

インターネットにおける DV/MPEG-2 アプリケーションのトラフィック収集と解析

勝野 聡 山崎 克之 飯作 俊一
(株) KDD 研究所

1 はじめに

今後のインターネットサービスにおいては、現在その大部分を占めているデータ系アプリケーショントラフィックに加えて、映像や音声配信等のアプリケーショントラフィックの増加が予想される。これらのアプリケーションのトラフィックを、適切なサービス品質で提供するためには、アプリケーションレベルでの研究が重要である。筆者らは、アプリケーションレベルでのトラフィック特性の把握を目的として、映像を DV[1]、および MPEG-2[2]形式を用いて伝送するトラフィック送受信システムを作成し、これを用いたトラフィック収集実験を実施した。本論文では、トラフィック送受信システムの概要、トラフィック収集実験、および、収集された各アプリケーショントラフィックの特徴について述べる。

2 DV/MPEG-2 トラフィック送受信システムの概要

本システムは、DV および MPEG-2 形式で映像アプリケーショントラフィックの IP パケットの生成、伝送、記録を行う。その符号化方式等に依存したトラフィックパターンを発生し、ネットワーク側の条件を変えた場合のアプリケーションへの影響を測定することができる。

2.1 システム構成 本システムは、DV、MPEG-2 形式それぞれについて、1 対のトラフィック送信用端末、受信信用端末およびトラフィックデータ送受信ソフトウェアから構成されている。

データ送信側は、映像信号を NTSC で入力し、符号化した後、RTP/UDP/IP パケット化して、指定されたパケット長でリアルタイムに送信する。送信するデータとして、一旦ファイルに出力された符号化データを送信することも可能である。

データ受信側は、パケット化された符号化データを受信・復号して、NTSC で映像を出力する。また、受信した符号化データをファイルに出力することも可能である。

2.2 DV 送受信システム DV 送受信システムは、符号化・復号に DV 対応機器 (ビデオデッキ、ビデオカメラ等) を用いる。IEEE1394 インターフェースにより DV 符号化されたデータを送信システムに入力し、パケット

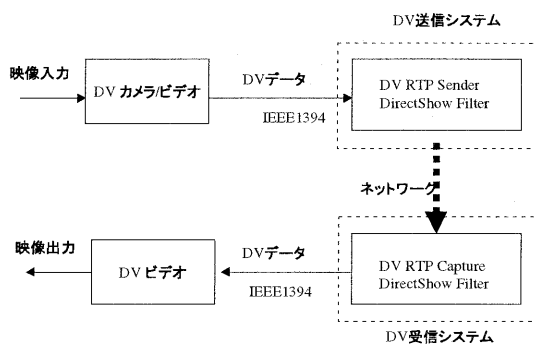


図 1: DV 送受信システムの概要

化して送信する。システムの概要を図 1 に示す。

本システムは、Microsoft Windows 2000 上で動作する。送受信ソフトウェアは、Microsoft DirectShow 上のフィルタ・ソフトウェアとして実装されており、OS がサポートする標準的な IEEE1394 デバイスおよび DV 対応機器を利用可能である。

送信ソフトウェアは、DV 符号化データを指定された IP アドレス/ポート番号へ送出する。本ソフトウェアでは、パケット毎にフレーム番号/フレーム内のパケット番号等の情報を DV データに付加している。

受信ソフトウェアは、DV 符号化されたデータを受信して IEEE1394 インターフェースにより DV 対応機器 (ビデオデッキ、ビデオカメラ等) に出力する。また、DV 符号化データのファイルへの入出力は、Microsoft Windows 上で AVI 形式で保存する。

2.3 MPEG-2 送受信システム MPEG-2 送受信システムは、符号化に FutureTel PrimeView、復号に Optibase VideoPlex を使い、ハードウェアによる MPEG-2 の符号化・復号を行う。システムの概要を図 2 に示す。

本システムは、Microsoft Windows 2000 上で動作する。送信ソフトウェアは、符号化ハードウェアの機能を用いて MPEG-1、MPEG-2 PS、MPEG-2 TS の各形式に準拠した MPEG システムストリームを生成し、IP パ

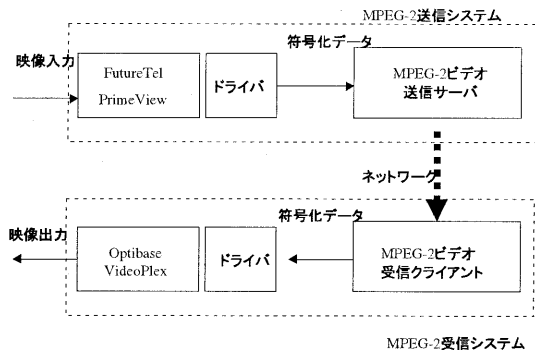


図 2: MPEG-2 送受信システムの概要

ケット化して、指定された IP アドレス/ポート番号へ送出する。符号化パラメータとして、ビットレート、画面サイズ、GOP パラメータの変更が可能であり、CBR で最大 15Mbit/s までの符号化ストリームを出力する。

