

H.264/AVC における Intra 予測モードの決定手法に関する検討

常松 祐一^{†a)} (学生員) 渡辺 裕^{†b)} (正員)

H.264/AVC Fast Intra Mode Decision Method

Yuichi TSUNEMATSU^{†a)}, Student Member and Hiroshi WATANABE^{†b)}, Member

[†] 早稲田大学大学院国際情報通信研究科, 本庄市

Graduate School of GITS, 1011 Okuboyama, Nishi-Tomida, Honjo-shi, 367-0035 Japan

a) E-mail: tune@tom.comm.waseda.ac.jp

b) E-mail: hiroshi.watanabe@waseda.jp

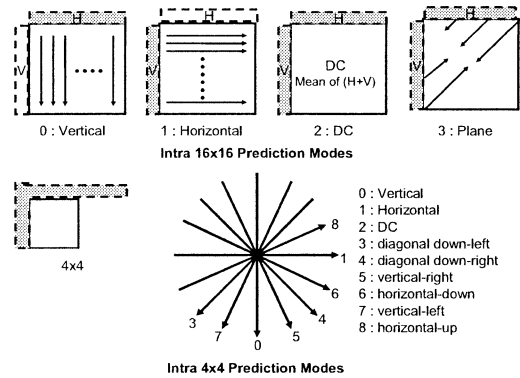


図 1 Intra 予測方向とモード番号

Fig. 1 Intra prediction direction and mode number.

あらまし H.264/AVC は符号化処理量が多い問題点がある．多くは Inter 予測に関する処理であるが，2種類の予測サイズが利用できる Intra 予測も 10%以上を占める．そこで異なる予測サイズの Intra 予測結果を利用した処理量削減手法を提案する．

キーワード H.264/AVC, Intra 符号化, モード決定, 符号化処理量削減

1. まえがき

ITU-T と MPEG により共同で標準化された動画符号化方式 H.264/AVC は Intra 予測の機能をもつ [1]．Intra 予測は圧縮率の向上に大きく貢献しており，4 × 4 画素単位と 16 × 16 画素単位の 2 種類の予測サイズが利用できる．計 13 種類の異なる予測方向が存在するが，予測処理を忠実にしようと符号化処理量が増加してしまう．そこで 4 × 4 サイズでの Intra 予測結果を用いて，16 × 16 サイズにおける探索を制限することにより処理量を削減する手法を提案する．

2. H.264/AVC における Intra 予測

H.264/AVC では画素領域において Intra 予測を行うことができ，輝度マクロブロックでは 4 × 4 画素単位と 16 × 16 画素単位の 2 種類の予測サイズが利用できる．周囲の符号化済みの画素値を用いて予測を行い，16 × 16 サイズでは 4 通り，4 × 4 サイズでは 9 通りの予測方向が存在する．各予測方向には利用頻度が高い順に小さい番号が付けられている．図 1 に予測方向とモード番号を示す．存在するすべての予測を忠実にしようと多くの処理量を必要とする問題がある．H.264/AVC の Reference Software である JM8.6 [2] において QCIF サイズの標準画像 Foreman, News と CIF サイズの標準画像 Mobile & Calendar, Tempete を，GOP 構造を $N = 15, M = 1$ として 150 フレーム符号化した際の内訳を，処理時間を測定する機能

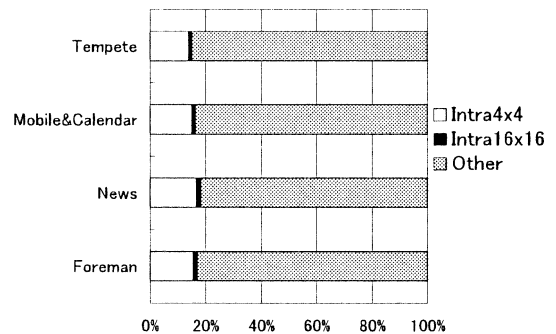


図 2 Intra 予測の処理時間が占める割合

Fig. 2 Processing time of Intra prediction.

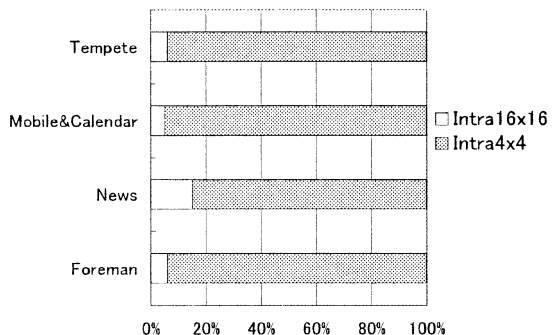


図 3 Intra 予測サイズの利用割合

Fig. 3 Use rate of Intra prediction size.

