

## ビットストリームパターン再構成による Flash Video の適応的 Multiple Description 符号化

倉石 卓也† 伊藤 仁† 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

近年のブロードバンド化に伴い動画のストリーミングサービス、特に YouTube やニコニコ動画等の Flash Video (FLV) [1] を用いたものが広く普及しているが、それらはストリーミング配信に適する RTP[2] ではなく TCP によるダウンロード型で配信されている。そのため、単純に FLV を RTP で配信した場合、発生しうるパケットロスに対処できない。そこで我々は、バースト欠落型パケットロスを隠蔽する効果的な手法の一つである Multiple Description (MD) 符号化 [3] を FLV に適用しこの問題の解決を図る。MD 符号化は入力情報を複数のストリームに分割し、それらの相関関係を冗長情報化して付与することでパケットロスを効率的に補間するものである。この報告で我々は FLV ビットストリーム構造を利用したパターン適応型 MD 符号化を提案する。提案法の性能は実動画像を用いて確かめられ、FLV に対して効果的に働く事が確認された。

### 2 Flash Video ビットストリーム

これまで MD 符号化は様々な動画像符号化方式 (コーデック) への適用例が報告されている [4] が、FLV に対して適用した例はない。従って本研究では FLV ビットストリームの構造を基に関連研究の手法を応用する形を取る。

FLV は汎用のコーデックで符号化されたビットストリームを格納できるコンテナ構造であり、本研究で対象とする動画像では ITU-T H.263 [5] のサブセットである Sorenson H.263 が現在最も広く用いられている。Sorenson H.263 の基本的な符号化アルゴリズムは ITU-T H.263 と同一であり、ビットストリームはフレーム内符号化 (Intra フレーム) とフレーム間符号化 (Inter フレーム) の 2 つで構成される。Intra フレームはフレーム間予測誤差を解消する目的で挿入するため、全体に占める割合は少ないが重要度は高い。各々のフレームはさらに 16px×16px 毎の Macro Block (MB) 単位で構成され、ヘッダ情報、動きベクトル情報 (MV)、DCT 係数情

報 (DCT) を持つ。ITU-T H.263 への MD 符号化適用例では、Intra フレームは全てのストリームへ複製して Inter フレームのみを MD 符号化の対象とするものが多い。Reibman らによる MD-split 法 [6] の場合は、Inter フレーム内の各 MB について、MV は全ストリームへ複製し、DCT は閾値に基づいて重要度判定を行い各ストリームへ配分する。パケットロスで欠落した箇所は間引かれた DCT 係数情報で復号され、頑健性が比較的高い反面冗長度が高くなりやすい傾向にある。本研究ではビットストリーム構造がほぼ同一な事から、同様の方針の下に MD 符号化を検討する。

### 3 パターン適応型 MD 符号化

ITU-T H.263 では、各フレームの MB について動画像の変化に応じて符号化手法が 11 種類定義されている (本研究では以後これをパターンと呼ぶ)。しかし、Sorenson H.263 は、簡易版の制約により、図 1 に示す 4 パターンに限られている。本研究ではこの点に着目した。パターン 1 はビットストリーム全体の約 9 割を占め

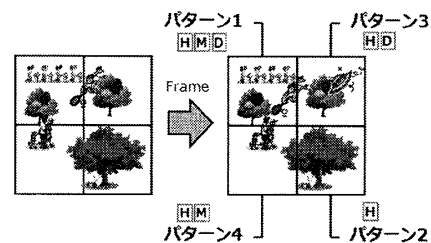


図 1 Sorenson H.263 の符号化パターン

る標準的なもので、動き補償と差分 DCT で符号化されている。従ってヘッダ情報、MV、DCT の全てを持つ。パターン 2 はフレーム間の変化がない場合に用いられるものでありヘッダ情報のみを持つ。パターン 3 は動き補償が効果的に働かない場合に差分ではない DCT で符号化されるものである。従って MV は持たない。パターン 4 は動き補償後に差分信号が発生しなかった場合に用いられ、MV を持つが DCT を持たない。

関連研究例として挙げた MD-split 法では DCT を MD 符号化の対象とするが、DCT を持つパターン 1 とパターン 3 の区別は無く、係数値のみを判断材料としていた。しかし、パターン 3 の DCT は、差分であるパターン 1 のそれと比べると重要度が高いのは明らかである。そこで我々は、図 2 に示すように、パターンに応

Adaptive Multiple Description Coding for Flash Video based on Bitstream Pattern Reconstruction

