

## DSCP(DV Stream Control Proxy) の設計と実装

大藪 勇輝<sup>1</sup> 久松 剛<sup>2</sup> 杉浦 一徳<sup>2</sup> 中村 修<sup>1</sup> 村井 純<sup>1</sup>

慶應義塾大学環境情報学部<sup>1</sup> 慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科<sup>2</sup>

映像・音声を用いたコミュニケーションソフトの発達は著しく、多くのサービスが提供されている。コミュニケーションソフトの規模性向上の為に、送信者は受信者までのネットワークの特性や帯域を考慮する必要がある。送信者はデータサイズの少ないデータを複数用意することで多くの受信者に対応している。しかしこの方法では受信者のネットワーク環境に負荷が発生する。本研究は広帯域映像転送システムである DVTS に中継ノードを構築することにより、受信者のネットワーク環境へ適したデータ転送を行う。

### Design and Implementation of DSCP(DV Stream Control Proxy)

Yuki Oyabu<sup>1</sup>, Tsuyoshi Hisamatsu<sup>2</sup>, Kazunori Sugiura<sup>2</sup>, Osamu Nakamura<sup>1</sup> Jun Murai<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Environmental information, Keio University. <sup>2</sup>Graduate School of Media and Governance, Keio University.

Sender requires adaptation mechanism to consider the network property and throughput optimization for the network resource a availability. For sending data suitable for client's network throughput, server prepares transformed data whose size is reduced from the original. But, Adding additional transformation method requires additional load. This paper introduces the construction of the system on media node. Using this system, we can reduce a strain on server and network with increased scalability.

## 1 はじめに

### 1.1 背景

ネットワークの広帯域化に伴い、様々な映像・音声転送技術、機構が開発されている。そのような転送機構の1つに高品位な映像・音声データ転送を行う DVTS(Digital Video Transport System[1]) が挙げられる。

DVTS とは DV[2] 機器から IEEE1394 インタフェースを介し DV フォーマットのデータを読み出し、RTP ヘッダ、IP ヘッダの付加を行い受信者へと送信するアプリケーションである。以下、本論文では DV フォーマットのデータを DV データと呼ぶこととする。

DVTS を利用し、フルレートの DV データを送受信するには約 30Mbps の帯域を要する。

DVTS は DV データ送信時にオプションを付加することで映像フレームレートの変更や、マルチキャストアドレスへの DV データ送信を行う。これらを応用することで受信者のネットワーク環境に合わせた DV データの送信や多数の受信者への DV データ

送信が可能となる。

### 1.2 本研究の目的

多くの受信環境に適した形で同時配信を行うためには異なるデータサイズの複数データを同時に送信する必要がある。現時点で公表されている DVTS には異なるネットワーク環境に存在する各クライアントに対し、適切なフレームレートで個別転送を行うといった幅広い受信者のネットワーク環境に個別対応した機能は実装されていない。

本研究では DVTS の想定する利用環境に中継ノードを加えることにより、様々なネットワーク環境に適応した DV データの同時転送を実現する。

## 2 DVTS の想定利用環境と本研究による想定利用環境の拡張

DVTS の想定する利用環境を図 1 に示す。DVTS の想定する利用環境はノードとして送信者、受信者のみを考慮した単純な End to End システムである。この利用環境で受信者のネットワーク環境を考慮したデータ配信を行うためには DV 機器に接続されている送信者が DV データのフレームレートを制御する必要がある。様々なネットワーク環境にいる多数の受信者に DV データを配信するためには、最も帯

<sup>1,2</sup>Keio University Shonan Fujisawa Campus  
5322, Endo, Fujisawa, Kanagawa 252-8520, Japan  
E-Mail: yaboo@sfc.wide.ad.jp

