

HDV規格ハイビジョン映像伝送システムの構築と検証

Development and Evaluation of HDV Format High-Definition Digital Video Data Transmitting System

久保田 真一郎*, 松元 将也†, 升屋 正人*

Shinichiro KUBOTA*, Masaya MATSUMOTO†, and Masato MASUYA*

鹿児島大学* †

Kagoshima University

ハイビジョン映像を記録可能な民生用デジタルビデオカメラで用いられている HDV 規格の信号を、ネットワークを介して伝送するシステムを構築し検証した。遠隔授業や E-ラーニングのコンテンツ作成に際してハイビジョン映像は有効であり、特に板書スタイルの授業や、実験のデモンストレーションなどの授業に応用が期待できる。構築したシステムを用いて、ハイビジョン映像を教室内でユニキャスト伝送及びマルチキャスト伝送し、伝送損失がほとんどなく映像に乱れなどが無いことを示した。また遠隔地へのユニキャスト伝送を行い、光ファイバを用いたブロードバンド接続環境であれば問題なくハイビジョン映像を伝送できることを示した。民生用ハイビジョンカメラとパソコンのみで構成される本システムは、従来のシステムに比べて安価に構築でき使用方法も簡単で、学校単位での導入が容易である。

キーワード : VLC, ユニキャスト, マルチキャスト, 遠隔授業, E-ラーニング

We develop and evaluate the system to transmit the HDV-format data, adopted by consumer high-definition digital video cameras. The high-definition digital video is available for creating digital contents. Our system is suitable for the blackboard writing and experiment demonstration classes. We have transmitted high-definition digital video data to any computers in a PC classroom using unicast and multicast transmissions. No losses for transmission data and no noise for video images were confirmed. We have also succeeded transmitting high-definition digital video data to long-distance place. Our system consists of a consumer HDV-format camera and PCs. It is inexpensive and easy to use, therefore, its deployment at classrooms is not difficult.

Keywords : VLC, unicast, multicast, distance learning, e-learning

1. はじめに

映像伝送による遠隔授業や E-ラーニングのコンテンツとするため、ビデオカメラで撮影した映像をパソコン内に記録する授業のデジタル化が多く行われている。その際問題となるのが、ホワイトボードや黒板を用いた板書スタイルの授業である。容易にデジタル化できるプレゼンテーションソフトを用いた授業も増えてはいる。しかし、板書スタイルは教授法の一つとして確立されており、すべての

*学術情報基盤センター

〒 890-0065 鹿児島市郡元 1-21-35
Computing and Communications Center
1-21-35, Korimoto, Kagoshima, 890-0065, JAPAN
E-mail: kubota@cc.kagoshima-u.ac.jp

†工学部情報工学科

〒 890-0065 鹿児島市郡元 1-21-40
Department of Information and Computer Science, Faculty
of Engineering
1-21-40, Korimoto, Kagoshima, 890-0065, JAPAN

授業がプレゼンテーションソフトを使ったものになることはあり得ないものと思う。板書スタイルの授業をデジタル化するには、板書を読み取ることができる高精細な映像を入力することが必須の条件となる。

高精細な映像伝送を目的とした遠隔授業システムの例がいくつかあり^{1)~3)}、これらの研究で用いられているのがハイビジョンである。BS デジタル放送などで用いられているハイビジョンの映像は1920×1080ピクセルまたは1440×1080ピクセル相当であるのに対し、従来の映像記録方式は、比較的高精細なDVカメラであっても720×480ピクセル相当に過ぎない。ハイビジョンは従来の映像より4倍以上精細であると言える。例えば、ハイビジョンでは1mの高さのホワイトボードや黒板を縦方向に画面いっぱいに表示すれば、1cmの高さを約10ピクセルで表示できる。3cm角以上の板書の文字であれば30ピクセル角以上で表示でき、従来の映像の品質では判読ができない数式の添え字なども十分に判読できる。また、ハイビジョン映像は高精細であるため臨場感が高く、板書スタイルの授業以外にも実験器具を用いた理科の授業や技術・家庭の授業などにも応用できる。

