

ヒストグラムパッキングに基づく任意形状のROI機能を有する ニアロスレス符号化法

Histogram packing-based near lossless image coding method with arbitrary shaped ROI regions

小林 弘幸[†] 岩橋 政宏^{††} 貴家 仁志^{†††}
Hiroyuki KOBAYASHI[†] Masahiro IWAHASHI^{††} Hitoshi KIYA^{†††}

[†] 東京都立産業技術高等専門学校 ^{††} 長岡技術科学大学 ^{†††} 首都大学東京
[†]Tokyo Metro. Coll. of Ind. Tech. ^{††}Nagaoka Univ. of Tech. ^{†††}Tokyo Metro. Univ.

Abstract: In this report, a near lossless coding method with arbitrary shaped ROI regions is proposed. The method is based on quantization in the spatial domain, histogram packing and lossless coding. The quantization is respectively performed in the ROI region and non-ROI region under different quantization error constraints before lossless coding. The proposed method is applicable to any lossless coding method, and has a flexible rate control capability.

1 はじめに

ニアロスレス符号化は、原画像に一定の誤差を許容することで、ロスレスよりもビットレートを低減することを目指した符号化である。そのため、一般的にロスレスに近い高品質な画像を取り扱う用途に用いられている [1-4]。ニアロスレス符号化を実現する国際標準として JPEG-LS [2] があるが、誤差の最大値 NEAR の変更を行単位でしか行うことができず、任意形状の興味領域 (Region of Interest: ROI) を実現することができない。文献 [3] は、JPEG-LS の NEAR を画素ごとに変化させる手法を提案しているが、レート制御が目的でありニアロスレス性を保証するものではない。文献 [4] は、ROI 領域と非 ROI 領域の NEAR を個別に設定できるが、ROI の形状は矩形に限定されている。

文献 [5,6] では、ヒストグラムパッキングと空間量子化による前処理とロスレス符号化の後処理を組み合わせたニアロスレス符号化が提案された。単純に量子化と圧縮部を分割したニアロスレス手法は一般に圧縮率の低下を招くが [1]、この手法はロスレスに近い品質において、処理を分離しない手法と同等あるいはそれ以上の圧縮特性を持つことが確認されている。提案法はこの手法に対して、ROI 機能の拡張を行うものである。この前処理の部分において ROI 部と非 ROI 部で異なる量子化を行い、画素単位で任意形状の ROI 機能を実現する。提案法は、ヒストグラムパッキングの効果により、提案法は任意形状の ROI 指定に加え、文献 [5,6] と同様に特に疎性の高い画像に対するレート削減効果が期待される。後処理のロスレス符号化部には任意のロスレス符号化法を適用可能であり、目的に応じたロスレス符号化法を選択することができる。

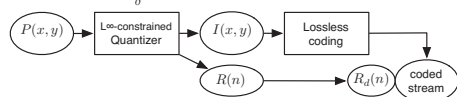
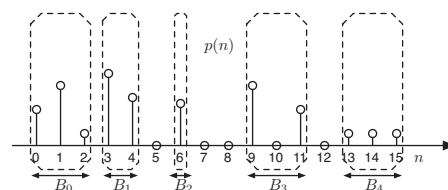
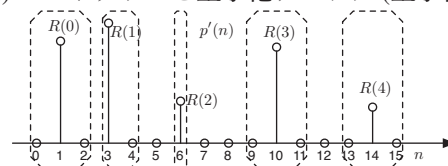


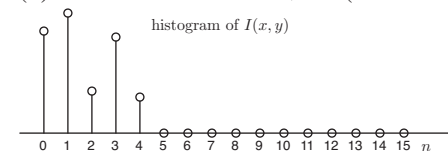
Figure 1: 文献 [6] におけるニアロスレス符号化手順



(a) ヒストグラムと量子化ブロック (量子化前)



(b) 量子化ブロックと代表値 (量子化後)



(c) インデックス画像 $I(x, y)$

Figure 2: 空間領域量子化の例 ($B_{max} = 3, \delta = \lfloor B_{max}/2 \rfloor$)

2 ヒストグラムパッキングに基づくニアロスレス符号化

提案法は文献 [6] で提案したニアロスレス符号化を拡張したものである。図 1 は文献 [6] の手順の概要である。このシステムは、最大誤差を制約した空間量子化、ヒストグラムパッキングおよびロスレス符号化で構成される。図 2 は前段の量子化およびヒストグラムパッキングの様子を示したものである。提案法は、ヒストグラムの疎性を考慮し、かつ各ブロックの大きさ B_k を一定値 B_{max} 以内に抑えることで、ニアロスレス性を保証する。量子化後の代表値をブロックの中央に取ることで、各ブロック内の最大誤差 δ は $\lfloor B_{max}/2 \rfloor$ 以下となる。ただし、 $\lfloor x \rfloor$ は x を超えない最大の整数を示す。図 2 の例では B_{max} が 3 なので、最大誤差 δ は 1 となる。



(a) 画像 lena と $F(x,y)$ (b) 画像 CT image と $F(x,y)$
 Figure 3: 原画像 $P(x,y)$ と領域分割画像 $F(x,y)$

