

5

中継システム

— WEB Casting, DV Multicasting —

中村 豊* 小川 晃通**

インターネットの急速な普及により、インターネットを用いた各種イベントが中継されるようになった。このような中継では、リアルタイムに現場の状況を伝達することが可能である。しかし、イベントを中継する場合、コンテンツの性質に合わせた中継を行う必要がある。また、回線速度に合わせたコンテンツの生成方法を考える必要がある。たとえば、回線速度が低速である場合、画像を伝送することは困難である。このように、中継手法に関するノウハウを文章化したものは非常に少ない。そこで本稿では、これまでにWIDEプロジェクトで行われた中継に関する実験を例として、インターネットを用いた中継手法に関する説明を行う。

中継システムの概要

ここ数年のインターネットの普及により、さまざまなイベント会場がインターネットに接続されることは特殊なことではなくなった。このような会議やイベントに参加できない人のために会議の状況を遠隔地に伝達するために、イベント会場に付設されたネットワークを利用して、イベントの状況を遠隔地に中継することが望まれるようになってきている。こういった、アドホックネットワークにおいてインターネット中継を行う場合、考慮すべき点がいくつかある。たとえば、「中継に際してどの程度の帯域が必要となるか？」また、「中継を利用するユーザはどのようなコンテンツを求めているか？」といった項目について考慮する必要がある。

臨場感を出すためには、動画や音声が不可欠となる。しかし、ネットワークによる遅延やパケットロスによって、ノイズの入る可能性が高くなる。また、多くのネットワーク帯域を消費する。WWWによる静止画を頻繁に更新する方法は動画や音声を伝送するよりも、ネットワーク帯域の消費は少ない。しかし、イベント会場の臨場感は動画や音声を伝送する方式に比べると劣る。

このように、臨場感とトラフィックの間にはトレー

ドオフの関係が成り立つと考えられる。イベントを中継するには、そのイベントに見合った最適な中継手法を採用することが重要である。

そこで、本稿では年に2回行われる、WIDE合宿において実験された中継技術を通して、アドホックネットワークにおける中継に関する技術について説明する。

WEB中継システム

■ WEB中継システムの概要

WWWの普及により、WWWを用いた中継は多くの人々が利用できる。しかし、WWWを利用した中継では、イベント会場でのテレビ放送で使われていた手法をそのまま利用することができない。WWWを用いて中継するには、何らかの情報の加工が必要となる。また、リアルタイムな情報更新が必要である。WEB中継システムは、このようにイベントと連動した情報の加工やリアルタイムに情報を更新するためのシステムである。このシステムを利用することで、インターネットの持つ広域性から、多くの人にイベントの情報を公開することができる。

■ WEB中継システムの構成

WEB中継システムでは、映像の加工を行うために、ビデオキャプチャ機能を持つ計算機を利用する。また、映像を取り込むために、NTSC信号を出力するカメラを

* 奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科
yutaka-n@is.aist-nara.ac.jp

** 慶應義塾大学 政策・メディア研究科 akimichi@sfc.wide.ad.jp

用いる。

図-1にWEB中継システムの構成を示す。図-1に示すようにWEB中継システムは、以下の3つのプログラムから構成されている。

- 静止画像送信プログラム (sentry server) : 静止画像送信プログラムでは、イベント会場の静止画を連続的に生成する。入力されたNTSC信号をビデオキャプチャ機能を持つコンピュータでフレームバッファに取り込みJPEG形式に変換する。生成されたJPEG画像をメモリに格納し、静止画像受信プログラムへ画像を転送する。
- 静止画像受信プログラム (sentry client) : 静止画像受信プログラムでは、送信プログラムから送信された画像を受信し、計算機内の共有メモリに格納する。
- 静止画像表示プログラム (apache module) : 静止画像表示プログラムは、apacheサーバ¹⁾の1つのモジュールとして実装されている。このプログラムは、静止画像受信プログラムが受信し共有メモリ内に蓄積した画像データをWWWページとして公開する。指定されたURLによって、画像の更新間隔や表示する画像の数を変更することができる。

