

## エンコードされた複数 AV ファイルの同期参照法の一検討

中平 拓司 <sup>†</sup>	野中 健史 <sup>†</sup>	島村 和典 <sup>† †</sup>
高知工科大学大学院	高知工科大学工学部	通信・放送機構
工学研究科基盤工学専攻 <sup>†</sup>	情報システム工学科 <sup>†</sup>	高知通信トラヒック
		リサーチセンター <sup>† †</sup>

〒782-8502 高知県香美郡土佐山田町宮の口 185

TEL: 0887-53-1020

FAX: 0887-57-2220

E-mail: 035007y@gs.kochi-tech.ac.jp

### 要旨

ネットワークの高速化と符号化技術の発展により、様々な映像コンテンツを、ネットワークを介して利用する動きが活発になっている。今後、ギガビット級さらにはテラビット級という超高速ネットワーク時代になることで、同期関係にある複数の AV ファイルを、ネットワークを介して利用する研究が行われている。しかしながら、通常映像は MPEG などにエンコードされるため、そのままでは同期関係にある複数 AV ファイル間の同期参照ができない。本稿では、複数の MPEG ファイルの同期参照法の一つとして、各ファイル中の I ピクチャの位置を同期参照ファイルとして書き出しておくという同期参照法を提案した。そして、実験により、提案方式が正確に同期参照することを確認した。

## A Method of the Synchronized Reference for Encoded Multi Audio-Visual Files

Takuji NAKAHIRA<sup>†</sup> Takeshi NONAKA<sup>†</sup> Kazunori SHIMAMURA<sup>† †</sup>

Graduate School of Engineering, Department of Informations Systems

Kochi University of Technology<sup>†</sup> Engineering, Kochi University of Technology<sup>†</sup>

Kochi Traffic Research Center,

Telecommunications Advancement Organization of Japan<sup>† †</sup>

185 Miyanokuchi, Tosayamada-cho, Kami-gun, Kochi 782-8502

### Abstract

Many Audio-Visual (AV) contents have been widely used through networks because of being high-speed and progress of encoding technologies. It is expected to use some AV files that have the synchronism in the next generation very high-speed network environment. However, encoding their AV data prevent from referring the synchronism. We propose a method to refer such a synchronism among MPEG files. Synchronized reference is available by making and referring the "synchronization reference file" that the position of each I-picture on each MPEG files is written. By experiment, it is shown that our proposal has good characteristics for synchronized reference.

## 1. はじめに

ネットワークの高速化と、MPEG など圧縮率の高い符号化が可能になったことで、他のメディアに対してデータ量が膨大であった動画を、ネットワークを介して利用することが可能となった。特に、インターネットにおける映像コンテンツの配信が盛んである[1]。

これら映像配信の重要な課題として、現在の IP など QoS(Quality of Service)が保証されていないネットワークを介するときの再生映像の品質を保証することが挙げられており、様々な方法が研究されている。例えば、階層符号化を適用し、QoS が良いとき、つまりパケットの損失率や遅延揺らぎが小さいときは、基本階層の符号化データに加えて上位層の高品質データを送信し、最高品質の映像が再生されるようにし、QoS が悪くなる、つまりネットワークの混雑などでパケットの損失率や遅延揺らぎが大きくなると、基本階層の符号化データのみを送信し、最低限の品質の映像は再生されることを保証するという方式などがある[2]。

ネットワークの高速化はさらに急激に進んでおり、次世代の超高速ネットワーク時代を見据えた研究プロジェクトが、米国などで既に実施されている。日本においても、1999年4月からJGN(Japan Gigabit Network) [3]など、ギガビット級の全国規模のネットワークが運用されている。

こうした高速ネットワークを土台として、特に映像に関するアプリケーション技術の研究が盛んに行われている。それらの中には、ネットワークの高速化に合わせて、より高画質・高精細の映像を配信しようとするものが多い。例えば、TCP/IP を使って、数 100Mbps の高速ネットワークを介してスタジオ品質の映像の伝送実験に成功したという報告もある[4]。

これに対し筆者らは、ギガビット級さらには

テラビット級という超高速ネットワークにおける新しい映像利用の形として、複数の同期関係にある AV ファイルから成るコンテンツを、その同期性を保持しながらネットワークを介して利用するという研究を進めている[5]。これにより、高画質・高精細というだけでなく、新たな映像の利用法が可能となり、同時に、これまでの映像のあり方を大きく変える可能性を持っている。

以下、2節では、その複数 AV ファイルの同期利用について説明し、エンコードされることによる同期参照の問題を取り上げる。次の3節では、今回検討した、MPEG を対象とした複数 AV ファイルの同期参照法について述べ、4節でその有効性を検証する。

