

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/>

Comet DVIP

陣崎明¹⁾、山澤昌夫²⁾

富士通研究所 ¹⁾IPサーバプロジェクト部 ネットワークプロセッサ研究部 部長 ²⁾研究主幹 (IPサーバプロジェクト担当)

KEY WORD Comet DVIP、専用ハードウェア、インターネットTV会議システム

はじめに

今回の特集で紹介されているDV over Internet (DV/IP) は IEEE1394 (i.Link) の伝送限界をはるかに越え、地球の反対側にもInternetの続く限り高品質なDV画像を届けようという痛快な技術です。しかし、いざDV/IPを実現しようとすると多くの課題があります。たとえばDVデータは実弾部分だけでも20Mbpsほどの帯域が必要で、これを一定の通信速度でDVテープの読み書きと同程度の滑らかさで転送するのは容易なことではありません。さらに今後DV/IPの利用が進むと操作の容易性、装置の信頼性、携帯性などが要求されるでしょう。また、DVは画像品質が高いことから医療分野での応用が期待されていますが、このようにプライバシーの重要な分野ではセキュリティの仕組みが必須となるでしょう。

DV/IPの実現には様々なアプローチがあります。たとえばDVTSやRuff SystemはPCとIEEE1394ボードを用いてPC上のソフトウェアでDV/IPを実現する方法で、汎用性、移植性の優れたアプローチといえます。一方、それと対照的なアプローチとして専用ハードウェアでDV/IPを実現する方法があります。DV/IP装置のコンパクト化、低価格化、さらにはセキュリティなどソフトウェア処理では高速化が困難な機能を実現していくことを考えると、専用ハードウェア化は非常に重要なアプローチといえます。そこで、本稿では富士通研究所が開発したCometDVIP-1の具体的な使用例を用いて、専用ハードウェアの特徴を紹介します。

CometDVIP-1

Comet DVIP

Cometとは我々の研究プロジェクトの愛称で、コンピュータネットワークの高速処理技術を対象としています¹⁾。本プロジェクトで実装したDV/IPをComet DVIPと呼びます。1998年3月にWIDEプロジェクトの研究会で試作装置によるデモを公開したのがデビューで、1999年9月には坂本龍一さんのコンサートでニューヨーク、フランクフルトと東京をまたぐDV/IPに利用していただきました²⁾。このコンサート用試作装置をコンパクト化したのがCometDVIP-1³⁾です。

ハードウェア

CometDVIP-1はスロット分のPCIカードで(図1)DV/IP処理を行うPCIカードとネットワークデバイスを搭載したドータカードの二枚からなっています(図2)。専用ハードウェアといっても全てをハードウェア化しているわけ



図1 CometDVIP-1カード

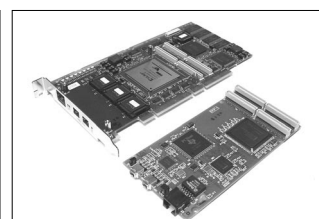


図2 CometDVIP-1カード (PCIカード、ドータカード組み合わせ時)

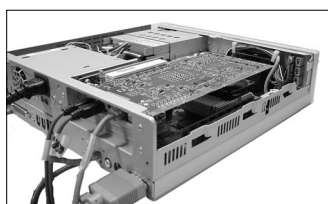


図3 PC搭載例

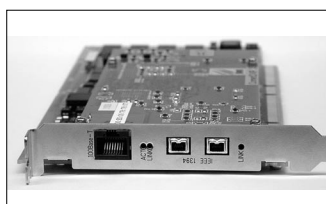


図4 インタフェース

ではありません。内部は組込み用のマイクロプロセッサと専用のアシストハードウェアからなっており、処理は完全にプログラム可能ですのでDV/IPなどの規格が変わっても柔軟に対応できます。

