビデオ編集装置などの AV 機器を制御するために、いくつかのプロトコルが標準化され、放送局などで使用している映像伝送システムで利用されている。こうした AV 機器制御プロトコルには、次のようなものがある。

- VISCA
SONYが開発したプロトコルで、主に SONY 製の AV 機器の制御が可能である。AV 機器は Vbox と呼ばれる装置を介して、計算機から VISCA により制御される。
- V-LAN
Videomediaの開発したプロトコルで、VISCA 同様に接続した計算機から AV 機器の制御ができる。放送局などで使われるような高度な AV 編集システムにも対応しており、映像に編集を加える操作も可能である。
- Sierra
Sierra Video Systemsが開発したプロトコルで、AV 機器を直接制御するためのプロトコルではなく、AV 機器間での映像や音声の伝送経路の切り換えを行うための装置を制御するプロトコルである。
- RS-422A
VISCA より V-LAN に近い AV 機器制御プロトコルで、V-LAN 同様に編集操作なども可能である。

2.4 映像伝送系に対する要求

映像情報や音声情報はテキスト情報などに比べて、情報量が非常に大きく、リアルタイム性も要求される。

例えば、現在、テレビ放送などで広く用いられている NTSC 方式の信号情報の伝送には 100Mbps 程度、HDTV では 150Mbps 以上の伝送速度が必要である。そのため、同軸ケーブルなどを用いて動画を伝送するデータ伝送路を構成し、アナログ情報としてデータを伝送する。

しかし、アナログでの伝送の場合、ノイズなどによる品質の低下がどうしても避けることができない。そのため、情報を符号化してデジタルデータとして伝送する必要がある。

デジタル技術を使って伝送する事を考えた場合、大容量通信を考慮した伝送技術として ATM がある。ATM は、いくつかの AAL(ATM Adaptation Layer) が標準化され、伝送情報のリアルタイム性や連続性の保証について考慮されている技術である。このため、動画情報の伝送路として有効に利用できると思われる。

2.5 伝送路としての ATM

動画情報・音声情報などのリアルタイム性が要求される伝送に ATM が有利な理由は、

- 大容量情報を伝送できる
- 交換機における遅延が小さい
- 帯域予約を実現することができる

といった点などが挙げられる。

広域ネットワークとしての ATM は、まだ普及していないが、大学構内や離れたキャンパス間などのように比較的広い範囲で LAN として利用されている。こうした ATM 網を IP パケットだけの伝送に使うのではなく、その一部を画像の伝送路として用いれば、既存のネットワーク資源を有効に利用できる。

また、動画情報を長距離間で伝送する場合には、信号が減衰する同軸ケーブルを用いるよりも信号が劣化しない ATM が適している。

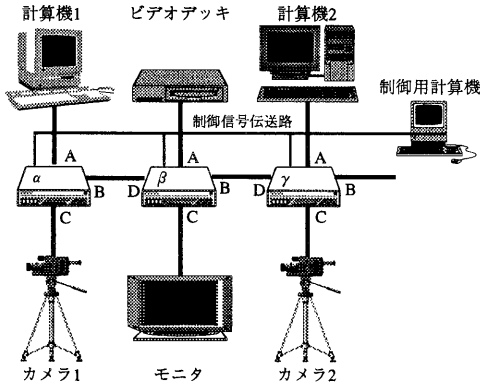


図 3: 概念図

3 データ伝送部と制御情報伝送部を分離したネットワーク

3.1 データ伝送部について

データ伝送にはそれぞれのデータ形式に適した通信手段を利用する。動画を送る場合であれば、伝送路は同軸ケーブルを用いて構成し、NTSC 信号で伝送すればよい。また、音声を送る場合、AD-PCM(Adaptive Differential Pulse Code Modulation)で伝送し、伝送路は UTP ケーブルを用いて構築すればよい。このように、伝送路の媒体は伝送したいデータに適したものを用いればよい。また、特定の技術や媒体に限るといった制約がないため、自由に伝送系を構成する事ができる。同様に、映像を CATV 網を使って伝送するなど、既に存在している伝送系を有効に利用する事もできる。