## 2. 複数 AV ファイルの同期利用

### 2.1 定義

本稿で言う「複数 AV ファイルの同期利用」とは、「ある同期関係を持った事象を、複数の AV(Audio-Visual)ファイルの集合から構成し、ネットワーク上の映像コンテンツとして、事象が持つ同期性を保持しながら利用する」ことを指す。

### 2.2 同期性を持ったコンテンツの例

そうした、複数 AV ファイルの集合から構成される同期性を持ったコンテンツの例をいくつか示す。

#### • 多視点映像

例えば、現在のスポーツ中継などでは、広い競技場内の様々な箇所を写すカメラや、注目選手をずっと追跡するカメラなどを置いて、番組の進行に合わせて放送するカメラショットを切り替えている。このような多視点から捉えた複数の映像は互いに同期関係にあるため、これ

らの映像を同期関係にある AV ファイル群とすれば、エンドユーザは、好きな視点からの映像を、好きなタイミングで見ることができる。

- 多地点同時進行映像

複数の地点で同時進行であるイベントが行われたり、各地点間のコミュニケーションが図られているような場合、各地点の映像をそれぞれ AV ファイルとすると、それらは同期関係にある複数の AV ファイル群となる。例えば、数カ国を結んだ国際会議や、大学間の合同授業など、多地点事象を同期して視聴することができる。

- 広角映像

ある風景などを、複数のカメラで別々の角度で撮影しておき、後でそれらを繋ぎ合わせてパノラマ画像を生成するという研究例がある。これを、動画にも拡張すれば、同期関係にある複数の AV ファイル群として利用できることになる。史跡や名所などの紹介に用いると、その美しさや迫力がいっそう増して見えることになる。

また、類似の研究として、魚眼レンズを 2 つ用意して全方位の映像を生成するものもあり、これを動画にも適用できれば、180 度パノラマ映像だけでなく、360 度全方位の映像も利用できるようになる。

このように、複数 AV ファイルの同期利用ができることで、従来の映像配信にはない新たな種類のコンテンツの提供と、新しい使い方が実現される。さらに、本研究により得られる技術は、コンピュータネットワークに限らず、既存のテレビジョン放送などにも応用することで、映像そのものの在り方を大きく変える可能性を持っている。

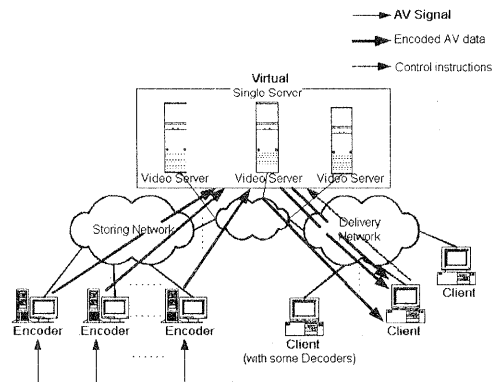


図 1 複数 AV ファイルの同期利用のシステム参照モデル

### 2.3 システム参照モデル

本研究の対象とする、複数 AV ファイルの同期利用のシステム参照モデルを図 1 に示す。参照モデルは、①映像をエンコードした AV ファイルをサーバに蓄積しておく蓄積系、②蓄積されたコンテンツをサーバからユーザ端末まで届ける配送系、③届けられた AV ファイルデータをデコード、再生する再生系の 3 つのサブシステムを持つ。

### 2.4 要求条件

また、システム参照モデルにおける要求条件を、次のように定めている。

- エンコーダ/デコーダは、標準のものを使用し、生成された AV ファイルは、標準に準拠した状態で同期利用できること。
- AV ファイルは、他の AV ファイルと同期利用できると共に、単独のファイルとしてもデコード・再生できること。
- 一旦蓄積されたコンテンツ (AV ファイル群) は、任意の時刻のエンドユーザからの配送要求を受け付け、配送を開始し、その同期関係を保持しながら再生すること。

- 同時に再生できる最大ファイル数は、端末が持つデコーダの数と同じであること。
- 再生中のコンテンツに対するエンドユーザからの制御として、再生位置の変更・再生する AV ファイルの変更・再生の中断・再開ができ、これらの制御を行った場合にも、同期関係を保持して再生を続けること。

### 3. 複数 AV ファイルの同期参照法

#### 3.1 エンコードによる同期利用上の問題点

前節の要求条件を満たしながら、複数 AV ファイルの同期利用を行うためには、それぞれのファイル間の同期関係を何らかの形であらかじめ知っておく必要があり、利用時には、その情報を参照する（以下同期参照）ことで、同期のとれたランダムアクセスや再生するファイルの切り替え、あるいは、ネットワークの QoS 低下などで再生される映像同士の同期が取れなくなったときの再同期などが可能となる。

