

MPEG-2/H.264 トランスコーダにおける再動き検出に関する検討

Motion Estimation for MPEG-2/H.264 Transcoding

筑波 健史* 永吉 功† 花村 剛† 富永 英義*
 Takeshi Tsukuba Isao Nagayoshi Tsuyoshi Hanamura Hideyoshi Tominaga

1 はじめに

MPEG-2 はデジタル映像アプリケーションにおいて最も広く利用されている動画像符号化方式である。一方、H.264 は今後、次世代アプリケーションにおいて広く利用されると期待される動画像符号化方式である。上記の2点から MPEG-2 による高レート符号化されたコンテンツを多種多様な端末の利用環境に適した映像情報を提供する技術として、MPEG-2 から H.264 へのトランスコーディングの必要性が高まると予想される [1]。

MPEG-2/H.264 トランスコーダにおいて、最適な動きベクトルは新たに動き検出を行なうことで得られる。しかし、動き検出は再符号化処理において計算負荷の大きい部分であるため高速化の必要性がある。そこで本稿では、同一解像度上の MPEG-2 から H.264 への再符号化における動き検出について検討する。

2 従来手法と問題点

MPEG-2 から H.264 への 1/2 の解像度変換を伴った再符号化 [2] では、周波数領域トランスコーダを提案している。動きベクトルの再利用方法は、入力 MPEG-2 動きベクトルを単純に半分にして、修正を行わずに利用している。しかし、文献 [3] で述べられているように、単純に入力動きベクトルを再利用する方法は画質劣化を招く原因となる。また、符号化モードの選択手法については述べられていない。また、H.263 から H.264 への再符号化 [4] を行なう場合に、入力ビットストリームの動きベクトルを探索の中心点として、画像サイズによらず周囲 8 近傍にある $\pm \frac{1}{4}$ [pel] の範囲で探索する方法がある。この手法は、動きの少ないシーケンスでは効果があると考えられるが、動きの激しいシーケンスでは、探索範囲が小さいため最良な動きベクトルを検出できない可能性がある。また画像サイズによる探索範囲の妥当性を考慮していない。そこで、次のような観点から再動き検出アルゴリズムを検討する必要があると考えられる。

- 画像サイズおよび動きベクトルの傾向に応じた探索範囲の切り替え

- 探索中心点の切り替え
- 動き検出の打ち切り判定

3 提案手法

3.1 アルゴリズム

上記の考察を踏まえて、次のような再動き検出アルゴリズムを提案する。

1. 入力 MPEG-2 動きベクトル (IMV) および予測動きベクトル (PMV) の探索点の $MV_COST(x,y)$ を求める。
2. $MV_COST(x,y)$ が小さい動きベクトルを探索の中心点 (CMV) として選ぶ。
3. CMV の残差信号に対して、ゼロブロック判定を行なう。
4. ゼロブロックならば、CMV を最適動きベクトルと見なし、動き検出を終了する。ゼロブロックでないならば、次のステップへ進む。
5. 周辺ブロックの動きベクトルの傾向 (探索中心点に対する距離、方向) に基づき探索範囲を設定する。
6. CMV を中心にスパイラルサーチを行ない、最小コストとなる動きベクトル Best_MV を求める。
7. スキップモードのコストと Best_MV のコストを比較し、コストが小さいモードを選択する。

3.2 ゼロブロック判定による打ち切り制御

CMV を中心に再動き検出を行なうかどうかを判断するために、ブロックマッチングを行なう対象ブロックの量子化代表値がすべてゼロになる条件 (ゼロブロック条件) に基づき決定する。N×N ブロックのゼロブロック条件は次式で与えられる [5]。

$$\sum_{x,y \in N \times N \text{ block}} |f(x,y)| < \frac{N}{2 \cos^2(\frac{\pi}{2N})} \times Q(qp) \quad (1)$$

ここで、 $Q(\cdot)$ は、量子化パラメータ qp に対応する量子化ステップサイズを求める関数である。本実験では、動き補償を行なうブロックサイズは 16×16 のみなので、 $N = 16$ として、

$$\sum_{x,y \in N \times N \text{ block}} |f(x,y)| < \frac{8}{\cos^2(\frac{\pi}{32})} \times Q(qp) \quad (2)$$

* 早稲田大学大学院 国際情報通信研究科, GITS, Waseda Univ.
 † (株)メディアグルー, Media Glue Corp.

