

## 圧縮ビデオ・オーディオのための同期/レート制御

4U-10

渡辺光輝 赤間孝司 柴田義孝

東洋大学工学部情報工学科

### 1 はじめに

音声や動画像を含むマルチメディア情報ネットワークにおいて、効率的な転送を行なうためには圧縮ビデオが不可欠である。特に MPEG-1 Video[3](以下 MPEG) は動画像の効果的な圧縮・伸張を可能にしているが、ユーザが要求する QoS を保証するための同期制御やフレームレート制御の機能により制約を受けることになる。そこで本研究では、ネットワーク上に分散格納されているオーディオ・ビデオを同期統合する従来のパケットオーディオ・ビデオシステム [1](以下 PAVS) に、MPEG による圧縮ビデオを用いた場合の同期制御、及びレート制御について考察した。

### 2 PAVS

本システムは図 1 に示すような階層構造をしておりクライアント-サーバ方式によって PAVS を構成している。 Synchronization 層ではメディア間の同期

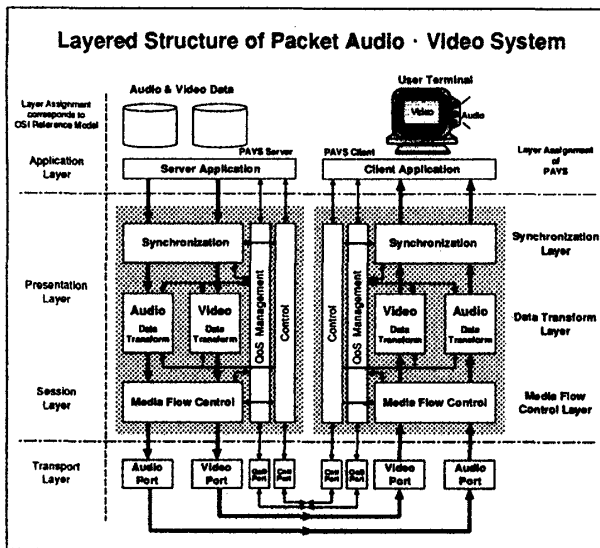


図 1: 階層構造

(“Lip Sync.”) を行う。 Transform 層では圧縮・伸張・フォーマット変換を行う。 Media Flow Control 層ではパケットロス を考慮したネットワーク転送を行う。 QoS Management 層ではユーザの要求に応じた QoS の管理を行う。 Control 層ではインタラクティブな操作に対応するための制御を行う。

### 3 MPEG データの転送方式

MPEG は画像フレームとして I-Picture(フレーム内コーディング画像)、P-Picture(フレーム間コーディング画像)、B-Picture(双方向フレーム間予測画像)の三種類を圧縮データ内に持つ(図 2)。 P-/B-Picture は伸張時に過去の I-/P-Picture のデータを利用するため、 I-/P-Picture のロスが生じた場合の対応方法を考慮しておかないと後続の P-/B-Picture を伸張することが不可能になる。本システムでは MPEG において複数のフレームによって構成される GoP による一括処理を考慮して、ネットワーク転送の単位を GoP とした。

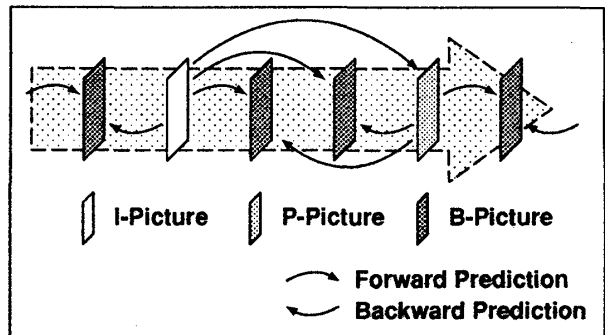


図 2: MPEG の予測とフレーム構成

### 4 可変レート転送

GoP を転送単位として一定のフレームレートで表示するために、図 3 のようにパケットのサイズは固定

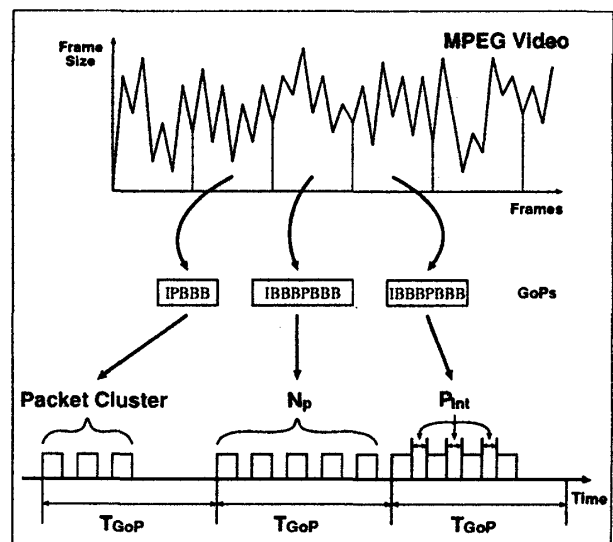


図 3: 可変レート転送

にし、送出するパケットの数及び動的にパケット間隔を調節する可変レート転送を行う [2]。

一つのGoPに相当する時間を $T_{GoP}$ 、パケット間隔を $P_{Int}$ 、送出するパケットの数を $N_P$ として、ソースビデオのフレームレートが24[frames/sec]、GoPの持つフレーム数( $N$ )が8、パケットサイズが4096[byte]とした場合、データサイズが64000[byte]であるGoPを転送する場合は $N_P = \lceil \frac{64000}{4096} \rceil = 16$ 、 $T_{GoP} = \frac{8}{24} = \frac{1}{3}$ となり、1/3[sec]の間に16個のパケットを送信することになる。

