

カメラ装着型DV中継システムの設計と実装

武末 崇[†] 三宅 喬[†] 武井 克明^{††} 小林 和真[†]

[†] 倉敷芸術科学大学大学院 産業科学技術研究科
〒712-8505 岡山県倉敷市連島町西之浦 2640 番地

^{††} 株式会社パワープレイ 〒107-0052 東京都港区赤坂 3-21-15

E-mail: †{sue,miyake,kazu-k}@cs.kusa.ac.jp, ††takei@powerplay.jp

あらまし 本論文では、インターネットを用いた映像伝送の手段として利用されている、DVTS(Digital Video Transport System)を用いたDV中継システムの可搬性の向上、ユーザインターフェースの改良を行い、遠隔地における中継イベントに特化したシステムの開発について論ずる。従来のDVTSを用いたDV中継システムでは、機材の個数や重量による設置場所の確保、機材搬送や中継地点変更時のホストの設定変更手間がかかった。特に、機材設置場所の確保が困難な場所では、既存のシステムは非効率であった。本研究では、ハードウェア、オペレーティングシステム、ユーザインターフェースの最適化を行い、可搬性、操作性に優れたDV中継システムを設計、実装する。

The design and implementation of the compact DV over IP system for Internet Live.

Takashi TAKESUE[†], Takashi MIYAKE[†], Katsuaki TAKEI^{††}, and Kazumasa KOBAYASHI[†]

[†] Kurashiki University of Science and the Arts, Graduate school
2640 Tsurajima, Kurashiki, Okayama, 712-8505 Japan

^{††} PowerPlay Corporation 3-21-15 Akasaka, Minato-ku, Tokyo 107-0052 Japan

E-mail: †{sue,miyake,kazu-k}@cs.kusa.ac.jp, ††takei@powerplay.jp

Abstract This Paper proposes a development of a new system specialized the long-distance live broadcasting. We improve the portability of the DV over IP system with DVTS that used as a means to transmit a DV video image with the Internet, and also improve the user interface. An existing DV broadcasting system had some restrictions of there was a lot of machine parts, heavily, and the operation cost, etc. In this research, We design and implementation of the DV over IP system for Internet Live that is easy to operate, and portable, by improving the hardware, operating system and user interface.

1. はじめに

近年、ケーブルテレビやADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line)、FTTH (Fiber To The Home) などを利用したブロードバンド環境の整備に伴い、インターネットは情報基盤、社会基盤としてその役割を担うようになってきている。ブロードバンド環境を利用するアプリケーションとして、広帯域ネットワークを必要とする MPEG-2(Moving Picture Experts Group-2)やDV(Digital Video)、D1(Digital1)、HDTV(High Definition Television)などの映像ストリームを配信するシステムが開発され、注目を浴びている。

これらの広帯域なインターネットを利用した画像中継システムは、イベントや遠隔地における会議、授業、医療など [1] [2] で利用され始め、次世代インターネットでも大きな役割を担うことが期待されている。また、従来の放送用途の画像中継システム [3] とは大きく異なり、大規模な中継設備を固定的に所有しなくても、中継伝送に必要なネットワーク的な帯域を確保できれば、インターネットで接続された任意の地点間で画像中継を行うことができる。

その中でも DVTS [4] は、WIDE プロジェクト [5] のインターネット教育システムである SOI (School of Internet) [6] や国内最大のインターネット総合展示会である Networld+Interop [7] などでも頻繁に使用されているシステムである。DVTS は、民生用の安価な DV 機器で構成することが可能なインターネット画像伝送システムであり、1998 年より WIDE プロジェクトで開発が進められ、RFC3189 [8] として IETF [9] でも標準化されている。ネットワーク部分のコストを除くと数十万円のコストでシステムを構築できるメリットがあり、誰にでも簡単に中継システムが構築できる。

この DVTS を利用した DV 中継システムは、様々な場所で用いられている実績があるが、同一カメラクルーによる広範囲の撮影や、中継場所の変更による連続的な移動が必要とされるイベントでは運用が困難である。これは、DVTS が固定された PC 間での伝送を前提に設計されているためであり、中継現場での実態を反映した改良を加えることで、より使い易い中継システムを構築することが可能である。

そこで本論文では、インターネットを利用した遠隔地からの中継システムに関わって、この DVTS に着目する。そして、可搬性、操作性などについて議論し、より中継現場で使い易い DV 中継システムの