PCとしてはCometDVIP-1を装着できる必要があります(図3)。タワー型のPCならばほぼ間違いなく装着できますが、最近のコンパクトなPCではPCIスロットがあっても「ロープロファイルタイプ」専用だったりするので注意が必要です。PCIバスは64/32ビット、33MHzです。CometDVIP-1はDVIP処理やネットワークのやりとりを全てカード内部で行うので、PCの役割はPCIを経由してCometDVIP-1をコントロールするだけになります。したがってPCIは32ビットで十分ですし、PCのCPUは高速である必要はなく、Windows2000が動作すれば十分です。Linuxであれば5年前のPCでも利用できます。

¹⁾<http://www.comet-can.jp>

²⁾<http://life.sitesakamoto.com/background.html>

³⁾CometDVIP-1は評価版を販売しています。問い合わせ先は富士通株式会社ITプロダクト営業本部サーバビジネス統括営業部第二営業部(03-3548-3535)です。

ソフトウェア

CometDVIP-1のソフトウェアは、カード内部のマイクロプロセッサで動作する制御ソフトウェアとPCの上で動作する管理ソフトウェアからなります。制御ソフトウェアはDV/IP処理を実現するもので、起動時にPCからダウンロードして実行させます。管理ソフトウェアはCometDVIP-1のユーザインタフェースで、制御ソフトウェアのダウンロードやパラメータの設定、CometDVIP-1の実行管理を行います。Linux、FreeBSD、WindowsMe/2000用があります。以下の説明ではWindows2000版を用いますが、どのオペレーティングシステムでもDV/IP機能は同等です。

セットアップ

インストール

CometDVIP-1のインストールは単純です。まずソフトウェアをC:\Cometにコピーします。全てのソフトウェアはこのディレクトリに入っており、フロッピー1枚におさまるサイズです。次にPCを停止し、CometDVIP1カードを装着します。通常のPCIカードを装着するのと同じです。インストールの段階ではIEEE1394や100Base-TXにケーブルを接続する必要はありません。装着してからPCをスタートさせるとWindowsがCometDVIP-1を自動検出し、ドライバインストールに入ります。ここで先ほどコピーしたC:\Cometをドライバの場所として指定してやればOKです。

これまでに問題がなければ完了です。きちんとインストールできているか調べるためにC:\Comet\cometdvp.exeを起動してみます。cometdvp.exeはWindows2000用の管理ソフトウェアで、起動するとCometDVIP-1を検出し、自動的に制御ソフトウェアをボードにダウンロードします。ダウンロードを完了し、制御ウィンドウ(図8)が表示されたらインストールは成功です。なおアンインストールはC:\Cometと登録したドライバを削除し、CometDVIP-1を抜くだけです。

接続

次にネットワーク、DV機器の接続です。CometDVIP-1は100Base-TXのRJ45端子を一端子、4pinのIEEE1394端子を二端子持っており(図4)、CometDVIP-1一個で双方向のDVストリームを扱うことができます。IEEE1394端子の一方にカメラを、他方にビデオデッキを接続したCometDVIP-1を一对用意すると双方向会議システムになります(図5)。また受信専用とした場合、二個のIEEE1394端子にそれぞれビデオデッキやIEEE1394端子付きPCを接続できます(図6)。この場合、受信DV機器は全く同じDVストリームを受信します。

100Base-TXは10Mbps、100Mbps、全二重、半二重自動判別です。DV/IPでは100Mbps全二重がお勧めですが、10Mbps半二重でも間引きすればDVストリームを流すことができます。100Base-TXにIPアドレスを一個割り当てる必要があ