このように、 $T_{GoP}$ 内の固定長パケットの生成率をGoPのデータレートに合致させることにより可変レート転送を行い、一定のフレームレートを達成できる。

**5 同期制御**

無圧縮のビデオデータとは異なり、MPEGのビデオデータを扱う場合、処理単位としているGoPの先頭とオーディオフレームの先頭で同期をとる。このため、同期の精度はGoPに含まれるフレーム数によって制限される。したがってサーバ側での同期制御はGoPを単位としたRelaxed Synchronization[1]で同期をとるが(図4)、伸張後のクライアント側での同期はフレーム単位のより細かい同期制御を行うことも可能である。

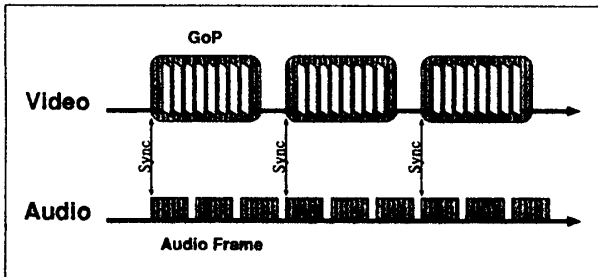


図4: サーバ側での同期

**6 レート制御**

PAVSではネットワークの負荷やマシンの処理能力の限界によりソースレートを達成するために必要なスループットが得られない時、サーバ側でフレームデータを間引いてフレームレートを減少させる [1]。しかしながら、MPEGのGoPのように相関のある複数のフレームを同時に扱っている場合には任意のフレームデータを間引くことはできない。また、圧縮データの場合は転送データ量が小さいため、サーバ側で間引くことの利点も少ない。さらにソフトウェアで伸張を実現している場合は伸張時間がボトルネックとなる可能性が高い。そこで本システムではクライアント側のみで実効フレームレートをフィードバックし、フレームの間引きはData Transform層で伸張をスキップす

ることによりフレームレート制御を実現する。

この時、単純に伸張をスキップして必要なI/P-Pictureをも間引くことのないように、必要なI/P-Pictureの代わりに隣接のB-Pictureをスキップしなければならない。例えば $N = 8$ 、 $M = 4$ のGoPの中からいくつかのフレームを間引いてレートを落とす場合、図5のように機械的にフレームを間引いていくと、5フレーム間引くときにP-Pictureを落としてしまうことになる。このような場合は隣のB-Pictureを代わりに落として他のフレームの伸張に影響を及ぼさないようにする必要がある。

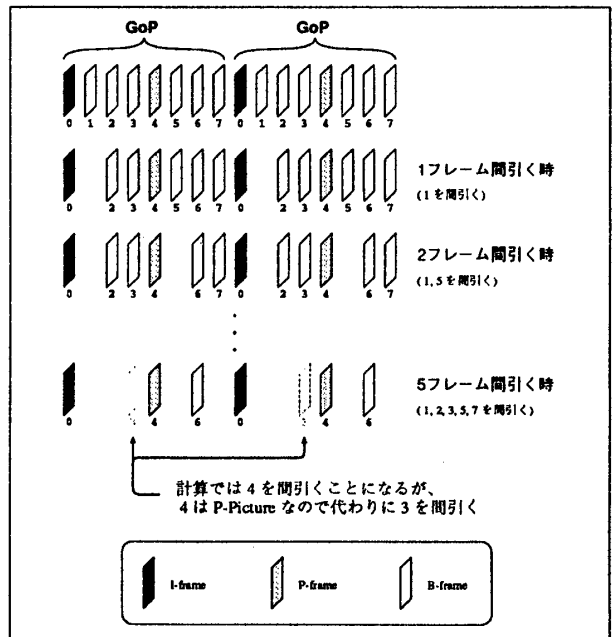


図5: MPEGビデオのフレームの間引き

**6 まとめ**

MPEGによる圧縮ビデオを用いたPAVSにおける同期制御及びレート制御について示した。MPEGは複数のフレームを同時に扱わなくてはならないので制御を行う上で制約を受けるが、その制限内でも十分な同期/レート制御が可能である。

**参考文献**

[1] 瀬田直也, 清水省悟, 柴田義孝: パケットオーディオ・ビデオの同期方法, マルチメディア通信と分散処理研究会, 64-4, 1994  
 [2] 赤間孝司, 渡辺光輝, 橋本浩二, 柴田義孝: パケットオーディオ・ビデオシステムのための動的なパケット間隔制御, マルチメディア通信と分散処理研究会, 67-7, 1994  
 [3] D. L. Gall: "MPEG: A Video Compression Standard for Multimedia Applications," *Communications of the ACM*, vol. 34, no.4, pp. 46-58, Apr.1991.