

## シーンチェンジに適用した MPEG2 動き検出手法

## A scene-adaptive technique for MPEG2 motion estimation

山岡 成彰†  
Shigeaki Yamaokaモシニャガ ワシリー†  
Vasily Moshnyaga

## 1. まえがき

デジタル・テレビ放送開始とともに、一般家庭でも HD ビデオカメラのような HDTV 解像度に対応した携帯機器が広まりつつある。MPEG2 動画像圧縮符号化において動き検出にサブサンプリング法を用いた場合、MPEG2 エンコーダ全体の演算量は 1000GOP/s となり、その演算量の 90%以上を動き検出部が占める [1]。このことから、動き検出演算量を削減することが MPEG2 エンコーダの携帯機器応用を考える上で最も重要であるといえる。

今までに様々な適用型動き補償手法が提案されており [1, 2]、それらの手法を適用することで 1 フレーム当たりの演算数を削減することができる。しかしながら、シーン・チェンジ時においては時間的に前後するフレームの情報異なることから、動き補償予測の演算が無駄になってしまう。また手法 [3-7] ではシーン・チェンジに対応してビットレートを削減しているが、演算量を削減しない。そこで我々は、演算量の削減を目的とした「シーン・チェンジにおける動画像動き検出手法」を提案している。本稿では、この手法の修正案およびシミュレーションによる実験結果を述べる。

## 2. MPEG 画像シーン・チェンジの問題点

MPEG は I (Intra coded) ピクチャ、P (Predictive coded) ピクチャ、B (Bidirectionally predictive coded) ピクチャの 3 種類の画像から構成される。I ピクチャは、他のピクチャを全く参照せず 1 つの画像のデータのみを使って符号化される。P ピクチャは、過去の I ピクチャまたは P ピクチャからの動き補償予測を使って符号化される。B ピクチャは、過去と未来の画像 (I と P のみ) の両方からの双方向予測すなわち順方向および逆方向予測により符号化処理がなされる。B ピクチャで符号化された画像は他の動き補償予測処理には用いられない。各ピクチャの並びと依存関係は図 1 のようになる。

動き補償予測はブロックマッチング法により行われる。ブロックマッチング法では 1 つのピクチャを 16×16 のブロックに分割し、このブロックと、動き検出範囲の中から参照ブロックと最も差分の小さいブロックを検出する。

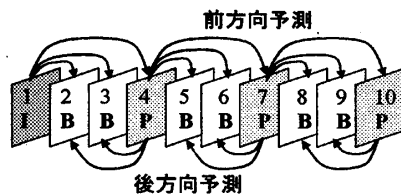


図 1: MPEG ピクチャの並びと依存関係

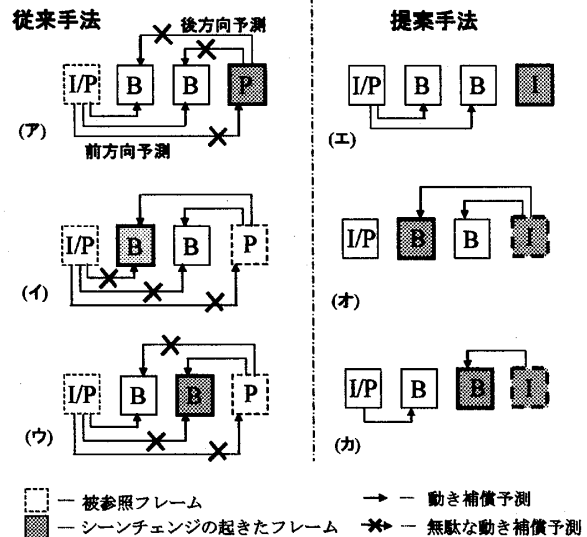


図 2: 提案手法の特徴

そしてその検出結果から動きベクトルを決定する。この方式で用いられる動き検出範囲とは、P ピクチャでは過去の画像、B ピクチャでは過去と未来の両画像である。B ピクチャの場合、時間的に近い I または P ピクチャを検出範囲枠内として参照するのに対し、P ピクチャは時間的により離れた I ピクチャまたは P ピクチャを検出範囲枠内として参照する。そのため、動き補償予測で行われる演算量は B ピクチャよりも P ピクチャのほうが大きくなる。

