

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

A Study on Coding Efficiency Improvement of Interpolative Prediction-based Intra Coding

渡邊 真由子†
Mayuko Watanabe

北原 正樹†
Masaki Kitahara

清水 淳†
Atsushi Shimizu

如澤 裕尚†
Hirohisa Jozawa

1. はじめに

H.264[1]では、Inter 復号に比べ Intra 復号時のデブロッキングフィルタの演算量が多い。そこで著者らは、H.264 画面内符号化の復号演算量削減のため、画像分離による画面内内挿予測符号化を提案した[2]。これにより低ビットレート時に H.264 に対して符号化効率を維持しつつ復号演算量を削減できること。今回、更に双予測の手法を適用することにより、H.264 に対する復号演算量削減率を維持しつつ、[2]に対して符号化効率を向上できることを確認した。

2. 画面内内挿予測符号化

従来手法[2]は、図1のように1枚の画像を分離画像4枚に分離し、そのうち1枚は分離画像内の情報のみを利用して符号化(分離画像内符号化)を行う。残りの分離画像は、符号化済み分離画像を用いて参照画像を1枚ずつ作成し、各分離画像に対する予測誤差の符号化(分離画像間符号化)を行う。本手法では、低ビットレートではH.264に対し符号化効率を維持しつつデブロッキングフィルタおよび全体の復号演算量削減が可能になる。しかし、高ビットレートでは符号化効率が悪化するという問題がある。その原因として分離画像間符号化における符号化効率の悪化がある[3]。

この理由として、各分離画像に対する参照画像を縦または横方向1枚に限定したため、ある方向に相関が高いにも関わらず、参照画像がその直交方向の画像である場合に予測効率が悪化したことが考えられる。

3. 提案手法

画素値は距離に近い画素ほど相関が高いと考えられ、方向による相関の高さは各画像の性質に依存するものと言える。そのため、分離画像間符号化において、符号化対象分離画像について、原画面上で最短距離の符号化済み分離画像が2枚以上存在するならば、それらを画像の性質により適応的に切り替えて参照画像とすることが必要である。

そこで、参照画像を複数枚用いて適応的に切り替える手法を提案する。以下にその詳細を述べる。

1枚の画面を分離して、複数枚の分離画像を生成する。そのうち1枚以上に対して分離画像内符号化、残りに対しては分離画像間符号化を行う。分離画像間符号化は、次の2種類に分けられる。一つ目は、従来手法の分離画像間符号化で用いたように、符号化済み分離画像各1枚を参照画像とする分離画像間片方向予測、二つ目は、2枚以上の符号化済み分離画像を参照画像とする分離画像間双方向予測である。どちらの予測も、参照画像に対して符号化対象画像と参照

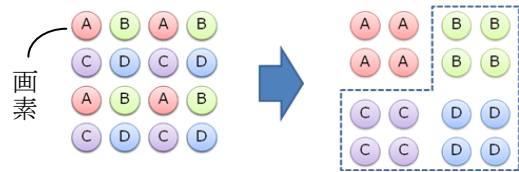


図1. 分離画像生成法

画像の同一座標画素の原画面上での位置関係に基づくフィルタを用いることにより、予測画像を生成する。

以下、新しい概念である分離画像間双方向予測について述べる。分離画像間双方向予測においては、符号化対象分離画像に対して、原画面上での位置関係から同等に相関をもつと考えられる符号化済み分離画像2枚以上を参照画像として、最適となるよう適応的に参照画像を選択して予測誤差の符号化を行う。

例えば、図1のA, B, Cが符号化済み画像で、Dを符号化する場合、分離画像上の同一座標に対して原画面上でのDの画素からの距離が最短となる2枚の分離画像BとCを参照画像とする。参照画像に一定のフィルタを適用して予測画像の作成、さらに作成済み予測画像の合成画像をまた予測画像として用いることも可能である。以上のようにして作成された予測画像を用いて、画像内で適応的に予測画像を切り替えながら符号化する。