図 3 は、映像伝送するためのネットワーク構成の例である。各層置換を接続する実線は伝送路としての同軸ケーブルである。

3.2 制御情報伝送部について

制御情報伝送部では、IP ネットワーク側からデータ伝送用ネットワークの経路情報を管理し、経路決定を行うための機構を提供する。

データ伝送路は、IP ネットワークとは切り離されているが、経路情報などの管理に現在のインター

ネットで利用されているルーティング技術などの利用が考えられる。

制御用計算機は伝送経路をスイッチングで動的に変更する事ができるように、制御用計算機とスイッチング処理を行う装置とは制御信号伝送路で接続される。このように動的にスイッチング処理ができる装置をビデオルータと呼んでいる。計算機から制御可能なビデオルータには、Sierra Video Systems のビデオルータなどがあげられる。

計算機のからビデオルータを制御して、経路制御を行うためには、専用のルーティングプログラムを作成する必要がある。また、IP ネットワークの経路制御に使われるようなルーティング情報の管理機構が同様に必要となる。例えば、各ビデオルータ α, β, γ にはそれぞれ表 1 のような経路情報を持たせることで、経路決定を行う事ができる。

表 1: ルーティング情報

α	β	γ
ビデオデッキ B	計算機 1 ... D	計算機 1 ... D
モニター ... B	カメラ 1 ... D	カメラ 1 ... D
計算機 2 ... B	計算機 2 ... B	ビデオデッキ D
カメラ 2 ... B	カメラ 2 ... B	モニター ... D
デフォルト ... B	デフォルト ... B	デフォルト ... B
計算機 1 ... A	ビデオデッキ A	計算機 2 ... A
カメラ 1 ... C	モニター ... C	カメラ 2 ... C

例えば、図 3 の中央のモニターでカメラ 1 の映像を見たい場合は、この経路情報をもとに、カメラ側からはどういった経路でデータを伝送すればよいかを求めればよい。この例では、データをカメラ 1 側から「 $\alpha: B \rightarrow \beta: C$ 」というパスを設定して、伝送すればよい。このようにすれば、データ伝送の経路決定を行う事ができる。

ルーティング情報の管理には、既存の Internet 技術を活用できる。しかし、ビデオルータの経路制御は、ATM の VPI/VCI によるパスの概念を取り入れているため RIP(Routing Information Protocol) などのディスタンスベクター型経路制御の技術はそのままでは、使えない。そこで、ATM での利用を考えてつくられている NHRP(Next Hop Resolution Protocol)[5] を拡張して利用する。NHRP は VCI(Virtual Channel Identifier、仮想チャネル識別子)や VPI(Virtual Path Identifier、仮想パス識別子)などから ATM での経路制御を行うが、ビデオルータでは、映像の入出力端子をそれぞれにあてはめ、伝送経路を制御する事に用いる。これによ

り、ある伝送経路が不通になった場合でも、すみやかに別経路にパスをはりかえて、映像の伝送をする事が可能になる。

4 ビデオネットワークの構成

ここでは、特に動画の伝送について特化したビデオネットワークの構築について考察する。

4.1 データ伝送部

動画情報・音声情報を送るデータ伝送路は、Sierra Video Systems のビデオルータを用いて、カメラやビデオデッキなどの AV 機器間のパス変更を動的にできるようにしたネットワークを構成する。なお、データ伝送路には、同軸ケーブルを用いる。

4.2 制御情報伝送部

Sierra Video Systems のビデオルータは、計算機から AV 機器間の映像や音声の伝送経路を動的に制御することが可能である。制御手法の例を以下に示す。

1. 計算機 1 から、「カメラの映像をモニタに伝送する」要求がだされると、計算機 2 は、制御情報伝送路を通して、ビデオルータの経路制御をおこなう。その際、3.2 で示したような経路情報をもとに、パスを設定する。(図 4)
2. 次に、計算機 1 から、カメラの映像の伝送先を「モニタからビデオデッキに変更する」という経路変更要求が出される。(図 5)
3. 経路変更要求を受け取った計算機 2 は、ビデオルータ β 、 γ にスイッチングを行うように制御信号を出し、伝送経路を変更する。(図 6)

4.3 考察

本章では、動画像の配送系の制御に Internet で用いられているルーティング技術を適用し、伝送経路を自動的に決定する機能を持つビデオネットワークの構築について提案した。

