

I-011

## デコーダの負荷を軽減させるためのデブロッキングフィルタ機能の代替方式 An alternative approach to deblocking filtering for reducing decoding load in H.264

高橋 陽区†  
Yoku Takahashi

高木 幸一‡  
Kouichi Takagi

滝嶋 康弘‡  
Yasuhiro Takisima

羽鳥 好律†  
Yoshinori Hatori

### 1. まえがき

現在 H.264 は、HD-DVD や Blu-Ray などの蓄積メディアや、ワンセグ放送等の携帯端末向けサービスに利用されている。特に、携帯端末の場合は、画像品質の向上だけでなく、デコード処理による消費電力の削減も求められる。その一方で、H.264 におけるデコード処理の 1/3 はデブロッキングフィルタ処理に費やされると言われている。そこで本稿では、デコーダのデブロッキングフィルタ処理を削除し、デコーダの電力消費を抑制するとともに、エンコーダに画像補正処理を適用することで、受信画像の画質を維持することを目的とする。また、エンコーダに適用する画像補正処理および最適補正值に関する検討を行う。

### 2. デブロッキングフィルタ

H.264 では、デブロッキングフィルタと呼ばれる、ブロックノイズを除去するためのフィルタが採用されている。ブロックノイズとは、符号化の際に生じるノイズで、整数変換や動き補償予測の単位がブロックであることが主な原因である。H.264 では、最小ブロックサイズを  $4 \times 4$  と小さくすることにより、ブロックノイズを目立たなくしているが、さらにデブロッキングフィルタは画質向上に有効となることがわかっている。

ところが、H.264 におけるデブロッキングフィルタはループ内フィルタであるため、符号化時にデブロッキングフィルタを適用した場合、デコーダでも同様の処理を適用しないと画質に著しい影響を与えることになる。また、デブロッキングフィルタは、必要となる計算量が非常に多いという問題があり、特にデコーダでは全体の処理の約 1/3 を占めるといわれている。そのため、フィルタ処理の有無をエンコーダ側で選択することができる。特に携帯電話のように、電力消費を抑制したい場合などには、フィルタ処理を適用しない事も可能となる。

### 3. 提案方式

#### 3.1 概要

本稿では、前節で述べた問題点を解決するため、デブロッキングフィルタ機能の代替方式として、デコーダの負荷を軽減したうえで、出力画質をデブロッキングフィルタ適用時と同等に維持する方法を提案する。さらに、同方式では H.264 準拠のデコーダでもデコード出来ることを条件とする。これを実現するため、エンコーダにおける計算負荷は許容されることを前提とする。

図 1 に、提案方式によるエンコーダのブロック図を示す。提案方式では、従来 H.264 で使用されている符号化ループ内でのフィルタ処理（フィルタによる画像の補正）全体を適用せず、そのための判定のみを利用する。判定のみを利

†東京工業大学大学院総合理工学研究科物理情報システム専攻

‡(株) KDDI 研究所

用することで、ループ内フィルタがなくなるため、デコーダでのフィルタ処理が削除される。

フィルタ処理を適用しないことで、デコーダの負荷を軽減することができるが、出力画像はブロックノイズを含むこととなる。そこで、入力画像に補正值を加え補正画像を生成し、この補正画像を符号化することでブロックノイズを軽減する。上記判定は、デブロッキングフィルタ代替処理のための補正值の生成に利用される。

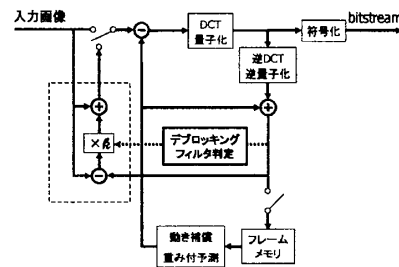


図 1 提案方式のブロック図

#### 3.2 補正值の生成

デブロッキングフィルタは、ブロック境界付近の画素値を補正するフィルタであるが、画像全体ではなく、適応的に適用される。つまり、ブロック境界付近においても、フィルタ処理が適用されない場合がある。そこで、提案方式では、復号画像と入力画像の差分を  $k$  倍した値を補正值とし、入力画像の補正を行う。また、前節で述べたデブロッキングフィルタの判定を利用することにより、フィルタ処理が適用される箇所のみを補正する。

### 4. 実験結果

#### 4.1 予備実験

提案方式による補正值の検討、および提案方式による出力画質の比較を行うため、デブロッキングフィルタにより補正された画像の画質評価を行った。エンコーダによりデブロッキングフィルタ処理を適用した画像と適用しない画像、それぞれの PSNR を求める。また、適応的に行われるフィルタ処理の画質を評価するために、(1)画像全体、(2)フィルタ処理を施した箇所、(3)フィルタ処理を施していない箇所、三つに分けて PSNR を測定した。シーケンスには foreman を用い、QP=30 とした。

図 2 の結果から、デブロッキングフィルタにより画像全体の PSNR が改善されているフレームが多いことが確認できる。図 3 のように、部分的に PSNR を測定すると、図 3(a)の結果からは、フィルタを適用することにより、画質が改善されていることがわかる。図 3(b)については、フィルタの有無に関わらず、ほとんど相違の無い結果が得られている。これは、フィルタを施した箇所以外では、あまり画質の変化がない事を示している。

予備実験の結果から、デブロッキングフィルタによるブロック境界付近の PSNR 改善 (ブロックノイズ除去) の効果が大きく、結果的に画像全体の PSNR が向上していると考えられる。