シーン・チェンジとは、動画像中で場面が一瞬にして大きく変わるために、シーンを打ち切り、処理をブレイクさせることである。従来の動き補償手法では、I フレームでシーン・チェンジが起きた場合は問題ない。だが P フレームでシーン・チェンジが起きた場合、図 2(ア)のように、シーン・チェンジの起きた P フレームに対しそれと全く違う画像である、前の I/P 参照フレームからの、そして B フレームへの動き補償の演算は無駄となる。同様に、図 2(イとウ)のように B フレームでシーン・チェンジが起きた場合、前後の参照 I/P 参照フレームから動き補償が行われるが、前の参照 I/P フレームはシーン・チェンジの起きた B フレームとは全く違う画像となるので、この前からの動き補償の演算は無駄となる。よって、それらの無駄な演算を削除する手法が必要となってくる。

## 3. 提案手法

提案する手法は、動画像でのシーン・チェンジの判別を I フレームずつ行っていく、シーン・チェンジが起きると判断したときは、次の P フレームを I フレームに変えることで、無駄になる動き検出の処理を中止するとい

† (社) 福岡大学工学部電子情報工学科

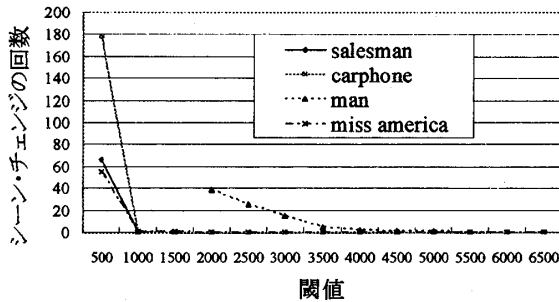


図3: シーンチェンジ回数と閾値の関係

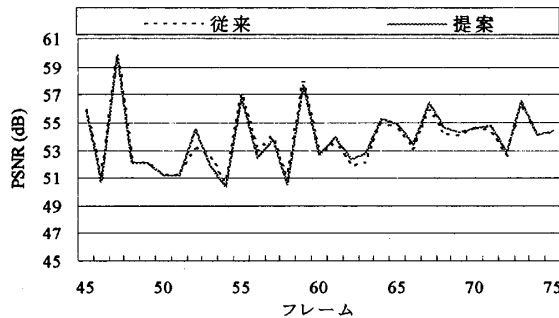


図4: PSNR (carphone)

うものである。例えば図2(エ)のようなPピクチャでシーン・チェンジが起きると、このPピクチャをIピクチャに換える事によって無駄な演算を削減する。また図2(オ)のようにBピクチャでシーン・チェンジが起きた場合、前方(I/Pフレーム)からの動き補償予測の演算が無駄になる。よって、次のPピクチャをIピクチャに換え、後方向予測のみとすることで無駄な演算を削減する。図2(カ)も同様である。シーン・チェンジを判別するために、時間的に前後するフレームのブロック毎に画素値の差分絶対値の和(SAD)を求める。次に、SADの値が閾値Ta以上であるブロック数を計数し、その数値がフレーム内にある総ブロック数の半分より大きい場合、シーン・チェンジが起きたものとする。

### 3. 実験結果

MPEG2の圧縮プログラム[9]に対して本提案手法に適用し、5つの動画像(いずれもMP@LL、モノクロ)で実験を行った。まず、シーン・チェンジが起り得そうな4つの動画像を用いて、閾値Taとシーン・チェンジ回数の関係を調査した。図3に示すように、動画像のシーン・チェンジ回数が0になるところを閾値Ta=5500とした。次に、閾値を固定とし、本提案手法の演算量削減率とピクチャ・エラー率を計測した。図4, 5は従来手法と比較して本提案手法でのPSNRとビットレートを1フレーム当たりで表したものである。図より、従来手法でシーン・チェンジが起きた場合(例: フレーム52)、本提案手法ではPSNR値が改善しビット数も下がるが、しばらく後からはフレームの変化によりビット数が上がっている。

