

J-059

参照フレームの動きベクトルを用いた H.264 Intra/Inter モード判定方法 H.264 Inter/Intra Mode Decision Method Using Motion Vector of The Reference Frames

谷田 隆一[†] 清水 淳[†] 上倉 一人[†] 八島 由幸[†] 米原 紀子[‡]
Ryuichi Tanida Atsushi Shimizu Kazuto Kamikura Yoshiyuki Yashima Noriko Yonehara

1. はじめに

H.264/MPEG-4 AVC(以下 H.264) では、Intra 符号化の際に隣接画素を用いて予測画像を生成し、予測残差を符号化することで符号化効率の向上を図っている。しかし、符号化効率が向上した反面、Intra 予測画像選択にも多くの計算コストがかかるようになった。文献 [1] によると、Intra 符号化の処理負荷は符号化処理全体の 10% 以上を占める。そのため、符号化効率を落とすことなく H.264 符号化処理を効率的に行うためには、Intra/Inter 符号化の判定を高速且つ高精度に行う必要がある。

本研究では、参照フレームの動きベクトル情報を利用して Intra 符号化の要/不要を判定する手法を提案する。

2. 本方式の概要

動きは近接フレーム間では連続している可能性が高い。そこで、参照フレームのブロックを取り出し、その動きベクトルを符号化対象フレーム方向に延長させたものを考える (図 1)。これをこのブロックの推定移動ベクトル \overrightarrow{PV} と定義すると、参照フレームと符号化対象フレームで動きが連続しているならば、このブロックは \overrightarrow{PV} が指し示す領域の近傍に移動する可能性が高い。従って、 \overrightarrow{PV} で指し示された領域は動き補償予測によって効率よく符号化できると予想され、Intra 予測モード決定処理を省略しても符号化効率の低下は少ないと考えられる。

参照フレームのブロック n の推定移動ベクトル \overrightarrow{PV}_n は、符号化対象フレーム番号を i 、参照フレーム番号を j 、ブロック n の動きベクトルを \overrightarrow{MV}_n 、ブロック n が参照するフレームの番号を k とすると、以下のように求められる。

$$\overrightarrow{PV}_n = -\frac{i-j}{j-k} \overrightarrow{MV}_n \quad (1)$$

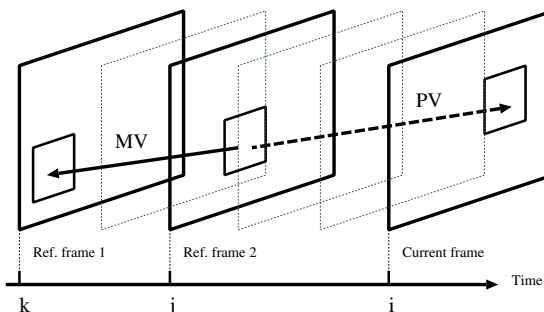


図 1: 推定移動ベクトル

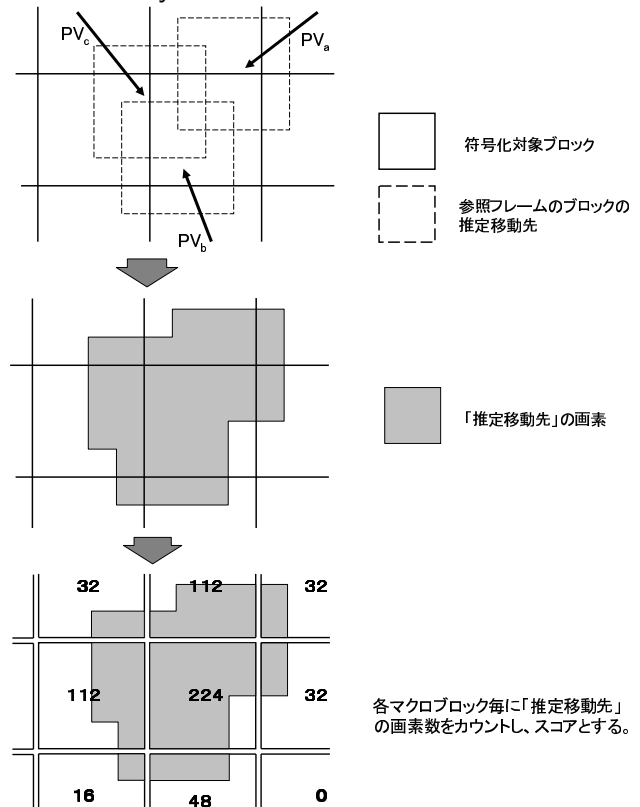


図 2: スコアの計算方法

ブロック n の各画素の座標に上記の \overrightarrow{PV}_n を加え、その座標が画面内ならばその座標の画素を「推定移動先」に区分する。この操作を参照フレームの全ての Inter 符号化ブロックについて行う。そして、符号化対象フレームの各マクロブロック内に含まれる「推定移動先」の画素数をスコアとする (図 2)。スコアが高いマクロブロックは Inter 予測モードで符号化される可能性が高いため、Intra 予測モード決定処理を省いても符号化効率の低下は少ないと予想される。そこで本手法では、閾値 Th を設けて各マクロブロックのスコア N と比較を行い、 $N > Th$ ならばそのマクロブロックの Intra 予測モード決定処理を省略するとした。

3. 予備検討

予備検討として、前述のスコアと Intra 符号化選択率の関係性を調べた。用いたシーケンスは “foreman” (CIF, 300 フレーム) で、最初のフレーム以外全て P ピクチャとし、参照フレームは 1 フレーム前のみ、QP=30(固定)として H.264 リファレンスソフト jm8.0[2] を用いて符号化を行った。