†Takuya KURAIISHI, Masashi ITO, Akinori ITO, Shozo MAKINO

†Graduate School of Engineering, Tohoku University

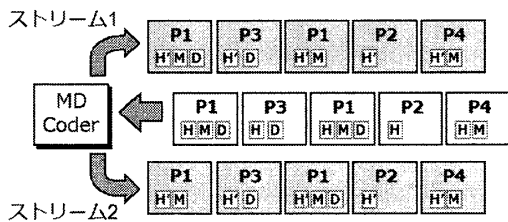


図2 パターン適応型 MD 符号化 (配分確率 0.5 の場合)

じて DCT の配分方法を変化させるパターン適応型 MD 符号化を提案する。この手法では、時間領域の重要な相関情報を含む MV については MD-split 法と同様に全ストリームへ複製する。DCT は、MB がパターン 3 であれば、重要度が常に高いと判断し、全ストリームへ複製する。一方、パターン 1 の場合には、DCT を各々のストリームに配分するための配分確率を設定し、それによる配分を行う。配分確率の操作により頑健性と冗長度の制御を行うことが可能である。今回の報告では単純に 0.5~1.0 の範囲で変化させた。提案法による MD 符号化を行って送受信後にパケットロスが発生した場合、パターン 1 の DCT が欠落する事がある。この時、前後のフレームにおける同位置の MB についてパターン 1 の DCT が存在する場合は、それらの平均値を推定値とする補間を行う。存在しない場合は、MV のみを持つパターン 4 とした。

#### 4 評価実験

提案法の性能を確かめるために評価実験を行った。条件を表 1 に示す。バースト欠落パケットロスのシミュレーションにはギルバートロスモデルを用いた。平均欠落長は 3 である。性能の客観評価には PSNR を用い、パケットロス補償を行った場合とパケットロスが無い場合の PSNR の差分 (歪み) で評価した。また冗長度制御による歪みの変化を見るため、横軸を冗長度、縦軸を歪みとする RRD (Redundancy-rate Distortion) 曲線を用いた。

実験結果を図 3 に示す。これを見ると提案法は FLV ビットストリームの構造を利用したことで、10dB 以下の劣化に留めながらも MD-split 法よりも低い冗長度を実現できていることがわかる。しかし、MD-split 法と

表 1 実験条件

動画像	football, foreman, mobile
フォーマット	YUV420
解像度	352px×288px (CIF)
フレームレート	30 fps
フレーム数	260 frame
パケットロス率	各ストリーム当たり 25%

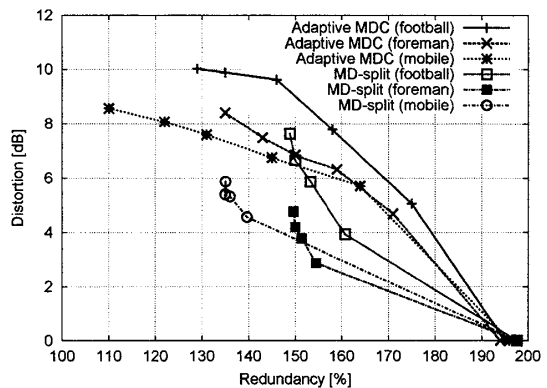


図3 実験結果

同等の冗長度においては約 2dB の劣化が見られる。これは今回の報告でパターン 1 の DCT の配分確率を単に増減させただけであり、それらの中での重要度判定を行わなかったためと考えられる。

#### 5 おわりに

この報告では、RTP を用いた効率的な FLV ストリーミング配信実現のために、MD 符号化を用いたパケットロス補償手法を述べた。ここで我々は、FLV ビットストリーム構造を利用したパターン適応型 MD 符号化を提案し、低い冗長度で比較的高い頑健性を得られる事を確認した。今後は重要度判定に基づく高度な冗長度制御を行い、高い冗長度での劣化を最小限にする事が課題である。

#### 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] Colin Perkins : "RTP Audio and Video for the Internet," Addison-Wesley, 6th Printing, June 2008.
- [3] V.K.Goyal : "Multiple Description Coding : Compression Meets the Network," *IEEE Signal Processing Magazine*, pp.74-93, September 2001.
- [4] Y.Wang, R.Reibman, S.Lin : "Multiple Description Coding for Video Delivery," *Proceedings of the IEEE*, vol.93, pp.57-70, January 2005.
- [5] "Video coding for low bit rate communication," ITU-T Recommendation H.263, January 2005.
- [6] A.Reibman et al. : "Multiple description video using rate-distortion splitting," in *Proc. IEEE Int. Conf. Image Processing*, vol.1, pp. 978-981, 2001.