

# オーバーラップMCとMPを反復する動画像符号化 ～直流成分補償の追加による性能改善～

Video Coding Based on Iteration of  
Overlapped Block Motion Compensation and Matching Pursuit  
～Performance Improvement by Addition of DC Compensation～

山本 勉\*  
Tsutomu YAMAMOTO

松田 一朗\*  
Ichiro MATSUDA

伊東 晋\*  
Susumu ITOH

## 1. はじめに

筆者らは動き補償 (MC) と Matching Pursuit (MP) の反復処理に基づいた新しい動画像符号化方式を提案している [1]. この方式では、ブロック単位の局所的な MC と波形符号化の一種である MP を、共に再生誤差を低減する処理と捉え、両者の二者択一的な適応選択を繰り返し実行している. 一般的な MP では、演算量の制約から直流成分を効率良く近似する基底関数を用意することが難しい [2]. このため、従来は輝度レベルが大きく変化するシーン等において、符号化効率が著しく低下する現象が認められた. この問題に対処するため、本稿では MC と同様なブロック単位で直流成分を補償する手法の導入を図る.

## 2. MC と MP を反復する動画像符号化 [1]

本方式では、反復型 MC または MP 符号化の適応選択を繰り返すことで、再生画像を原画像に徐々に近づけている. ここで反復型 MC とは、参照画像  $\hat{F}(t)$  (前フレームの復号画像) を初期値とし、ブロック単位の局所的なオーバーラップ MC を繰り返し実行することで再生画像  $C_k(t)$  ( $k = 1, 2, 3, \dots$ ) を逐次更新する手法である.

$$\begin{aligned} C_0(t) &= \hat{F}(t), \\ C_k(t) &= w_{b_k}(t - s_k) \cdot \hat{F}(t - v_k) \\ &\quad + \{1 - w_{b_k}(t - s_k)\} \cdot C_{k-1}(t) \end{aligned} \quad (1)$$

但し、 $s_k$ ,  $b_k$  は図1のように MC を適用するブロックの位置および形状を表すパラメータ、 $v_k$  はそのブロックに与えられた動ベクトル (1/4 画素精度) である. 本稿では、MC を適用するブロックの形状  $b_k$  を 1 辺の長さが 4, 8, 16, 32, 64 画素の正方形または長方形 (計 13 種類) から選択できるものとし、その位置  $s_k$  を 4 画素精度で符号化している. また、 $w_{b_k}(t)$  は上記のブロックに対して中心部で 1、外部で 0 になるよう滑らかに設計された凸型の窓関数であり、オーバーラップ MC と同様な重み付け処理により、ブロック歪を低減する役割を果たしている.

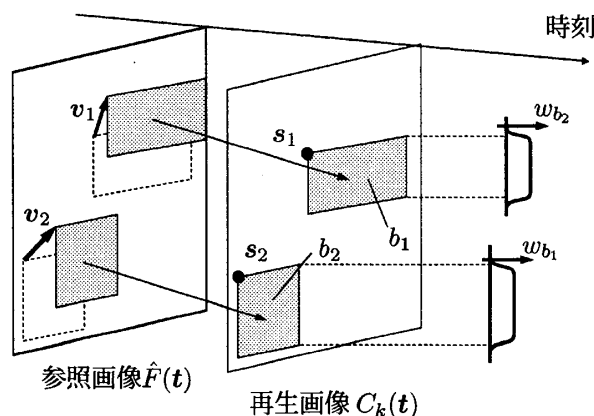


図1 反復型 MC

一方、MP は辞書から選び出された基底関数群  $\{g_{\gamma_k}(t)\}$  の線形結合によって波形を近似する手法である.

$$\begin{aligned} P_0(t) &= 0, \\ P_k(t) &= P_{k-1}(t) + a_k \cdot g_{\gamma_k}(t - \tau_k) \end{aligned} \quad (2)$$

ここで、 $\tau_k, \gamma_k, a_k$  はそれぞれ反復毎に追加する基底の位置、種類、係数を表すパラメータである.

本方式による再生画像は、これら 2 通りの手順で更新される信号成分の和  $C_k(t) + P_k(t)$  で与えられる. 各反復では、下記のコスト関数  $J$  が最小となるように MC のパラメータ  $\{s_k, b_k, v_k\}$  および MP のパラメータ  $\{\tau_k, \gamma_k, a_k\}$  の組み合わせをそれぞれ探索し、更に両者のうちでコスト関数  $J$  が小さいほうの処理に基づいて実際に再生画像を更新する.

$$J = -\Delta SSE / \Delta R \quad (3)$$

但し、 $\Delta SSE$  は MC または MP を適用した際の誤差エネルギー (SSE) の改善量、 $\Delta R$  は各更新処理に必要なパラメータの符号量である. 反復打ち切り条件に関しては、いくつかの方法が考えられるが [3], 本稿では指定した SN 比に達するまで上記の手順を繰り返し実行することにより、各フレームの品質を一定とするようなレート制御を実現している.