しかし、これまでの研究^{1)~3)}は、高価な機器や独自に開発したハードウェア・ソフトウェアを用いたシステムによりハイビジョン映像伝送を実現しており、一般の学校が簡単に導入できるものではない。仮にシステムを導入できたとしても、授業を行う教員自身がデジタル化を行うのは難しい。そこで、われわれは、安価もしくは無償で入手できるハードウェアとソフトウェアを組み合わせ、授業を行う教員自身が授業のデジタル化を行うことができるハイビジョン映像伝送システムを構築することにした。

ハイビジョン映像の入力に用いるのは、HDV規格⁴⁾に準拠した民生用のデジタルビデオカメラである。HDVはミニDVテープにハイビジョン映像を記録する規格として策定されて

おり、MPEG2-TSで圧縮されたデータをテープに記録することによりDV規格と同じ時間の映像記録を実現している。MPEG2圧縮されるため最高品質のハイビジョンではないが、市販されているハイビジョンテレビや一般的なプロジェクタによる投影においては十分な品質である。HDV規格のデジタルビデオカメラのIEEE1394インターフェースからは記録されているMPEG2-TSと同じ信号が出力される。この信号をパソコンに取り込み、ネットワーク上を伝送することによりハイビジョン映像伝送を実現することにした。用いるソフトウェアはソースコードが公開されており無償で利用できるVLC⁵⁾である。VLCは一对一のユニキャスト伝送に加えてマルチキャスト伝送が可能のため、教室でのマルチキャスト伝送に関わる検証も行うことにした。教室前方のプロジェクタに投影した場合、プロジェクタの性能やスクリーンのサイズによっては十分な品質を得られないことがある。このような場合でもパソコン教室などを利用した授業・遠隔授業に際し、生徒が使用するパソコンの画面上に映像を表示すれば十分な品質を確保できる。マルチキャスト伝送はこうした用途に有効であると考えた。

HDV規格のデジタルビデオカメラは安価なものでは15万円以下で入手でき、伝送に使用するソフトウェアは無償である。あとは複数台のパソコンさえあればシステムを構築でき、その活用も容易である。本論文ではシステムの詳細と、ユニキャスト伝送、マルチキャスト伝送及び遠隔地へのユニキャスト伝送を検証した結果を述べる。

2. システム構成

ハイビジョン映像の入力部となるカメラとして、HDV規格に準拠した安価なデジタルビデオカメラを用いるのが本システムの特長の一つである。従来のハイビジョンカメラは高価でサイズが大きく付帯する機器も多く必要

で、学校単位であったとしても導入が困難であった。本システムでは SONY HDR-FX1 または SONY HDR-HC1 を用いる。以後の計測には HDR-FX1 を用いるが、同様の映像伝送が HDR-HC1 でも可能であることを確認している。HDR-HC1 は実売価格が 15 万円以下で、DV カメラの上位機種と同程度の価格となっており、学校単位、場合によっては教員単位での導入も可能である。

HDR-FX1 などの HDV 規格に準拠したデジタルビデオカメラは、ビットレートがおよそ 25Mbps の MPEG2-TS 形式にハイビジョン映像を圧縮してミニ DV テープに記録するほか、同じ信号 (HDV 信号) を IEEE1394 インターフェースに出力する。このため、IEEE1394 インターフェースを備えたパソコンであれば、MPEG2-TS 形式のハイビジョン映像を取り込むことができる。もちろん、オペレーティングシステムが IEEE1394 インターフェースに対応した上で、HDV 信号に対応した取り込み用のソフトウェアが必要になる。広く用いられているオペレーティングシステムである Windows XP と Mac OS X はいずれも IEEE1394 インターフェースに標準で対応しており、ソフトウェアを用意することで HDV 信号の取り込みが可能である。

HDV 信号に対応したソフトウェアの例としては、Windows XP の場合は Canopus EDIUS 3 for HDV⁶⁾、Mac OS X の場合は Apple iMovie HD⁷⁾ がある。これらのソフトウェアを用いることで、ハイビジョン映像による E-ラーニングコンテンツも作成できる。しかし、これら二つのソフトウェアはいずれも映像伝送の機能を持たないため遠隔授業への応用ができない。また、比較的安価であるものの有償である。本システムでは、HDV 信号を取り込み保存する機能と、ネットワーク伝送する機能を併せ持つ VLC を用いた。VLC にはソースコードが公開されており無償で使用できるという利点もある。また、VLC はその本来の機能として各種映像フォーマットの再生が可能であ