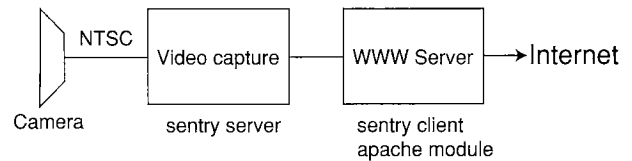


図-1 WEB中継におけるネットワーク構成

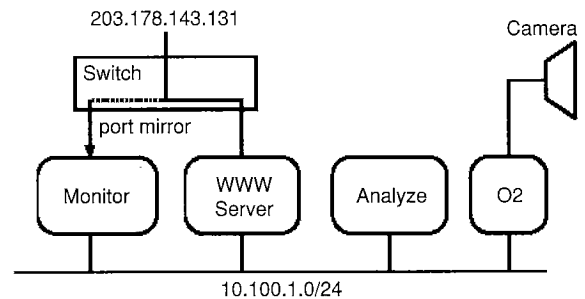


図-2 2000年春合宿におけるWWW中継システム

■実験環境

2000年春のWIDE合宿において会議室の中継を行うためにWEB中継システムを用いた。2000年3月14日～17日のWIDE合宿期間中、会議室を中継した。

図-2にネットワークトポロジを示す。図-2に示すO2により、会議室内の画像を取り込み、WWWサーバへ画像を転送した。

WWWサーバへ到着したリクエストを計測するために、WWWサーバの公開アドレスをスイッチのポートミラー機能により、計測ホストへミラーした。解析ホストは、リアルタイムに解析結果を出力するために設置した。

■結果および考察

2000年春合宿において会議室のWEB中継を行ったが、ほとんどアクセスがこなかった。最もアクセスが集中した時間帯においても、1秒間に約20リクエストであった(図-3)。この合宿におけるアンケートの結果から、

- コンテンツが分かりにくい。
- 無意味なりロードが多い。

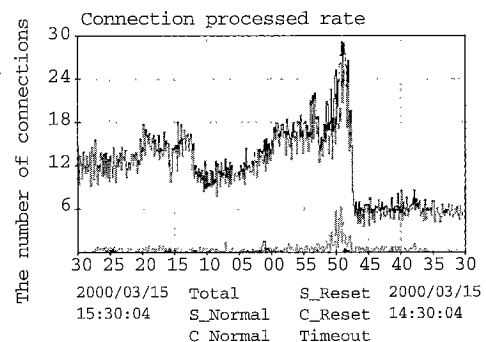
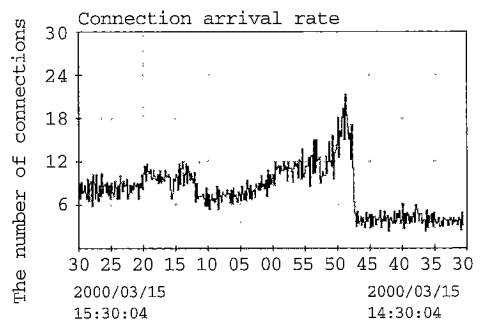


図-3 計測結果

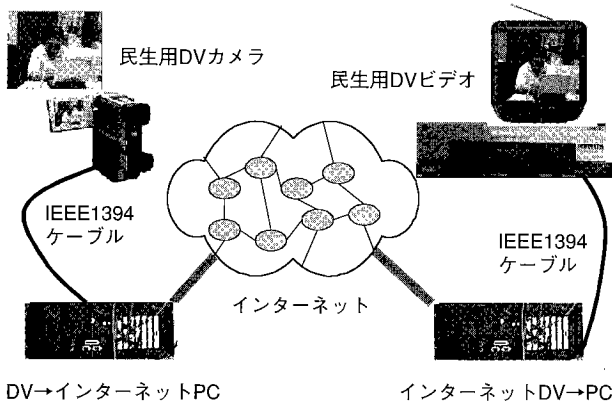


図-4 DV中継システムの全容

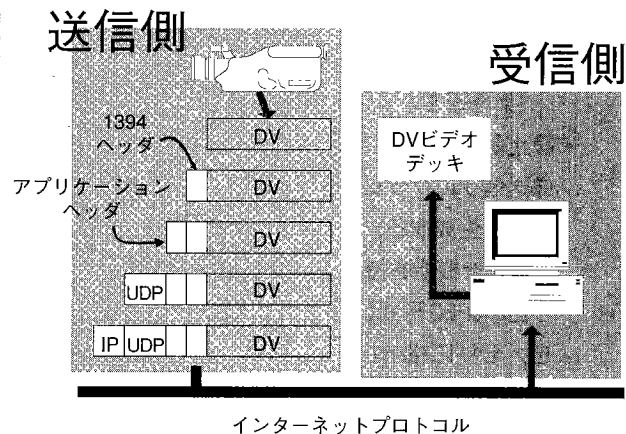


図-5 IPカプセル化の工程

といった回答が得られた。まず、「コンテンツが分かりにくい」という回答については、「公開している画像の大きさが小さかった」ということが考えられる。これは、画像内部のスライドの文字が読めないほど小さかったからであると考えられる。次に、「無意味なリロードが多い」という回答については、「公開している画像にほとんど動きがなかった」ということが考えられる。会議は野球などと異なり、画像（スライド）の動きがほとんどない。したがって、頻繁にリロードを行ったとしても、前のスライドと同様の場合が多い。これにより、ユーザは同じ画面を何度もリロードしていると感じたのではないかと考えられる。

