

復号演算量低減に向けた画面内内挿予測符号化への HEVC 適用に関する一考察

Application of HEVC to Interpolative Prediction-based Intra Coding for Low Complexity Decoding

渡邊 真由子†
Mayuko Watanabe

北原 正樹†
Masaki Kitahara

小野 尚紀†
Naoki Ono

清水 淳†
Atsushi Shimizu

1. まえがき

次世代動画画像符号化方式として検討されている HEVC[1] には、符号化効率が改善される一方で処理が複雑化し、依然として復号演算量が多いという問題がある。筆者らは、これまで H.264/AVC 画面内符号化[2]における復号演算量低減の手法として、画面内内挿予測符号化 (IPIC) を提案してきた[3][4]。今回、IPIC に対する HEVC 適用の有効性検討のため、HEVC を IPIC に適用し、符号化効率及び復号演算量の観点から HEVC 画面内符号化との性能比較を行った。本稿では、IPIC の HEVC 画面内符号化に対する有効性についての検討結果を報告する。

2. 従来技術

(1) HEVC

HEVC においては、従来の H.264/AVC と同様、ME+DCT を基本とした動画画像符号化が検討され、H.264/AVC に比べ符号化性能が大幅に改善されている。H.264/AVC におけるマクロブロックに変わる予測の単位として、LCU/CU/PU という新たな概念を用い、その単位での符号化に 32x32DCT などを導入したこと、SAO などの後処理を加えたことに加え、画面内符号化においては予測モードのパターンを増加させたことなどにより予測効率を改善させている。

しかし、依然として画面内予測では外挿予測を用いており、それによる予測効率の低下が考えられる。また、後処理フィルタが追加されたため、復号処理が複雑化し、復号演算量も増加すると考えられる。

(2) IPIC

従来手法[3][4]では、図 1 左図のように、1 枚の画像を分割画像 4 枚に分割し、1 枚は分割画像内の情報のみを用いる分割画像内符号化 (IPIC-I)、残りの 3 枚については、符号化済み分割画像を参照画像とする分割画像間符号化 (IPIC-P, IPIC-B) を行う。この方式は、図 1 右図のように表わされる。

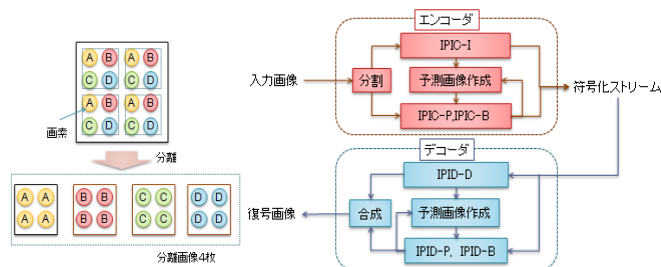


図 1. (左) 分割画像生成法 (右) IPIC 符号化方式

†日本電信電話株式会社,
NTT メディアインテリジェンス研究所

本手法は外挿予測ではなく、内挿予測を用いることにより予測効率が良くなることが期待され、更にそれに伴いブロック歪が発生しにくくなることからデブロッキングフィルタの演算量が削減されることが期待される。実際、低ビットレートにおいて、H.264/AVC に対して符号化効率を維持しつつ復号演算量を削減することが可能となることが確認されている。

3. IPIC への HEVC 適用

IPIC へ HEVC を適用 (以下、IPIC-HEVC) することで、IPIC へ H.264/AVC を適用 (以下、IPIC-H.264) する場合に比べ、符号化効率が向上することが期待される。

今回、IPIC-HEVC の実装において、IPIC-H.264 の実装の考えを適用し、IPIC-I、及び IPIC-P, IPIC-B に、それぞれ HEVC 画面内符号化・画面間符号化を用いた。

更に、HEVC 特有の PU 符号化方法において、次を考慮した。PU には 4 つの分割モードが存在し、PU 単位で参照画像、動きベクトルを符号化する。しかし、IPIC-P では参照画像及び動きベクトルは予め固定されており、PU 分割は不要と考えられる。このため、PU のシンタックスにおいて、

*IPIC-P : partmode を符号化・復号ともに SIZE_2Nx2N と固定して行うこととし、それ以外の inter モード判定処理は行わない。符号化ストリームにおける partmode のシンタックスは削除する

*IPIC-I, IPIC-B : 従来通り
とすることとした。

4. 実験内容

今回、IPIC-HEVC について、符号化効率、復号処理演算量の観点から検討を行った。

本検討で用いた画像は、下記の通りである。

*実験画像 : HEVC テスト用画像

(BasketballDrive, ParkScene, Kimono)

*符号化枚数 : 1 枚

*画像サイズ : 1920x1024

本検討では IPIC において 4 分割画像を用いるため、LCU サイズを考慮して画像下側を一部削除し、1920x1080 から 1920x1024 にサイズを変更した画像を実験画像として用いた。IPIC-HEVC の実装においては、HEVC の検討用ソフトウェア HMver6.0 を用いた。

次の条件により実験を行った。

*Deblockingfilter : on

*QP : 27, 32, 37, 42

尚、復号演算量計測については、VTune[5]を用いた。

5. 実験結果

表 1 は IPIC-HEVC と IPIC-H.264 の BD-SNR, BD-Rate である[6]. 図 2 は, Kimono, 図 3 は ParkScene の RD 曲線である.

