

動き補償付時間方向フィルタリングにおける

適応的 Update 手法に関する一検討

A Study on Adaptive Update Step in MCTF

後藤 崇行

石川 孝明

渡辺 裕

Takayuki GOTO Takaaki ISHIKAWA Hiroshi WATANABE

早稲田大学大学院 国際情報通信研究科

Graduate School of GITS, Waseda University

Abstract: Lifting-based MCTF basically consists of Prediction step and Update step. Prediction step makes High-pass frames and Update step does Low-pass frames. In JSVM, which is reference software of SVC, Update step named EDU (Energy Distributed Update) is implemented and distributes High-pass energy into Low-pass frames. However, it is difficult to control energy of High-pass frames. We focus on thresholds for controlling Update step and propose a method to control adaptive Update step by considering texture of Low-pass frames.

1 はじめに

近年、ネットワークおよび受信端末の多様化により、ワンソース・マルチユースの映像配信を実現できる映像のスケラビリティ機能が注目されている。現在 MPEG では、H.264/MPEG-4 AVC をベースとした SVC (Scalable Video Coding) [1] が検討されており、SVC は時間・空間・SNR スケラビリティを提供可能である。このうち、時間スケラビリティの実現に MCTF (Motion Compensated Temporal Filtering) と B ピクチャ符号化の 2 種類を利用する事が出来る。MCTF はリフティングによる実装がなされ、基本的に Prediction ステップと Update ステップから構成される。Prediction は動き補償予測を行い、その差分信号である時間方向のハイパスフレームを生成するステップである。一方 Update は Prediction によって算出された動きベクトルの反転およびハイパスフレームを使用して時間方向のローパスフレームを生成するステップである。本稿では、リフティングによる MCTF における Update ステップに着目し、SNR の向上を目的とした適応的なハイパスフレームのフィルタリング制御方式について検討を行う。

2 従来手法

SVC の参照ソフトウェア JSVM には現在、EDU (Energy Distributed Update) [2] と呼ばれる Update ステップが用いられている。この手法は、Prediction によって得られるハイパスフレームのエネルギーをローパスフレームに分散するという手法である。この手法を図 1 に示す。Prediction の際に求めた動きベクトルの反転を Update の動きベクトルとして直接使用するため、Update 用の動きベクトルを求める必要がなく、デコーダの複雑性を低減することが可能である。しかし、Prediction によって得られた動きベクトルが必ずしも符号化シーケンスの動きを反映しているとは限らないため、EDU においてはハイパスフレーム制御の検討が必要であると考えられる。

JSVM の Update ステップでは以下のようにフィルタリングが制御される [3]。現ブロックの動きベクトルから、左、上、右上の動きベクトル値の中間値によって求められ

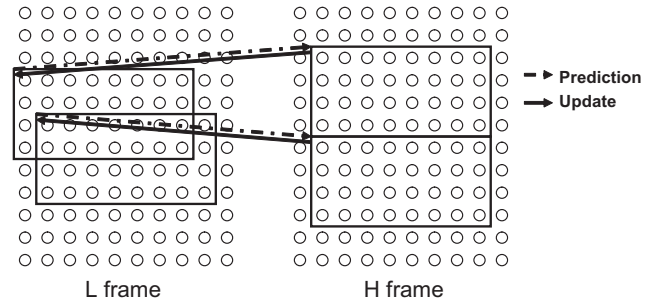


Figure 1: Energy Distributed Update

る予測動きベクトルを差し引くことで求められる動きベクトル差分を dMV_x, dMV_y とすると、以下のような閾値処理が行われる。

$$|dMV_x| + |dMV_y| \geq DMV_TH \quad (1)$$

DMV_TH が閾値であり、値として固定値 5 が使われている。上式を満たす場合、そのハイパスフレームのブロックは Update に使用されない。次にハイパスフレームのエネルギーを以下の式によって算出する。

$$SSD = \sum_{x \in B} h[x] \quad (2)$$

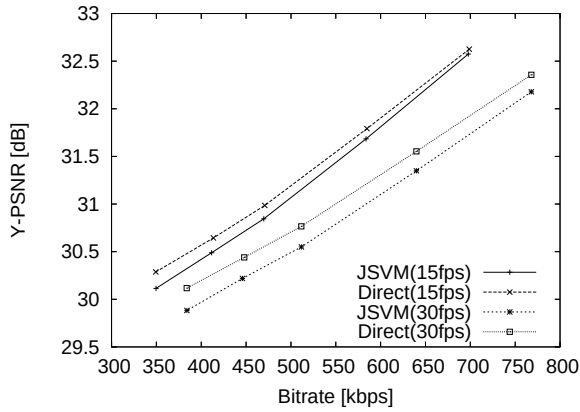
$$W = \max \left[0, \min \left\{ 16, \left(20 - \left\lfloor \frac{SSD}{2^{BitShift}} \right\rfloor \right) \right\} \right] \quad (3)$$

h はハイパスフレーム、 B はハイパスフレームのブロック内の画素を表している。 $BitShift$ はブロックサイズに依存する値であり、8 から 12 の値を取る。ハイパスフレームの補間に用いるフィルタは、 W の値に応じて 4 タップフィルタかバイリニアフィルタが選択される。ハイパスフレームはさらに以下のように閾値処理され、Update 信号 $U[x]$ が生成される。