WEB中継で会議を中継する場合、

- コンテンツの動きが少ない。
- 中継画面がVGAプロジェクタで固定されていたため、OHPを使うと何をしているのか分からなくなる。
- 発表者の声がないため、何を言っているのか分からない。

といったことが考えられる。これを解決するためには、

- ログをリアルタイムに入力する。
- 発表をVGAプロジェクタのみで行い、それを直接中継サーバに入力する。
- 無意味なリロードを避け、スライドが切り替わったときに、画面の更新を行う。

といったことが考えられる。

DV中継システム

■DV中継システムの概要

インターネットを通信媒体として使用する現在のストリーム型データ転送である双方向DV中継システムは、ネットワークの輻輳を未然に防ぐため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。DV中継システムはIEEE1394デジタルインタフェースを持つ民生品であるDigital Video (DV) 機器を利用し、インターネットを通信媒体として経由し、映像と音声の転送を行う技術である。DV中継システムは一般テレビ、CD (Compact Disc) と同等な高品質な映像、音声を提供し機材に民生品を用いることで、低価格で実現できる。

■DV中継システムの設計

DV中継システムは映像、音声のデジタル符合化、圧縮に民生用DVカメラ、ビデオデッキを用い、高品質であり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、一般的な民生用の機材を使用する。使用する機材の特徴を以下に述べる。

- ビデオストリームのIEEE1394DVパケットに符合化するための、民生用DVカメラ³⁾。
- 映像再生、記録用に使用する民生用DVデッキ。
- DVビデオカメラから生成されるIEEE1394DVパケットをインターネットに配送するため、UDPでカプセル化を行うPC-AT互換機。

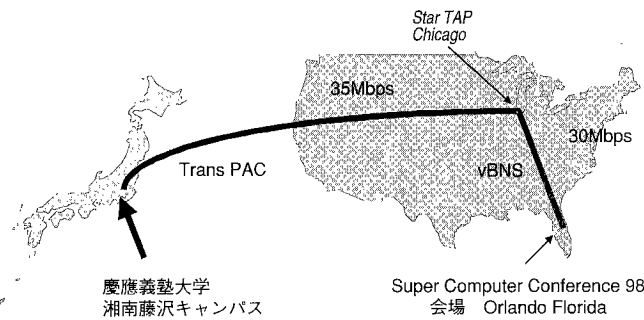


図-6 DV中継実証実験のネットワークポロジ

| PC-AT互換機 | 特徴 |
|--------------------|--|
| CPU | Intel Pentium MMX 200MHz |
| メモリ IEEE1394カード | 128MBytes PCI Lynx IEEE1394 Card |
| ネットワークカード | DEC 100BaseTC NIC |
| OS | FreeBSD 2.2.6 |
| DVカメラ | Sony DCR-PV10 |
| DVカメラビデオデッキ | Sony WV-D10000 |

表-1 機器の詳細

- UDPでカプセル化されたIEEE1394DV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ためのPC-AT互換機。

DV中継システムの全容を図-4に示す。DV中継システムは3つのアプリケーションにより構成されている。

- カメラから転送されてきたIEEE1394DVパケットをPC互換機のIEEE1394インタフェースから受信し、UDPにカプセル化する。そして、カプセル化されたデータを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²⁾。
- UDPによってカプセル化され、転送されたIEEE1394DV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。

送信者側に接続されたDVカメラ(図-4左側)は、映像、音声をIEEE1394にカプセル化したDVパケットストリームを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、インターネットを経由して受信者側PC(図-4右側)へDVパケットを送信する。受信者側では、UDPにカプセル化されたDVパケットを脱カプセル化する。そして、UDP/IPヘッダを取り除いたDVパケットをIEEE1394インタフェースを通じてDVビデオデッキへ出力する。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IEEE1394DV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復号化し提供する。DVパケットをインターネット経由で転送すると、35Mbps以上のネットワーク帯域を必要とする。

DVカメラから符合化されたIEEE1394DVパケットをインターネットに配送するために、IEEE1394DVパケットに対して、IPによるカプセル化を行う。

DV中継システムで使用したIPカプセル化の工程を図-5に示す。

■実証実験

DV中継システムをインターネットに接続された異なる2点上で使用し、遠隔DV中継の実証実験を行った。Super Computer Conference 98 (SC98) (1998年11月10~14日)にて、アメリカと日本間のAPAN Trans Pacific Linkを用い、DV通信実証実験を行った。図-6にDV実証実験を行ったネットワークポロジを示す。この実験で用いた機器を表-1に示す。