域幅の狭い受信者のネットワーク環境に適合する形で DV データを送信することが必要となる。

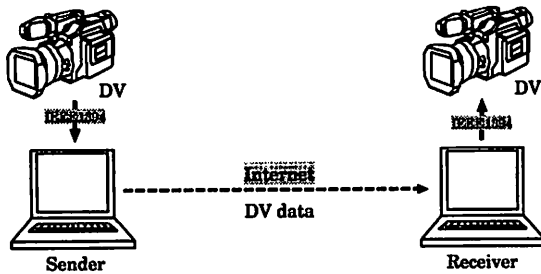


図 1: DVTS の想定利用環境

次に本研究の提案する想定利用環境を図 2 に示す。送信者-受信者間に中継ノードシステムである DSCP (DV Stream Control Proxy) を構築し、DVTS の想定利用環境を拡張する。本システムは送信者からの DV データを受け、そのデータフレームを間引き、受信者に送信する。これにより送信者は受信者の多様な受信環境を考慮せず、スケーラビリティの向上が図れる。

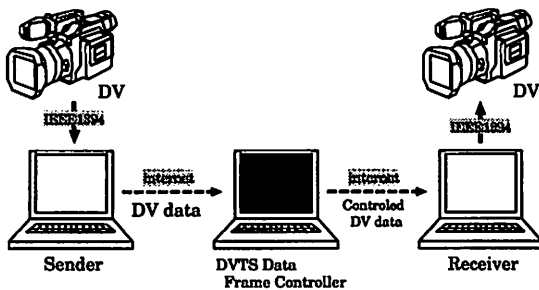


図 2: 本研究の提案する利用環境

DSCP の構築により、DVTS の利用環境は図 3 のように拡張する。図 3 に中継ノードの機能を図解する。なお図 3 はマルチキャストを利用し、様々なネットワーク環境に存在する受信者に適した DV データ配信を以下の 5 つのステップで実現する例である。

1. 送信者はフルレートの DV データを任意のマルチキャストアドレスに送信
2. マルチキャストアドレスに join する
3. データフレームコントローラはフルレートの DV データを、送信したいネットワークの帯域に合わせてフレームを間引く
4. データフレームコントローラは任意のマルチキャストアドレスにフレームレートを間引いた DV データを送信する

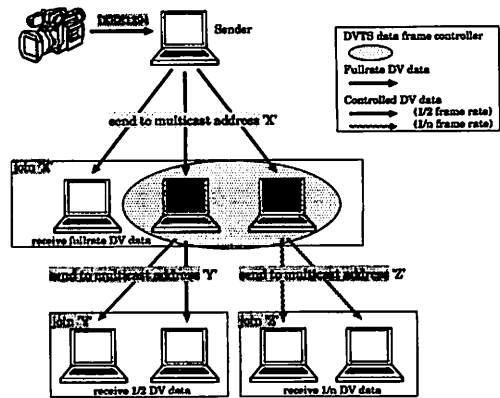


図 3: 本研究による DVTS 想定利用環境の拡張

5. 受信者は各々のネットワーク環境に適した DV データが送信されているマルチキャストアドレスに join する

次節では以上に挙げた利用環境を基にデータフレームコントローラの設計を行う。

### 3 設計

#### 3.1 設計概要

本研究で構築する DVTS データフレームコントローラの設計概要を述べる。本システムは 1) DV データの受信を行う受信モジュール、2) 受信したデータのフレームレートをコントロールするフレームレートコントロールモジュール、3) 任意の受信者への DV データ送信を行う送信モジュールの 3 つから構成される。次に本システムで取り扱う DV データの構造、及び各モジュールについて述べる。

#### 3.2 DV データ構造

本システムで用いる DV データの構造を図 4 に示す。

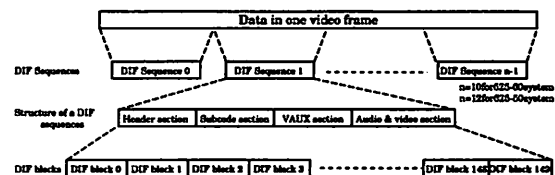


図 4: DV のデータ構造

DV における 1 フレームは DIF シーケンス 10 個から構成される。この DIF シーケンスは 150 の DIF ブロックから構成されており、DIF ブロックはそれぞれ Header、Subcode、VAUX、Audio、Video の 5 種類に分類される。

### 3.3 受信モジュール

DVTS を利用し送信されるパケットは IP ヘッダ、RTP ヘッダ、UDP ヘッダ、そして複数の DIF ブロックから構成される。受信モジュールでは受信した DV データの RTP ヘッダを読み取った後、レートコントロールモジュールへ受信したデータを送る。