もし、非圧縮の AV データであれば、各フレームのサイズは図 2 に示すように一定であるため、同期してエンコードされていれば、あるファイル中のフレームデータを読み出せば、同じ位置から他のファイルを読み出すことで、結果的に同期参照ができる。

しかし、現在のエンコード方式では、複数 AV ファイルの同期利用を想定していないため、そのような手段は提供されていない。その上、エンコードされた AV ファイルの各フレームサイズは、図 3 に示すように可変長となるため、あるフレームに同期している他のフレームが、ファイル中のどの位置にあるのか特定することができない。

ゆえに、エンコードされた複数 AV ファイルの同期利用を実現するには、その同期参照法を新たに考案する必要がある。筆者らは、国際標準であり、今後のネットワークの高速化に合わ

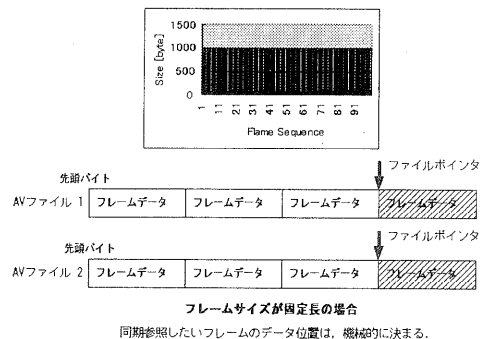


図 2 非圧縮の AV データの場合

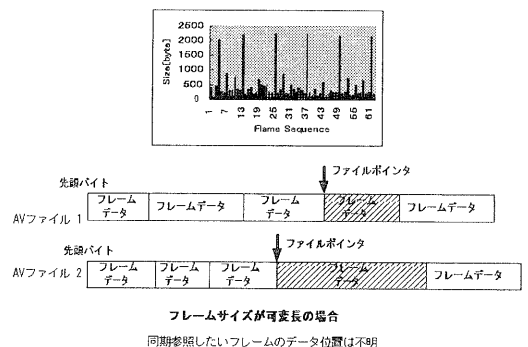


図 3 エンコードされた AV データの場合

せて利用される機会が増えると思われる MPEG について、その同期参照法を提案した。

#### 3.2 MPEG における同期参照法

提案した同期参照法の概念を、図 4 に示す。MPEG では、自身のデータのみ符号化される I ピクチャ、順方向予測により符号化される P ピクチャ、双方向予測により符号化される B ピクチャの 3 種類があるが、提案方式では、自身のデータのみで復号可能な I ピクチャを、同期参照の基準とする。

今、 $n$  個の映像が、同期して MPEG にエンコードされており、ファイル  $i(i=1\sim n)$  のフレーム  $F_i$  は、他のファイル  $j(j=1\sim n, \text{ただし } i \text{ を除く})$  のフレーム  $F_j$  と同期しているものとする。このとき、次の手順により同期参照が可能となる。

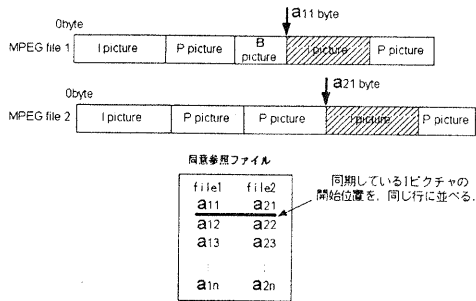


図4 MPEGにおける同期参照法

1. 各 MPEG ファイルについて、I ピクチャがファイル中のどの位置にあるのか検出する。
2. 検出結果を、別のテキストファイルに、図4下に示すフォーマットで出力する(以下同期参照ファイル)。
3. 再生時には、その同期参照ファイルを見ることで、同じ行に書かれてある位置から、それぞれの MPEG ファイルを読み出す。

各 MPEG ファイルの GOP(Group of Pictures)フレーム数を  $m$ 、再生される映像のフレームレートを  $f$  とすると、I ピクチャは  $m$  フレームごとに現れるため、 $m/f$ 秒単位での同期参照が行えることになる。

提案方式は、符号化フォーマット自体は変えないため、従来の標準のエンコーダ/デコーダが利用でき、複数のファイルを同期利用することも、単独で利用することも可能であり、2.4の要求条件を満足するものとなっている。

## 4. 検証

### 4.1 検証方法

提案方式について、その有効性を検証するための実験を行った。実験用の映像素材として、バレーボールをしている2つのチームを、それぞれのコートから撮影したものを使用した。これらを表1に示す条件の MPEG-

