

# 電子透かし埋め込み動画像の配信実験

工学部 情報システム工学科

木下 太

b699419@cis.nagasaki-u.ac.jp

藤村 誠

makoto@cis.nagasaki-u.ac.jp

総合情報処理センター

黒田 英夫

kuroda@cis.nagasaki-u.ac.jp

## 1. はじめに

近年、ネットワークの大容量化が進み、動画像コンテンツがネットワーク上に流れるようになってきた。近い将来、FTTHが普及し、さらに回線の大容量化が進むことから、多くの人々が光ファイバを通してインターネットに接続し、情報量の大きい映画などの動画像コンテンツを利用することが増加すると予想される。そこで動画像コンテンツの著作権保護のため、動画像コンテンツに電子透かしを埋め込む技術が重要になる。

今回の実験では、電子透かしを埋め込んだ静止画を動画像に符号化<sup>i)</sup>、作成した動画像を用いて、長崎大学と北九州市ギガビットラボ<sup>iii)</sup>間のギガビットネットワーク上で配信実験を行い電子透かしへの影響について調査した。さらに、通信回線の電子透かしへの影響とは別に MPEG 形式の動画像の符号化方式と、復号化方式が電子透かしに与える影響についても調査した。

## 2. 動画像コンテンツの配信

### 2.1 電子透かし

電子透かしとは、画像や動画像などのデータに、特定の情報を埋め込む技術である。一般に電子透かし技術は、違法コピーに対する著作権保護に利用される。電子透かしが埋め込まれたコンテンツに対し、改ざんや圧縮などの攻撃が加えられた場合でも、透かし情報が維持されるよう、電子透かしには耐性が要求される。しかし、耐性を上げると、その分、画品質が劣化してしまう。そのため電子透かしは、耐性と品質のバランスを考慮して埋め込む必要がある。

### 2.2 MPEG

MPEG とは、動画像の符号化方式の一つで、MPEG の中でも、MPEG2 は通信、放送、蓄積用に使用される。MPEG2 は映像、音声、付加データなどの個別のストリーム(ES:Element stream)を

---

<sup>i)</sup> Fiber To The Home 国内の全家庭に光ファイバーを引き、電話、インターネット、テレビなどのサービスを統合して提供する計画。郵政省や NTT が推進している。

<sup>ii)</sup> 動画像を作成することを符号化 (エンコード) といい、符号化された動画像データを静止画に戻すことを復号化 (デコード) という。

<sup>iii)</sup> 通信・放送機構北九州情報通信研究開発支援センター。 (<http://www.kitaq.tao.go.jp/main.htm>)

多重化して構成される。この多重化の方式にも2種類あり、DVD などの蓄積用に使われるプログラムストリーム(PS:Program Stream)と、スカイパーフェクTVなどで使われる放送用のトランスポートストリーム(TS:Transport Stream)がある。MPEG を作成するには、複数の入力画像に対しフレーム間予測、動き補償、DCT といった処理を行う。これらの処理を行い、MPEG を作成するツールをエンコーダといい、逆の処理を行い、符号化されたデータを復号化するツールをデコーダという。エンコーダとデコーダには多種あり、それぞれの基本構成は同じだが、DCTなどの演算に用いるパラメータは異なる。DCT は不可逆演算のため、完全に復号することはできない。そのため、エンコード処理が電子透かしに対して、攻撃を加えることと同じことになり、電子透かしを劣化させてしまう。

表 1 : MPEG の符号化方式

フェイズ	符号化ビットレート	主なアプリケーション
MPEG1	1Mbps	ビデオ CD
MPEG2	4～10Mbps 程度 (SDTV) 数十 Mbps程度 (HDTV)	DVD 地上波 BS CS ケーブル放送
MPEG4	～384Kbps (QCIF) 128Kbps～2Mbps (CIF) 15Mbps (程度) 38.4Mbps (HDTV)	TV 電話 移動体通信 インターネット 放送用途
MPEG7	—	EPG ホームサーバー応用

### 2.3 ストリーム配信システム

今回の実験では、ネットワーク上で動画像のやり取りを行う。その方法として、ストリーム配信を利用する。ストリーム配信とは、動画像を配信するストリーミングサーバと、配信されたものを受け取るストリーミングクライアントから構成される。ストリーミングクライアントは、ストリーミングサーバから送られてくるデータを受信しながら、同時に再生する。