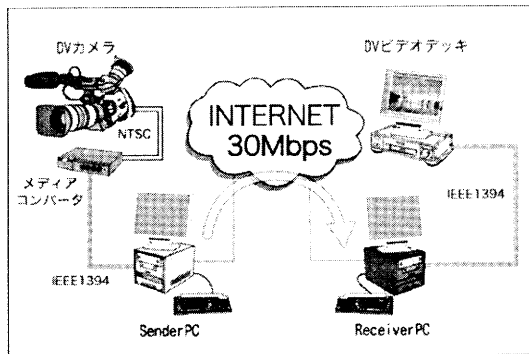


図1 DVTSを用いたDV中継システム

表1 DV中継システム SenderPC 機材リスト

物品	個数
デスクトップ PC	1
PC 電源ケーブル	1
ディスプレイ	1
ディスプレイケーブル	1
ディスプレイ電源ケーブル	1
キーボード	1
メディアコンバータ	1
メディアコンバータ用アダプタ	1
NTSC ケーブル	1
DV カメラ	1
DV カメラ用アダプタ	1
DV カメラ用バッテリー	1
DV カメラ AC 用接続ケーブル	1
IEEE1394 ケーブル	1
Cat5 イーサネットケーブル	1

設計と実装について論ずる。また、開発したプロトタイプシステムをイベントで運用した事例を紹介し、目標であるカメラ装着型のシステム開発に関して考察する。

2. DVTS を用いた DV 中継システム

図1に DVTS を用いた DV over IP 中継システム (以下、DV 中継システム) の全体像を示す。DVTS を用いた DV 中継システムは、DV カメラから受け取った DV データを IP パケット化してネットワークに送信する SenderPC と、IP パケットを受信して元の DV 画像に復元する ReceiverPC で構成される。典型的な DVTS による中継は、DV カメラの IEEE1394 出力をケーブルを利用して SenderPC に接続し、DV 信号を IP パケット化することで、ネットワークを利用して遠隔地に送信する。受信側の ReceiverPC では、受信した IP パケットをふたたび IEEE1394 の DV 信号に戻し、編集や放送に利用する。IEEE1394 端子を持つ普

通のPCに、フリーソフトウェアとして無償公開されているDVTSをインストールし、必要な動作設定を行えば、誰でも利用することが可能である。SenderPCとReceiverPCの間のネットワークは、DV(25Mbps)画像にIP化のオーバーヘッドを加えた約30Mbpsの伝送帯域を必要とする。本論文では十分な広帯域ネットワークが利用者間で用意されていることを前提に議論をすすめることにする。

インターネットを利用しない従来型の中継と比べれば、DV中継システムは必要とされる機材がかなり少なく済む。しかしながら、現場からの中継を前提とすると、DVTSを利用するためのデスクトップPCやDVとNTSC間で映像を相互変換するためのメディアコンバータなど、カメラクルーの動きを制限する機材はまだ数多く存在する。(表1)

これまでもDVTSシステムについての可搬性を考慮した研究[10]が行われているが、中継場所間の単純な移動、設置時間の短縮を目的にシステムが設計されており、広範囲の撮影や中継場所の連続的な移動、オペレータの負荷の削減など、イベント現場での運用を実際に行ってみると、配慮に欠ける部分が多く不十分である。

3. 問題点

既存のDV中継システムをイベントで運用した場合の問題点を以下に示す。

3.1 可搬性に関する問題

既存のDV中継システムは、中継場所の変更を想定した設計がされていない。そのため、中継場所を変更する際には、機器の個数に比例して中継機器の移動、設置に手間がかかってしまう。また、その毎にシャットダウン処理が必要であり、機器の接続や設定の人為的なミスによるトラブル処理にも時間がかかることが予想される。

3.2 中継機材設置場所に関する問題

既存のDV中継システムでは機材が多いため機材の設置や中継に必要な場所が必要となる。イベント会場内での中継は、展示会場のように人の多さから中継場所の近くに機材設置場所を確保することが難しい。また、中継は多少の移動を伴うため設置した機材の量によっては移動先の場所を確保することができないため、移動先での中継を行うことができない。

3.3 IEEE1394 インターフェースに関する問題

中継機材設置場所から広範囲の中継が必要な場合、DVカメラとSenderPC間のIEEE1394ケーブルを延長しカメラの移動距離を確保することが考えられ

る。IEEE1394ケーブルは規格上50mのケーブルでは100Mbpsの伝送速度を確保できるが、IEEE1394ケーブルを延長することよりノイズによる映像の乱れを起こす可能性がある。また、IEEE1394インターフェースを持つDVカメラの多くが小型軽量化により4ピンを採用しているため、カメラクルーの動作によるIEEE1394ケーブルの抜けにも注意が必要である。