### 3.4 フレームレートコントロールモジュール

本システムは受信した DV データから映像を構成する DIF ブロック数を削減することによってフレームレートのコントロールを行う。映像を構成する DIF ブロック数を削減するためにはどの DIF ブロックが映像を指すのか識別する必要がある。識別には 2 通りの方法が挙げられる。DIF ブロックの配置を図 5 に示す。

Header		Subcode Section			Video Auxiliary Section			
H0	SC0	SC1	VA0	VA1	VA2	0		
A0	V0	V1	V2		V12	V13	V14	1
A1	V15	V16	V17		V27	V28	V29	2
⋮								⋮
A7	V105	V106	V107		V117	V118	V119	8
A8	V120	V121	V122		V133	V134	V135	9
1 Audio Block	16 Video Blocks							

図 5: 識別方法 1

第 1 の方法は映像を表す DIF ブロックの配置場所から変更したフレームレートに従って DIF ブロックを減らすというものである。この方法の利点は指定された位置の DIF ブロックを破棄するという動作のみを行うため、必要な DIF ブロックの抽出に割かれる作業時間が少ないことである。ただし、送信者-本システム間でパケットロスが起こった場合、DIF ブロックの位置がずれるという問題がある。

表 1: 識別方法 2

Kind of DIF Block	1stByte(head 3bit)
Header	0f (000)
Subcode	3f (001)
VAUX	5f (010)
Audio	7f (011)
Video	ff (111)

第 2 の方法として個々の DIF ブロックのヘッダを読み取り、データを抽出することが挙げられる。DIF ブロックの種類は最初の 1byte の頭 3bit によって決定されている。このことを図 1 に示す。これにより 1 つ 1 つの DIF ブロックがどの部分を構成する DIF

ブロックなのか判別することが可能である。ヘッダを読み取るために、この識別方法は先に述べた識別方法に比べ処理速度が低下する。一方で送信者-本システム間でのパケットロスによる影響を受けないという利点もある。

DIF ブロックを正確に判別し、受信者へと送信するために本システムは後者の識別方法を用いる。

## 4 実装

DSCP の実装環境を表 2 に示す。本システムは dvts1.0e を基に実装した。

表 2: 実装環境

使用言語	C 言語
使用 OS	FreeBSD4.9Release

### 4.1 受信モジュール

受信モジュールでは RTP ヘッダと複数の DIF ブロックを処理対象とする。RTP ヘッダより送出されたパケットのシーケンス番号、送出時のタイムスタンプ及び、SSRC 識別子を参照することで音声抽出モジュールにおいて送信された順に DIF ブロックの処理が可能である。受信データの RTP ヘッダを参照後 DIF ブロックのみをフレームレートコントロールモジュールへと渡す。

### 4.2 フレームレートコントロールモジュール

フレームコントロールモジュールでは前述した受信モジュールから受け取った DIF ブロックを受信者のネットワーク環境に適したフレームレートにフレームを間引く処理を行う。フレームレートコントロールモジュールの処理を以下に示す。

```
sct = (ntohl(buf[(sizeof(rtp_hdr)+
80*i)/4]) >> 29) & 0x7)
(略)
if(dvsend_param->flags & NO_VIDEO){
    /* do not include video data */
}else if
(dvsend_param->frame_drop>1 &&
(frame%dvsend_param->frame_drop!=0){
    /* drop this frame */
}else{
    _add_dvdif_to_outbuf(
        dvsend_param,difblock);
}
```

受信したバッファをビットシフトし、その後マスキングを行うことで DIF ブロックの分類を行った。分類後、フレームレートコントロールモジュールは設定したフレームレートに従って映像の DIF ブロックを間引く。その後抽出した DIF ブロックを送信モジュールへと渡す。

#### 4.3 送信モジュール

フレームレートを変更した DV データを送信する際に送信する DV データに IP ヘッダ、RTP ヘッダ、UDP ヘッダを付加する。起動時にフレームレート変更後の DIF ブロックを格納するバッファを用意し、そのバッファの先頭バイトに RTP ヘッダを付加する。抽出された DIF ブロックはバッファに一時格納された後、送信される。