実験で使用するサーバとクライアントは VideoLAN<sup>iv</sup>で開発された、オープンソースのストリーミングアプリケーションを使用した。ストリーミングサーバとして vlnms<sup>v</sup>を、ストリーミングクライアントとして vlc<sup>vi</sup>を使い動画像配信を行った。vlnms は、磁気ディスク内の MPEG2-PS を MPEG2-TS に変換し、vlc へと配信する。vlc では、受信したストリームを復号化し、画面に出力するが、今回の実験では、受信した動画像データの電子透かし抽出率を求め、通信路からの影響の有無を調べるので、vlc のソースコードを書き換えて、画面に出力する1コマ1コマの静止画像データと同じものを、磁気ディスクに出力するように改造した。

図1に今回実験に用いたストリーム配信システムを示す。PC-1、PC-2とも PC はパソコン(Linux)であり、それぞれ、配信サーバと配信クライアントである。PC-1 から直接 PC-2 に配信するのでは

iv <http://www.videolan.org>

v [video lan mini server](#) ユニキャスト(1対1)用のストリーミングサーバ。  
MPEG2-PS ファイルのみ配信可能。

vi [video lan client](#) ストリーミングクライアントとしてだけでなく、動画プレーヤー、DVD プレーヤーとしても使用可。

なく、まず PC-3 に向けて配信する。PC-3 では vlc が起動しているのではなく、NAT<sup>vii</sup>が起動しており、PC-3 に入ってきた PC-1 からのパケットは、宛先を PC-3 のアドレスから PC-2 のアドレスに書き換えられ、PC-2 へと転送される。PC-2 では PC-3 から送られてきたパケットを、あたかも PC-1 から送られてきたようにとらえて、受信する。PC-1 と PC-2 の間に PC-3 を割り込ませるのは、PC-1 から PC-2 に直接配信しようとする、そのパケットはハブを通して PC-2 へと送信される。今回の実験のようにこの回線を通したいという、目的とする回線がある場合は、PC-3 を間に入れることにより、目的とする回線を必ず通るようにしてある。

