

## Multiple Description 符号化を用いた Flash Video ストリーミングのパケットロス補償に関する検討

倉石 卓也† 鈴木 基之† 伊藤 彰則† 牧野 正三†

†東北大学大学院 工学研究科 電気・通信工学専攻

### 1 はじめに

近年、インターネット等の通信技術が飛躍的に向上した事で様々な環境での広帯域通信が可能となっている。それと共に音楽や動画のストリーミング配信も広く普及し、特に最近では YouTube などの Flash Video(以下、FLV)[1] を用いたものが盛んである。FLV は従来のものと異なり、ブラウザのみで再生可能で負荷も低いという特徴から携帯端末へも導入が進んでいる。しかし現在は TCP で配信されており、パケット再送の仕組みやブロードキャストが不可能などの不利な点がある。

そこで、本研究では Multiple Description 符号化(以下、MD 符号化)[2] を FLV に用いてパケットロス補償を行い、ストリーミング配信に適した UDP での FLV ストリーミング配信の可能性について検討を行う。MD 符号化は、1 ストリームの元データに冗長情報を付与して複数ストリームに分割し独立に伝送するもので、最低でも 1 ストリームを受信できれば冗長情報から欠落ストリームを補償して耐えうる品質での復号化を可能とする。

### 2 Flash Video

FLV(Flash Video) は汎用の符号化方式によって符号化された音声・動画・コメントなどのデータを格納できるコンテナの一種である。その再生はブラウザのプラグインと UI Flash を介して行う。FLV 内に格納できる動画符号化方式には、ITU-T H.263[3] をベースにした Sorenson H.263、独自符号化方式の Screen Video、汎用の On2 VP6、H.264 の 4 種類があり、本研究ではこの中で最もよく利用されている Sorenson H.263 で符号化されたものについて検討を行う。これで符号化された FLV は FLV1 とも呼ばれる。なお、本研究では動画像のみを対象とし、音声に対する検討は行わない。

### 3 FLV の MD 符号化

FLV(Flash Video) の MD(Multiple Description) 符号化に関する検討は前例が少ないが、実際に MD 符号化を行うのは動画データの Sorenson H.263 であるから、H.263 へ MD 符号化を適用した先行研究を参考にできると考えられる。MD 符号化には周波数領域で適用するものと空間・時間領域で適用するものの 2 手法があり、H.263 について検討を行った先行研究として空間周波数領域における処理 [4] や空間・時間領域における処理 [5] などがある。周波数領域での適用は空間・時間領域での適用に比べて計算量が多くなりがちであり、ストリーミング配信のリアルタイム性を損なう可能性があるため本研究では空間・時間領域での適用で検討を行う。

空間・時間領域での MD 符号化としては [5] に倣い、フレーム単位での時分割による 2 ストリームへの符号化を採用した。まず、送信側では入力の YUV420 を図 1

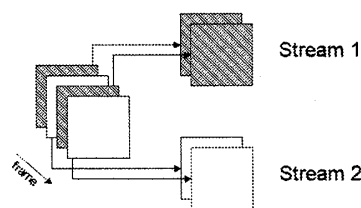


図 1 ストリームの時分割

のように 2 ストリームに分割し、それぞれ独立に汎用の H.263 エンコーダに通して 2 つの H.263 ビットストリームを得た。受信側ではパケットの欠落が無ければ各々を H.263 デコーダに通して 1 ストリームの YUV420 へ結合を行い、パケットロスがあれば補償を行う。

### 4 パケットロス補償

パケットロス補償として、本研究では動画像の隣接するフレーム同士の相関が高いという特徴を利用した。図 1 に示したストリーム分割を行うと、各々のストリームの同フレームは互いに高い相関を持ち、片方が欠落した場合の補償を高精度に行えると考えられる。この基本的

Packet Loss Concealment for Flash Video Streaming Using Multiple Description Coding

