

Motion JPEG2000 におけるフリッカー雑音と量子化誤差の関係について

On a relation between flicker artifacts and quantization error for Motion JPEG2000

加藤 徹洋† 田邊 集‡ 渡辺 裕† 富永 英義†
Tetsuhiro KATO† Shu TANABE‡ Hiroshi WATANABE† Hideyoshi TOMINAGA†

1 はじめに

Motion-JPEG2000[1][2][3] のフレームを構成する JPEG2000 では、従来の DCT ベースの JPEG より符号化効率が高く、ブロックノイズも生じないという利点を有する。更に解像度スケーラビリティ機能に最適な階層符号化方式であるという特徴がある。また、Motion-JPEG2000 はイントラ符号化であるため、映像コンテンツの編集・加工処理が容易である。

しかし、Motion-JPEG2000 の問題点として、復号画像中に“Flicker Artifact”と呼ばれる歪みが生じることが報告されている [4]。我々は今までこの歪みの原因を調査してきた [5]。これは、Wavelet 変換におけるエリアシング雑音及びレート制御の影響が原因であると考えられる。

本稿では、JPEG2000 におけるレート制御が Flicker Artifact に対する影響について検討する。

2 Flicker Artifact

Wavelet 符号化固有のノイズとして、Flicker Artifact がある。これは、復号画像上に細かいリング状のノイズとして現れる。この歪みは、静止画ではさほど目立たない。しかし動画では、その大きさと位置がフレーム毎に変化するため、時間軸方向のノイズ成分が発生し、視覚的に検知し易くなる。従って、PSNR や MSE のような定量的尺度での評価、比較が困難である [6]。

また、Flicker Artifact の軽減手法として、低域成分ほど高精度に量子化を行う Visual Weighting が提案されている [7]。しかし Flicker Artifact を目立たなくさせることは可能であるが、それ自体の軽減手法とは言えない。高画質を要求するデジタルシネマなどでは、全周波数領域での誤差の削減が必要である。

3 調査実験

図 1 に JPEG2000 符号化処理の構成を示す。JPEG2000 において、Flicker Artifact の発生する原因として、Wavelet 変換におけるエリアシング雑音及びレート制御の影響が考えられる。このうち Wavelet フィルタをかけた際のエリアシング雑音と Flicker Artifact の関係は薄いと考えられる [5]。

従って、ここではレート制御が Flicker Artifact に与える影響を調査する。図 1 に示すように、JPEG2000 ではレート制御を、Wavelet 係数の量子化と、いわゆるポスト量子化と呼ばれている Code truncation の二ヶ所で

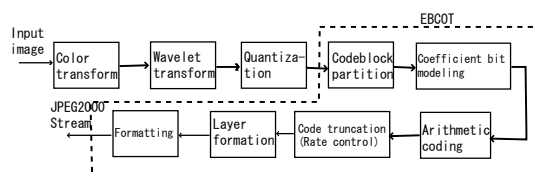


図 1 JPEG2000 符号化

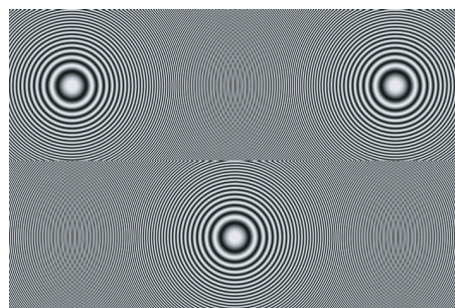


図 2 実験画像

行っている。ここでは (1) ポスト量子化だけを行い、量子化を行わない場合 (2) 係数の量子化だけを行い、ポスト量子化を行わない場合、の二つの場合について以下に示す調査実験を行った。

実験画像 (720 × 480[pe]) を図 2 に示す。下半分に静止領域が、上半分に水平方向に動領域が存在するサーキュラゾーンプレートの映像を用いた。これは動領域の歪みが静止領域にも影響を与えることを考慮したためである。