を有するプロファイラである GNU gprof を利用して測定した．図 2 に Intra 予測の処理時間が占める割合を示す．Foreman では Intra 予測の処理時間は全体の 13.90%を占め，うち 4 × 4 サイズの予測処理が 90.94%，16 × 16 サイズの予測処理が 9.06%となった．実験結果は Inter フレーム中の Intra 予測処理時間を含んでおり，Inter フレームの 0.42%のマクロブロッ

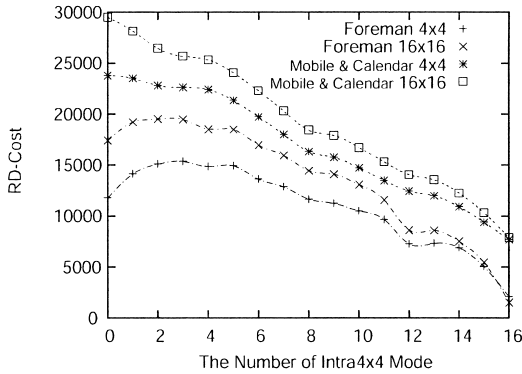


図 4 4 × 4 サイズの予測結果と 4 × 4, 16 × 16 サイズの RD-Cost 値

Fig. 4 The number of Intra 4 × 4 and RD-cost value of 4 × 4 and 16 × 16.

クが Intra 予測を利用した．また実際にどちらの予測サイズが最終的に利用されるかを調査した結果を図 3 に示す．どの画像でも 4 × 4 サイズの方が利用割合が多く，8～9 割を占めていた．そこで 16 × 16 サイズの予測処理を必要と判断できるマクロブロックのみ予測処理を行うようにすることで，処理量を削減するようにする．

3. 提案方式

Foreman と Mobile & Calendar を符号化したとき，各マクロブロック中の 4 × 4 サイズの予測結果モードが 0, 1, 2 のいずれかとなったブロック数の総計と，JM において内部でモード決定と予測サイズ決定に利用されるコスト値の関係について調査した結果を図 4 に示す．コスト値はそのモードを利用して符号化したときの符号量を Rate-Distortion 特性に基づいて計算したものである．図 4 より 4 × 4 サイズの予測結果が特定のモードに偏ると 16 × 16 サイズのコスト値が小さくなるのが分かる．これは Foreman や Mobile & Calendar 以外の画像にも共通して見られる傾向である．そこで 4 × 4 サイズの予測結果においてモードの偏りを見ることで，16 × 16 サイズの探索を制限するアルゴリズムを提案する．具体的な処理手順を図 5 に示す．

まずはじめに 4 × 4 サイズで予測を行い，予測結果の偏りを 4 × 4 サイズのモードで 0, 1, 2, 3～8 の 4 通りで判断する．4 × 4 サイズと 16 × 16 サイズでは予測方向の数異なるため，同じ予測方向で利用割合が大きい 0, 1, 2 と 3～8 で判断を分けるようにした．どのモードに偏っているかで 16 × 16 サイズにおける

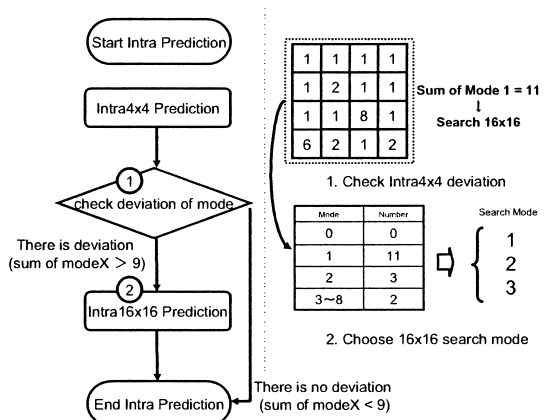


図 5 提案アルゴリズム

Fig. 5 Proposed algorithm.

表 1 実験条件

Table 1 Simulation condition.