受信ソフトウェアは、上記の各形式に準拠した符号化ストリームを受信して、復号ハードウェアにより映像データを出力する。

3 トラフィック収集実験

DV/MPEG-2 トラフィック送受信システムを用いて、DV および MPEG-2 を伝送する際のトラフィックパターンの測定を行った。実験構成の概要を図 3 に示す。Microsoft Windows 2000 の動作する PC (pentium III 500MHz) に送受信ソフトウェアを搭載して、100Base-TX スイッチに接続し、NTSC 入力した映像データを DV および MPEG-2 で符号化・伝送し、スイッチのモニタ・ポートより IP パケットを収集した。データの収集には、トラフィック収集装置 [3] を用いた。

最初に、送信端末と受信端末を直接接続した場合のトラフィックデータを収集した。次に、送信端末と受信端末の間に PC ルータを挟んで、*dummynet*[4] を用いて帯域制限とエラー付加を行い、回線にエラーが生じた場合に発生する再生画面のエラーの特徴について調査した。

3.1 DV トラフィックの測定 DV トラフィックのパターンについて測定した。送信側で用いる IP パケット長を 1500 バイトとすると、約 1/30 秒ごとに 84 個の IP パケット群が連続して送出される。DV 形式では、映像情報に含まれる各フレームを独立に固定長で符号化する。符号化方式は、画面中のブロック毎に独立した DCT ベースの符号化方式であり、時間軸方向での予測は行っていない。

DV トラフィックについて帯域制限あるいはエラー付加を行うと、画面中の小ブロック単位で画像の乱れが発生し、MPEG-2 の DPCM 符号化使用時のように全画面に影響を及ぼすことはない。また、時間軸方向の依存性が

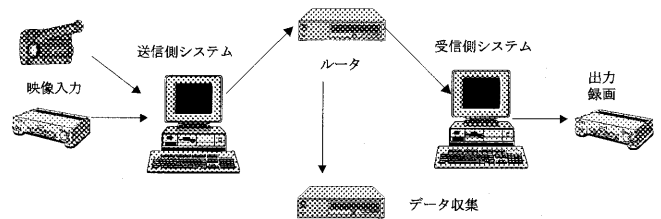


図 3: トラフィック収集実験の概要

無いため、特に画面の切替時にブロック単位のエラーが目立つという特徴がある。

3.2 MPEG-2 アプリケーションの測定 MPEG-2 トラフィックのパターンについて測定した。送信側で用いる IP パケット長を 1500 バイト、参照フレーム間隔を 3 とすると、MPEG のフレームパターンは IPPBPP... となり、約 1/30 秒ごとに、符号量に応じた数の IP パケット群が連続して送出される。

MPEG 形式は、映像情報に含まれる各フレームを、符号化パラメータに従って、空間方向および時間軸方向で予測して符号化する。DV の場合と同様に、MPEG トラフィックについて帯域制限あるいはエラー付加を行うと、画面の特定の領域から連続した画面の乱れが発生したり、同じ場所の画面の乱れが継続したり、一定時間画面が停止する等の現象が見られる。

4 おわりに

映像を DV および MPEG-2 形式を用いて伝送するトラフィック送受信システムを作成し、これを用いたトラフィック収集実験結果を示した。回線エラー等によるアプリケーション品質への影響は、映像アプリケーションの場合、その符号化方式に依存していることを示した。さらに、さまざまな条件の下でのトラフィック収集実験を実施する予定である。

謝辞 日頃御指導頂く (株)KDD 研究所秋葉代表取締役所長、浅見代表取締役副所長に感謝致します。

参考文献

- [1] IEC 61834. Helical-scan digital video cassette recording system using 6,35 mm magnetic tape for consumer use (525-60, 625-50, 1125-60 and 1250-50 systems), August 1998.
- [2] ISO/IEC International Standard 13818. Generic coding of moving pictures and associated audio information, November 1994.
- [3] Akira Kato, Jun Murai, Satoshi Katsuno, and Tohru Asami. An internet traffic data repository: The architecture and the design policy. In *Proceedings of the INET '99*, San Jose, CA, June 22-25 1999.
- [4] Luigi Rizzo. Dummynet: a simple approach to the evaluation of network protocols. *Computer Communication Review*, Vol. 25, No. 5, pp. 31-41, October 1995.