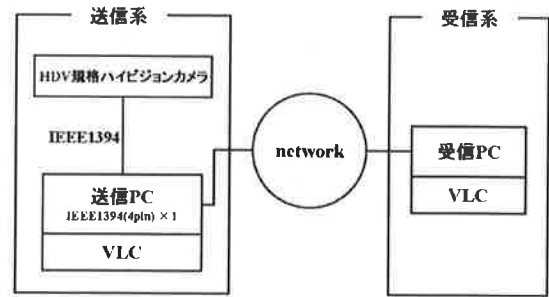


図1 ユニキャスト伝送の場合の HDV 規格ハイビジョン伝送システム構成図

り、VLC で取り込み保存したデータや VLC で取り込みネットワーク伝送したデータを VLC を使って再生できる。このため、使用するソフトウェアは VLC だけでよい。

ユニキャスト伝送でハイビジョン映像を送信する場合のシステムの構成図を図1に示す。送信系は、HDV 規格に対応したハイビジョンデジタルビデオカメラ 1 台、IEEE1394 ケーブル 1 本、送信用パソコン 1 台 (IEEE1394 インターフェース、ネットワークインターフェース必須)、受信系は受信用パソコン 1 台 (ネットワークインターフェース必須) で構成する。オペレーティングシステムは Windows XP、ソフトウェアは送信系、受信系とも VLC のみを使用する。パソコンは Pentium4 2.8GHz、メモリ 256MB で性能に不足がないことを確認しており、送信系と受信系のすべての機器を併せて 50 万円以下でシステムを構成できる。

市場で流通しているハイビジョン映像伝送システムは少ないが、例えば i-Visto^{8),9)} がある。このシステムは、ハイビジョンカメラ、専用の送信サーバ、専用の受信サーバなどから成り、ほとんど遅延がないものの 1.5Gbps の帯域を必要とする。数千万円のシステムに加えて 10Gbps クラスのネットワーク装置が必須である。ハイビジョンに対応した MPEG2 エンコーダ/デコーダ¹⁰⁾ も存在するが、入出力は HD-SDI インターフェースとなっており、業務用のハイビジョンカメラ、ハイビジョン

モニタを接続しなければならない。こちらはネットワーク装置に100Mbpsに対応した一般的なものを使用できるが、ハードウェアにかかる費用は数百万円を超える。

本論文のシステムは民生用のHDV規格のデジタルビデオカメラとパソコン以外には機器を必要としない。他のシステムのように伝送用に別途機器やソフトウェアを必要とはせず、必要最小限の機器でシステムを構成するため、最も安価にハイビジョン映像の伝送を実現できるシステムであると言える。

なお、HDV信号にはハイビジョン映像信号に加えてステレオ音声信号も含まれている。音声は映像に比べてわずかな帯域しか必要としないため、映像に乱れなどが発生していなければ音声にも問題がない。これまで多くの伝送を行ったが映像に問題がないのに音声のみ問題が発生することは一度も経験していない。このため、本論文では映像についてのみ検証・考察する。

3. ユニキャストによる映像伝送

ハイビジョン映像伝送における本システムの有効性を検証するため、まず、ハイビジョン映像のユニキャスト伝送の際のネットワーク帯域とパケットサイズを計測した。計測に使用した機器は以下の通りである。

● 送信系

- ハイビジョンカメラ SONY HDR-FX1 IEEE1394(4pin)
- 送信用パソコン EPSON Endeavor NT331 Pentium M 1.6GHz, 256MB メモリ, 100Base-TX, IEEE1394(4pin)

● 受信系

- 受信用パソコン 富士通 FMV E630 Pentium 4 2.8AGHz, 512MB メモリ, 100Base-TX/1000Base-T

送信系のハイビジョンカメラと送信用パソコンはIEEE1394ケーブルで接続し、送信用パソコンと受信用パソコンは同一のスイッチングハブに100Base-TXで接続した。

送信用パソコンでは、VLCのビデオデバイスを「Microsoft AV/C Tape Subunit Device」とし、ストリーム出力の設定を図2のように受信用パソコン向けにUDP1234ポートでユニキャスト伝送を行う設定とした。