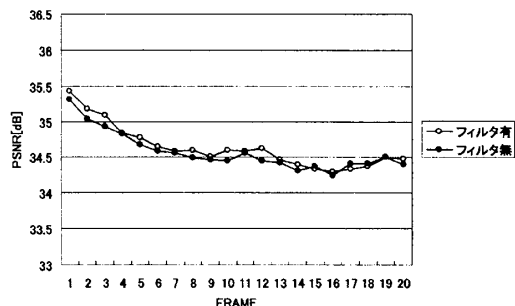
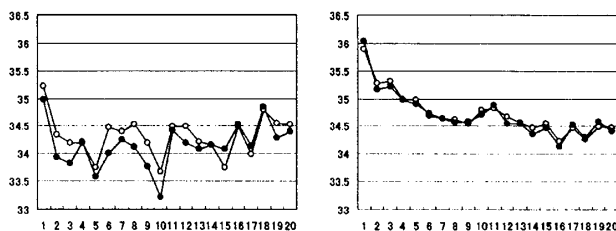


図2 デブロッキングフィルタ方式の全体 PSNR



(a)フィルタ処理を施した箇所 (b)フィルタ処理を施していない箇所

図3 デブロッキングフィルタ方式の部分 PSNR

## 4.2 提案方式

提案方式により生成した画像の画質評価を行った。本方式で得られた画像を補正符号化画像と呼び、従来方式でフィルタ処理を適用した画像と適用しない画像との PSNR による比較を行う。予備実験と同様に、部分的な PSNR を測定した。シーケンスには foreman を使い、QP=30 (固定)、k=0.5 とした。また、ビットレートの制御は行っていない。

図4、5に、提案方式による PSNR 測定の結果を、予備実験の結果とともに示す。図6には、予備実験と提案方式による出力画像の一部を拡大したものを示す。今回の実験では、k の値を 0.5 に固定したものを補正值として入力画像に加えているため、フィルタの強弱を無視したものとなっている。そのため、本方式が求めている結果 (最適な補正值) が得られているとはいえない。しかし、今回得られた結果から、提案方式による PSNR の向上を確認することができ、また、最適補正值によりブロックノイズの除去を行うことができる可能性を確認することができた。

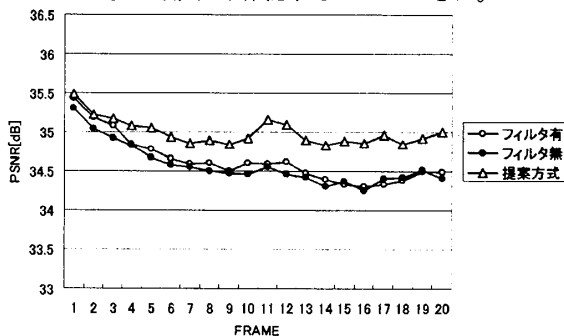
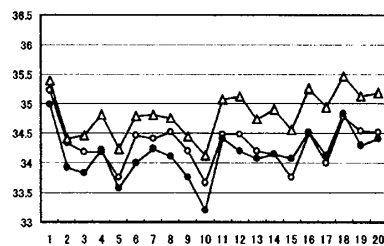
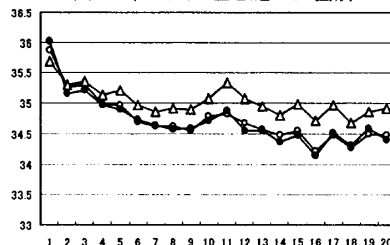


図4 提案方式の全体 PSNR

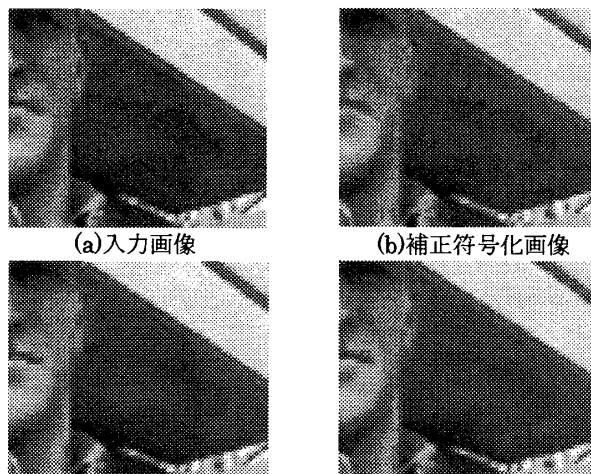


(a)フィルタ処理を施した箇所



(b)フィルタ処理を施していない箇所

図5 提案方式の部分 PSNR



(c)符号化画像・フィルタ有 (d)符号化画像・フィルタ無

図6 実験結果・出力画像

## 5. まとめ

本稿では、デコーダの負荷を軽減するため、デブロッキングフィルタに代わる画像補正処理を提案した。実験の結果、ブロックノイズの除去は確認できていないが、PSNR の向上を確認することができた。本稿の実験結果は、複数の制約条件のもとで求められたものであるため、当初の条件をすべて満足しているとはいえない。しかし、フィルタ処理が施されている部分において画質の向上が確認されたことで、提案方式により、ループ内フィルタを利用せずに符号化後のブロックノイズを軽減できる可能性を確認することができた。今後は、ビットレート制御を考慮した上で、k の値の最適化を行っていく。また、フィルタ強度判定方法の改善を行っていく。

### 参考文献

[1] Peter List *et al.* : "Adaptive Deblocking Filter", IEEE Transactions on circuits and systems for video technology, vol.13, No.7, July 2003