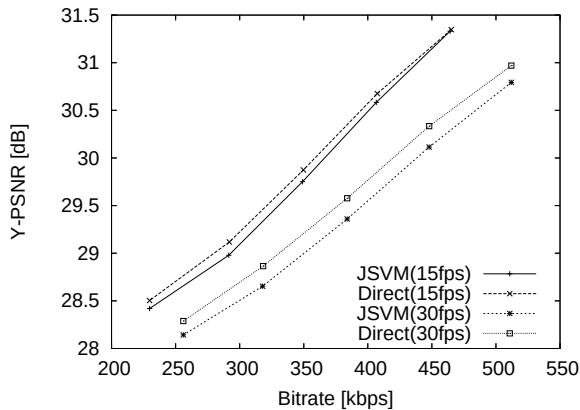
$$U[x] = \max\{-Th, \min(Th, U[x])\} \quad (4)$$

$$Th = \frac{W}{2} - 1 \quad (5)$$

$U[x]$ がフィルタリングに使用され、Prediction で求めら



(a) Mobile & Calendar



(b) Harbour

Figure 2: experimental result

れた動きベクトルを反転させた位置にあるローパスフレームの画素とのフィルタリングによって Update が行われる。

3 基礎実験

JSVM における閾値処理がすべてのシーケンスでうまく働くかどうかに関して実験を行った。先に述べた閾値処理を全て切り、4 タップ補間フィルタを用い、ハイパスフレームの係数をそのままローパスフレーム生成のフィルタリングに使用した。実験に使用した各種パラメータは、MPEG で推奨されている実験条件 [4] に従った。画像サイズは、ベースレイヤが QCIF サイズ (15[fps])、拡張レイヤが CIF サイズ (30[fps]) のレイヤ数を 2 とした。ベースレイヤは AVC 互換とし、拡張レイヤのみ Update が行われる。その他、SNR スケーラビリティは FGS 符号化、量子化は適応量子化を用いる。SNR の向上が見受けられたシーケンスである Mobile & Calendar と Harbour の結果を図 2 に示す。

ハイパスフレームを直接足し合わせるということでゴーストアーティファクトが発生することが予想されたが、復号画像を見る限り、特に見受けられなかった。これらの実験結果はシーケンス依存であることがわかり、以下の式で定義される ITU-R で規定されている画像の特徴量である SI (Spatial Information) と TI (Temporal Information)

Table 1: Examples of SI and TI

Sequence	SI	TI
Bus	116	1157
Football	67	879
Foreman	56	273
Mobile	146	604
Harbour	130	181

を 1 フレーム辺りに平均化した値を表 1 に示す。いずれの値も画像サイズ CIF で時間解像度 30[fps] で算出した。

$$SI(t_n) = RMS_{space}[Sobel(F(t_n))] \quad (6)$$

$$TI(t_n) = \frac{\sum_{(x,y)} F(t_n) - F(t_{n-1})}{N} \quad (7)$$

t_n は時刻, RMS_{space} は 1 フレーム内の Root Mean Square, SSD は Sum of Square Difference, N はフレーム内の画素数, $F(t_n)$ は t_n における輝度値, $Sobel()$ は縦方向, 横方向の Sobel フィルタリングである。SNR の向上が見受けられたシーケンスである Mobile & Calendar と Harbour に共通することとして, TI が小さく, SI が大きいことがわかる。

4 まとめ

リフティングによる MCTF の EDU をベースとした Update ステップにおいて、ハイパスフレームの制御方式に関して検討を行った。動きが少なく、空間複雑度が高いシーケンスに関してはハイパスフレームの閾値制御を行わずに直接フィルタリングを行うことで SNR 向上の余地があることがわかった。Update 時におけるローパスフレームの SI 等、空間方向の特徴量を用いて Update を適応的に制御することを考えており、今後手法を実装し、検討を行っていく予定である。

参考文献

- [1] J.Reichel *et al.*, “Scalable Video Coding - Working Draft 3,” document JVT-P201, Joint Video Team (JVT) of ISO/IEC MPEG & ITU-T VCEG, Jul. 2005
- [2] B.Feng *et al.*, “Energy Distributed Update Steps (EDU) in Lifting Based Motion Compensated Video Coding,” IEEE ICIP, Oct. 2004.
- [3] X.Wang *et al.*, “Simplified update step operation for MCTF,” document JVT-P052r1, Joint Video Team (JVT) of ISO/IEC MPEG & ITU-T VCEG, Jul. 2005.
- [4] M.Wien *et al.*: “AhG on Testing Conditions for Coding Efficiency and JSVM Performance Evaluation,” document JVT-P009r1, Joint Video Team (JVT) of ISO/IEC MPEG & ITU-T VCEG, Jul 2005.

早稲田大学大学院 国際情報通信研究科
〒 367-0035 埼玉県本庄市西富田大久保山 1011
Phone: 0495-24-6143, Fax: 0495-24-6645
E-mail: goto@tom.comm.waseda.ac.jp