活線挿抜に対応していないオペレーティングシステム(以下OS)でDV中継システムを運用している場合、IEEE1394ケーブルの抜けからアプリケーションの再起動も必要である。

3.4 オペレータの作業負荷に関する問題

オペレータは、中継場所で機器のセットアップを完了させSenderPCの設定情報変更し、ReceiverPCまでのネットワーク接続を確認後DV送信を行う。イベントでの運用では、頻繁に中継場所の変更があるため、それぞれの場所で”機器の組み上げ”、”場所にあわせたネットワーク設定”、”ネットワーク接続性の確認”といったDV送信までの一連の作業を毎回行わなければならない。

既存のDV中継システムではIEEE1394ケーブルの抜けや、急な電源の切断という問題が発生する可能性があるため、オペレータは常に注意する必要がある。また、これらの問題が発生した場合には、オペレータが再度、送信を開始しなければならない。

4. 解決方法の提案

前章で述べた問題点を考慮し、イベントでの中継運用に適したDV中継システムを提案する。

イベントでの中継運用に特化したDVTS中継システムは、機器の個数を減らし必要最小限の構成で構築されることが望ましい。加えて、機器設置場所を必要としないことが重要である。

そこで、DVTSシステムの小型化を行い、カメラクルーに携帯可能なDVTSを用いたイベント用DV中継システムを提案する。

提案するシステムは、カメラクルーが自分でDVカメラとSenderPCを携帯する方式をとり、常にネットワークに接続された状態で撮影を行う。携帯されるSenderPCに必要なネットワークの設定やDVTSのオペレーションを自動化するソフトウェアを追加実装することで、移動先での煩雑な設定作業を軽減し、迅速な中継場所間の移動を同一スタッフで行えるようにする。

一方、これまでのカメラ中継では、カメラから中継

表2 EZGO 3032仕様

品名	EZGO 3032
CPU	Intel Pentium III 500MHz
Memory	128MB
NIC	100base-TX
CompactFlash	64MB
IEEE1394	2port
USB2.0	2port
サイズ(縦*横*高) cm	157*146*46
重量(g)	950

システムまで、同軸ケーブルや映像用光ケーブルなどを用い、映像を届ける方式が採用されている。DVTS中継システムを携帯化しカメラに装着することで、このケーブルをEthernetケーブルや無線ネットワークに変更することになり、映像を届ける範囲をEthernetケーブルの先に広がるインターネットへと拡大することが可能となる。現在のインターネットでは、30Mbpsの伝送帯域を必要とするDVTSを場所を選ばず自由に利用することは困難であるが、実験目的で構築された列島縦断型ギガビットネットワークのような広帯域ネットワークなどを利用して、そのまま全国向けに中継配信することも可能である。

5. 設計と実装

イベントでの中継運用に特化したDV中継システムを開発するために、本研究では、プロトタイプシステムとして、カメラクルーが携帯した状態で運用可能なDV中継システムを作成した。プロトタイプシステムは、“省スペースで操作性が高いこと”、“必ずしも機材設置場所を必要としないこと”、“オペレータの負荷を軽減できること”以上の3つの要件を満足させる。

まず、機材を必要最小限の構成にするために、SenderPCには、DVTSが動作可能な小型のハードウェアを用いる必要がある。プロトタイプシステムにはDVTSの動作要件を満たすEZGO 3032 [11]を採用した。EZGO 3032の仕様を表2に示す。

次に、中継機器の移動や設置にかかる手間を無くすため、ディスプレイやキーボードなどの入出力装置を排除し、機材の個数を減らす。これにより、人為的な設定ミスやトラブルが発生した場合の対応が速やかに行える。さらに、機材設置場所が不要で、カメラクルーが携帯運用可能なシステムを構築することができる。

入出力装置を排除するため、DV送信時のコマンド入力操作を自動化する必要がある。プロトタイプシステムには、SenderPC起動時に自動でネットワーク

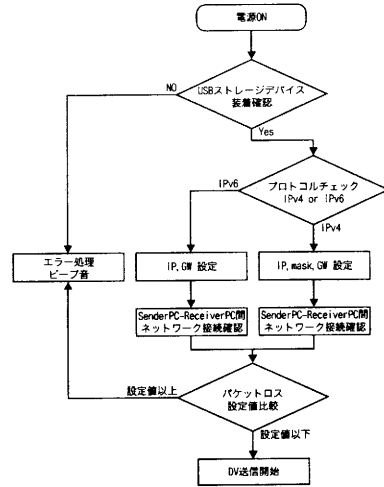


図2 DV送信プロセス

接続を確認し、DV送信を開始するソフトウェアを実装する。電源を入れてからDV送信を開始するまでのソフトウェアの流れを図2に示す。

また、中継場所ごとに、SenderPCに異なる設定情報の提供が必要である。USBストレージデバイス(以下USBメモリ)に設定情報を記述しておき、実行時に読み込むよう設計する。中継場所変更時には、USBメモリの差し替え、データの書き換えを行う。USBメモリは十分安価なため、中継場所毎に用意しておくことも可能である。USBメモリに書き込むSenderPCの設定ファイルを図3に示す。

