

医療とコンピュータ

Vol.13 No.3

株式会社日本電子出版

<http://www.epj.co.jp/medcom/>

インターネットとDVTS

杉浦一徳¹⁾、小川晃通²⁾

¹⁾独立行政法人 通信総合研究所 情報通信部門 超高速ネットワークグループ、²⁾慶應義塾大学 政策・メディア研究科

KEY WORD インターネット、ビデオ会議システム、ブロードバンド

背景

従来のISDN、10Base-Tイーサネットなどといった狭帯域インターフェースから100Base-TX、1000Base-FXイーサネット、ATMなどといった広帯域インターフェースへと、ネットワークインターフェースの進化とともにネットワークインフラストラクチャの帯域幅も増加している。

ネットワークの帯域幅の増加は、インターネットが世界規模で爆発的に利用され生活環境に浸透した証明である。現在のインターネットの中核技術は、IPv4(Internet Protocol Version 4)とTCP(Transmission Control Protocol)である。利用者の増加に伴い、次世代インターネットインフラストラクチャではスケーラビリティを主たる解決目標とし、IPv6(IP Version 6)の開発を終え普及に向けて様々な相互接続実験(Interoperability testing)を行っている。

このようなネットワークの帯域幅の増加と利用者の急増は、会社、家庭、大学、医療機関など場所を問わず、また、時間、方法をも問わない接続性(Ubiquitous Environment)が確保され始めているのが要因である。特に家庭内で利用する様々な電子機器のネットワークへの対応と、その接続インターフェースの開発が着目されている。ホームネットワークの中で着目されているのが、従来の文字、静止画情報に加えて現在のテレビと同等以上の品質を保つ映像、音声などといったメディアサービス・コラボレーションツールである。

ネットワークの帯域が増加するとともに、ネットワーク

を利用し映像、音声を伝送するリモートコラボレーションツールもその帯域を活用すべく、より高画質、高音質な伝送システムへと変化してきた。しかし、このような映像、音声の伝送システムは、特化した機材を基に組み上げられ、相互接続性、互換性という点で課題を残している。DVTS(Digital Video Transport System)では、このような相互接続性、互換性という点に焦点を当て、民間製品を利用した極めて低価格な映像、音声伝送システムを実現している¹⁾。

高品質な映像・音声メディアとインターフェース

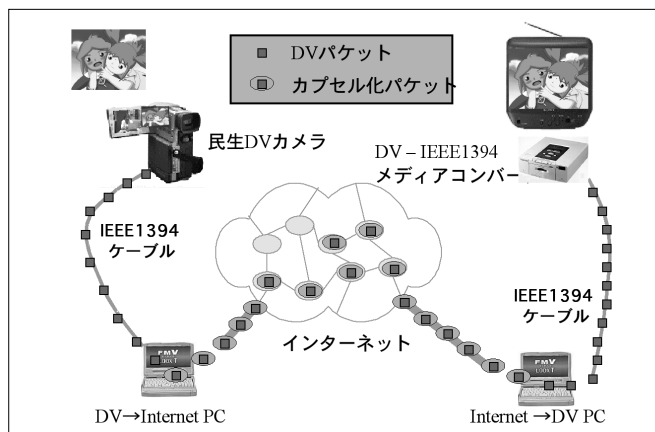
映像、音声といったメディアのデジタル化が進められ、家電製品として流通し始めている。これらのメディアは、DV(デジタルビデオ)、DVD、D-VHSなどといった媒体で提供される。また、衛星デジタル放送をはじめ従来のアナログ方式によるテレビ放送が、順次デジタル方式へと移行している。高品位メディアのデジタル化に伴い、これらをネットワークに相互接続することで効率的な情報の共有、伝達を可能とするインターフェース基盤技術が構築可能となる。また、このような映像・音声メディア及びインターフェースは量産仕様である民間製品を主に構成されるため、従来の特化したシステム構築に比べ極めて低価格での供給が可能である。

映像、音声といったメディアのデジタル化は、従来のテ

表1 使用機材

- ・民生用DVビデオカメラ
ビデオストリームをIEEE1394 DVパケットに符号化する。
- ・民生用DVデッキ（映像再生、記録用）
- ・AT-PC互換機
DVビデオカメラで生成されるIEEE1394 DVパケットに対して、インターネットを経由して配送可能とするためのUDP[®]によるカプセル化を行う。
上記パケットを脱カプセル化し、映像再生用ビデオデッキに転送する。