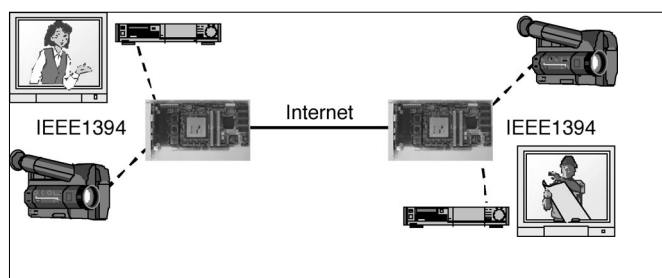


図5 双方向会議システム

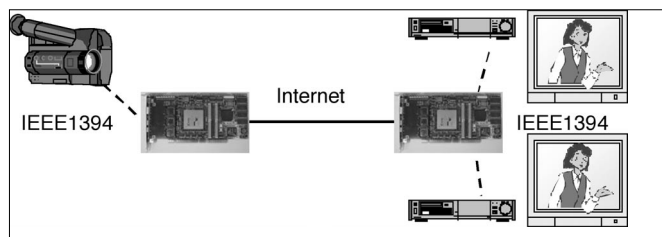


図6 発信、受信専用システム

ります。CometDVIP-1 はDVTS と同様にDV/RTP⁴⁾に準拠し、IPv4、IPv6、ユニキャスト、マルチキャストに対応しています。また全DV/IP機能をPCIカードが実現していますので、PCのWindows2000がIPv6に対応していることはおろかネットワークに接続している必要さえありません。CometDVIP-1に関してネットワーク接続上の注意事項は特にありません。

IEEE1394は400Mbps対応です。CometDVIP-1で接続実績のあるDV機器の一例を表1に示します⁵⁾。最近のPCにはIEEE1394が標準で装備されていますが、これらのPCのIEEE1394端子をCometDVIP-1と接続してDVキャプチャソフトで表示できます。図7のシステムはその一例で、秋葉原で買ってきたコンパクトなPC⁶⁾にCometDVIP-1を装着し、このPCのマザーボードに標準装備しているIEEE1394端子と接続して、PCスクリーンにDV画像をフルスクリーン表示しています。DV編集ソフト⁷⁾を使って画像をディスクに保存し、編集、再生することもできます。



図7 実際の双方向会議システム構成例

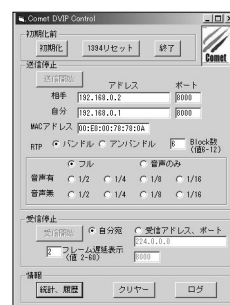


図8 制御ウィンドウ

⁴⁾draft_ietf_avt_dv_video_03.txt

⁵⁾1998年初頭から接続実験しているため、いまや販売されていない機器もあります。

⁶⁾MSI社のMS6215というシリーズです。このシリーズはいくつかモデルがあって、IEEE1394を装備していないモデルもあります。

⁷⁾我々はiBookとiMovieを使っています。

操作

起動

いよいよ起動です。cometdvip.exeの制御ウィンドウ（図8）を見ながら説明します。一番上の「初期化」ボタンを押すとCometDVIP-1は初期状態となります。この状態では送信処理も受信処理も行っていないが、CometDVIP-1の100Base-TXコネクタの脇にあるLINK LEDが点灯しているはずですが、もし点灯していなければEthernetの接続に問題があります。IEEE1394側のLINK LEDは、DV機器を接続していれば点灯します。もし点灯しなければIEEE1394の接続に問題があります。

送信

送信を行うためには最初に送信パラメータを設定します。

表1 接続DV機器実績

機器	製品名
DVカメラ	Sony DCR-PC10, DCR-TRV9, DCR-TRV900, DCR-PC9, Victor GR-DVL700
DVデッキ	Sony WV-D9000, WV-D10000, DVMC-DA1, GV-D900
その他	anopus DV/Rex-RT Professional, Apple iMovie, ビデオキャプチャ.exe（フリーソフト） http://www.vector.co.jp/soft/win95/art/se182576.html , Ulead Video Studio 4 SE

