

時空間画像の JPEG 2000 符号化における SNR の周期的変動に関する考察

A Study on Periodic Fluctuation of SNR in JPEG 2000 Coding for Spatio-Temporal Images

加藤 幸一 石川 孝明 渡辺 裕
Koichi KATO Takaaki ISHIKAWA Hiroshi WATANABE

早稲田大学大学院 国際情報通信研究科
Graduate School of GITS, Waseda University

Abstract: In the intra-frame based video encoding, like Motion JPEG 2000, a problem that the image quality of every frame varies has been known. To solve this problem, an approach by encoding spatio-temporal images that consist of time-series and space axis data has been reported. This approach can take an advantage of using temporal correlation, while cyclic SNR fluctuation occurs. In this paper, we analyze the cause of SNR fluctuation from the viewpoint of Wavelet Transform with JPEG 2000 encoding.

1 はじめに

Motion JPEG 2000 に代表されるフレーム内符号化では、通常、フレーム毎のファイルサイズが一定量になるように符号量が制御されるため、符号化対象となるフレームの複雑さによって画像品質がフレーム毎に変化する。画像品質を一定に保つためには R-D 特性の正確な把握が前提となり、処理が複雑になる [1, 2]。

そこで、動画像全体を時空間画像として捉え、時系列に着目した処理をすることにより、画像品質の変動を抑制し、等価的に VBR 符号化のような役割を果たすアプローチが検討されているが、時間方向に SNR が周期的に揺らぎ、また、あるフレーム間隔毎に低下する問題が確認されている [3]。本稿では、その問題について JPEG 2000 符号化における高周波成分の処理に着目し考察する。

2 時空間画像について

時空間画像とは 2 次元の空間画像を時系列方向に並べたものである。そのため時空間画像を水平あるいは垂直に切り出した画像を考えた場合、図 1 に示されるように時系列上での物体の動きを 2 次元画像として捉えることができる。こうして得られる 2 次元画像を符号化することにより、時間方向の相関が考慮され、画像シーケンスによっては符号化効率が改善されることが確認されている。

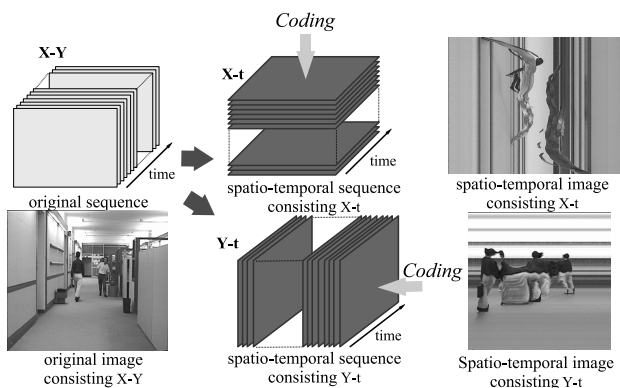


Figure 1: Proposed Coding Architecture

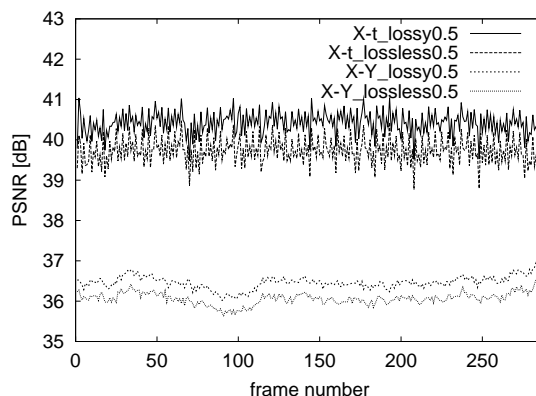


Figure 2: Hall Monitor (bit rate: 0.5[bpp])

3 SNR の揺らぎ及び急激な低下

時空間画像として JPEG 2000 を用いて符号化したシーケンスについて、時間軸に沿ったフレーム毎の SNR を図 2 に示す。図 2 は X, Y, t で示された座標からなる画像をそれぞれ可逆・非可逆符号化した結果である。時空間画像全体で同じ符号量に揃えた場合でも、符号化効率が改善されていることが分かる。

一方で、フレーム毎に細かく SNR が変動していることが確認できる。全体的に高い SNR であるか、変動幅が小さければ主観上問題はないが、SNR が低い映像でのフレーム毎の揺らぎは、主観品質を損ない、VBR 符号化の役割を果たさなくなる可能性がある。

また、図 3 は特定の 1 フレームを時間に沿って並べた、全く動きのないシーケンスに対して、可逆及び非可逆 Wavelet 変換を行い、ビット切捨て及びスカラー量子化を行った結果である。ビット切捨てを行った場合に、あるフレーム毎の SNR の急激な低下が確認される。