[†]日本電信電話株式会社 NTT サイバースペース研究所
[‡]NTT ソフトウェア株式会社

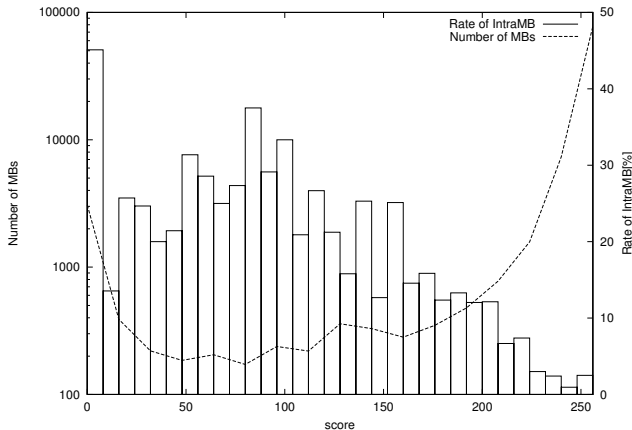


図 3: スコアと Intra 符号化選択率

結果を図 3 に示す。このグラフは、スコアを横軸に取り、そのスコアとなるマクロブロックの個数と、各スコアにおける Intra 符号化選択率を表したものである。図 3 の結果では、スコアが 200 以上のマクロブロックがおよそ 9 割を占め、そのうちの 9 割が Inter 符号化となっている。

4. 実験と考察

H.264 リファレンスソフト jm8.0 に上記のアルゴリズムを組み込み、検証を行った。検証に用いた映像を表 1 に示す。“car race”とアニメは独自にキャプチャしたシーケンスである。表 1 には動きの連続性を示す指標として、全マクロブロック (1 フレーム目を除く) の Inter 予測誤差の絶対値の画素平均と分散も合わせて示している。一般に、動きの連続性が高いシーケンスでは、これらの値は共に小さくなる。

表 1: 映像ソース

シーケンス	サイズ	Inter 予測誤差の		Intra 選択率
		画素平均	分散	
foreman	CIF	3.35	12.8	5.3%
car race	CIF	3.18	18.8	38.9%
アニメ	QVGA	3.60	55.6	37.6%

最初のフレーム以外全て P ピクチャとし、参照フレームは 1 フレーム前のみ、QP=30(固定)とした。また、閾値は $Th = 200$ である。結果を表 2 に示す。比較として Intra 符号化を禁止した場合 (1 フレーム目を除く) の符号化結果も合わせて示す (表中の “All Inter”)。表中の省略率は、本手法の適用により Intra 予測モード決定処理を省略したマクロブロックの割合である。

“foreman” では、Inter 予測のみの場合約 2.5% 符号量が増加し、PSNR も 0.11dB 低下する。一方、本手法を用いた場合には 90% 以上のマクロブロックで Intra 予測モード決定処理を省略しているが、符号量の増加は 1% 未満であり、PSNR の低下も 0.1dB 以下に抑えられている。

“car race” は Intra 選択率が 38.9% と、“foreman” と

表 2: 符号化効率の比較と Intra 計算の省略率

シーケンス		foreman	car race	アニメ
Normal (jm8.0)	符号量	315.26	385.09	707.40
	PSNR	34.90	38.31	36.31
All Inter	符号量	323.07	405.49	900.55
	PSNR	34.79	37.70	35.76
提案手法	符号量	316.35	388.57	795.69
	PSNR	34.84	38.09	36.13
	省略率	91.60%	89.06%	60.36%

比較して非常に高いが、Inter 予測誤差の画素平均と分散は “foreman” とほぼ同じである。従って、フレーム間の動きの連続性は “foreman” とほぼ同程度あると考えられる。結果を見ると、Inter 予測のみの場合では符号量で 5.3%、PSNR で 0.61dB の悪化が見られるが、本手法では符号量の増加は 1% 未満、PSNR の低下は 0.22dB 程度となっている。そして “foreman” と同様、9 割程度の Intra 予測モード決定処理が省略されている。元々の Intra 選択率は 4 割近くあったことから、少なくともその 3/4 が Inter 符号化に置き換わったことになるが、符号化効率は殆ど低下していない。従って、Intra 選択率が高いシーケンスであっても、動きに連続性がある場合には、本手法は有効に働くことが分かる。

一方、アニメでは Inter のみで符号化を行った場合、符号量が実に 27.3% も増加し、PSNR も 0.55dB 低下している。また、提案手法でも符号化効率の低下が大きく、符号量は 1 割以上増加している。表 1 から、このシーケンスは Intra 予測誤差の分散が他の 2 つよりも大きい。そのため、これらのシーケンスよりも動きの連続性が薄いと考えられる。本方式では動きの連続性を仮定しているため、このように動きの連続性が薄いシーケンスでは符号化効率が大きく低下するものと考えられる。

5. まとめ

本論文では、参照フレームの動きベクトルを利用して Intra 予測演算の要/不要を判定する手法について検討を行った。フレーム間の動きの連続性が高いシーケンスでは、マクロブロックに含まれる「推定移動先」の画素数と Intra 符号化選択率の間に強い相関があり、これを利用することで画質の低下を抑えつつ、Intra 予測モード決定処理の大幅な削減が図れることを示した。

参考文献

- [1] 清水、高木、米山、中島、“H.264 符号化処理における Intra/Inter モード判定に関する一検討”、信学総全大 D-11-51、2004
- [2] Karsten Sühling, “H.264/AVC Software Coordination”, <http://bs.hhi.de/~suehring/tml/>