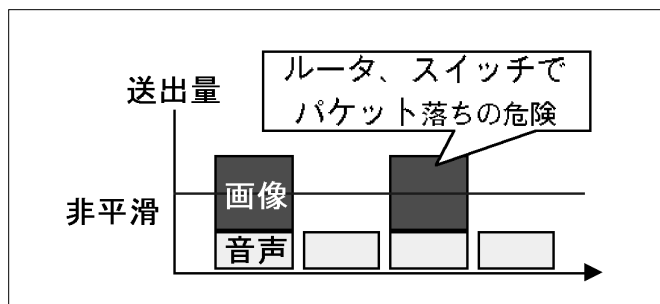


図9 1/2間引きの非平滑通信

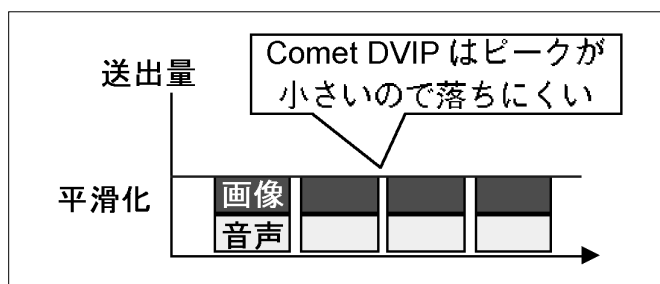


図10 1/2間引きの平滑送信

まずアドレスとしては送信先IPアドレス、自分の（すなわちCometDVIP-1の100Base-TXに割り当てた）IPアドレス、最寄りのルータのMACアドレスを設定します[※]。IPアドレスとしてはIPv4あるいはIPv6を使用できます。送信先IPアドレス、MACアドレスとしてはマルチキャストアドレスを指定することもできます。ポート番号はDV/RTPのポート番号です。CometDVIP-1は送信モードとしてフルレート、各種間引きモード、DV/RTPのバンドル、アンバンドルモードをサポートしています。また、以上の情報は一度設定すると記憶されますので、毎回入力する必要はありません。

送信は「送信開始」ボタンを押すだけです。この時点で送信パラメータがCometDVIP-1に設定され、送信指示が行われます。接続したDVカメラが動作していればCometDVIP-1の100Base-TX脇のACT LEDが点滅している筈です。「送信停止」ボタンを押すとACTは消灯します。CometDVIP-1は、送信を行っている状態で間引きモードなど送信モードを自由に変更できます。

品質を向上させるため、CometDVIP-1はDVストリームの送出時に「平滑送信」という制御を行っています。これは125 μ秒単位でパケット送出レートを制御してなるべく平均的にパケットを送信するものです。たとえば1/2間引きで送信している場合、素直に送信すれば1フレーム分をフルレートで送信し、次の1フレーム分は音声だけを送るというこ

とになりますが、これでは送出レートが凸凹してしまいます（図9）。このように凸凹したトラフィックはネットワークにとって厳しい条件となります。途中のルータやスイッチでバッファあふれが発生し、結果としてパケットロスを引き起こす大きな要因となるからです。そこでCometDVIP-1は2フレーム分の時間を使って1フレーム分の全データと音声を一様に送信する「平滑送信」を行うわけです（図10）。このようなきめの細かい制御は専用ハードウェアならではといえるでしょう。

[※]Linux用のcometdvpコマンドでは名前を使えますし、MACアドレスを気にする必要もありませんが、Windowsではこのような原始的なインタフェースになっています。

受信

受信するには「受信開始」ボタンを押します。CometDVIP-1の受信は全ての間引きモード、バンドルモードに自動対応しているので、たいした受信パラメータはありません。受信アドレスはCometDVIP-1が受信するDVストリームのアドレスです。マルチキャストDVストリームを複数受信しているときに、特定のDVストリームを選択するために使います。指定しなければ、送信パラメータで指定した自分のIPアドレス宛のDVストリームを受信します。受信遅延は、DV/RTPで受信したデータをIEEE1394に流すまでの遅延をフレーム数で指示します。

CometDVIP-1では最低2フレームから最大60フレーム（約2秒）までの遅延が可能です。また、この遅延は受信中に自由に変更できます。

その他の機能

DV機器を交換したり、ケーブルを抜いたり、電源切断投入を行った時、よく知られているようにIEEE1394ではバスリセットが発生します。CometDVIP-1はバスリセットが発生すると自動的にバスリセット前の状態に復旧し送信、受信を継続しますが、DV機器の特性やタイミングによっては復旧が完全にできないことがあります。このような場合は「IEEE1394リセット」ボタンを押すと強制的に