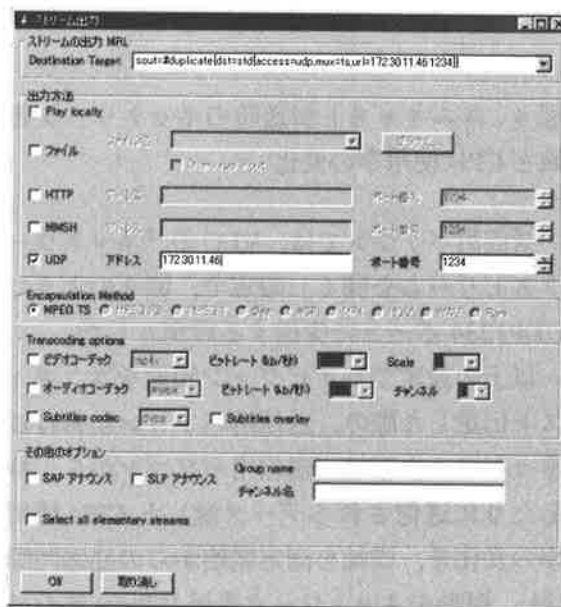


図2 ユニキャスト伝送時の送信用パソコンのVLCの設定画面

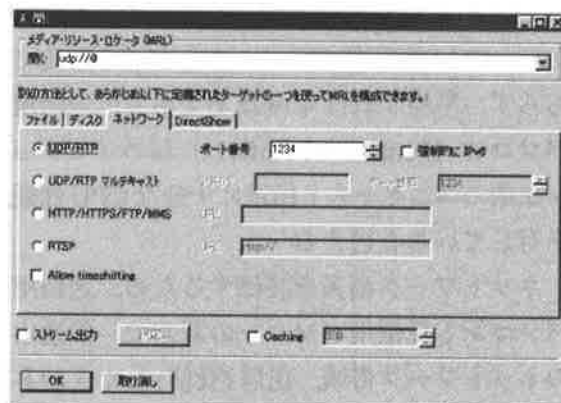


図3 ユニキャスト伝送時の受信用パソコンのVLCの設定画面

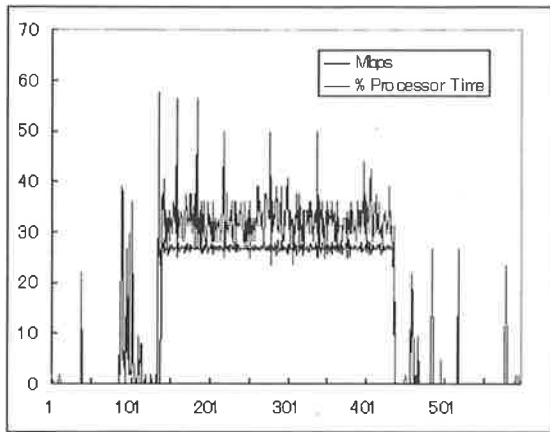


図4 ユニキャスト伝送時のネットワーク帯域とCPU使用率の変化

受信用パソコンでは、VLCの「ネットワークストリームを開く」設定で、図3のようにUDP1234ポートで受信する設定とした。

以上の設定でハイビジョン映像をユニキャスト伝送した際の、送信用パソコンにおけるネットワーク帯域(送信用パソコンから1秒あたりに送信されるデータ量)とCPU使用率の変化を、横軸を測定開始からの経過時間(秒)、縦軸をネットワーク帯域(Mbps)またはCPU使用率(%)として図4に示す。測定開始およそ135秒後から伝送を開始し、およそ440秒後に伝送を終了した。伝送中は平均して26Mbpsのネットワーク帯域を使用し、CPUも25%から60%程度消費されていることが分かる。CPU使用率はピークでも60%を超えておらず、平均すれば40%以下であり、送信用パソコン(Pentium M 1.6GHz)はハイビジョン映像のユニキャスト伝送に十分なCPU性能を有していると言える。

ネットワーク損失を評価するため、送信用パソコンと受信用パソコンの双方で、伝送中のネットワーク帯域、送信(受信)した1秒あたりのパケット数、送信(受信)したパケットサイズのそれぞれについて測定した。測定に用いたのは、Windows XPに管理ツールとして付属している「パフォーマンス」である。ネッ