3.1 ポスト量子化の影響

まず、ポスト量子化だけを行う場合について調査を行う。サンプルとして bitrate が 1.00(bpp), 1.99(bpp), 3.00(bpp), 4.00(bpp), 4.93(bpp) の 5 つの場合について調査実験を行った。図 3 に動領域 (画像の左上を原点として (180[pe], 180[pe])) における元画像との誤差の時間推移を、図 4 に静止領域 (180, 360) におけるものをそれぞれ示す。また、表 1 に、それぞれの点における誤差の平均変化値を示す。

図 3, 図 4, 表 1 より、動領域においてはもちろん誤差の値が変動しているが、本来誤差の値が一定であるべき静止領域においても誤差が変動する現象が見られた。これは、映像では視覚的にちらつきとして更に顕著である。

また、各ビットレート間関係を見ても、動領域、静止領域共に、ビットレートを下げるにつれて誤差の変動が大きくなった。

これらの結果より、ポスト量子化が Flicker Artifact に大きな影響を及ぼしていることを示していると思われる。

3.2 Wavelet 係数の量子化の影響

次に係数の量子化だけを行う場合について調査する。サンプルとして bitrate が 1.65(bpp), 2.30(bpp),

表 1 誤差の平均変化値 (ポスト量子化)

(bpp)	静止領域	動領域
	(180,360)	(180,180)
1.00	2.83	20.11
1.99	1.08	10.06
3.00	0.75	4.66
4.00	0.07	2.50
4.93	0.00	1.47

† 早稲田大学大学院 国際情報通信研究科

‡ 早稲田大学大学院 理工学研究科

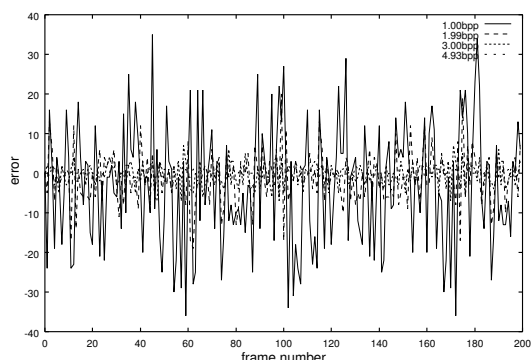


図3 誤差の時間推移 (動領域)

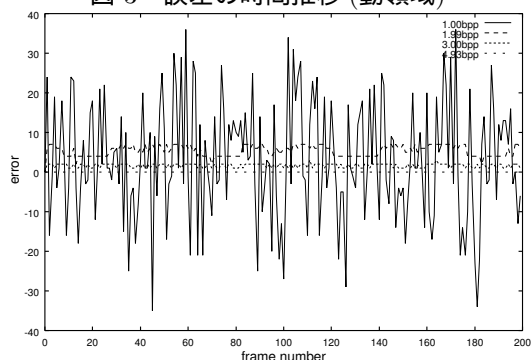


図4 誤差の時間推移 (静止領域)

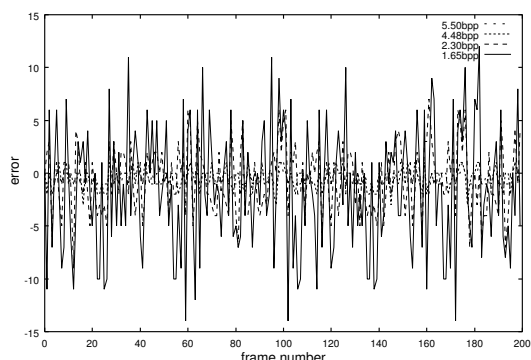


図5 誤差の時間推移 (動領域)

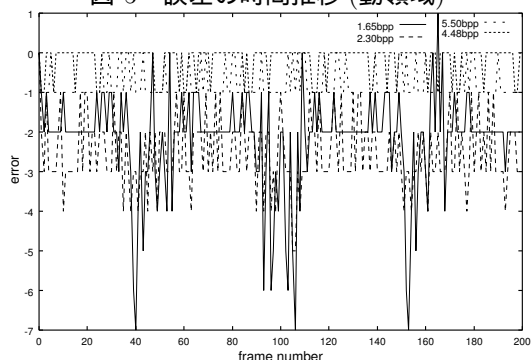


図6 誤差の時間推移 (静止領域)