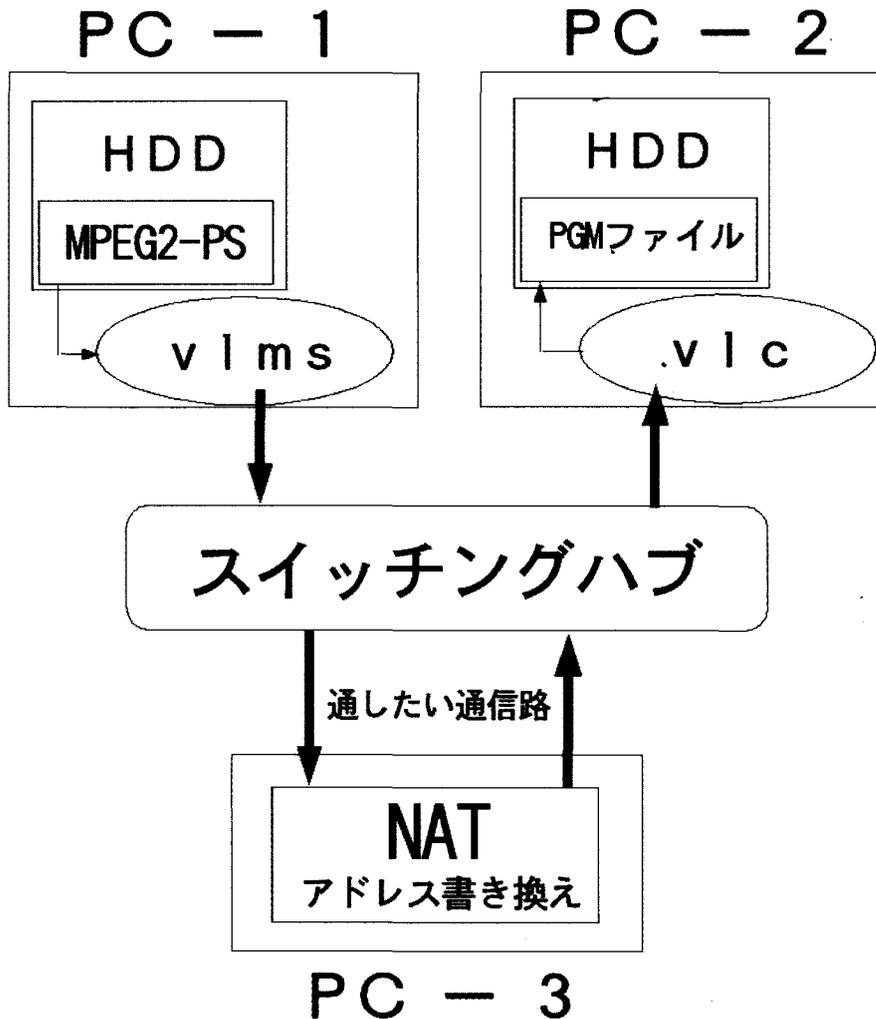


図 1 ストリーム配信システム

<sup>vii</sup> Network Address Translation パケットの宛先や送信元の情報を書き換えたり、パケットの通過制御をおこなうアプリケーション。



### 3.2 エンコーダとデコーダ

今回の実験に使用した MPEG エンコーダは3種類あり、それぞれ異なった MPEG データ形式に変換する。デコーダは vlc を含め2種類のデコーダを使用した。使用するエンコーダとデコーダをまとめると、表 3 のようになる。

表 3 エンコーダ・デコーダ一覧

エンコーダ	開発元	動作	略称
Mpeg_encode	カリフォルニア大学 バークレー校	複数の静止画像から MPEG1 を作成	Acod
Mpeg2encode	MPEG Simulation Group	複数の静止画像から MPEG2-ES (ビデオストリーム)を作成	Bcod
Ulead VideoStudio 3.0 SE	Ulead Systems	各 MPEG ファイルを MPEG2-PS に 変換する	Ccod
デコーダ	開発元	動作	略称
Mpeg2decode	MPEG Simulation Group	MPEG1、MPEG2 ファイルをデコード	Bdec
vlc	VideoLAN.org	MPEG ファイルをデコード	Edec

今回はこれらのエンコーダとデコーダを使い、6通りのエンコーダとデコーダの組み合わせで実験を行った。エンコーダとデコーダの組み合わせをまとめると、表4のようになる。

表 4 エンコーダとデコーダの組み合わせ

組み合わせ 番号	エンコーダ	データの流れ	デコーダ
1	Acod	同一 PC 内の ファイル交換	Bdec
	静止画 → MPEG1		MPEG デコード
2	Acod - Ccod	同一 PC 内の ファイル交換	Bdec
	静止画 → MPEG1 → MPEG2-PS		MPEG デコード
3	Acod - Ccod	通信路	Ddec
	静止画 → MPEG1 → MPEG2-PS		ストリーム受信
4	Bcod	同一 PC 内の ファイル交換	Bdec
	静止画 → MPEG2-ES(video)		MPEG デコード
5	Bcod - Ccod	同一 PC 内の ファイル交換	Bdec
	静止画 → MPEG2-ES → MPEG2-PS		MPEG デコード
6	Bcod - Ccod	通信路	Ddec
	静止画 → MPEG2-ES → MPEG2-PS		ストリーム受信

### 3.3 実験 1

表4における6種類のエンコーダとデコーダの組み合わせを用いて実験を行った。表4における3番と6番で使用する通信路は、図1と同じ小規模な通信路である。結果を表5に示す。Mは埋め込み強度を表す。1-3と1-4の場合において、埋め込み強度Mが5または8の場合で、高い抽出率を記録している。逆に1-3と1-4以外の、エンコーダとデコーダの組み合わせでは、そこまで高い抽出率は記録されなかった。このことから、エンコーダとデコーダの組み合わせは電子透かしへ影響を与えることがわかる。

表5 実験1による100フレーム分の電子透かし抽出率平均値 (%)

組み合わせ番号		1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6
Encoder		Acod	Acod-Ccod	Acod-Ccod	Bcod	Bcod-Ccod	Bcod-Ccod
Data	Encoder	Bdec	Bdec	Ddec (streamed)	Bdec	Bdec	Ddec (streamed)
	Flow	M=2	49.35	50.71	46.55	52.79	58.18
M=5		54.01	52.81	85.17	93.79	21.9	52.45
M=8		51.25	47.94	95.06	99.04	53.38	56.79
Mbc1	M=2	51.65	49.81	47.39	57.81	53.91	49.2
	M=5	48.75	48.67	87.8	92.83	27.99	51.63
	M=8	47.32	46.74	98.09	98.79	65.26	46.44
Tble	M=2	49.86	45.11	46.68	61.69	75.03	49.54
	M=5	49.63	69.15	93.64	99.66	7.33	24.67
	M=8	74.37	79.94	96.99	99.98	60.54	39.31