図1 DVTSシステム



キスト、静止画像情報などに比較して定常的に極めて大容量の情報で構成される。また、メディア伝送にあたって実時間性が要求されるという特徴を持つため、実時間ストリーム型の情報(ストリームデータ)と呼ばれる。現在のインターネットに代表されるTCP/IPプロトコルスタックを用いたパケット交換型のネットワークシステムは、共有されたネットワーク資源を利用した最善努力型のネットワークであり、ネットワーク資源の競合によるパケットの揺らぎや喪失を防ぐことは、その性格上困難な対応が必要となる。インターネットを通信媒体として使用する現在の実時間ストリーム型データ転送によるビデオ会議システムは、ビデオカメラ等から得られる映像、音声をインターネットに適した形でデジタル化、変換を行い、配送する。制限されたネットワーク帯域における使用を前提としているため、ネットワークの負荷に柔軟に対応できるように、生成される映像、音声に対して高効率な非可逆圧縮を行う。

映像、音声に対する圧縮は、特化したハードウェアによって行われるハードウェア圧縮処理と、ソフトウェアによるソフトウェア圧縮処理の2つに大別できる。リアルタイム性を考慮したハードウェアを用いた圧縮処理は、圧縮に要する処理時間が短縮されるが、その工程には特化した専用の機材が要求される。ソフトウェアによる圧縮処理は、専用の機材を要求しない反面、圧縮工程における時間的遅延が増加する。そのため映像、音声メディアのデジタル化は、従来では高額な特化したMPEG、MPEG2エンコーダを用いたアナログビデオ・音声情報をデジタル化(符号化)していた。符号化にあたっては専門的な知識を必要とし、異種機器との相互接続性という点でも互換性の問題があり、普及の妨

げとなっていた。

家電製品のネットワーク化という主点で開発された広帯域低遅延シリアルバスインターフェースであるIEEE1394とそのインターフェースを利用したDVに着目し、DVをネットワークに接続し転送するDVTSを開発した²⁾。

DVを用いた双方向ビデオ会議システム：DVTS

DVTSは、映像、音声のデジタル符号化、圧縮に民生用DVカメラ、ビデオデッキを用い高品質で効果的なデータ圧縮を低価格な機材で実現する。通信機構は、一般的な民生品の機材を使用する。使用する機材の特徴は表1の通りである。本機構を用いたビデオ会議システムの全容を図1に示す。

本ビデオ会議システムは、3つの基本アプリケーションにより構成される。

カメラから転送されてきたIEEE1394 DVパケットをPC互換機のIEEE1394インターフェースから受信し、UDPにカプセル化し、IPを利用して受信者側のネットワークに向けて送信するアプリケーション

UDPによってカプセル化され、転送されたIEEE1394 DVパケットを脱カプセル化するアプリケーション

脱カプセル化したDVパケットをPC互換機のIEEE1394インターフェースを通じ、DVビデオデッキへ出力するアプリケーション

送信側に接続されたDVカメラ(図1: 左側)は、映像、音声

表2 DVTSの目的

- 1) RTP(Real time Transport Protocol)への対応⁹⁾
- 2) DV配信に必要なネットワーク帯域調整機構の実現
- 3) 次世代インターネットプロトコルであるIPv6への対応
- 4) 複数地点へのストリーム配信を行うためのマルチキャストの対応
- 5) 映像データの配信により生じるバーストトラフィックの改善
- 6) 利用可能帯域資源への動的な適応
- 7) 異種オペレーティングシステムに対する相互接続性の保障

をIEEE1394にカプセル化したDVパケットストリームに変換し、PC互換機に転送する。PC互換機では、カメラから転送されたDVパケットをUDPにカプセル化し、IPを使用して受信者側PC(図1:右側)へネットワークを経由して送信するアプリケーションが実行される。受信側PCは、2つのアプリケーションが実行される。1つはUDPにカプセル化されたDVパケットを脱カプセル化するアプリケーションである。他方はUDP/IPヘッダを取り除かれたDVパケットを、IEEE1394インターフェースを通じてDVビデオデッキへ出力するアプリケーションである。DVビデオデッキは接続されたモニタに映像、音声を出力する。

DVカメラから生成されたIEEE1394 DVパケットは、日本のテレビの標準信号である垂直解像度525本、映像フレームレート29.97HzのNTSCビデオフォーマットを圧縮符号化し提供する。DVパケットをIPによってカプセル化し転送すると、35Mbps以上のネットワーク帯域を必要とする。DVカメラから得られる映像フレームの破棄制御機能を追加することで、必要となるネットワーク帯域を減少させた。