†Takuya KURAIISHI, Motoyuki SUZUKI, Akinori ITO, Shozo MAKINO

†Graduate school of Engineering, Tohoku University

なアプローチの下で次の2手法を検討した。

まず1つめは、片方が欠落した場合にもう片方の同フレームが正しく受信できていればそれをそのままコピーして補償する手法である。この手法は [5] で従来法として挙げられているものに倣ったものである。2つめは、動き補償を利用して補償する手法である。H.263 ビットストリームへエンコードする前に、図2に示すように各々のストリームの同フレーム間で16px×16pxのブロックマッチングで動きベクトルを抽出し、(x,y)各々に4bitを割り当てて冗長情報として付与する。今回の報告では91.8125kbpsの増となる。欠落が発生した場

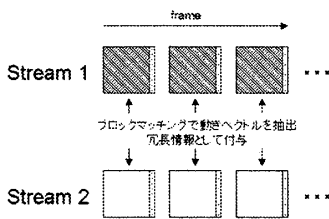


図2 ストリーム間の動きベクトルの抽出

合は、コピーによる補償を行った上に動きベクトル情報を用いて動き補償を行う。これによりコピーのみによる補償に比べて精度が向上すると考えられる。

## 5 評価実験

評価実験には、CIF(352×288) 解像度、30fps、3sec、YUV420 の stefan を用いた。これを2ストリームにMD符号化し、片方のストリームについて26フレーム目と78フレーム目を欠落させてパケットロス補償による効果をフレーム単位のPSNR(Peak Signal to Noise Ratio) で見たものを図3に示す。図3中のNo Recoverはパケットロス補償を行わなかった場合、Copy From Other Streamはコピー、Motion Estimationは動き補償による補償を示す。これを見ると、パケットロス発生

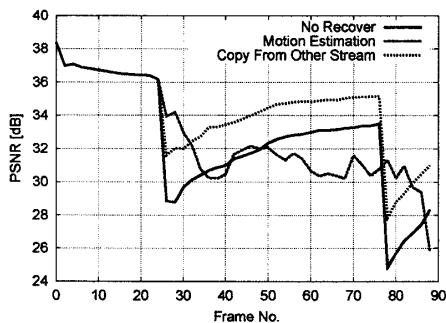


図3 パケットロス補償による効果

直後については動き補償による手法が従来法(コピー)

より良い結果を示している事が分かる。しかし、さらに数フレーム経つと結果が反転しており、パケットロス補償無しの場合より悪化してしまっている箇所もある。従って、動き補償による手法はパケットロス直後には効果的であるが、連続的に用いることは好ましくないと言える。また、パケットロスから数十フレーム経過すると補償無しの場合やコピーによる補償が次第に回復してきている。これは、H.263が動き補償と差分情報によって符号化されているため、特定のフレームが欠落したとしても数十フレーム経過する事で欠落による計算誤差が次第に収束するためと考えられる。

## 6 おわりに

今回の報告ではパケットロス発生時に、動き補償によるパケットロス補償を次にIntraフレームが来るまで連続的に適用する手法を報告した。しかし結果より、次にIntraフレームが来るまで連続的な補償をせずに、パケットロス直後のフレームのみを補償してその後の時間領域への影響を最小限にすることで、次にIntraフレームが来るまでの計算誤差が補償無しでも次第に減る可能性が考えられる。ただし、これを行うにはH.263のデコード前にビットストリームを解析してパケットロス補償を行う必要がある。冗長情報のビットレート削減も含めて、これらは今後の検討課題としたい。

## 参考文献

- [1] "Macromedia Flash (SWF) and Flash Video (FLV) File Format Specification Version 8", Adobe Systems Incorporated, pp.239-265, 2005
- [2] V.K.Goyal: "Multiple Description Coding: Compression Meets the Network", *IEEE Signal Processing Magazine*, pp.74-93, September 2001
- [3] "Video coding for low bit rate communication", ITU-T Recommendation H.263, January 2005
- [4] A. R. Reibman, H. Jafarkhani, Y. Wang, M. T. Orchard, and R. Puri, "Multiple-description video coding using motion-compensated temporal prediction," *IEEE Transactions on Circuits and Systems*, vol. 12(3), pp.193-204, March 2002.
- [5] J. Apostolopoulos, "Error-resilient video compression via multiple state streams," *Proc. International Workshop on Very Low Bitrate Video Coding (VLBV' 99)*, pp. 168-171, October 1999.