4 実験と考察

4.1 SNR の揺らぎについて

図 2 に見られる結果から、SNR の周期的な揺らぎが Wavelet 変換特有の問題ではないかと考察し、それを実

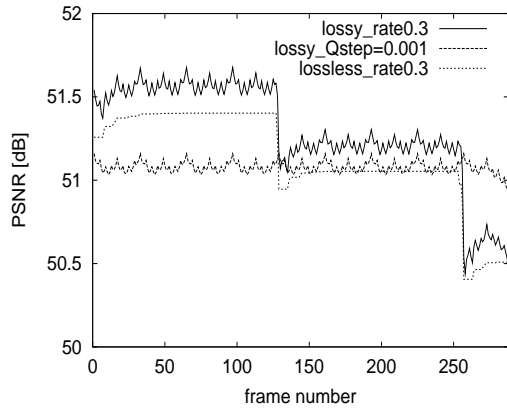


Figure 3: PSNR of motionless images



Figure 4: Wavelet coefficients of motionless image

験で確認する．水平方向のみに変化のある画像を用意する．垂直方向には変化がないため，図4に見られるように，LH及びHH成分に係数は存在しない．実数型の9/7フィルタを用いたDWTは非可逆変換となるため，原信号には戻せない一種のノイズが水平方向に発生する．さらに，LL成分はノイズと共に再帰的に分解され，サブバンド信号が得られる．そうして求めた，ノイズを含む信号から元の解像度に合成されるため，図5に示されるように，符号化ノイズが垂直方向に周期的に発生する．

LL成分は再帰的に分解されるため， 2^p ($p = 1 \sim N_L$; 整数， N_L = 分解数) を周期に持つ．こうした周期的な損失が各フレームで発生するために，時系列上でのSNRの揺らぎになると考えられる．水平・垂直方向に動きがある場合にも同様の現象が発生していると考えられる．

4.2 SNRの急激な低下について

コードブロックサイズを変化させて符号化した場合のフレーム毎のPSNRを図6に示す．コードブロックサイズの2倍のフレーム間隔毎にSNRが低下していることが確認される．JPEG2000では，サブバンド分割されたウェーブレット係数を，EBCOTによってコードブロックに分割し，それ以降のビット切捨てを含む符号化処理はコードブロック毎に独立に行われる．そのため，コードブロック毎

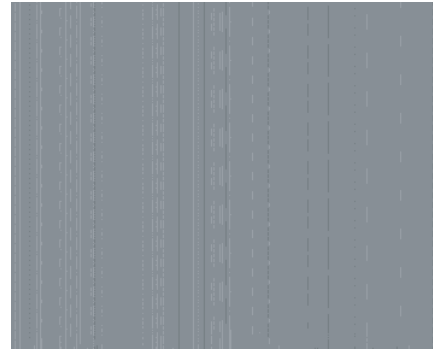


Figure 5: the difference between original and decode images by 9/7 filter

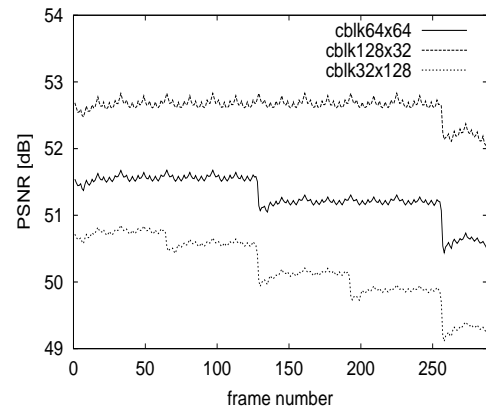


Figure 6: Effect of Code-Block size

の切捨てによって，コードブロックサイズの倍数毎に境界となって現れると考えられる．

5 おわりに

本稿では，時空間画像の符号化によって生じるSNRの周期的な揺らぎ，及び急激な低下についての解析を行った．サブバンド分解された際の符号化ノイズが乗ったまま合成されるため，その符号化損失がSNRの揺らぎとなって現れることを示した．また，ウェーブレット係数がサブバンド毎にコードブロックに分割され，コードブロック単位で切捨てられることにより，ある時間毎にSNRが低下することを確認した．

参考文献

- [1] ISO/IEC FCD 15444-1, "JPEG 2000 Part I Final Committee Draft Version 1.0," ISO/IEC JTC 1/SC29/WG1, N1646R, Mar. 2000.
- [2] Takahiro Fukuhara, David Singer, "Motion JPEG 2000 Final Committee Draft 1.0," ISO/IEC JTC 1/SC29/WG1, N2117, Mar. 2001.
- [3] 加藤, 渡辺, 安田, "時空間画像の符号化に関する一考察," IPSJ, 3W-5, Mar. 2005.

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大久保山 1011
Phone: 0495-24-6420, Fax: 0495-24-6645