#### 4.4 各種オプションの実装

本システムは送信者、受信者へより柔軟性の高いサービスの提供を実現するために、表 3 に示すオプションを実装した。

表 3: 本システムに実装したオプション

-N	音声のみの DV データを送信
-h addr	送信先を増やす
-S port	送信ポートを指定
-R port	受信ポートを指定
-j addr	multicast address に join
-f num	映像データを 1/num に間引く
-m addr	multicast address に送信する
-p	PAL に対応した送信を行う

フレームレートコントロールの機能を実装するにあたり、NTSC(National TV Standard Committee) と PAL(Phase Alternating Ling) のフレーム数を考慮する必要がある。NTSC が 29.97、PAL が 25 とフレーム数が異なるため、本システムはフレームを間引く際、それぞれに対応する処理を行った。

### 5 評価

本節では本システムの動作実験を行うことにより、本研究の達成度に対し評価を行う。スイッチングハブを利用し構築した実験環境を図 6 に示す。

送信者と本システムは安定かつ広帯域なネットワークに接続し、また受信者は制限のあるネットワークに接続している環境を想定した。

実験環境に用いた機材を表 4 に示す。

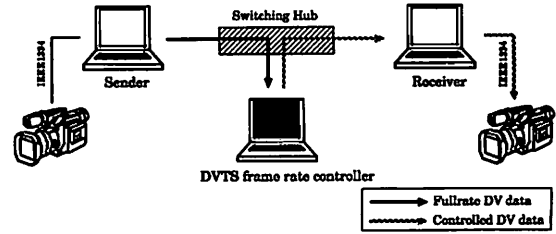


図 6: 実験を行った接続環境

表 4: 実験環境

	sender	中継ノード	receiver
OS	FreeBSD4.10	FreeBSD4.10	FreeBSD4.10
CPU	Pentium III 996.68MHz	Xeon(Prestonia) 3.20GHz	Pentium III Mo- bile 800MHz
メモリ	512MB	1024MB	256MB
NIC	100BASE-T	1000BASE-TX	100BASE-T
スイッチ	BUFFALO LSW10/100-16H		
DV	SONY DCR-PC10		

#### 5.1 本システム-DVTS 間のフレーム間引き機能の比較

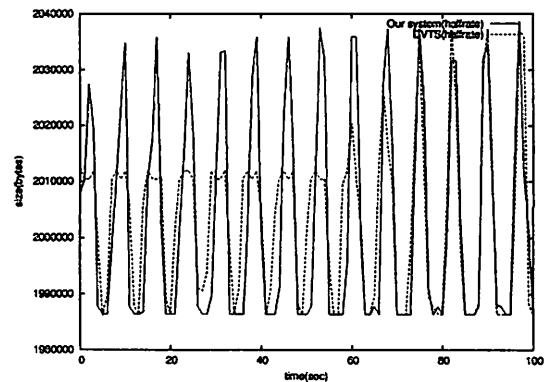


図 7: 本システムと DVTS とのハーフレート転送時の受信データサイズの比較

図 6 の環境において本システムによるフレーム間引き機能と DVTS によるフレーム間引き機能との受信データサイズの比較を行った。1 秒毎に受信したデータサイズを計測し、その結果を図 7、8、9 にまとめた。データを収集するために FreeBSD のコマンドである netstat を利用した。

