

動き情報を用いたビットストリームパターン推定による Flash Video の Multiple Description 符号化

倉石 卓也† 伊藤 仁† 伊藤 彰則† 牧野 正三† 鈴木 基之‡

1 はじめに

近年, YouTube 等の Flash Video(FLV)[1] を用いたストリーミング配信が大変盛んである。現在, その配信は TCP をベースに行われているが, UDP をベースとした方がストリーミング配信には適している。そこで本研究では, 近年注目されているパケットロス補償技術の Multiple Description(MD) 符号化 [2] を FLV に適用し, UDP へ置き換えた場合のパケットロス問題に対して補償を施す手法について検討を行う。これにより UDP をベースとした配信が可能になると考えられる。

2 FLV への MD 符号化の適用

FLV は汎用の符号化方式により符号化された動画, 音声, コメントを格納できるコンテナ構造である。本研究では, その中で広く用いられている Sorenson H.263 で符号化された動画を対象とする。Sorenson H.263 は ITU-T H.263(H.263)[3] を基本としたサブセットの符号化方式であり, H.263 と同様に扱う事ができる。なお, 本研究では音声とコメントについては対象としない。

MD 符号化は通信のロバスト性を向上させる通信路符号化方式の一つであり, 1 つのパケットを互いに相関関係を持つように均等に複数個に分割して独立に送信するものである。全て受信できた場合は完全またはそれと同等に元に帰り, いくつかを受信できなかった場合は相関関係を利用して補償処理などを行う。よって最低 1 つ受信できれば許容できる程度の劣化で復号化が可能となる。これまで, FLV への MD 符号化の適用について先行研究はほとんど無いが, FLV はヘッダ情報と H.263 のデータ部を繰り返すコンテナ構造であり, パケットロスは H.263 部に起きる可能性が高いと言える。そこで本研究では MD 符号化を H.263 部のみ適用する方針を取り, 数ある H.263 への適用例を参考に検討を進める。

3 パケットの分割

MD 符号化の H.263 への適用例はこれまで様々な手法 [4] が提案されており, ほとんどはパケット分割などを行うエンコーダ部と補償処理などを行うデコーダ部で構成される。代表的な分割手法には空間軸・時間軸・周波数軸で入力動画のサブサンプリングを行うものや, MD 量子化, 相関変換などがある。サブサンプリングによる分割は処理が比較的簡単であり,

リアルタイム性が重視されるストリーミング配信に適していると考えられるため, 本研究では空間軸でのサブサンプリングを基本とする。

従来の空間軸サブサンプリングでは分割後のパケットを個別に H.263 へ符号化するため, 符号化効率が悪化しビットレートが増える問題があった。そこで本研究では図 1 に示すようにパケットの分割前に H.263 へ符号化を行い, H.263 ビットストリーム状態で解析を行いサブサンプリングを行った。これにより分割に伴うビットレート増の問題を解決している。パケットの分割は図 1 に示すようにフレームパケット単位で

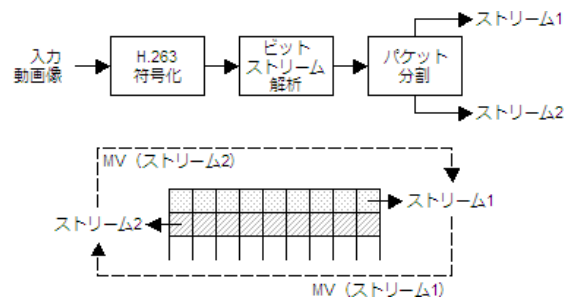


図1 パケットの分割

垂直方向へのサブサンプリングを行った。これにより各ストリーム間は空間軸での相関を持つことになる。また, パケットロス補償で使うためそれぞれにもう一方の動きベクトル情報 (MV) を冗長に付与した。

4 パケットロス補償

本手法では 2 ストリームを受信できた場合は完全に元に帰るが, 1 ストリームが欠落した場合は補償処理を行う。

Sorenson H.263 の場合, H.263 ビットストリームの MacroBlock(MB) データ構成は主要素の Header, MV, DCT, COD の組み合わせで表 1 に示す 4 種類に絞ることが出来る。H.263 の復号化ではビット情報も重要だが, パターンによって

表1 MB ビットストリームパターン

パターン	Header	MV	DCT	COD
1	>1bit	>1bit	>1bit	0
2	1bit	0bit	0bit	1
3	>1bit	0bit	>1bit	0
4	4bit	>1bit	0bit	0

取られる処理手順が異なり, パターンを取り違えるとビット情報が正しくても復号結果に大きな影響を与える可能性がある。

† 東北大学大学院 工学研究科 電気・通信工学専攻
‡ 徳島大学大学院 ソシオテクノサイエンス研究部

そこで本研究では、ビット情報の補償前にパケット分割で付与した MV から本来の 패턴の推定を行う。MV のサイズによって 1/2 の確率で正しいパターンを推定することが可能となる。パターン推定後、ビット情報の補償を行う。