この分離画像間双方向予測を用いることにより、分離画像間双方向予測を用いる分離画像について、参照画像インデックスの情報の符号化が必要となる。一方、参照画像を複数枚用いることでより最適な予測画像を利用することが可能となるため、予測効率の向上が期待される。参照インデックスの分の符号量増加に対し、予測効率の改善による効果が大きいと考えられるため、符号化効率としては前回の提案手法より向上することが期待される。

一方、復号時には、参照画像情報の復号演算量の発生、予測画像として複数の参照画像の合成画像が選択された場合の予測画像生成のための復号演算量増加が考えられ、全体として復号演算量が増加する恐れも考えられる。しかし、発生符号量減少による復号演算量の削減が見込まれること、及び、従来手法における予測画像生成の演算量の復号演算量全体に占める割合が低いことから合成画像作成時でも演算量増加は微小だと推定されることから、本検討における第一の目標である、H.264に対する復号演算量削減についても実現可能だと考えられる。

4. 評価実験

今回、図1のA, B, Cに対して従来手法と同様に符号化を行い、Dに分離画像間双方向予測を適用することとした。Dの予測画像には、B, Cの符号化済み画像にH.264の半画素フィルタを各方向で適用した画像、更にこれらの画像2枚の平均からなる画像を合わせた3枚を用いてH.264のBピ

†日本電信電話株式会社 NTTサイバースペース研究所

クチャの符号化方法に適用した。尚、予測画像の生成は上に述べたとおりであるので、符号化する必要はない。これらの参照画像情報の符号化には、H.264におけるマクロブロックタイプのシンタックスを用い、RDコストに対して最適となるよう参照画像の選択を行うこととした。以上をH.264参照ソフトウェアJM(ver16.2)に実装し、評価実験を行った。

実験条件は、HEVC検討用画像5種類、符号化枚数1枚、画像サイズは1920×1080, 832×480, 416×240である。提案手法のQP値には、 $QP(I) = \{27, 32, 37, 42\}$ ($QP(P) = QP(I)$, $QP(B) = QP(I) + 2$)を用いた。比較対象には、従来手法、及びH.264の参照ソフトウェアJMを用い、共に上記と同じQP(I)(従来手法の $QP(P) = QP(I) + 1$)を用いて比較を行った。尚、復号演算量評価にはVTune[4]を用い、CPUのクロック数を計測した。

5. 実験結果

表1. 提案手法の従来手法に対するBD-PSNR, BD-Rate

	BD-PSNR[dB]	BD-Rate[%]
BQTerrace	0.178733	-4.15167
BasketballDrive	0.0413356	-1.22181
BQMall	0.44366	-9.2945
BQSquare	0.141667	-2.32735
PartyScene	0.142312	-2.37394

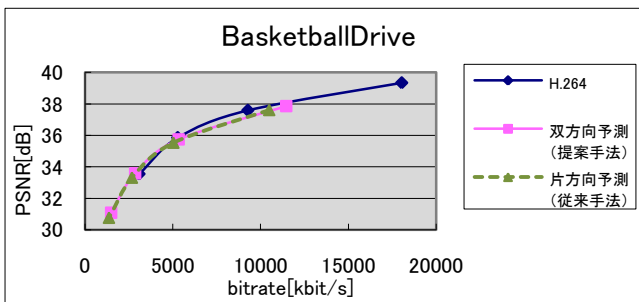


図2. HD画像のRD曲線

表1は、前回の提案手法に対する本提案手法のBD-PSNR, BD-Rate, 図2は、HD画像のRD曲線の一例である。

まず、従来手法との比較結果を述べる。符号化効率について、全ての入力画像で改善が確認された。これは予想通り、予測誤差の改善によるものと見られる。しかし、RD曲線と比較を行うとほぼ同じ曲線を描く箇所も見受けられた。それについて符号量の内訳を確認すると、分離画像Dの双方向予測では、マクロブロックサイズが8×8となる場合が多く発生していた。これより、マクロブロックサイズが16×16しか用いられず参照画像情報も送らない片方向予測に対して、オーバーヘッドが大きく発生したと考えられる。

