

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
 〒 367-0035 埼玉県本庄市西富田久保山 1011
 Graduate School of GITS,
 1011 Okuboyama Nishi-Tomida Honjo-shi Saitama 367-0035
 Japan

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

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

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. はじめに

ITU-T と MPEG により共同で標準化された動画画像符号化方式 H.264/AVC は Intra 予測の機能を持つ [1]．Intra 予測は圧縮率の向上に大きく貢献しており，4x4 画素単位と 16x16 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，予測処理を忠実にを行うと符号化処理量が増加してしまう．そこで 4x4 サイズでの Intra 予測結果を用いて，16x16 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 4x4 画素単位と 16x16 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，16x16 サイズでは 4 通り，4x4 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．存在する全ての予測を忠実にを行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

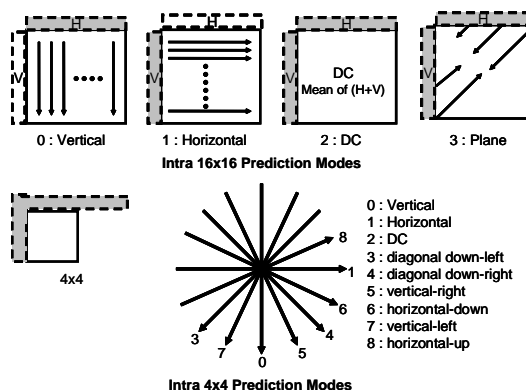


図 1 Intra 予測方向とモード番号
 Fig. 1 Intra Prediction Direction and Mode Number

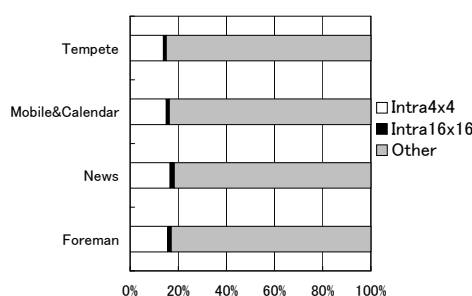


図 2 Intra 予測の処理時間が占める割合
 Fig. 2 Processing time of Intra Prediction

の内訳を，処理時間を測定する機能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 4x4 サイズの予測処理が 90.94%，16x16 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 4x4 サイズの方が利用割合が多く，8 割～9 割を占めていた．そこで 16x16 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 を符号化した時，各マクロブロック中の 4x4 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

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	PSNR[dB]	Bits Increase[bit]	Intra16x16[sec]	Complexity[%]	Intra Total[sec]
Foreman	Without 16x16	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 16x16	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 16x16	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 16x16	-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%]

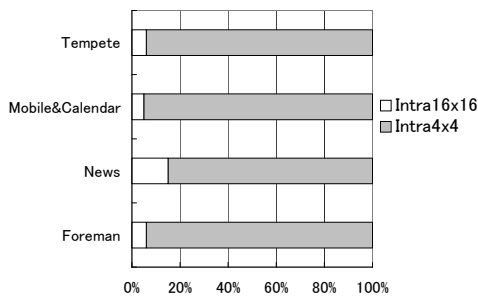


図 3 Intra 予測サイズの利用割合
Fig. 3 Use rate of Intra Prediction Size

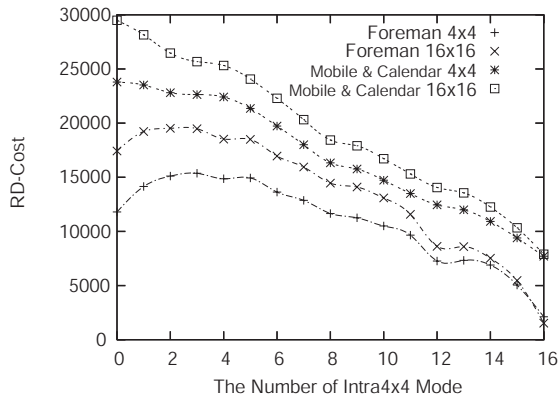


図 4 4x4 サイズの予測結果と 4x4, 16x16 サイズの RD-Cost 値
Fig. 4 The number of Intra 4x4 and RD-cost value of 4x4 and 16x16

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 4x4 サイズの予測結果が特定のモードに偏ると 16x16 サイズのコスト値が小さくなるのがわかる。これは Foreman や Mobile & Calendar 以外の画像にも共通してみられる傾向であ

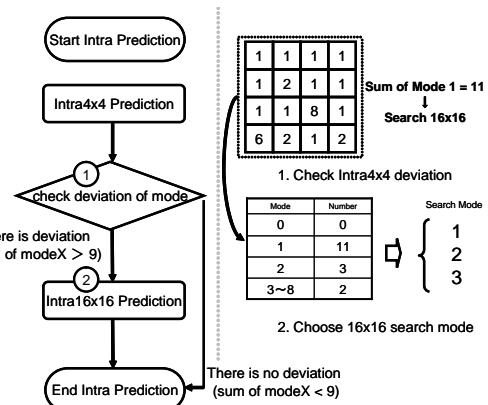


図 5 提案アルゴリズム
Fig. 5 Proposed Algorithm

る。そこで 4x4 サイズの予測結果においてモードの偏りを見ることで、16x16 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。まず初めに 4x4 サイズで予測を行い、予測結果の偏りを 4x4 サイズのモードで 0, 1, 2, 3~8 の 4 通りで判断する。4x4 サイズと 16x16 サイズでは予測方向の数が異なるため、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 16x16 サイズにおける予測モードを

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	30fps

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する

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 16x16 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 9 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 16x16 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出来る．

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 16x16 サイズの Intra 予測を利用せず符号化した結果で PSNR，符号量，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 の低下はほとんど無いことが見て取れる．またビット量の増加も Intra16x16 を利用しない場合よりも抑えることができている．

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 16x16 サイズに限定した結果は”Intra16x16”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 16x16 サイズの Intra 予測の利用割合を考慮すると，提案手法は Intra16x16 の利用割合が少ない時に有効であると考えられる．

16x16 サイズの処理時間は 4x4 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．Intra4x4 は RD-Optimization を用いて全通り探索されているが，Intra16x16 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]．Intra16x16 でも RD-Optimization を利用すれば，16x16 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 16x16 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考えられる．

5. ま と め

H.264/AVC における Intra 予測の高速化手法について検討し，4x4 サイズの予測モードの偏りから 16x16 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, November 2004.
- [3] C. Kim, Q.Li, C.-C.J. Kuo, “Fast Intra-Prediction Model Selection for H.264 Codec,” Proc.of the SPIE, Volume 5241,pp.99-110, 2003

(平成 xx 年 xx 月 xx 日受付)

Abstract Computational complexity for coding process is quite high in H.264/AVC. Most of the high complexity is caused by Inter prediction, but also Intra prediction occupies 10% or more. Thus, we propose a complexity reduction technique that uses a simplified prediction mode decision based on the smaller block size.

Key words H.264/AVC , Intra Prediction , Mode Decision , Reduction of Coding Process