プロトタイプシステムを携帯運用するにあたり、IEEE1394ケーブルや電源ケーブルへの配慮が必要となる。SenderPCあるいはDVカメラからIEEE1394ケーブルが抜けた場合、DV送信の中断やアプリケーションの再起動が必要になる。プロトタイプシステムでは、DVTSがサポートするOSの中でも、活栓挿抜機能に対応しているLinuxを採用する。また、電源ケーブルが抜けた場合、シャットダウン処理が正常に実行されないため、ファイルシステムが破損する可能性がある。このことを考慮し、急な電源の切断においても、ファイルシステムの破損を回避するため、リードオンリーでマウントする。これによって、書き込み回数に制限のあるコンパクトフラッシュの寿命を延ばすことができる。しかし、Linuxはリードオンリーファイルシステムを正式にサポートしていない。プロトタイプシステムでは、起動時にRAMディスクを作成し、/tmpと/varにマウントすることで、

```

###config file sample###
#ping_count= 5
#ping_loss = 10
###Sender###
#IPversion = 4
#ip = 192.168.0.10
#mask = 255.255.255.0
#gw = 192.168.0.1
###Destination###
#ip = 192.168.0.11
#port = 8000
###Sender###
#IPversion = 6
#ip = ff::1234
#gw = fe80::1
###Destination###
#ip = ff::2345
#port = 8000

```

図3 USBメモリ内のSenderPC設定ファイル

表3 プロトタイプシステム機材リスト

物品	個数
EZGO 3032 本体	1
PC用バッテリー	1
バッテリーケーブル	1
DVカメラ	1
DVカメラ用バッテリー	1
DVカメラ用アダプタ	1
DVカメラAC用接続ケーブル	1
USBストレージデバイス	1
IEEE1394ケーブル	1
Cat5イーサネットケーブル	1

ログメッセージやプログラムの動作に必要な情報をそこに書き込むようにする。

次に、表3に本システムの詳細と図4に本システムの全体図を示す。

6. イベントでの試験運用

出来上がったプロトタイプシステムと既存システムを比較し、動作を検証するため Networld+Interop2003のイベントネットワークを利用したインターネット放送局”ShowNetTV”でDV送信を行った。プロトタイプシステムを用いて、イベントの開催された3日間で14箇所からの中継、延べ時間にして290分の運用を行った。

プロトタイプシステムは、既存のDV中継システムとは異なり、ディスプレイやキーボードなどの入出力装置が不要なため、中継機材の設置場所を必要としない。また、カメラクルーが携帯したまま運用が可能



図4 プロトタイプシステム全体図



図5 プロトタイプシステム運用の様子

であるためセットアップ作業にかかる手間も少ない。さらに、DV送信を自動化するソフトウェアを実装することにより、オペレータが事前にUSBメモリの情報を設定し、中継場所ではカメラクルーがSenderPCに電源を入れるだけで、容易にDV中継が行えた。

実際にプロトタイプシステム運用の様子を図5に示す。

7. 今後の課題

プロトタイプシステムを運用する事でいくつかの問題点を発見した。実装したソフトウェアがUSBメモリの設定情報を読み込み、DV送信をする過程でエラーが発生した場合、ピープ音による異常を知らせるように実装している。しかし、イベントでの中継場所は、騒音が激しく聞き取れないことがあった。対策として、5インチ液晶ディスプレイやLEDを取り付け視覚的にエラーを伝えるシステムに切り替えることが望ましい。また、DV中継時に、電源スイッチの誤動作によるSenderPCのシャットダウンやカメラクルーの撮影動作によりIEEE1394ケーブルが抜けてしまい、DV送信が中断するトラブルも発生した。

表4 EBS1363仕様

品名	EBS1363
CPU	VIA C3 800MHz
Memory	128MB
NIC	100base-TX
CompactFlash	64MB
IEEE1394	1port
USB1.0	1port
サイズ(縦*横*高) cm	157*110*46
重量(g)	310
標準添付外装(g)	600
試作外装(g)	50