2/TS(Transport Stream)[6]ファイルにエンコードし、同期参照ファイルを作成しておく。次に、同期参照ファイルから任意の行を選び、そこに書かれた位置から、図5に示すLANを経由してクライアントまでデータを転送し、デコード・表示させることで、同期の精度を確認した。また、転送を開始してから最初のフレームが表示されるまでの応答時間も見た。

表1 エンコード条件

映像フォーマット	NTSC
ファイルフォーマット	MPEG-2/TS
ファイル数	2
符号化レート	3,6,12,15Mbps
GOP フレーム数	15
エンコード時間	約5分

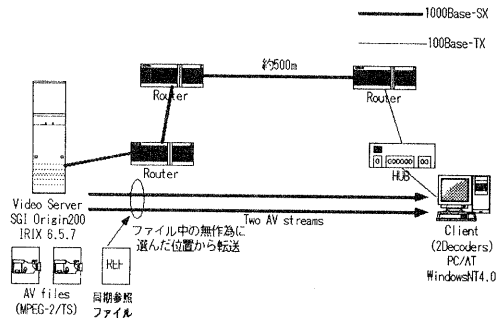


図5 実験に用いたLANの構成

### 4.2 Iピクチャ位置の検出方法

提案方式を実現するには、各 MPEG ファイルの I ピクチャの位置を検出しなければならない。今回は、表1に示す MPEG ビデオ符号化の GOP ヘッダフォーマット[7]に着目し、このスタートコードが含まれている TSP(Transport Stream Packet)の先頭位置を、同期参照ファイルに出力した。

表2 GOP ヘッドフォーマット

コード名	bit	内容
group start code	32	GOP スタートコード (0x000001B8)
time code	25	タイムコード (時, 分, 秒, ピクチャ)
closed gop	1	GOP の独立性を示すフラグ
broken link	1	GOP 内 I ピクチャ前の B ピクチャの正当性フラグ

### 4.3 実験結果

実験結果を、表3に示す。また、再生された映像の例を図6にそれぞれ示す。符号化レートが高くなると、再生される映像にノイズが入ったり、動きが遅くなったりはしたが、同期参照は正確にできており、最初のフレームが表示された後も、終始同期がとれた状態で再生を続けた。応答時間も、1~3秒の間に収まり、実用的な範囲となった。再生される映像の品質は、クライアントのデコード処理を改善することで良くなると思われる。

## 5. まとめ

エンコードされた複数 AV ファイルについて、MPEG を対象とした同期参照方式を提案した。提案方式により、エンコード/デコードのフォーマットを変えることなく、簡単に同期参照が行えることを、実験により確認した。

今後は、エンコード条件が異なるファイル間での同期参照や、ファイルのディスク上への配置による影響、コンテンツに対する意味単位での同期参照などが課題である。

### 謝辞

本研究を支援して下さっている、通信・放送機構 高知通信トラヒックリサーチセンターならびにギガビットネットワーク研究開発プロジェクトの関係者の皆様に感謝致します。

表3 実験結果

符号化レート	同期参照の精度	応答時間
3Mbps	同期して再生	1~3秒
6Mbps	同期して再生	1~3秒
12Mbps	同期して再生	1~3秒
15Mbps	同期して再生	1~3秒

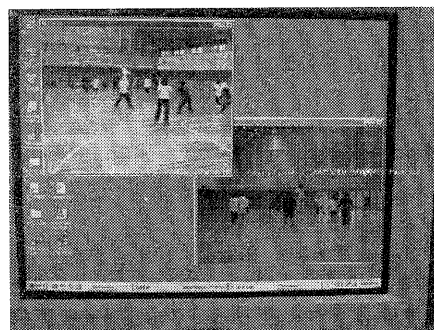


図6 再生される映像の例

### 参考文献

- [1] Windows Media:  
<http://www.microsoft.com/windows/windowsmedia/default.asp>
- [2] Riley, Richardson: "Digital Video Communications", Artech House, 1997
- [3] Japan Gigabit Network:  
<http://www.jgn.tao.go.jp/>
- [4] 勝本: "超高品質メディアの高速 IP 転送技術報告", 情報処理学会誌, Vol.41, No.12, 2000
- [5] 中平, 島村: "WAN 環境におけるマルチ AV ストリーム配送の同時性に関する一検討", 信学技報 SSE2000-105
- [6] "Information Technology-Generic coding of moving pictures and associated audio information: Systems", ISO/IEC 13818-1
- [7] "Information Technology-Generic coding of moving pictures and associated audio information: Video", ISO/IEC 13818-2