表1 ユニキャスト伝送時のD, PおよびL

	D (Mbps)	P (packets/s)	L (bytes/packet)
送信	25.6	2471.4	1357.9
受信	25.5	2462.7	1357.9

トワーク帯域の平均値(D)、1秒あたりの送受信パケット数の平均値(P)、このときのパケットサイズ(L)を表1に示す。平均のパケット損失は1秒あたり8.7パケットであり、パケットサイズから計算すると1秒あたり11,813.7バイトとなる。損失率は0.35%となり、通信にはほとんど影響がない。同一スイッチングハブへの接続であるにもかかわらずわずかではあるがパケット損失が発生した原因としては、伝送時間がおよそ5分間と比較的短かったために伝送開始時に通信が安定するまでの時間が影響したことが考えられる。例えば通信の安定に1秒要するとすれば、300秒に対するパケット損失率は0.33%となる。後述する長時間のマルチキャスト伝送の例では損失がほとんど無いことから、測定時間が短いことが影響したと考えるのが妥当であり、本システムを用いたハイビジョン映像のユニキャスト伝送においてパケット損失はほとんどないと言える。

4. マルチキャストによる映像伝送

一対多の通信方式には同一ネットワーク内のすべてのホストに送信するブロードキャストと特定のグループに属するホストのみに送信するマルチキャストがある。ルータがマルチキャストルーティングに対応している場合は、異なるネットワークに対してもマルチキャスト通信を行うことができる。しかし、同一の組織内で特に設定した場合を除き、ルータがマルチキャストに対応していることは少ない。現実的にはブロードキャストドメイン内の一対多のグループ別通信にマルチキャスト

を活用することが多い。

マルチキャストは、複数の生徒用パソコンの画面に資料を提示する場合に活用できるほか、プロジェクタへの投影では視認が困難な映像を高い品質で生徒に提示したい場合に特に有効である。遠隔授業に際しても、主教室から遠隔教室に向けてユニキャストにより映像伝送を行い、遠隔教室内でマルチキャストによる再伝送を行うことで、主教室と遠隔教室の間のネットワーク帯域が十分でない場合でも遠隔教室側の生徒にも高精細な画面を見せることができる。板書スタイルの授業にも対応できるハイビジョン映像をマルチキャスト伝送できれば、板書が不鮮明なことからこれまで行われていなかった板書スタイルの遠隔授業も実現できるはずである。

本システムで用いるソフトウェアである VLC はマルチキャスト伝送にも対応している。実際にハイビジョン映像のマルチキャスト伝送ができるかどうかを検証するため、鹿児島大学学術情報基盤センターの端末室を用いて実証実験を行った。授業等での利用形態に近づけるため、端末室で実施された実際の講習会において講師とプロジェクタスクリーンのハイビジョン映像をマルチキャスト伝送した。第1端末室で行われた講習会を別の部屋である第2端末室の複数のパソコンにマルチキャスト伝送したが、図5に示すとおり Allied-Telesis CenterCOM 9812T の配下に複数の Allied-Telesis CenterCOM GS924GT が接続された同一のレイヤ2ネットワーク内のマルチキャスト伝送である。マルチキャスト伝送に先立ち、ネットワーク性能を評価するため予備実験を行った。予備実験に用いたのは、Windows XP に標準で付属している TTCP コマンドである。TTCP コマンドを用いて1,358バイトのパケットを送信側パソコンから受信側パソコンの1台に2,048回送信する実験を10回行った。パケットサイズとしては、TTCP コマンドのデフォルト値 8,092バイトではなく、ユニキャスト伝送の実験の結果得られた VLC が送出

