

ビデオサーバにおける多重特殊再生の検討

5D-9

江村恒一<sup>†</sup> 秋元俊昭<sup>†</sup> 多田浩之<sup>†</sup> 舛田通憲<sup>†</sup> 長田 淳<sup>†</sup>

松下電器産業(株) <sup>†</sup>東京通信システム研究所 <sup>†</sup>映像音響情報研究所

1.はじめに

ハードディスクの大容量化及び動画像圧縮技術の標準化に伴い、複数端末にデジタルビデオを配信するビデオサーバの技術が注目を浴びている。特に動画再生にあたり、番組内容検索等のため特殊再生の機能が求められている。

特殊再生の種類には、通常再生や停止に加え、ポーズ、スロー、高速再生などがある。ポーズとスローは単純なビットレート制御によって実現可能であるが、高速再生はディスク読み出し帯域の増大を招き、多重再生を満足できなくなるという課題がある。また、高速再生専用のストリームを別に設ける方式[1]では、多重度は満足するが高速再生の速度が固定であることと、蓄積容量の増大が問題となっている。

本文では、多重度を落とさず、かつ蓄積容量を大きく増やすことなく複数速度の高速再生を実現する多重特殊再生方式を提案する。

2.高速再生方式

図1に示すように、通常再生でa秒に表示するフレームをb秒に表示することでa/b倍速の高速再生を実現する。高速再生に用いるフレーム(キーフレーム)は、フレーム内符号化フレームであり、該当フレーム単独で再生可能である。また、キーフレーム間のフレーム群を読み飛ばすことで、読み出し帯域を増やさずに次のキーフレームを読み出すことができる。

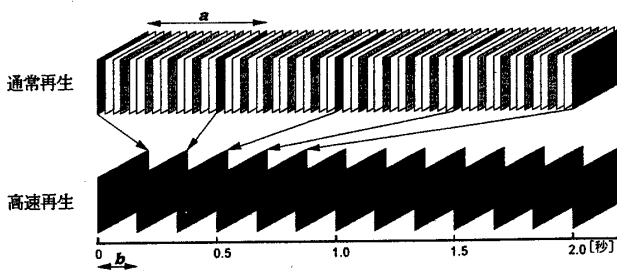


図1 高速再生概念図

しかし、単純に次のキーフレームを読み出すだけでは、読み出し帯域の制限から高速再生の速度に限界が生じる。

本方式では、キーフレームを任意数読み飛ばすこ

とで、通常再生時と同じ読み出し帯域においても複数速度の高速再生を実現する。

3.処理モデル

図2に提案する特殊再生方式を検証するための処理モデルを示す。ディスクのスループット向上のため固定長のMSF単位に分割記録したビデオストリームを、多重度を満足するために、読み出し帯域が一定ビットレート以下になるように制御して読み出す。規定の読み出し帯域内で再生速度を満足するために最適な間隔でキーフレームをスキップし、次のキーフレームを決定する。そして決定したキーフレームを含むMSFを読み出し、MSFからキーフレームを抽出して端末へ送信する。

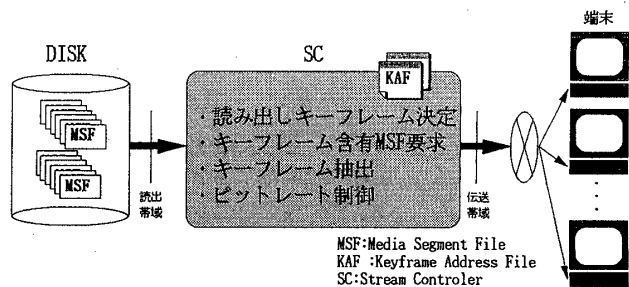


図2 処理モデル図

4.ストリームモデル

図3に使用するストリームモデルを示す。MPEG2(Motion Picture coding Experts Group Phase 2)ストリームを用い、特殊再生実現のため以下の制約条件を設ける。

- 1パックに1PESパケット格納  
パック長は固定長(=  $SZ_{pkt}$  [bytes])
- MSF長はパック長の整数倍で固定長  
(=  $L_{mf} \times SZ_{pkt}$ )
- キーフレーム長はパック長の整数倍  
(=  $L_k \times SZ_{pkt}$ )
- GOP(Group Of Pictures)長はパック長の整数倍

MSFに整数個のパックを蓄積し、キーフレームとパックの境界を一致させることで、キーフレームをMSFより抽出する際のCPU処理負荷の軽減と、KAFの単純化が図れる。

A study of multiple trickplay on video server

Koichi Emura<sup>†</sup>, Toshiaki Akimoto<sup>†</sup>, Yukihiro Tada<sup>†</sup>, Michinori Masuda<sup>†</sup>, Atsushi Nagata<sup>†</sup>

<sup>†</sup>Tokyo Communication Systems Research Laboratory Matsushita Electric Industrial Co.,Ltd.

<sup>†</sup>Audio Video Information Technology Laboratory Matsushita Electric Industrial Co.,Ltd.