図 [7,8,9] はそれぞれ、1/2 フレーム、1/3 フレーム、音声のみにフレーム間引きを行った場合の比較である。

フレームレートを 1/2 にした場合の送信データサ

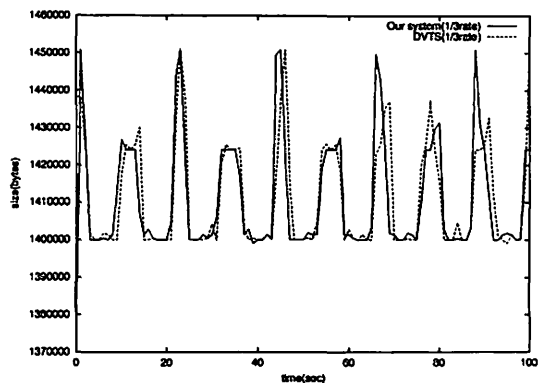


図 8: 本システムと DVTS との 1/3 レート転送時の受信データサイズの比較

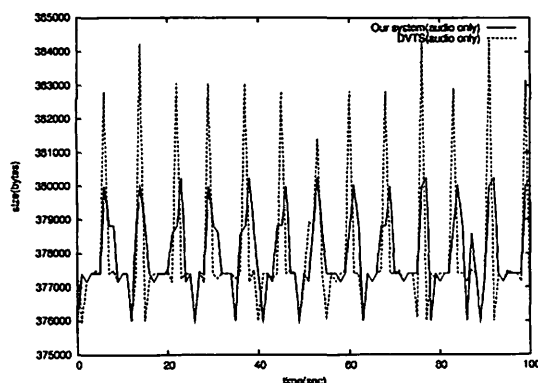


図 9: 本システムと DVTS との音声のみ転送時の受信データサイズの比較

イズを比較すると本システムの方がややバースティに DV データを送信していることがわかる。なお実測したデータサイズの平均値は DVTS、本システムともに約 2003 キロバイトであった。

フレームレートを 1/3 にした場合の送信データサイズを比較すると本システム、DVTS 間にほとんど差は見られなかった。実測したデータサイズの平均値は DVTS、本システムともに約 1411 キロバイトであった。

音声のみの場合の送信データサイズを比較すると、DVTSの方が本システムよりもバースティに DV データを送信していることがわかる。実測したデータサイズの平均値は DVTS、本システムともに約 378 キロバイトであった。

以上より本システムのフレーム間引き機能が DVTS のフレーム間引き機能とほぼ同等の性能を持つことがわかった。

## 5.2 動作実験

フレーム間引き機能の比較の他に、本システムに実装したオプションの動作を確認した。映像のフレーム間引き機能以外に確認したオプションの動作は以下の通りである。

- 受信ポート、送信ポートの変更
- ユニキャスト宛先アドレスを増やす
- マルチキャストアドレスへの join
- マルチキャストアドレスへのデータ送信

以上フレーム間引き機能の性能、他のオプションの動作実験を行ったことで、本システムが本研究の想定環境において正常に動作することがわかった。

## 6 おわりに

本研究は DVTS の想定利用環境に中継ノードを加えることにより、送信者-受信者間のネットワーク環境を考慮した DV データの送信を実現した。今後、本システムは IPv6 への対応やデータ送出のタイミングをコントロールする機能を実装することにより、受信者により柔軟性の高い安定したサービスを提供することが可能である。

本研究では主に映像フレームレートの変更機能を実装したが、今後は別々の地点から送信される 2 つの DV データを受信し、A 地点の音声と B 地点の映像を組合せ、新たな DV データを構築する機能を本システムへ実装することを目指す。この機能の実装により本システムが実現する環境の例を以下に示す。

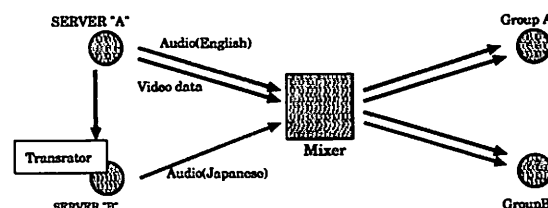


図 10: 本システムの応用例

図は中継ノードをリアルタイム翻訳機として用いた例である。送信者 A は中継ノードに映像・音声の DV データを、送信者 B に音声のみの DV データを送信する。送信者 B は翻訳者の音声を中継ノードに送る。中継ノードはグループ A に対し、映像と英語音声の送信を行う。またグループ B には送信者 A の映像と送信者 B の音声を組合せ送信することにより、リアルタイムに複数ヶ国語による中継を実現することが可能である。

## 参考文献

- [1] A.Ogawa. DVTS (Digital Video Transport System) WWW page, November 2001. URL:<http://www.sfc.wide.ad.jp/DVTS/>.