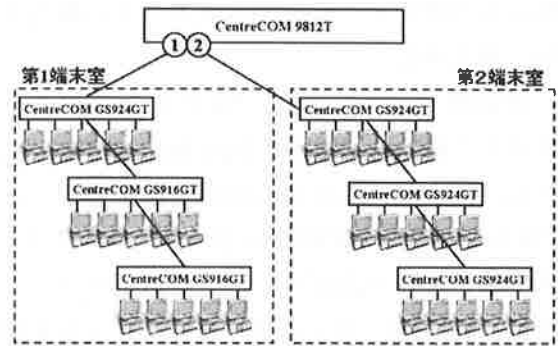


図5 マルチキャスト伝送時のネットワーク構成図

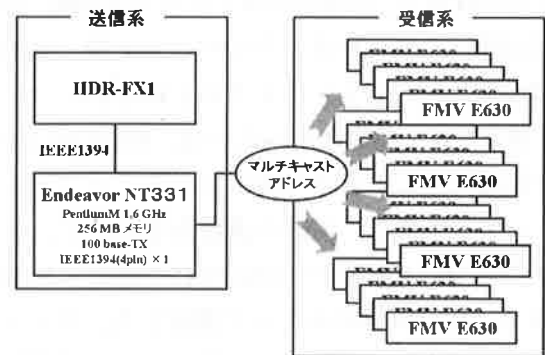


図6 マルチキャスト伝送の場合のシステム構成図

するパケットの平均のサイズ 1,358 バイトを用いた。1回あたりの送受信されるデータは 2,781,184 バイトとなる。平均のネットワーク帯域は 41.97Mbps となった。十分な速度が出ているとは言えないが、ユニキャスト伝送実験で 27Mbps 以上あれば十分であることが明らかになっているので、マルチキャスト伝送に際しても支障は無いと判断した。

マルチキャスト伝送に使用した機器はユニキャストの場合と同じであるが、受信側パソコンが複数となる。システム構成図を図6に示す。送信側パソコンからマルチキャストアドレスに対して送信を行い、受信側パソコンでマルチキャストアドレスを指定することにより送信されたデータを複数のパソコンで受信する。マルチキャストの特徴として、送信

側からの送出データはユニキャストの場合と同じ量で済む。

送信用パソコンでは、VLC のビデオデバイスを「Microsoft AV/C Tape Subunit Device」とし、ストリーム出力の設定を図7のように224.0.0.1 向けにUDP1234 ポートでマルチキャスト伝送を行う設定とした。受信用パソコンでは、VLC の「ネットワークストリームを開く」設定で、図8のようにマルチキャストアドレス224.0.0.1、UDP1234ポートで受信する設定とした。ネットワーク損失を評価するため、送信用パソコンと受信用パソコンの内の1台の双方で、伝送中のネットワーク帯域、送信(受信)した1秒あたりのパケット数、送信(受信)したパケットサイズのそれぞれについて測定した。測定に用いたのは、Windows XP に管理ツールとして付属している「パフォーマンス」である。実際の講習会を対象に、91分、86分、106分の三回に分けて合計4時間43分、16,980秒にわたって測定した。ネットワーク帯域の平均値(D)、1秒あたりの送受信パケット数の平均値(P)、このときのパケットサイズ(L)を表2に示す。映像の乱れ等は無くパケット損失の無い安定したマルチキャスト伝送を実現できた。ただし、1秒あたりの送信パケットの平均より受信パケットの平均が0.5パケット多くなった。これはVLC以外の通信が影響したものと思う。専用として用意した送信用パソコンではWindowsファイル共有を行っていないが、授業でも使われている受信用パソコンではファイル共有を行っていた。このファイル共有に関連する定期的な通信のパケットが平均して1秒あたり0.5パケットあったと考えている。

表2 マルチキャスト伝送時のD、PおよびL

	D (Mbps)	P (packets/s)	L (bytes/packet)
送信	25.6	2472.2	1357.9
受信	25.6	2472.7	1357.9