IEEE1394 にバスリセットを起こし、復旧動作させることができます。

「統計情報」、「ログ」ボタンを押すと、処理パケット数などの統計情報やCometDVIP-1 の内部ログを見ることができます。

終了、再起動

cometdvip.exe を終了するためには「終了」ボタンを押します。CometDVIP-1 は送信、受信処理を停止し、初期状態に戻ります。再度cometdvip.exe を起動すると初期状態から動作させることができます。なおcometdvip.exe がCometDVIP-1 に制御ソフトウェアをダウンロードするのは電源投入後、最初にcometdvip.exe を起動した時のみです。二度目以降は直ちに制御ウィンドウが表示されます。

CometDVIP-1 は一度設定されると、終了指示がない限り PC と独立にDV/IP 処理を実行します。Windows2000がフリーズしても、cometdvip.exe が異常終了しても無関係です。DV/IP 中にPC で別の作業を安心して行えることは、独立性の高い専用ハードウェアの大きな利点といえるでしょう。

おわりに

以上、DV/IP 処理専用ハードウェアであるCometDVIP-1の概要を説明しました。非常に簡単な操作でDV/IP を扱えること、きめ細かい送信制御などPC ソフトウェア方式とは一味違った特徴を持つことがご理解いただけたと思います。もちろんCometDVIP-1 は技術的に完成しているわけではありません。最初に述べたように医療分野で本格的に利用するにはセキュリティが必要ですし、広く使われていくため

にはさらにコンパクト化していくことも必要です。

プライバシーを守る仕組みの一つとしてはDV ストリームを暗号化するという方法があります。我々が開発したCometDVIPsec 試作ボード（図11）は強力なLSI チップ（Comet NP）を搭載しており、インターネットの暗号通信標準であるIP Security 規格（IPsec ESP、3DES CBC）に従ってDV ストリームを完全に暗号化可能です。2001 年10月に一般公開し⁹⁾、現在CometDVIP-1 の上位機種として実用化に取り組んでいます。暗号化は大きなCPU パワーを消費するため、最新のPentium IV をもってしても双方向フルレートのDV/IPsec は容易ではありません。専用ハードウェアで初めて実現可能な機能です。コンパクト化に関しては既にCometDVIP-1 をフロッピードライブ程度の大きさで実現可能です。今後Comet NP を含めてSoC（System on Chip）化すれば、PC Card程度の大きさで暗号化を含めたDV ストリーム装置が実現可能となるでしょう。

インターネットのインフラが十分に整備され、DV ストリームを気軽に流せるようになった時、ここで紹介した技術は安価かつ高品質で使いやすい道具を提供すると期待されます。

⁹⁾ <http://pr.fujitsu.com/jp/news/2001/11/6-3.html>

参考文献

- [1] H.Koga and A. Jinzaki: "DV stream transmission over world wideinternet by video frame recognition", In Proceeding of 10 thInternational Packet Video Workshop, 2000.
- [2] 古賀、陣崎: "Comet による IEEE1394 を利用した計算機ネットワークの構築", 信学技報 CPSY98-65, pp.35-40, 1998.

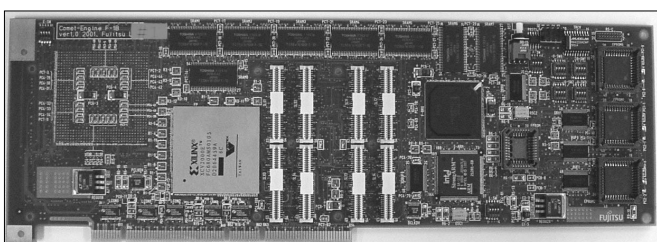


図11 Comet DVIPsec試作ボード