表1に動画像それぞれでの本提案手法による演算量削減率、平均PSNR評価値、ピクチャ・エラー率をまとめる。実験結果より、動きの大きい動画像の方が演算量を多く削減でき、Footballでは最大約20%演算量を削減できた。

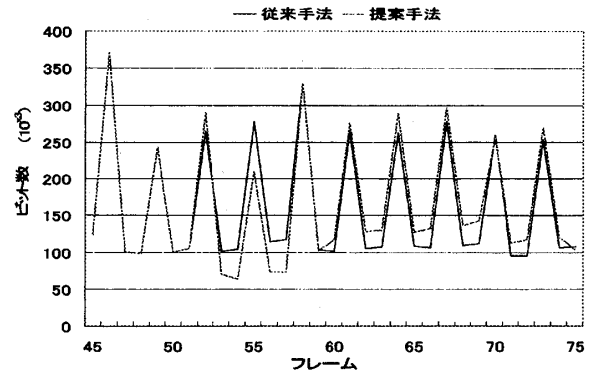


図5: ビットレート (carphone)

表1: 実験結果

画像	演算量削減率 (%)	PSNR (dB)		ピクチャエラー率 (%)
		従来	提案	
Mobile	14.1	42.6	41.9	1.6
Football	20.8	45.9	45.8	0.2
Salesman	-0.2	50.8	50.8	0
Foreman	8.6	57.9	57.4	0.8
Tennis	1.5	46.1	46.0	0.2

また、ほとんどの動画像で画質の劣化は見られなかった。もともとSalesmanではシーン・チェンジがないために、演算量が増加した。

### 3. おわりに

本稿ではシーン・チェンジに適用した動画像動き検出演算量の削減手法を提案し、テスト動画像で実験・評価した。その結果、提案手法は動きが多い動画像において高画質を保ちつつも演算量を最大20%減少できることがわかった。本提案手法では閾値(Ta)が固定としており、テスト画像中にないシーン・チェンジを判別することがあった。閾値をどう動的に変更するかが今後の課題である。

### 参考文献

- [1] M.Matsumura, et al., "A single chip MPEG2 422@ML video audio and system encoder with 162MHz media processor and dual motion estimation cores", *IEICE Trans. Electron*, Vol.E84-C, pp.202-211, Jan. 2001.
- [2] M.Miyama, et al. "An ultra low-power motion estimation processor for MPEG2 HDTV resolution video", *IEICE Trans. Electron*, Vol.E86-C, No.4, pp.561-569, Apr. 2003.
- [3] Kim, H.Cha, J.Oh, R.Ha, "Dynamic frame dropping for bandwidth control in MPEG streaming system", *Multimedia tools and applications*, Vol.19, pp.155-178, 2003.
- [4] M.Lee, S.Kwon, and J.Kim, "A scene adaptive bit-rate control method in MPEG video coding", *Visual Comm.Image Proc.*, 1997.
- [5] D.Farin, et al, "A software-based high quality MPEG2 encoder employing scene change detection and adaptive quantization", *Proc. ICCE*, 2001.
- [6] W.A.C.Fernando, et al., "Scene Adaptive video coding for MPEG and H263+ video", *IEEE ISCAS*, 2001.
- [7] Yoneyama, et al., "MPEG Encoding algorithm with scene adaptive dynamic GOP structure", *IEEE 3rd Int.Workshop on Signal Processing*, pp.297-302, 1999.
- [8] MPEG Video Coder, UC Berkeley (downloaded from <ftp://mm-ftp.cs.berkeley.edu/pub/multimedia/mpeg2/software/>)