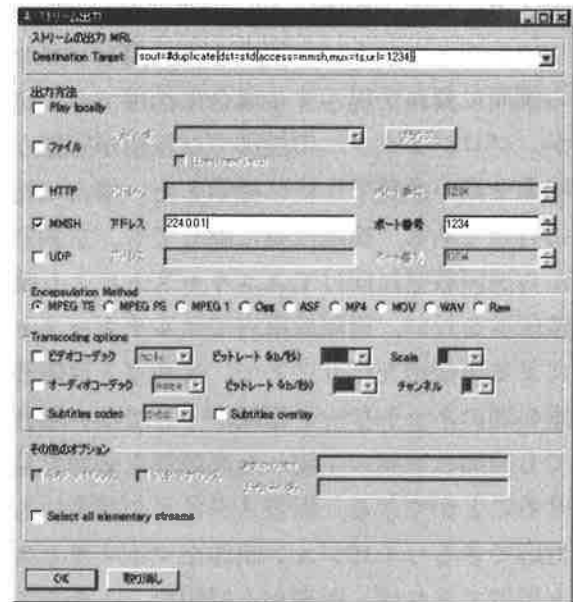


図7 マルチキャスト伝送時の送信用パソコンのVLCの設定画面

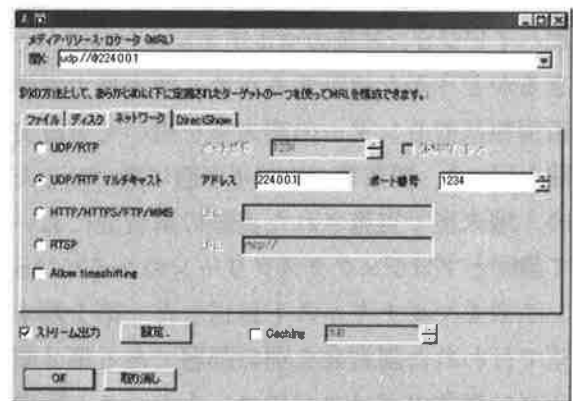


図8 マルチキャスト伝送時の受信用パソコンのVLCの設定画面

5. ユニキャストによる遠隔地への映像伝送

距離の離れた地点間への本システムの応用可能性を検証するため、SINETを経由した遠隔地へのハイビジョン映像伝送を試みた。SINET鹿児島大学ノードに接続した鹿児島大学キャンパス情報ネットワーク内に設置した送信パソコンを発信側とし、SINETに接続している奈良女子大学総合情報処理センターに設置し

たパソコンAと、九州通信ネットワーク株式会社のブロードバンド接続サービスBBIQにブロードバンドルータを介して接続したパソコンBをそれぞれ受信側としてユニキャスト伝送の実験を行った。パソコンAとパソコンBはいずれもオペレーティングシステムがWindows XPで、VLCをインストールしたパソコンである。

ユニキャストによるUDP伝送を行ったところ、パソコンBには問題なくハイビジョン映像を伝送できたが、パソコンAに対する伝送においてはブロックノイズが多く実用に耐えない結果となった。パソコンAでの映像を図9に示す。SINETとBBIQは東京のJPNAPで相互接続しており、経由するルータの数やネットワークの遅延はパソコンAよりパソコンBの方が明らかに大きい。条件がよいはずのパソコンA向けにハイビジョン映像の伝送ができなかった理由を調べるため、まずTTCPによるネットワーク帯域測定を試みた。しかし、パソコンAに対してはTTCPを用いた帯域測定も失敗した。そこで、Windows XPに管理ツールとして付属している「パフォーマンス」による計測を行った。ネットワーク帯域の平均値(D)、1秒あたりの送受信パケット数の平均値(P)、このときのパケットサイズ(L)について結果を表3に示す。平均のパケット損失は1秒あたり260.3パケットであり、パケッ



図9 パソコンAで受信した映像

表3 遠隔地へのユニキャスト伝送時のD, PおよびL

	D (Mbps)	P (packets/s)	L (bytes/packet)
送信	25.7	2476.2	1358.0
パソコンA	23.0	2215.9	1357.5

トサイズから計算すると1秒あたり353,487.4バイトとなる。損失率は10.5%となり、実用に耐えないネットワーク品質である。映像が乱れるのは当然と言える。ネットワーク機器に関する詳細な情報が手に入らないため確証は得られていないが、奈良女子大学側のファイアウォールやルータ等にUDPパケットを大きく損失してしまう障害等が存在しているものと考えている。BBIQ向けの映像伝送に問題が無かったことも、奈良女子大学側の障害の存在を示唆している。

一方で、パソコンBへの映像伝送に全く問題が無かった。このことから、光ファイバによるブロードバンド接続環境であれば、ハイビジョン映像の伝送が十分に可能であることを示したと言える。本システムはネットワーク環境も安価に導入可能なものを使用でき、ハードウェア、ソフトウェアを含めたすべての費用の合計も、これまでに開発された他のシステムに比べて小さい。学校単位での導入は容易である。