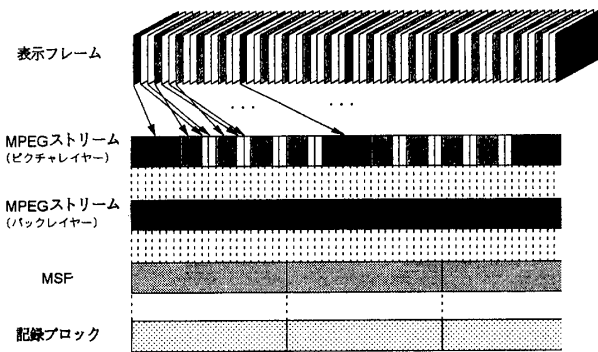


図3 ストリームモデル図

1枚のキーフレームは任意複数のMSFに跨る可能性があるため、1枚のキーフレームを抽出するために読み出す平均パック数を、読み出さなければならないMSFの数とその確率から求めると、 $L_{mf} + L_k - 1$ となる。MSF読み出し帯域をBR [bps]とすると、高速再生時の平均フレーム表示時間間隔  $b$  [sec]は、以下の式で求められる。

$$b = \frac{(L_{mf} + L_k - 1) \times SZ_{pkt} \times 8}{BR}$$

図4にキーフレームのパック数  $L_k$  と高速再生時の平均フレーム表示時間間隔  $b$  との関係を示す。BRを4.0M [bps]、 $SZ_{pkt}$ を2k [bytes]とし、MSF構成パック数  $L_{mf}$ をパラメータとして変化させた。

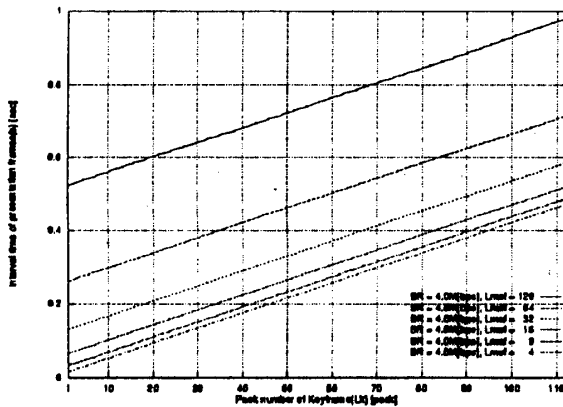


図4 キーフレームパック数 ( $L_k$ ) と高速再生時の平均フレーム表示時間間隔 ( $b$ ) の関係

$L_k$  はキーフレームの画像の複雑さに依存し、1~112 [pack]の間を推移するので平均値で考える。

図4において、同じ  $L_k$  で比較した場合、 $L_{mf}$  が大きくなるほど平均フレーム表示時間は大きくなる。 $L_{mf}$  が大きい程ディスクのスループットが向上し多重度を大きくできるが、逆に高速再生時の表示フレーム間隔が長くなり、時間軸の解像度が落ちることになる。よって、要求される多重度と高速再生時

の時間解像度の両方から最適な  $L_{mf}$  を決定する必要がある。

また、前記平均フレーム表示時間間隔  $b$  [sec] と通常再生時におけるキーフレーム表示時間間隔  $a$  [sec] から高速再生の平均倍速値が求まる。

キーフレーム表示時間間隔  $a$  は、GOP 構成フレーム数  $f_{GOP}$  [frames]、フレーム周波数  $f_{sec}$  [frames/sec] とした場合、 $f_{GOP}/f_{sec}$  [sec] となる。更にキーフレームを  $N_{skip}$  枚スキップすることで、キーフレーム表示時間間隔は  $N_{skip} + 1$  倍になり、再生速度を可変にすることが可能となる。

高速再生の平均倍速値  $n$  は以下の式で表わせる。

$$n = \frac{a \times (N_{skip} + 1)}{b} = \frac{f_{GOP}}{f_{sec}} \times \frac{BR}{(L_{mf} + L_k - 1) \times SZ_{pkt} \times 8} \times (N_{skip} + 1)$$

この式を用いて、任意の読み出し帯域において、要求される倍速値に最も近い倍速になるようにキーフレームのスキップ数を設定する。

### 5. 管理データ (KAF) 構造

KAF はキーフレームの先頭パック番号とパック数をキーフレーム毎に順次記述した以下の構造体の配列で表わせる。

各要素からキーフレームを含む MSF、読み出す MSF 数とキーフレーム抽出位置を求める。

```
struct _KAFData {
    long vseq; /* 32bits キーフレーム先頭パック通番 */
    short vnum; /* 16bits キーフレームパック長 */
} KAFData;
```

1GOPあたり6 [bytes]、 $f_{GOP} = 15$ 、 $f_{sec} = 29.97$  と仮定すると、2時間の番組においても約21k [bytes] という少ないデータ量で高速再生が実現できる。

### 6. まとめ

本方式により、多重度を落とさず、かつ蓄積容量を大きく増やすことなく複数速度の順逆高速再生とスロー及び通常再生の共存を可能とした。また、ストリームに制約を設け CPU の処理負荷を軽減している。

本方式をビデオストリームサーバ [2] に実装し評価中である。

### 参考文献

[1] 石橋、西村、中野 “ビデオオンデマンドサービスのための多重特殊再生技術の検討” 信学技報、IE92-96, pp.101-106 (Dec.1992)  
 [2] Y.Ito, T.Tanaka, “A video server using ATM switching technology”, Multimedia'94 5th IEEE COMSAC INTERNATIONAL WORKSHOP on Multimedia Communications Kyoto, Japan May 16-19, 1994