JM Version	8.6
Profile	Baseline Profile
Input Sequence	QCIF (Foreman, News) CIF (Mobile & Calendar, Tempete)
QP	20, 24, 28, 32 (Constant)
Optimization	RD-Optimization
Frame Number	150
Frame Structure	IPPPP (Place I Picture every 15 frame)
Frame Rate	30 fps

予測モードを選択する．具体的には以下のように選択する．

- モード 0 に偏り → モード 0, 2, 3 を探索
- モード 1 に偏り → モード 1, 2, 3 を探索
- モード 2 に偏り → 4 種類のモードを探索

モード 0 とモード 1 は 90 度異なる予測方向であり，片方に偏りが強く見られるときにはもう片方の利用割合が小さいことから探索モードから除外する．逆に偏りが見られない場合 16 × 16 サイズの予測を行わない．偏りがあるかどうかの判断は特定のモードが九つ以上占めているか見ることで判断する．この判断により 16 × 16 サイズが本来最適であるマクロブロックの 8 割を探索することができる．

4. 実験と考察

4.1 実験

提案手法の有効性を確認するために JM8.6 に提案手法を実装しシミュレーションを行った．実験条件を表 1 に示す．オリジナルの JM に対して，提案手法を実装した結果とオリジナルの JM で 16 × 16 サイズの Intra 予測を利用せず符号化した結果で PSNR, 符号

表 2 JM オリジナルに対する提案手法の PSNR, ビット量, 処理時間と計算量の変化
Table 2 Difference of PSNR, bit increase, Intra processing time and complexity of proposed method to JM original.

	Algorithm	Δ PSNR [dB]	Δ Bits Increase [bit]	Intra16 \times 16 [sec]	Δ Complexity [%]	Intra Total [sec]
Foreman	Without 16 \times 16	0.02	-648 [-0.09%]	—	—	-5.41 [-9.68%]
	Proposed Method	0.01	-1144 [-0.16%]	-4.17 [-76.80%]	75.87	-5.36 [-9.59%]
News	Without 16 \times 16	0.02	2408 [0.42%]	—	—	-7.02 [-12.06%]
	Proposed Method	0.02	1608 [0.28%]	-3.35 [-61.47%]	61.81	-4.33 [-7.44%]
Mobile & Calendar	Without 16 \times 16	0	14256 [0.15%]	—	—	-22.80 [-6.66%]
	Proposed Method	0	9480 [0.10%]	-20.58 [-79.67%]	76.00	-22.68 [-6.62%]
Tempete	Without 16 \times 16	-0.01	3736 [0.06%]	—	—	-21.56 [-6.93%]
	Proposed Method	0	2232 [0.04%]	-16.91 [-68.77%]	69.72	-17.71 [-5.70%]

量, Intra 予測の処理時間と計算量の変化を差で示したものを表 2 に示す. ただし大括弧内の数値は増減を比率 (%) で表したものであり, QP は 28 とした.

4.2 考 察

表 2 より, 提案手法による PSNR の低下はほとんどないことが見てとれる. またビット量の増加も Intra16 \times 16 を利用しない場合よりも抑えることができています.

Intra 予測全体の処理時間は表 2 の “Intra Total” の列より, 5.70%から 9.59%と約 1 割程度を削減することができた. また 16 \times 16 サイズに限定した結果は “Intra16 \times 16” の列より 61.47%から 79.67%と 6~8 割の間で削減することができた. 図 3 における 16 \times 16 サイズの Intra 予測の利用割合を考慮すると, 提案手法は Intra16 \times 16 の利用割合が少ないときに有効であると考えられる.

16 \times 16 サイズの処理時間は 4 \times 4 サイズのそれと比較して短い, これは JM の実装方法によるものである. Intra4 \times 4 は RD-Optimization を用いて全通り探索されているが, Intra16 \times 16 は SATD (Sum of Absolute Transform Differences) で判断されてお

り判定に用いるコストも SATD のものを流用している [3]. Intra16 \times 16 でも RD-Optimization を利用すれば, 16 \times 16 サイズの予測処理時間の占める割合が大きくなる. 提案手法は 16 \times 16 サイズの予測処理にかかる時間を削減できていることから, より効果を発揮すると思われる.

5. む す び

H.264/AVC における Intra 予測の高速化手法について検討し, 4 \times 4 サイズの予測モードの偏りから 16 \times 16 サイズの予測モードを選択する手法を提案した. この手法によって画質の劣化を抑えつつ Intra 予測の処理を 1 割程度高速化することができる.

文 献

- [1] ISO/IEC 14496-10, “Advanced video coding,” ITU-T Rec. H.264, 2003.
- [2] <http://iphome.hhi.de/suehring/tml/>, “JVT Reference Software,” version 9.2, Nov. 2004.
- [3] C. Kim, Q. Li, and C.-C.J. Kuo, “Fast intra-prediction model selection for H.264 codec,” Proc. SPIE, vol.5241, pp.99–110, 2003.

(平成 16 年 12 月 20 日受付, 17 年 3 月 3 日再受付)