■双方向遠隔授業の実験

村井純教授による、アメリカ、オランダSC98会場から日本の慶應義塾大学湘南藤沢キャンパス(SFC)に向けて90分間の双方向遠隔授業が行われた。図-7に遠隔授業実験の構成を示す。

授業はインターネットへの送信画像フレームを1/3(約10画像フレーム/秒)に設定して行われた。図-8にDV実験中のネットワーク帯域の遷移を示す。図-8は

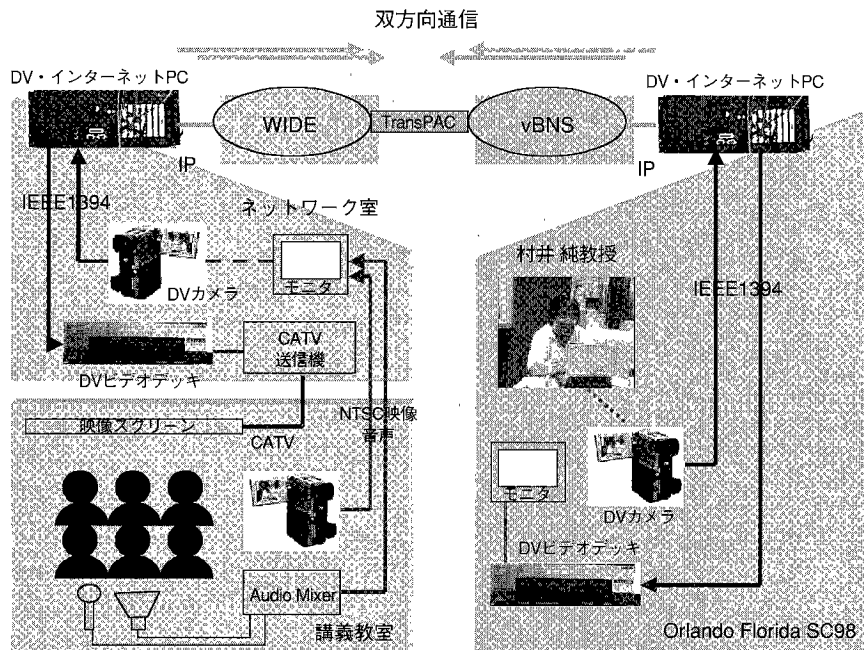


図-7 Orlando Super Computer Conference 98会場から
慶應義塾大学湘南藤沢キャンパスへの遠隔授業実験

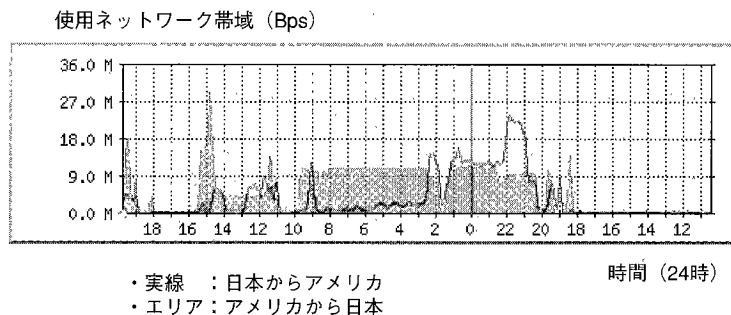


図-8 日本, TransPAC間のネットワークトラフィック

MRTGにより生成した。グラフ内の灰色の領域はアメリカから日本へのエクスチェンジポイントで観測された入力に利用されたネットワーク帯域の5分ごとの平均値である。図-8の実線はアメリカから日本への出力に利用されたネットワーク帯域の5分ごとの平均値である。

図-8より、授業の行われた日本時間の21～25時の間が最もトラフィックが多いことが分かる。

■今後の課題

DV実証実験では開発したアプリケーションに依存した形でDV転送プロトコルを使用した。しかし、DVを用いた異なる中継システムの相互接続のためのプロトコル体系を定義する必要がある。

最後に

WEB中継システムは、インターネットを用いることでテレビ放送とは異なる視点から中継を行うシステムである。WEB中継システムには、高速、広帯域なインターネットは必要ない。DV中継システムは高速、広帯域なインターネットを用いることで、現在のテレビ放送と同等以上の品質を保証できるDVを用いた中継システムである。

このように、中継する素材に応じたシステムを用いることが、イベント中継においては重要な要素である。

参考文献

- 1) Apache HTTP Server: Project, <http://www.apache.org/>
- 2) IEEE Computer Society: IEEE Standard for a High Performance Serial Bus, IEEE (1995).
- 3) HD Digital VCR Conference: Specifications Consumer-Use Digital VCR's using 6.3mm Magnetic Tape, HD Digital VCR Conference (1994).

(平成12年9月25日受付)