3 提案法

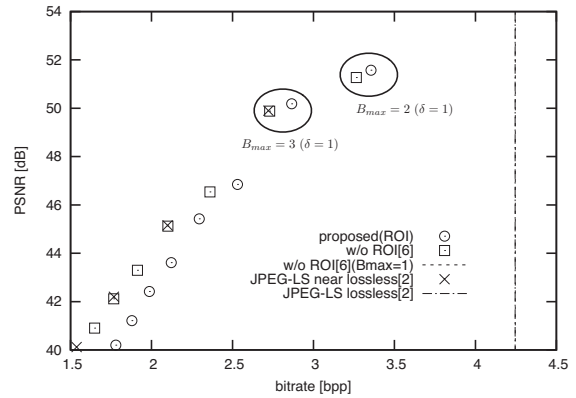
提案法は [6] の方法の拡張であり、以下の手順で実行される。

1. ROI 領域と非 ROI 領域を識別する領域分割情報 $F(x,y)$ を決定し、画像 $P(x,y)$ を ROI 領域画像 $P_R(x,y)$ および非 ROI 領域画像 $P_N(x,y)$ に分割する。
2. $P_R(x,y)$, $P_N(x,y)$ それぞれに対して文献 [6] の手法を適用する。ROI 領域の量子化ブロック幅 B_{maxR} ($\delta_R = \lfloor B_{maxR}/2 \rfloor$) および非 ROI 領域の B_{maxN} ($\delta_N = \lfloor B_{maxN}/2 \rfloor$) の制約の下で量子化を実行し、インデックス画像 $I_R(x,y)$, $I_N(x,y)$ および代表値テーブル $R_R(n)$, $R_N(n)$ を生成する。
3. $I_R(x,y)$ と $I_N(x,y)$ をから画像全体に対応する合成インデックス画像 $I(x,y)$ を作成し、それに対してロスレス符号化を実行する。
4. 領域分割情報 $F(x,y)$, 代表値テーブル $R_R(n)$, $R_N(n)$ に対してデータ圧縮を行い、ロスレス符号化列の付加情報とする。

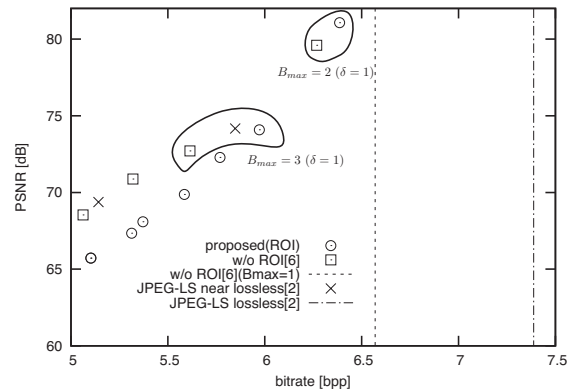
4 シミュレーション

原画像として、図3に示す8ビットグレースケール画像 lena(疎性なし), 12ビットグレースケール画像 CT image(疎性あり)を利用した。ROI 領域は lena では顔部分, CT image では臓器部分としている(図3の $F(x,y)$ における白色部分)。今回, $B_{maxR} = 1$ (ロスレス)の下で, B_{maxN} を可変にしてシミュレーションを行っている。提案法のロスレス符号化には JPEG-LS を用いた, 1ピクセル1ビットの領域分割情報 $F(x,y)$ および各領域の代表値テーブル $R_R(n)$, $R_N(n)$ をまとめてバイナリデータとし, データ圧縮手法である bzip2 圧縮が適用された。

図4はビットレートと歪みの関係である。ただし, ビットレートには付加情報のデータ量を含んでいる。文献 [6] の手法(w/o ROI)は, JPEG-LS のニアロスレス(JPEG-LS near lossless)とほぼ同等の特性を示しており, さらに細かいレート制御が行えることがわかる。提案法(proposed)はこの手法に ROI 領域指定を追加したものがある。ROI 領域をロスレスにしたために, 同一の B_{max} の下では画質が向上しているが, 符号量は増えている。図4は, ある B_{max} に対するレート制御の一例であり, 画質と符号量の制御はさらに柔軟にできる [6]。画像 lena はヒストグラム上の疎性がほとんどないため, ロスレスとなる w/o ROI($B_{max} = 1$)



(a) lena



(b) CT image

Figure 4: ニアロスレス画像のレート歪み曲線

と JPEG-LS lossless との違いはほとんど見られない。一方 CT image では疎性が高いため, w/o ROI($B_{max} = 1$) と JPEG-LS lossless の間に大きな違いがある。これは提案法が疎性を考慮していることによるものである。

参考文献

- [1] S. Chuah, " ℓ_2 optimized predictive image coding with ℓ_∞ bound," International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing, IVMSPL-1.12013, May 2013.
- [2] ISO/IEC 14495-1: 1999(E), "Information technology - Lossless and near-lossless compression of continuous-tone still images: Baseline," Dec. 1999.
- [3] E. A. Edirisinghe and S. Bedi, "Variation of JPEG-LS to low cost rate control and its application in region-of-interest based coding," Signal Processing: Image Communication, vol. 18, no. 5, pp. 357–372, 2003.
- [4] 加治佐 清, "可逆色変換による ROI と準可逆による背景の符号化方式," 信学論, vol. J91-D, No.8, pp. 1963–1966, Jul. 2008.
- [5] 貴家 仁志, 小林 弘幸, 岩橋 政宏, "疎なヒストグラム画像のための荷重メジアンカット量子化とその応用," 信学論, vol. J96-A, no.7, pp.462–470, Jul. 2013.
- [6] 小林 弘幸, 岩橋 政宏, 貴家 仁志, "ヒストグラムパッキングと空間領域量子化に基づくニアロスレス符号化," 信学技報, vol. 113, no. 120, SIP2013-38, pp. 43-48, 2013 年 7 月.