6. まとめ

従来に無い低いコストでハイビジョン映像のユニキャスト伝送及びマルチキャスト伝送を行うシステムを構築し、その性能を評価した。同一教室など、ネットワーク条件のよい環境であれば、ユニキャスト、マルチキャストとも安定してハイビジョン映像の伝送を行うことができることが明らかになった。特にHDV規格ハイビジョン映像のマルチキャスト伝送に関しては本論文以外に検証の例はなく、

板書スタイルの授業や実験のデモンストレーションなどに、本システムを用いたハイビジョン映像のマルチキャスト伝送が有効であることを初めて示した。

遠隔地へのユニキャスト伝送に関しても、光ファイバを用いたブロードバンド接続環境であればハイビジョン映像のユニキャスト伝送が可能であることを示した。一方で、鹿児島大学から奈良女子大学へのSINETを経由したユニキャスト伝送はパケットロスが多く実用に耐えないものとなり、奈良女子大学側のネットワーク機器の障害やネットワーク構成の問題を示唆するものとなった。これについては、詳細な調査により近日中に解消されるものと思う。

今後は、遠隔地へユニキャストで伝送したハイビジョン映像を教室内にマルチキャスト伝送する実験などを行い、本システムの遠隔授業への応用について検証を進めていきたいと考えている。これについても、本論文で示した結果を見る限り問題なく行うことができるはずである。

謝辞

本研究を進めるにあたり、実験などの実施に際して多大なるご協力をいただきました奈良女子大学総合情報処理センター山田英治氏に心より感謝いたします。

参考文献

- (1) 西村浩二, 近堂徹, 田島浩一, 岸場清悟, 相原玲二: “大学間遠隔コミュニケーションのための高品質動画像伝送システム”, 学術情報処理研究, No. 7, pp. 43-53 (2003)
- (2) 石田雅, 岡田英範, 鈴木好明, 小谷章二, 柏木秀文, 山岸正明: “ハイビジョン映像データ伝送に関する基礎実験について”,

学術情報処理研究, No. 7, pp. 97-102 (2003)

- (3) 徐浩源, 志村俊也, 有澤博: “ハイビジョン伝送による遠隔講義システムの構築”, 学術情報処理研究, No. 9, pp. 99-104 (2005)
- (4) HDV Format Web Site :
<http://www.hdv-info.org/>
- (5) VideoLAN :
<http://www.videolan.org/>
- (6) Canopus EDIUS 3 for HDV :
http://www.canopus.co.jp/catalog/edius/edius3hdv_index.htm
- (7) Apple iMovie HD :
<http://www.apple.com/jp/ilife/imovie/>
- (8) 川野哲生, 清水健司, 小倉毅, 君山博之, 丸山充: “非圧縮 HDTV over IP システムの実装と評価”, 信学技報, vol. 104, no. 181, IN2004 27-35, pp. 13-18 (2004)
- (9) 君山博之, 川野哲生, 財満和孝, 原田啓司: “インターネット HDTV ビデオスタジオシステム i-Visto”, NTT 技術ジャーナル, vol. 15, no. 6, pp. 70-73 (2003)
- (10) HDTV エンコーダ/HDTV デコーダ H3000 シリーズ :
<http://www.nel.co.jp/multimedia/products/hdtv/h3000.html>
(2005年10月17日原稿受付)
(2006年3月10日採録決定)

著者略歴



久保田真一郎 1999年熊本大学大学院理学研究科修士課程修了, 修士(理学), 同年同大学院自然科学研究科博士後期課程入学, 現在も在学中. 2002年鹿児島大学

総合情報処理センター文部科学事務官, 2003年鹿児島大学学術情報基盤センター文部科学技官, 2004年より現職(鹿児島大学学術情報基盤センター技術職員).

松元将也 2002年鹿児島大学工学部情報工学科入学, 2006年3月同大学同学部同学科卒業見込, 同年4月鹿児島大学大学院理工学研究科博士前期課程情報工学専攻入学予定.

升屋正人 1996年東京大学大学院農学生命科学研究科博士課程修了, 博士(農学), 同年4月岡崎国立共同研究機構分子科学研究所理論研究系非常勤研究員, 1997年11月鹿児島大学工学部情報工学科助手, 2000年4月鹿児島大学総合情報処理センター助教授, 2001年4月鹿児島大学学長補佐(併任・2003年1月まで), 2003年4月より現職(鹿児島大学学術情報基盤センター助教授・副センター長).