ビデオストリームを転送するネットワーク帯域が不十分な場合、定期的な映像フレームの間引き(破棄制御)を行うことで、必要となるネットワーク帯域を減少させることが可能である。音声情報は映像情報ほどネットワーク帯域を消費しないが、ジッタ、情報欠損による影響が大きく、連続的な再生が要求される。映像フレームの間引きを行うことにより映像情報のフレームレートを減少させ、音声情報を保持することによって、DVパケットストリームに対して効果的な圧縮が可能となる。DVTSでは複雑な画像圧縮行程を用いないため、画像処理負荷が増加しない。圧縮のた

表3 DVTSのアプリケーション

dvsend	DVを相手に送信するアプリケーション
dvrecv	DVパケットを受信するアプリケーション
dvsave	DVパケットをファイルに保存するアプリケーション
dvplay	DVファイルから映像を再生するアプリケーション
dvshow	DVパケットをPC画面に表示するアプリケーション

めの複雑な処理は計算量を増加させ、負荷が増大するため、画像フレームを減少させることによる解決を行っている¹⁰⁾。

DVTSの開発

DVTSでは、7つの方針(表2)を考慮し実装された。

RTPは主にUDP上で動作するプロトコルとして設計されている。しかし、UDP以外のプロトコルを用いても実装が可能であり、またマルチキャストにも対応している。インターネット上でリアルタイム通信を行う場合、RTPを用いて、相互接続性という観点からも実装が単純化される。

次世代インターネットの標準プロトコルに対応するため、DVTSはIPv4とIPv6の両プロトコル体系に対応する。IPv6対応のための実装環境として、各種オペレーティングシステムのIPv6パッケージを利用している。IPv6対応のための変更は、主にsockaddr_inとsockaddr_in6である。

DVTSは、5つの応用アプリケーションによって構成される。表3にそれらのアプリケーションについて示す。

現在、DVTSは、6つのオペレーティングシステムで動作可能であり、相互接続性も保障されている。表4にサポートしているオペレーティングシステムとアプリケーションとの関係を示す¹⁰⁾。

表4 サポートしているオペレーティングシステム

オペレーティングシステム	dvsend	dvrecv	dvsave	dvplay	dvshow
FreeBSD 4.x					
MacOS X					x
NetBSD 1.5.x		x		x	
Linux 2.4.x					
Windows 2000					
Windows XP					

ノートPCを用いたDVの伝送システム

携帯型計算機(ノートPC)の性能が向上し、IEEE1394インターフェースを装備した機種も発表され、極めてコンパクトにシステムを構築することが可能となった。

ノートPC上で動作するDVTSの開発にあたって、特に内蔵バッテリーによる運用時、高負荷による消費電力、発熱に伴う安全策としてのプロセッサ、バスクロックの動的変化に対応するために、消費エネルギーに対して抽象化したオペレーティングシステムに着目し、柔軟に対応できるシステムの構築を目指した。具体的には、携帯型計算機の電池運用方式について調査を行い、実験的な携帯型計算機の節約機構とオペレーティングシステム、協調システムを作成した。本システムをDVTSに実装することで、より安定した携帯型計算機での運用が可能となった。また、DVTS以外にも限定された携帯型計算機の資源の有効利用が可能となった。オペレーティングシステムは、システム内の消費エネルギーを把握し、規定されたデバイスの予想エネルギー消費量によって、システムの動作状態に応じて機器状態を管理する。現在FreeBSDを改変したオペレーティングシステム上で本実装が利用可能である。

まとめ：これからのメディア転送技術

本稿では、DVIに着目したインターネットを利用した高品位メディアの転送技術について解説を行った。いつでも、どこでも、だれでもが利用できる(Ubiquitous)環境が、このようなストリームメディアで、かつ極めて広帯域を有する情報が簡単に扱えるようになることによって、また実現化に向けて前進したといえる。

参考文献

- [1] 杉浦一徳、小川晃通、中村修、村井純:"民生用DVを用いたインターネットビデオ会議システム", 情報処理学会誌 (Vol 40 No.7 1999)
- [2] IEEE Computer Society: "IEEE Standard for a High Performance Serial Bus", IEEE,1995
- [3] J. Postel: "User Datagram Protocol", RFC768, 1980
- [4] Kazunori Sugiura, Takeshi Sakurada, Akimichi Ogawa: "Demonstration of High Quality Media Transport System Using Internet", IPSJ Journal, 2000.
- [5] K. Kobayashi, A. Ogawa, S. Casner, C. Bromann: "RTP Payload Format for DV Format Video", June 2000. Internet Draft
- [6] DVTS Project: <http://www.sfc.wide.ad.jp/DVTS>