を得る。式2を満たす場合は、CMVを最適なベクトルとする。満たさない場合は、再動き検出を行なう。

4 実験

提案手法の有効性を調べるために実験を行なった。符号化条件は表2に示す。テストシーケンスは”Mobile & Calendar(CIF)”である。比較方式を表1に示す。

実験結果から、単純にMPEG-2動きベクトルを探索の中心点として周囲 ± 0.25 [pixel]の範囲を再動き検出する方式6は、符号化効率が最も低下している。一方、提案手法の探索を小さい範囲から大きい範囲にしていくに従って、符号化効率が方式1に近づいていく。また低ビットレートにおいて、方式1に対して他の方式の符号化効率が低下していくことが分かる。これは量子化パラメータが大きくなると参照される動きベクトルの位置が探索の中心点から探索範囲の領域外になる場合が増えるため、最良の動きベクトルを検出できない頻度が高まるからだと考えられる。また動き検出時間について、提案手法は探索範囲が大きくなるに従って動き検出時間が増加し、全探索に比べて、85%~95%の処理量を削減可能であることがわかる。以上の結果から、単純に入力MPEG-2動きベクトルだけを探索の中心点として再動き検出をするよりも、予測動きベクトルと探索の中心点の候補とすることによって符号化効率が向上し、提案手法の有効性が確認できる。

表1 比較方式

方式	アルゴリズム	探索範囲
1	従来 [8]	± 16
2	提案	± 0.25
3	提案	± 0.50
4	提案	± 0.75
5	提案	± 1.00
6	従来 [4]	± 0.25

表2 符号化条件

	Profile	MP@LL
MPEG-2	QP	1(const.)
	Framerate	29.97
	GOP structure	N=15, M=1
	Search Range	± 16
	Profile	Baseline Profile
H.264	QP	0,2,4,...,50(const.)
	Framerate	15(QCIF), 30(CIF)
	GOP structure	N=15, M=1
	RDO	off
	Hadamard	used
	Search Range	$\pm 16, \pm 0.25, \pm 0.50, \pm 0.75, \pm 1.0$
	PartitionBlockSize	16x16 only
	Multi Reference	1

5 まとめ

本稿では、MPEG-2/H.264トランスコーダにおける再符号化処理量の問題点に着目し、動き検出の処理量を低減するために、入力MPEG-2ストリームの動きベクトルを利

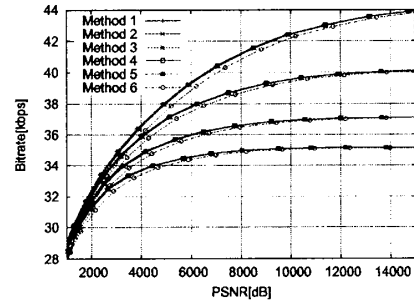


図1 レート歪み特性 (Mobile & Calendar)

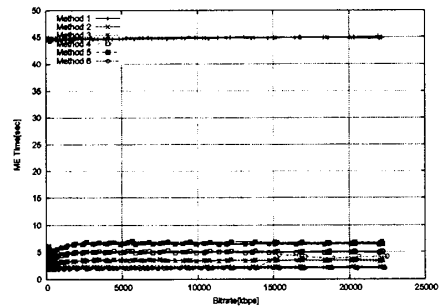


図2 動き検出時間 (Mobile & Calendar)

用した再動き検出手法を提案した。提案手法では、全探索による動き検出と比べて、同等の符号化効率を保ち、動き検出の処理量を85%~95%程度削減可能であることが確認できた。今後は、画像サイズや動きベクトルの傾向により探索範囲を切り替える手法について検討していく。

参考文献

- [1] J. Xin, C. Lin, M. Sun, "Digital Video Transcoding," Proceedings of the IEEE, Vol. 93, No.1, Jan. 2005
- [2] C. Chen, P-H. Wu, H. Chen, "MPEG-2 To H.264 Transcoding," Picture Coding Symposium, 15-17 Dec, 2004
- [3] J. Youn, M. Sun, C. Lin, "Motion Vector Refinement for High-Performance Transcoding," IEEE Trans. On Multimedia, Vol.1, No.1, Mar. 1999
- [4] J. Bialkowski, M. Menden, M. Barkowsky, K. Ilgner, A. Kaup, "A Fast H.263 to H.264 Inter-Frame Transcoder with Motion Vector Refinement," xxxx
- [5] L. A. Sousa, "General method for eliminating redundant computations in video coding," IEEE 2000
- [6] ITU-T Recommendation H.262, IS : "Generic coding of moving pictures and associated audio information : Video," 2000.
- [7] ITU-T Recommendation H.264, IS : "Advanced video coding for generic audiovisual services," 2003.
- [8] Joint Video Team, "Reference Software JM8.6," <http://iphome.hhi.de/suehring/tml/>