表 1. IPIC-HEVC の HEVC に対する
BD-SNR, BD-Rate

	BD-SNR[dB]	BD-Rate[%]
BasketballDrive	-0.39373	16.5371
Kimono	0.146003	-3.36352
ParkScene	-0.42037	11.5056
Average	-0.2227	8.22639333

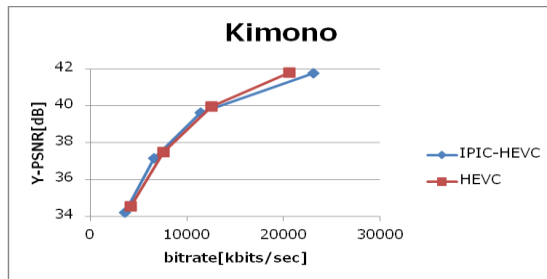


図 2. IPIC-HEVC, HEVC 画面内符号化の RD 曲線

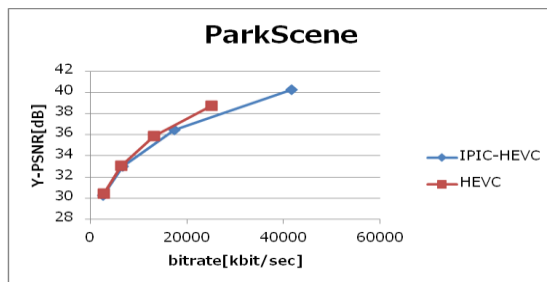


図 3. IPIC-HEVC, HEVC 画面内符号化の RD 曲線

表 1 より, BasketballDrive, ParkScene については, HEVC 画面内符号化に比べ符号化効率が悪化しているが, Kimono については符号化効率が向上していることがわかる. ここで, 図 2 の Kimono の RD 曲線を確認すると, 特にビットレートが低くなる程, HEVC 画面内符号化に比べ符号化効率が向上する傾向が見受けられた. このため図 3 のように, BasketballDrive, ParkScene についても RD 曲線を確認したところ, 今回実験を行った QP 値でのビットレートは, Kimono のビットレートよりも高く, ビットレートが低くなるにつれ, 符号化効率の差が少なくなり, 低ビットレートでは, やはり符号化効率が HEVC 画面内符号化よりも同等あるいは向上していることが確認された.

以上から, 符号化効率という点で, IPIC-HEVC は低ビットレートにおいて HEVC 画面内符号化に比べても有効であるといえる.

表 2. IPIC-HEVC の HEVC に対する復号演算量削減率[%]

QP	27	32	37
BasketballDrive	32.12	33.33	41.74
Kimono	37.61	39.51	40.51
ParkScene	26.75	33.19	40.36
Average	32.16	35.34	40.87

次に, 復号演算量について考える. 表 2 は, HEVC 画面内符号化に対する IPIC-HEVC の復号演算量削減率である. 表の QP は, HM を用いて画面内符号化を行った際の値である. このときの Y-PSNR と同程度になる IPIC-HEVC 符号化ストリームについて, 復号演算量比較を行った.

QP が増加するにつれ復号演算量の削減率が増加し, 更に QP=27 以上では, 平均 30%以上削減されていることが確認される. この理由を調べるため, HEVC 画面内符号化の復号演算量内訳を確認すると, IPIC-HEVC に比べ, 低ビットレートにおいても IDCT の演算が多く発生していることが確認された. これは, HEVC 画面内符号化においては, 低ビットレートでは予測が当たりにくくなり, 予測誤差が増えたためだと考えられる.

一方, IPIC-HEVC では, 一画面の 3/4 の画素数を占める IPIC-P, IPIC-B 符号化対象画素について, 復号時に小数精度画素フィルタを用いて予測画素を生成しており, QP が増加しても比較的予測が当たっているため skip モードなどが選択されることになり, IDCT の復号演算量が削減されたと考えられる. また, IPIC-H.264 検討時にも確認されたデブロッキングフィルタ演算量の削減が, IPIC-HEVC でも確認された. 以上により, 演算量が減少したと考えられる.

6. まとめ

本稿では, IPIC について, HEVC 画面内符号化に対する有効性を確認するため, HEVC に用いられる符号化方式を用いた検証を実施した.

実験の結果, 低ビットレートにおいては, HEVC 画面内符号化よりも符号化効率が良いことが確認された. また, 同等の Y-PSNR 時の復号演算量を比較したところ, IPIC-HEVC が HEVC 画面内符号化に比べ低演算量であることが確認された. このことから, 今後の IPIC の検討において, HEVC を用いることは有効であるということができ, 今後の IPIC の検討においては, IPIC-HEVC を基軸として検討を行いたいと考える.

今後は, 復号演算量の削減率を維持しつつ, 高ビットレートにおいて HEVC 画面内符号化と同等以上の符号化効率を実現できるよう取り組んでいく予定である.

参考文献

- [1] JCT-VC, “HM6: High Efficiency Video Coding (HEVC) Test Model 6 Encoder Description”, JCTVC-H1002, JCT-VC Meeting, San Jose February 2012.
- [2] ITU-T H.264 : ITU-T Rec. H.264, “Advanced video coding for generic audio visual services”, 2003.
- [3] 渡邊真由子, 北原正樹, 清水淳, 如澤裕尚: “画面内符号化における復号演算量削減の検討”, 2011 年信学会総合大会講演論文集, D-11-39, (March 2011).
- [4] 渡邊真由子, 北原正樹, 清水淳, 如澤裕尚: “復号演算量低減に向けた画面内符号化への内挿予測適用に関する符号化効率改善の一検討”, FIT2011, No.3, I-058, pp.415-416, (Sep. 2011).
- [5] Intel VTune Analyzer <http://www.intel.com/>
- [6] G. Bjøntegaard, “Calculation of average psnr differences between rd-curves,” ITU-T Q.6/SG16 VCEG, VCEG-M33, Apr. 2001.