### 3.4 実験 2

図 3 に示す、長崎大学から北九州ギガビットラボにつながる JGN を使用してストリーム配信実験を行った。表4における、3番と6番による実験である。表6に実験結果を示す。2-3 と 2-6 が実験2の結果であり、1-3 と 1-6 は実験1の結果である。表から、実験1と実験2で、結果に差がないことがわかる。これは通信回線が電子透かしに与える影響がなかったということを表している。

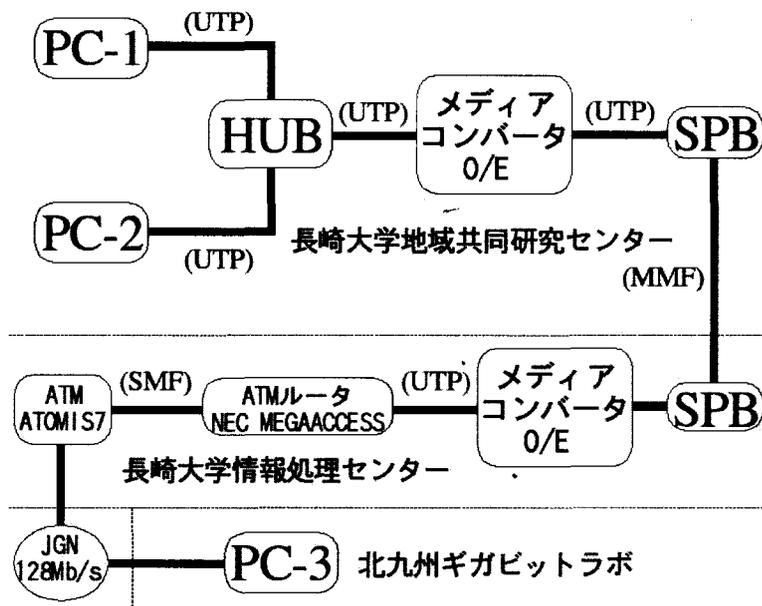


図 3 ギガビットネットワーク通信路

表 6 実験2による100フレーム分の電子透かし抽出率平均値 (%)

組み合わせ番号		2-3	2-6	1-3	1-6
Encoder		Acod-Ccod	Bcod-Ccod	Acod-Ccod	Bcod-Ccod
Data	Encoder	Ddec	Ddec	Ddec	Ddec
	Flow	M=2	46.55	49.48	46.55
M=5		85.17	52.45	85.17	52.45
M=8		95.06	56.79	95.06	56.79
Mbit	M=2	47.39	49.2	47.39	49.2
	M=5	87.8	51.63	87.8	51.63
	M=8	98.09	46.44	98.09	46.44
Tble	M=2	46.68	49.54	46.68	49.54
	M=5	93.64	24.67	93.64	24.67
	M=8	96.99	39.31	96.99	39.31

#### 4. まとめ

実験結果から、通信路の電子透かしへの影響は認められなかった。しかし、エンコーダとデコーダの組み合わせは電子透かしへ影響を与えることがわかった。

MPEG は国際標準規格ではあるが、符号化の際の演算に使うパラメータは範囲が決められているだけで、パラメータ値そのものが決められているわけではない。そのため、開発元が異なるデコーダとエンコーダを組み合わせると、組み合わせによっては、異なる出力が得られることも有り得る。3番で使用するエンコーダとデコーダは開発元が同じところであるから、高い抽出率を得られたのではないかと予想される。

今後の課題として、今回の実験に使用した通信回線には、ストリーム配信のデータ以外何も流れていないため、通信回線に何らかの負荷をかけた状態で実験を行う必要がある。また、いくつかのエンコーダとデコーダにおける演算パラメータを調べて、パラメータを変更することにより、より高い電子透かし抽出率を実現できるような、エンコーダとデコーダの組み合わせを実現していきたい。加えて、MPEG に対する電子透かしの埋め込み法についても検討していきたい。