3.27(bpp), 4.48(bpp), 5.50(bpp) の5つの場合について調査実験を行った。実験1同様、図5に動領域(180,180)における元画像との誤差の時間推移を、図6に静止領域(360,250)におけるものをそれぞれ示す。また、表2に、特定点における誤差の平均変化値を示す。

図5、表2より、動領域においては、ポスト量子化のみを行った場合よりも誤差の値の振幅、誤差の平均変化値共に小さいことが分かる。

また、図5、表2より、静止領域においては、動領域との境界付近(360,250)では誤差の変動が見られたが、その他の領域(360,460)では誤差の値は一定であった。Wavelet変換では低域領域ほどフィルタの基底長が長くなるため、このWavelet係数を量子化すると、量子化歪が広範囲に及ぶという特徴がある。このために、静止領域においても、動領域の画素の影響を受ける範囲の箇所では誤差の変動が見られた。

しかし、ポスト量子化を行った場合のように、画面全体においてちらつきが見られるという現象は見られなかった。

4 まとめと今後の課題

JPEG2000では、Wavelet係数の量子化とポスト量子化の二ヶ所でレート制御を行っている。今回の実験で、係数の量子化のみを行った場合は、動領域や動領域と静止領域の境界付近などに部分的に少量の誤差の変動が見られた。一方、ポスト量子化のみを行った場合は、画面全

表2 誤差の平均変化値(量子化)

(bpp)	静止領域		動領域
	(360,250)	(360,460)	(180,180)
1.65	1.45	0.00	8.70
2.30	1.23	0.00	4.09
3.27	0.75	0.00	2.80
4.48	0.48	0.00	1.32
5.50	0.56	0.00	0.84

体で、Flicker Artifactのような誤差の変動が見られた。この結果より、ポスト量子化がFlicker Artifactに大きな影響を及ぼしていることが分かった。しかし、ポスト量子化を行うことにより、任意の圧縮率のcode streamを容易に実現出来たり、解像度スケーラビリティ機能を実現出来ることは、JPEG2000の大きな利点である。

今後は、ポスト量子化でレート制御を行い、JPEG2000としての特徴を保ちつつ、Flicker Artifactを低減させる手法を提案することが課題である。

謝辞

この研究は、TAO委託研究課題“通信ネットワーク利用放送技術の研究開発”のサポートによる。

参考文献

- [1] ISO/IEC FCD 15444-1, “JPEG 2000 Part Final Committee Draft Version 1.0,” ISO/IEC JTC1/SC29/WG1, N1646R, Mar.2000.
- [2] Takahiro Fukuhara, David Singer, “Motion JPEG2000 Final Committee Draft 1.0,” ISO/IEC JTC1/SC29/WG1, N2117, Mar.2001.
- [3] Majid Rabbani, Rajan Joshi, “An overview of the JPEG2000 still image compression standard,” Signal Processing: image Communication17, 2002, pp 3-48.
- [4] 久下, “Wavelet 画像符号化の視覚的歪に関する考察,” 映像情報メディア学会技術報告 ITE Technical Report Vol.25, No.79, pp.33-38, Nov.2001.
- [5] 加藤, 田邊, 渡辺, 富永, “Wavelet 符号化を動画に適用した際の視覚的歪みに関する検討,” 電子情報通信学会 2003年総合大会講演論文集, Mar.2003.
- [6] 田邊, 加藤, 渡辺, 富永, “wavelet 変換符号化における量子化歪について,” 画像符号化シンポジウム資料 (PCSJ2002), p-3.02, pp55-56, Nov.2002
- [7] 木村, 荒木, 福原, “Motion JPEG2000における Visual weighting を用いた画質改善の検討,” 画像符号化シンポジウム資料 (PCSJ2001), p-5.02, pp75-76, Nov.2001.