図3, 4は全体の復号演算量とデブロッキングフィルタのみの復号演算量の一例である。グラフの縦軸は演算量であり、上に行くほど演算量が増加することを意味する。図3において従来手法と交差している箇所について述べる。提案手法は、従来手法に対して予測誤差が少なく、非ゼロ係数の発生が少ないため、その予測誤差の復号においては演算量が減少する傾向にあると考えられるが、その一方で、図4からわかるようにデブロッキングフィルタの演算量が高ビットレートにおいて増加してしまうため、上記のようにグラフが交差したものと考えられる。

更に、図4について内訳を確認すると、強度算出の演算が従来手法より増加しており、輝度・色差に対するフィルタ

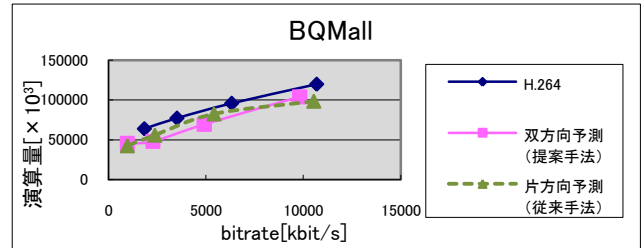


図3. 復号演算量

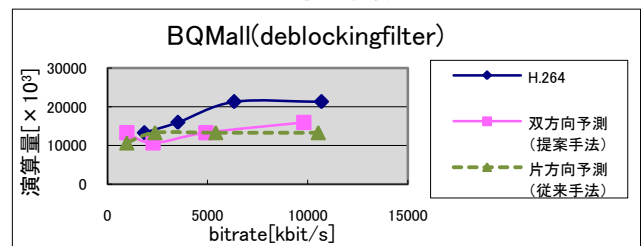


図4. デブロッキングフィルタ復号演算量

演算量は、従来手法と同程度以下だが、提案手法も従来手法も高ビットレートで増加傾向があることが分かった。

この理由として以下が考えられる。まず、提案手法ではマクロブロックサイズとして、高ビットレートで8×8が多く選択されることが確認された。これより参照画像切り替えが発生しやすいと推測され、強度算出の演算、及びフィルタ演算量が発生しやすいと考えられる。一方、従来手法では高ビットレートでイントラマクロブロックが多く選択されることが確認された。これより、その箇所では強度が高くなりやすいためフィルタの演算が増加したと考えられる。

H.264に対する比較では、図2に見られるように、HDサイズ画像の低ビットレートでの符号化効率が向上し、復号演算量が10~30%削減されていることが確認された。

6. まとめ

本稿では復号演算量削減の実現のため[2]で提案した、画面を分離して符号化を行う画面内挿予測符号化について、復号演算量の増加を抑えつつ符号化効率を改善するために、新たに分離画像間双方向予測を用いて検討を行った。従来手法に対する比較では、画像サイズによらず、符号化効率が向上すること、復号演算量について同程度の削減率を実現することを確かめた。今後は、高ビットレートにおいて、符号化効率についてはH.264相当、かつ復号演算量についてH.264より削減する手法について検討する予定である。

謝辞

本実験で用いた画像は株式会社NTTドコモの使用許諾を得たものである。ご承諾いただいたことにお礼を申し上げます。

参考文献

- [1] ITU-T H.264 : ITU-T Rec. H.264, "Advanced video coding for generic audio visual services", 2003.
- [2] 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)
- [3] 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挿予測適用に関する一考察", 2011年映像情報メディア学会年次大会発表予定
- [4] Intel VTune Analyzer <http://www.intel.com/>