

DCT 係数のゼロランレングスに基づく JPEG XT 符号化画像の画質評価尺度の改善の検討

Improvement of Image Quality Evaluation Index based on Zero-Run-Length of DCT Coefficients for JPEG XT Coded Images

劉嘉偉 渡邊修

拓殖大学大学院 工学研究科 機械・電子システム工学専攻

1. はじめに

JPEG と下位互換性を有する JPEG XT [3] を用いて符号化された HDR 画像のための、計算負荷の低い新たな評価指標として ZQI が提案されている [1]。ZQI と主観評価とのマッチング実験で使用された ACR 法は、順序効果 (直前に観視した画像の品質に影響を受ける効果) が発生する。本研究では順序効果を排除し、より良いマッチング結果を得るために、他の主観評価法を用いて ZQI の信頼性の向上を目指す。

2. JPEG XT

JPEG XT は、広く普及している JPEG との後方互換性を保ちつつ、8bpp を超えるビット深度を持つ HDR(High Dynamic Range) 画像を効率よく圧縮するために規格化された画像符号化の国際標準である。JPEG XT には A, B, C の 3 つのプロファイルが存在する。本研究では、ロスレス符号化が可能である Profile C を対象とする。全てのプロファイルにおいて、既存 JPEG との互換性確保のために 2 レイヤ構造が採用されている。基本レイヤは、トーンマッピングされた HDR 画像の JPEG コードストリームであり、この復号画像を LDR(Low Dynamic Range) 画像と呼ぶ。拡張レイヤは、HDR 画像と基本レイヤとの差分信号を含んでおり、JPEG XT デコーダによって HDR 画像へと復号される。図 1 に、Profile C のエンコーダのブロック図を示す。

3. ZQI(Zero-runlength-based Quality Index) [1]

量子化された DCT 係数内のゼロ値の連続数をゼロランレングスと呼ぶ。文献 [1] では、2 つの符号化画像 I_1, I_2 について、その符号化画像内の n 番目の 8×8 ブロックのゼロランレングスを $Z_n^1, Z_n^2, \bar{Z}_n^1, \bar{Z}_n^2$ をそれぞれの平均値, $\sigma_{Z_n^1}^2, \sigma_{Z_n^2}^2$ を分散として、画質評価指標 ZQI(Zero-runlength-based Quality Index) を以下のように定義している。

$$ZQI = \frac{4\sigma_{Z_n^1 Z_n^2} \bar{Z}_n^1 \bar{Z}_n^2}{(\sigma_{Z_n^1}^2 + \sigma_{Z_n^2}^2)((\bar{Z}_n^1)^2 + (\bar{Z}_n^2)^2)} \quad (1)$$

ZQI は、その計算に JPEG XT のデコード処理を必要としないため、高速に算出可能という利点を持つ。ZQI は基本レイヤおよび拡張レイヤそれぞれに対して算出され、その線形和 $\alpha ZQI_{base} + (1 - \alpha) ZQI_{extension}$ を最終的な画質評価指標とする。

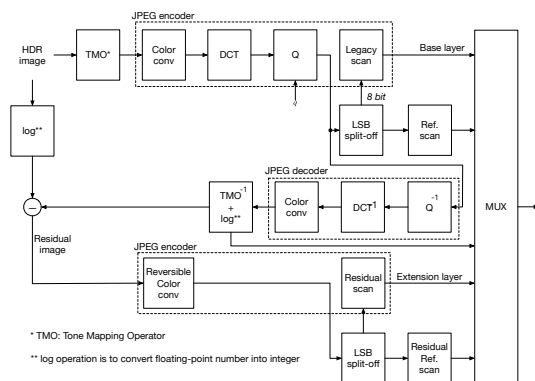


図 1 JPEG XT ProfileC エンコーダのブロック図



図 2 テスト画像:(全て 3840x2160, RGB 各 12bit)

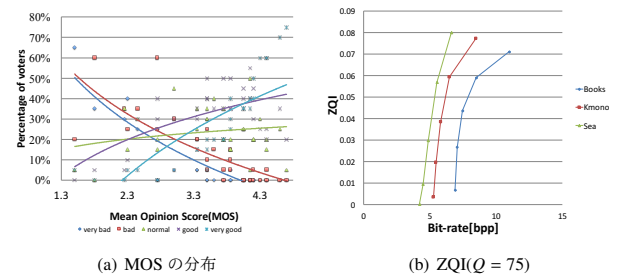


図 3 DCR 法による評定分布

4. 実験

客観評価指標の開発には、得られた定量的な画質と人間の主観評価の傾向を一致させるために、主観評価実験の実施が必須である。文献 [1] では、主観評価の方法として順序効果の発生する ACR 法を用いていた。この問題を回避するために、本研究では DCR 法 (Degradation Category Rating [2]) を使用する。ITU-T 勧告 P.910 で規定される DCR 法は二重刺激妨害尺度法 (DSIS 法 : Double Stimulus Impairment Scale Method) とも呼ばれる。図 2 に示す画像を、基本レイヤに対する品質 $q \in (5, 20, 50, 80, 90)$, 拡張レイヤに対する品質 $Q \in (25, 75)$ を使用して JPEG XT 符号化 [4] を行い、各符号化画像について DCR 法による主観評価実験を行った。評価方法は文献 [2] に基づくもので、5 つの評点:評価語のペア (5: 非常に良い, 4: 良い, 3: 普通, 2: 悪い, 1: 非常に悪い) の評点に対する MOS スコアを用いた。また、被験者は 20 名である。実験結果を図 3 に示す。

図 3 において、人間の主観評価と客観評価指標 ZQI の傾向が一致することが確認された。

5. おわりに

JPEG XT 符号化画像について ACR 法の問題点であった順序交換を排除するために、DCR 法による主観評価実験と ZQI とのマッチング実験を行い、有効性を確認した。

参考文献

- [1] M.Kouchi and O.Watanabe, "An image quality index using zero-run-length of DCT coefficients for JPEG XT images," 2016 IEEE 5th Global Conference on Consumer Electronics, Kyoto, 2016, pp. 1-5.
- [2] "Subjective video quality assessment methods for multimedia applications," Recommendation ITU-T P.910, Apr. 2008.
- [3] "Information technology - Scalable compression and coding of continuous-tone still images - Part 1: Scalable compression and coding of continuous-tone still images," ISO/IEC 18477-1, Jun. 2015.
- [4] <https://jpeg.org/jpegxt/software.html>