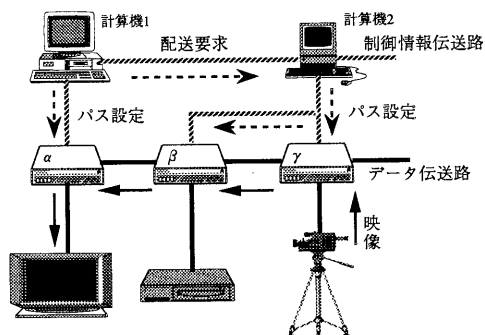


図 4: 経路決定

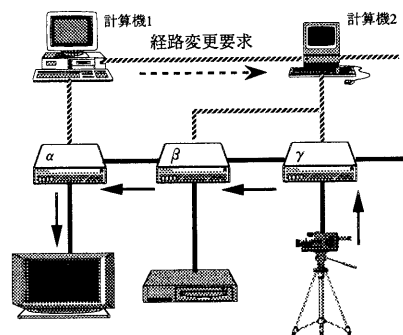


図 5: 経路変更要求

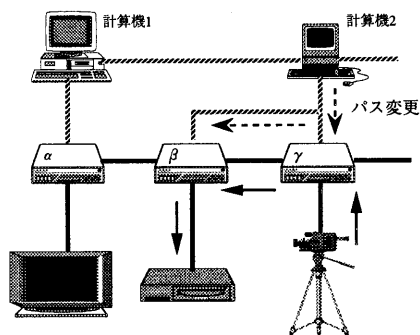


図 6: 経路変更

このようなデータ伝送路と経路情報など伝送路を分離したビデオネットワークシステムを構築する場合、データ伝送路を制御するための経路管理や制御情報を管理する技術が重要である。また、経路決定、制御、データの伝送パスの決定などに、既存の Internet 技術を取り入れて拡張して行く必要がある。

さらに、このシステムを実現するために考えられる問題点は、

- 経路を切り換えるスイッチング時にフレームの同期をどう取るか
- 複数のビデオルータにまたがってスイッチングを行う場合に、どういう順で切り換えを行えば、映像を途切れさせずに送る事ができるか。
- フレーム同期がずれたり、経路が切断された場合に、どういった方法で検出すればよいのか

といった事が考えられ、このシステムを実現するために、解決して行く必要がある。

5 まとめ

本稿では、データ伝送路と経路情報など伝送路を分離して、別々の経路を使って伝送し、制御部分を Internet を用いて実現することを提案した。その例として、動画情報を広域ネットワークを使って伝送するための技術について考察した。このネットワークは広域環境だけでなく、家庭内などの LAN でも有効に利用する事ができる。さらに、ユーザがデータの伝送路を自由に設定する事ができるので、遠隔地から不特定多数が参加するテレカンファレンスシステムを比較的容易に実現する事ができる。

今後の課題は、実際にビデオネットワークシステムを構築して、その有効性を検証する事である。データ伝送路と経路情報など伝送路を分離したネットワークを構築する場合、データ伝送路を制御するための経路管理や制御情報を管理する技術が重要である。

また、本稿で提案したビデオネットワークシステムの最終的なユーザーインターフェイスとして、例えば、URL 表記で、

video://camera1.aist-nara.ac.jp

などと入力すると、経路決定などが自動的に行われ、この URL で指定される装置に接続されている機器の映像が配送されるようになる事をめざしたい。そのためには、経路決定、制御、データ伝送パスの決定などに、既存の Internet 技術を取り入れ、拡張して行く必要がある。

参考文献

- [1] 安田 浩：“マルチメディア符号化の国際標準”，丸善株式会社 (1995).
- [2] M. D. Prycker: “Asynchronous Transfer Mode 3rd Edition”, Prentice Hall (1995).
- [3] C. Partridge: “ギガビットネットワーク”，ソフトバンク (1995).
- [4] francois Flueckiger: “Understanding networked multimedia”, Network+Interop96 Las Vegas, SOFTBANK Exposition and conference company (1996).
- [5] J. V. Luciani, D. Katz, D. Piscitello and B. Cole: “Routing over large clouds working group”, draft-ietf-rolc-nhrp-08.txt (1996).
- [6] 児山 一郎：“広域ネットワーク上の統合ビデオ操作環境の実現”，大阪大学 基礎工学部 修士論文 (1995).