まず時間軸・空間軸において周囲の MB から欠落していない箇所(コピー元 MB)を検索し、パターンを判別する。さらに補償先 MB のパターンを冗長に付与した MV から推定する。補償先 MB のパターンが 1 または 4 と推定された場合、Header を推定し冗長情報から正しい MV 値を取得してそれぞれセットし補償先 MB のパターンを 4 とする。コピー元 MB のパターンが 1 であった場合、全てをコピーした上で正しい MV 値を上書きしパターン 1 とする事もできるが、予備実験において効果が見られなかったため今回はこのようにした。補償先 MB のパターンが 2 または 3 と推定された場合、Header を推定してセットし補償先 MB のパターンを 2 とする。この場合、冗長情報の MV はビット情報の補償には用いない。コピー元 MB がパターン 3 であった場合、先と同様に補償先 MB をパターン 3 とする事ができるが効果が見られなかったため行わない。

5 評価実験

今回報告した手法の効果を確認するため、以下の条件で評価実験を行った。動画には YUV420 フォーマット、30fps、10sec の foreman を用い、PSNR(Peak Signal to Noise Ratio) により客観評価した。H.263 へのエンコードには Telenor R&D の TMN エンコーダを Sorenson H.263 の仕様を満足するようにオプションを設定し用いた。FLV への変換は行っていない。

以上の条件において、MD 符号化を行って 2 ストリームに分割し、ギルバートロスモデルを用いてそれぞれに約 5% のパケットロス状態をシミュレーションし、パケットロス補償を行った。性能の比較対象として、パケットロス無し、パケットロス有り(補償無し)、ハーフビットレートの 3 条件を用意した。パケットロス有り(補償無し)では、該当箇所の復号結果として時間軸でそれ以前に正しく復号できた箇所の復号画像をそのまま当てはめている。また、ハーフビットレートは MD 符号化後のビットレートの半分を示し、MD 符号化を行わずに同じものを 2 つ送った場合に相当する。今回の実験条件においては MV が約 67.04kbps であり、MD 符号化前の動画のビットレートが 385.27kbps であったため本来は 226.155kbps であるが、エンコーダの都合上もっとも近い 219.11kbps を用いた。実験結果を図 2 に示す。これを見ると、パケットロス補償を行ったことで復号結果の品質が大幅に向上し、パケットロス無しと比べて 2~3dB 程度の劣化までに回復できている事が分かる。またハーフビットレートとほぼ同等程度となっている。今回報告した手法ではパケットロスが発生しなかった場合は完全に元に戻るため、パケットロス発生時はハーフビットレート程度までの劣化で済み、パケットロス非発生時は劣化が起こらない事になる。一方ハーフビットレートを 2 つ送信した場合はパケットロス非発生時でも劣化無しにはならないため本

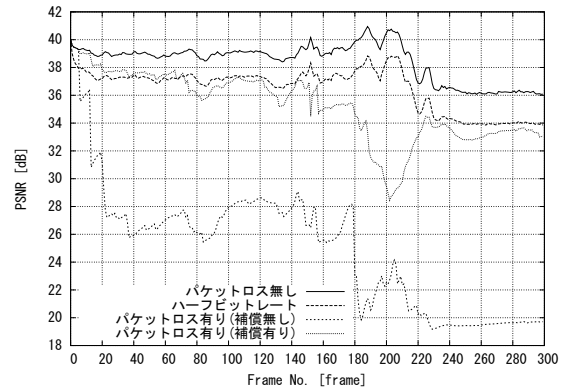


図 2 評価実験結果

手法は有効性があると考えられる。しかし、160~220 フレームにおいてやや大きな劣化が見られる。実験に用いた動画は該当箇所において動きが大きくなっており、MV で符号化しきれなかった情報が DCT 係数に多く存在していると考えられる。今回報告した手法では DCT 係数に対して補償を行っていないため、このような結果になったと考えられる。

6 おわりに

今回の報告では、UDP での配信を可能とするため FLV への MD 符号化適用について検討を行った。MD 符号化の対象を FLV 内の Sorenson H.263 にのみ絞ることで先行研究を参考にする方針を取り、パケットの分割と補償手法を提案した。パケットの分割では従来の分割に伴うビットレート増問題に対して新たにビットストリーム解析を導入し、H.263 ビットストリーム状態で分割を行うことで解決した。パケットロスの補償では Sorenson H.263 が限られたビットストリームパターンしか取れない事に着目し、2 分割した各ストリームに MV を冗長に付与してパターン推定を行うとともに、MV のビット情報を補償した。これらの結果、パケットロス無しの場合と比べて 2~3dB 程度の劣化までに回復できる事が確認でき、有効性が示唆された。しかし、DCT 係数のビット情報を補償しなかったために、動きの大きい箇所での劣化が見られる所があった。これについては今後の課題としたい。

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] Y.Wang, R.Reibman, S.Lin: "Multiple Description Coding for Video Delivery", *Proceedings of the IEEE*, vol.93, pp.57-70, January 2005