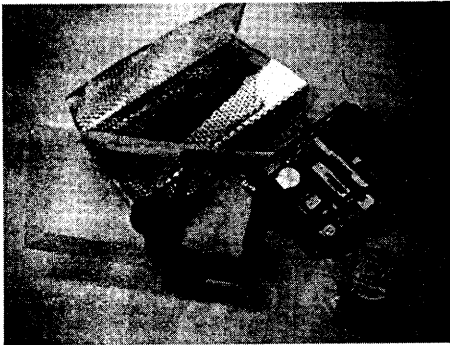


図6 試作中の外装

カメラクルーの撮影動作による IEEE1394 ケーブルの抜けは、DV カメラに SenderPC を直接装着し、接続間の距離を一定に保つことで回避できる。

DV カメラに装着するためには更に小型で軽量である必要があり、作成済みのプロトタイプシステムではこの要件を満たさない。

現在、より小型で DVTS が動作可能なエンベデッドシステムである NEXCOM 社製の [12]EBS1363 を用いて試作している段階である。既にソフトウェア部分の実装は完成しているが、カメラ取り付け部分、バッテリー駆動にするための電源ユニット、外装部分が開発中である。EBS1363 に標準添付の外装は 600g と重量があることから、アルミメッシュやクレイ粘土を用いた軽量化の外装を作成中である。EBS1363 の仕様を表 4 に、試作中の外装を図 6 に示す。

8. 終わりに

本研究では、イベントで使用される DV 中継システムの問題点を指摘し、その問題に対する解決方法を示した。本研究で実装したプロトタイプシステムは、DVTS の小型化の要求である、可搬性、可用性、コスト削減を実現した。

SenderPC に電源を入れることで、自動でネット

ワーク接続確認を行い、DV 送信を開始するソフトウェアを実装した。DV 送信時のインターフェースを改善することで機器を取り扱うカメラクルーとオペレータの運用コストを軽減した。また、中継機器を一つにまとめ、カメラクルーが携帯運用可能にした事で、中継地点変更の際に生じる機器の移動や、準備時間の短縮が可能になった。さらに、人の多い場所でも中継機器のスペースを確保する必要なく中継することができた。まだ、ハードウェア部分の実装や、インターフェースの改善など汎用化の課題が残されるが、これを改善することで、イベントでの用途だけではなく、高画質な遠隔中継が必要とされる医療や教育などの分野での社会貢献性が期待できる。

文 献

- [1] 三川 莊子, 大江 将史, 加藤 朗, 大川 恵子, 村井 純. IPv6 インターネット基盤を利用した遠隔教育環境の実現. 情報処理学会第 65 回全国大会, March 2003.
- [2] 大橋 久美子, 渡辺 守, 坂本 直哉, 永田 宏, 田中 博 1). 超高速インターネットによる内視鏡動画伝送実験. 第 22 回医療情報学連合大会 医療情報学 22, November 2002.
- [3] 平間 良一, 梅沢 一樹, 飯島 章夫. ビデオアルファ No.3. ビデオ制作技術のシステムと基礎, p. 56. 写真工業出版社, 2001.
- [4] Akimichi Ogawa, Katsushi Kobayashi, Kazunori Sugiura, Osamu Nakamura, and Jun Murai. Design and Implementation of DV based video over RTP. In *Packet Video Workshop*, 2000.
- [5] WIDE Project. WIDE Project Home Page. <http://www.wide.ad.jp/>, 1988.
- [6] SOI project. WIDE University/School Of Internet. <http://www.soi.wide.ad.jp/>, 1997.
- [7] Key3Media Events. NETWORLD+INTEROP 2003 TOKYO. <http://www.interop.jp/>, 2003.
- [8] K. Kobayashi, A. Ogawa, S.Casner, and C.Bormann. RTP Payload Format for DV (IEC 61834) Video. 2002. RFC3189.
- [9] The Internet Engineering Task Force. IETF Home Page. <http://www.ietf.org/>, 2003.
- [10] 杉浦 一徳, 櫻田 武嗣, 小川 晃道, 中村 修, 中川 晋一, 村井 純. ノート PC を利用した DVTS システムの構築. 2001. マルチメディア通信と分散処理 情報処理学会.
- [11] ezgopc.com. Ezgopc.com. <http://www.ezgopc.com/>, 2003.
- [12] LTD. NEXCOM International Co. NEXCOM. <http://www.nexcom.com/>, 2003.