\*東京理科大学 理工学部 電気電子情報工学科

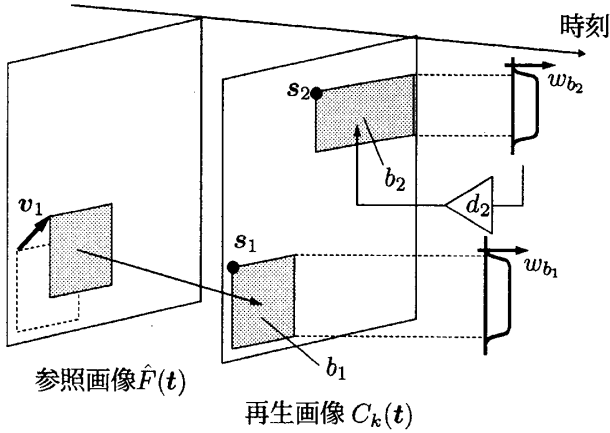


図2 直流成分補償

3. 直流成分補償の追加

MPでは、パラメータを探索する際に、符号化対象信号と基底関数の内積演算を多数繰り返す必要がある。このため、直流成分を近似するためにサイズの大きな基底関数を用意しようとすると、演算量が膨大になってしまう[2]。そこで本稿では、MCと同様な更新処理に基づいて直流成分を補償する手法を導入する。具体的には、(1)式に加えて以下の更新処理を追加する。

$$C_k(t) = w_{b_k}(t - s_k) \cdot d_k + \{1 - w_{b_k}(t - s_k)\} \cdot C_{k-1}(t) \quad (4)$$

すなわち、動き補償された参照画像  $\hat{F}(t - v_k)$  の代わりにブロック内の直流成分  $d_k$  を用いて再生画像を更新する。これにより、直流成分補償が適用されたブロックでは参照フレームの影響を完全に断ち切ることができ、MPによる交流成分の符号化を組み合わせることで、MPEGなどの標準方式におけるイントラモードと同様な効果が得られる。また、直流成分補償を選択した際に符号化すべきパラメータはMCに必要な3種のパラメータのうち動ベクトル  $v_k$  を直流成分  $d_k$  で置き換えた  $\{s_k, b_k, d_k\}$  であり、従来のMCとほぼ同様な手順でコスト関数  $J$  を最小化するパラメータの組合せを探索可能となる[1]。

4. 特性評価とまとめ

標準動画像 Foreman (QCIF, 1~297フレーム, 10Hz, Y信号のみ) を対象として符号化シミュレーションを実施した。符号化特性を図3に示す。また、比較方式として国際標準方式のH.264 [4] (参照フレーム1枚, CABAC符号化) の特性も合わせて示した。図3より、提案方式は直流成分補償を使用しない従来方式 [1] に比べ、4~6%低い符号化レートを達成している様子を確認できる。図4は画像 Foreman の後半部において、提案方式と従来方式それぞれによって発生する符号量をフレーム毎に示したものである。被写体の一部を手の平が遮る255フ

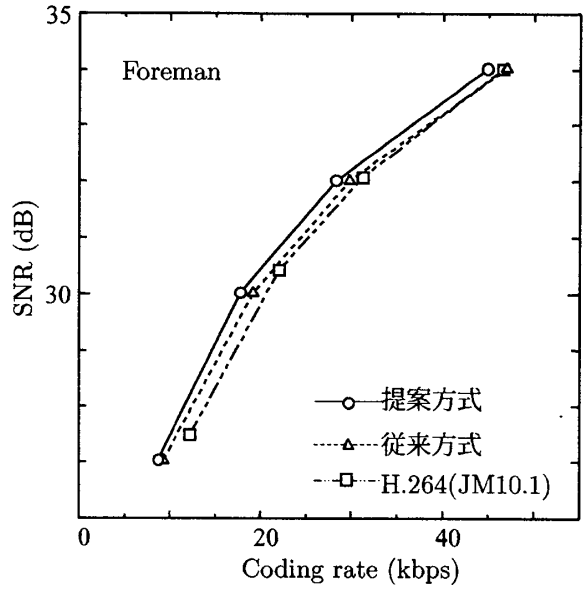


図3 符号化特性

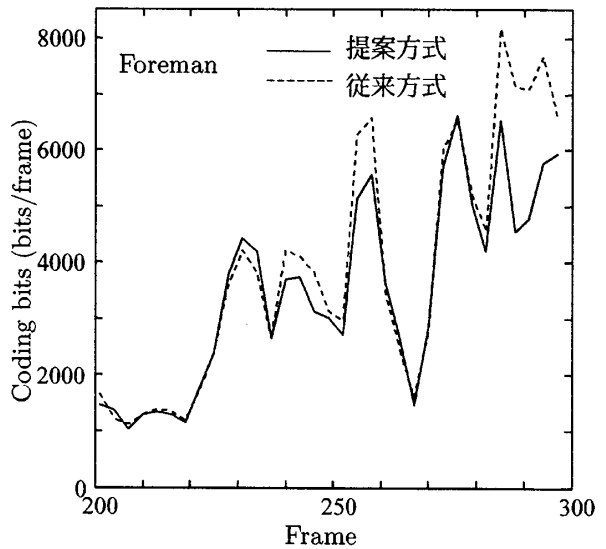


図4 フレーム毎の符号量

レーム付近や、カメラがパンして絵柄が大きく変化する280フレーム以降において直流成分補償による更新処理が多く選択されており、結果としてこれらのフレームでは符号量が大きく削減されていることがわかる。

【参考文献】

[1] 吉村 他: 信学技報, Vol.105, No.432, pp.13-18, Nov. 2005.  
 [2] 杉本 他: 2000 信学総合大, No.D-11-23, Mar. 2000.  
 [3] 刈谷 他: 2007 信学総合大, No.D-11-37, Mar. 2007.  
 [4] ITU-T Rec.H.264 | ISO/IEC 14496-10AVC, 2003.