

J-009

## ブロックマッチングの高精度化 ブロックサイズが小さい場合の考察 Accuracy Improvement of Block-Based Motion Estimation – the Study on Small Block Sizes

徳永 佳晃<sup>†</sup>  
Yoshiaki Tokunaga

長谷山 美紀<sup>†</sup>  
Miki Haseyama

北島 秀夫<sup>†</sup>  
Hideo Kitajima

### 1. はじめに

動画像符号化において、現在動き補償予測符号化方式が広く適用されている。動き補償を行う際、ブロックマッチング法は重要な要素技術であり、近年ではより小さなブロックサイズで行われてきている [1]。動き補償に要するビットレートと、差分画像に要するビットレートの和である総ビットレート削減を視野に入れた動き補償方式として、文献 [2] の手法があるが、この手法は輝度変化の少ない平坦なブロックや、エッジを含むブロックなどで算出される実際の動きとは大きく異なった動きベクトルによる悪影響を受けやすい。ブロックサイズが小さくなるほどこのような動きベクトルが増加するため、手法の改善が必要となる。

そこで我々はブロックサイズが小さい場合における、文献 [2] の手法の符号化効率を更に高める新たな動き補償方式を提案する。文献 [3] の評価式を用いた実験により、ある動画像の場合には、提案手法が従来の手法よりも総ビットレートを削減できることを示す。

### 2. 文献 [2] の手法

動き補償予測符号化方式では、ブロックマッチングを用いて符号化対象画像の各ブロックの動きベクトルを求め、動きを補償し、予測画像を作成する。通常のブロックマッチングでは、符号化対象画像のあるブロックと、動き補償範囲内における1フレーム前の画像のあるブロックとの間に誤差関数を定義し、その誤差が最小となるブロック位置を動きベクトルとして算出する。(以下、誤差最小ブロックマッチングと呼ぶ。) 文献 [2] では誤差を  $MSE$  で評価している。

しかしながら  $MSE$  が最小となる位置から求めた動きベクトルが、総ビットレート削減に寄与するものとして必ずしも最適であるとは言えない。輝度変化の少ない平坦なブロックが多い領域では、画像本来の動きとは関係ない動きベクトルが多数算出される可能性があり、その結果、動きベクトルに要するビットレートが増大してしまうという問題が生じる。このような場合、更なるビットレート削減を可能とする動きベクトルの選択の余地が残されていると言える。

そこで、文献 [2] では  $MSE$  がある閾値以下となるブロック位置の中から、低ビットレート化に寄与する動きベクトルを選択する。 $MSE$  の閾値には  $ErrorRange[4]$  (以下  $ER$ ) と呼ばれる定数を用いる。ブロックマッチングにおいて、動き補償範囲内で最小となる  $MSE$  の値を  $MSE_{min}$  とすると、許容する最大の  $MSE$  として  $MSE_{max}$  を以下のように定義する。

$$MSE_{max} = MSE_{min} + ER \quad (1)$$

そして、 $MSE_{max}$  以下の選択可能な動きベクトルの中から、直前ブロックの動きベクトルとの距離  $d$  が最小となる動きベクトルを選択する。ここで、符号化対象のブロックの動きベクトルを  $(x_1, y_1)$ 、直前ブロックの動きベクトルを  $(x_2, y_2)$  とすると、距離  $d$  は以下の式で表される。

$$d = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \quad (2)$$

文献 [2] の手法を用いることで誤差最小ブロックマッチングよりも  $MSE$  は若干増加するが、動きベクトルに要するビットレートが大幅に削減できるので、総ビットレートを更に削減することが可能である。

### 3. 提案手法

文献 [2] の手法では、直前ブロックの動きベクトルを参照してより大きなビットレート削減が可能な動きベクトルを選択する。しかしながら、直前ブロックの動きベクトルが必ずしも信頼できるものではなく、画像本来の動きとは関係ない大きく異なったものである場合、その誤差が伝搬してしまうという問題が生じる。ブロックサイズが小さい場合には輝度変化が少ない平坦なブロックの割合が増えるため、この問題はより顕著となる。

そこで、輝度変化の少ない平坦なブロックでは、平均予測という立場で動きベクトルを 0 とし、これを文献 [2] の手法と組み合わせる新たな動き補償方式を提案する。提案手法ではブロックの輝度値の分散  $\sigma^2$  に対して閾値  $Th$  を設定し、以下の式を満たすときそのブロックを平坦である、と判断する。

$$\sigma^2 \leq Th \quad (3)$$

### 4. 動き補償の性能評価について

総ビットレート  $R_{total}$  は動き補償に要するビットレート  $R_m$  と、差分画像に要するビットレート  $R_r$  の和であるので、これを視野にいれて動き補償性能を評価しなければならない。

$$R_{total} = R_m + R_r \quad (4)$$

文献 [3] では差分画像信号をガウス分布で仮定し、情報理論で知られる理想値で置き換えることで、動き補償方式のみによる総ビットレート削減性能を比較することを可能とした評価尺度を与えている。

符号化対象画像の分散を  $\sigma^2$ 、符号化対象画像と予測画像との SN 比を  $SNR$ 、輝度値の平均 2 乗誤差を  $d$  とすると、評価値  $C$  は以下の式で表される。

<sup>†</sup>北海道大学大学院工学研究科

$$C = R_m - \frac{SNR}{20 \log_{10} 2} \quad (5)$$

$$SNR = 10 \log_{10} \frac{\sigma^2}{d} \quad (6)$$

評価値  $C$  は総ビットレートを表す指標である．よってより低い値を取るものが望ましい．ただし，この数値は比較時にのみ意味をもつものである．

## 5. 実験及び考察

### 5.1 実験

提案手法の性能を評価するため，標準動画画像 Susie(図 1) の 19 フレーム目を用いて，誤差最小ブロックマッチング，文献 [2] の手法，提案手法の 3 通りで動き補償を行った．図 2 にそれぞれの手法により得られた Susie19 フレーム目における各ブロックの動きベクトルを示す．ブロックサイズは  $4 \times 4$  画素の場合， $8 \times 8$  画素の場合の 2 通りとし，探索精度は 1 画素精度，動き補償範囲は  $\pm 15$  画素とした．動きベクトルの符号化には H.263[5] の手法を用いた．表 1，表 2 にそれぞれブロックサイズ  $8 \times 8$  画素， $4 \times 4$  画素の場合の結果 (動き補償に要するビットレート  $R_m$ ， $PSNR$ ，評価値  $C$ ) を示す．

表 1 従来手法と提案手法における評価値の比較  
block size :  $8 \times 8$ (画素)

	$R_m$ (bpp)	$PSNR$ (dB)	$C$
誤差最小 BM	0.040	36.726	-3.124
文献 [2] の手法	0.037	36.718	-3.128
提案手法	<b>0.021</b>	<b>36.653</b>	<b>-3.133</b>

表 2 従来手法と提案手法における評価値の比較  
block size :  $4 \times 4$ (画素)

	$R_m$ (bpp)	$PSNR$ (dB)	$C$
誤差最小 BM	0.283	38.171	-3.123
文献 [2] の手法	0.270	38.153	-3.133
提案手法	<b>0.137</b>	<b>37.812</b>	<b>-3.210</b>

### 5.2 考察

表 1，表 2 から，誤差最小ブロックマッチングに対して，文献 [2] の手法，及び提案手法の方が総ビットレートを削減可能であることがわかる．更にブロックサイズが小さい場合，提案手法が特に有効であることが確認できる．これは提案手法が画像本来の動きと大きく異なる動きベクトルが選択されるのを抑えることで，動き補償に費されるビットレートを大幅に削減できるからである．総ビットレートに対する最適な ER の決定法については現在考察中である．

## 6. まとめ

本文では，総ビットレートをより削減するための動き補償方式について提案した．輝度変化の少ない平坦なブロックにおける動きベクトル決定について考察し，従来



図 1: 動画画像 Susie

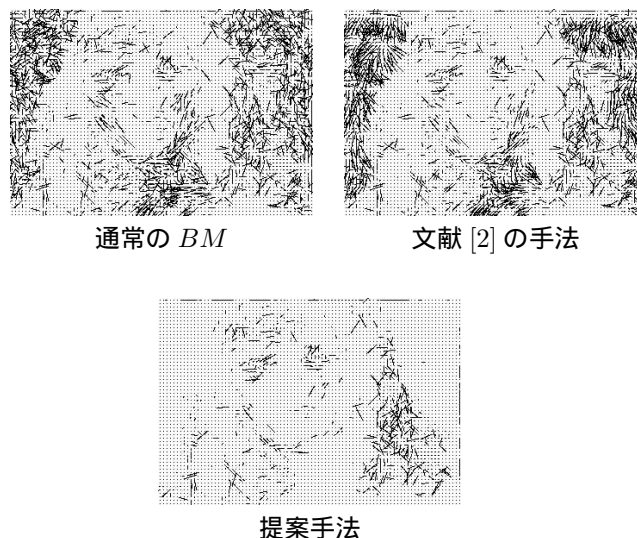


図 2: 各ブロック ( $4 \times 4$  画素) の動きベクトル

の手法に組み込むことにより，更にビットレートの削減が可能であることを確認した．提案手法は，ブロックサイズが小さい場合特に有効である．

## 参考文献

- [1] 鈴木 芳典，” 適応的動きベクトル符号化，” 電子情報通信学会ソサイエティ大会，A-6-2，p.116，Sep.2002．
- [2] 夏井 知義，長谷山 美紀，北島 秀夫，” 低ビットレート動画画像符号化のための動きベクトルの選択法に関する考察，” 信学技報，DSP-2000-79，SST-2000-38，pp.19-24，Jul.2000．
- [3] Hideo Kitajima and Miki Haseyama，” A simple performance measure for interframe predictors for video coding，” 電子情報通信学会総合大会講演論文集，D-11-51，p.51，2003．
- [4] 夏井 知義，浅水 仁，長谷山 美紀，北島 秀夫，” 低ビットレート動画画像符号化のための新しいブロックマッチング法，” 電気関係学会北海道支部連合大会講演論文集，p.352，1999．
- [5] ITU-T，” Video coding for low bitrate communication，” Recommendation H.263，1995．