

# 画像の性状に駆動させた局所 OKQT 画像符号化法

## An OKQT-based Image Coding Method controlled by Image Local Texture

福富行延<sup>†</sup> 青森久<sup>†</sup> 輿水大和<sup>‡</sup>

Yukinobu Fukutomi Hisashi Aomori Hiroyasu Koshimizu

### 1 はじめに

我々が使用しているテレビやスマートフォンなどの映像表示端末は、ディスプレイの高密度化やダイナミックレンジの拡張に伴い、画像の持つ情報量は年々増加している。そのため、情報を伝送・蓄積するには、情報の圧縮がいよいよ不可欠となった。主な画像符号化方式として、JPEG に代表される変換符号化方式や JPEG-LS に代表される予測符号化方式が挙げられるが、著者らは OK 量子化理論 (Oteru Koshimizu Quantization Theory:OKQT) に基づく、新たな画像符号化手法として局所 OKQT を提案した [1]。

OKQT は、画像のヒストグラムの性質に応じて階調を削減する手法である。この手法によって階調削減された画像の特徴として、複雑部では画質が良好であり、平坦部では疑似輪郭が顕著となる特徴がある。また、局所 OKQT は、OKQT に基づく画像符号化手法であり、OKQT を適用する領域を画像全体から、注目画素の近傍とすることで疑似輪郭を抑制している。また、設定する近傍の大きさとカットオフ周波数の閾値を決定する外部パラメータ  $\gamma$  によって決まる画質と符号化レートは、トレードオフの関係にある。この手法は、符号化レートが大きく近傍サイズと  $\gamma$  の決め方に依然として課題が残る [2]。

本稿では、局所 OKQT の性能を向上させる手法として、MPEG-4[3] におけるスプライト符号化から着想を得て、画像の局所性状で決まる領域、オブジェクト (2.3 にて詳細を述べる) 毎に OKQT を行う手法を考案したので、その有効性を報告する。

## 2 OKQT に基づく画像符号化手法

### 2.1 OK 量子化理論

OKQT は、画像のヒストグラムの性質に応じて階調を削減する手法である。OKQT の概要図を図 1 に示

す。OKQT では、まず、入力画像から濃度ヒストグラム  $h(f)$  を求め、この  $h(f)$  から濃度生起確率密度関数  $p(f)$  を推定する。次に  $p(f)$  からそのフーリエ変換  $P(v)$  を算出し、 $P(v)$  からカットオフ周波数  $v_c$  を式 (1) により決定する。

$$\gamma < \frac{\int_{|v|} v_c P(v)^2 dv}{\int_{\pm\infty} P(v)^2 dv} \quad (1)$$

ここで  $\gamma$  は可変の外部パラメータであり、式 (1) の右辺が  $\gamma$  を上回る最初の  $v$  を  $v_c$  とする。この  $v_c$  の 2 倍の逆数によって量子化間隔  $\Delta f$  を求め、量子化を行う。これにより、一般的に劣化の見られない、 $h(f)$  の復元が可能な画像が生成されるが、画像の平坦部に疑似輪郭が発生しやすいことが課題である。

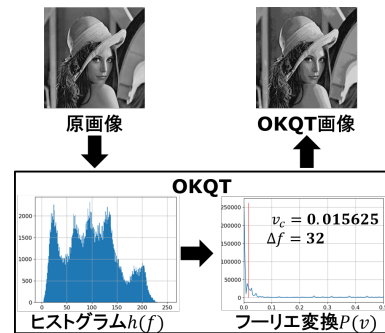


図 1 OKQT 画像生成手順

### 2.2 局所 OKQT

局所 OKQT は、OKQT に基づく画像符号化手法の一つある。局所 OKQT では、疑似輪郭を抑制するため、OKQT を適用する領域を、画像全体から注目画素の近傍に変更している。これにより、適応的にカットオフ周波数を変化させることが可能となり、疑似輪郭が抑制される。

局所 OKQT の概要図を図 2 に示す。図中の赤で示される注目画素の階調を決定するとき、注目画素を中心に正方ブロックの近傍を設定する。次に、このブロックに OKQT による量子化を行い注目画素の輝度を得る。こ

<sup>†</sup>中京大学 Chukyo University

<sup>‡</sup>(同)YYC ソリューション (LLC)YYC-solution

れを全画素に適用することで、局所 OKQT 画像を生成することができる。また、画像端は対称拡張によって対処している。

文献 [1] において、局所 OKQT 画像の階調数分布はブロードであり、生起頻度の少ない階調数が多いため、符号化レートに課題があることを明らかにした。符号化レートが大きい原因として、画素単位に OKQT を行っているためだと考えられる。OKQT を画素単位で行うと、周囲の輝度変化を鋭敏に捉えることになるため、様々な階調を使用することになる。特に、図 3 のようにオブジェクトのエッジ付近の近傍では、ヒストグラムがくし型の波形となるため、使用する階調が多くなる傾向がある。

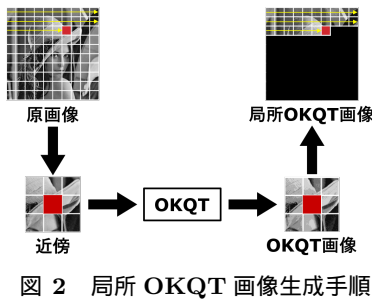
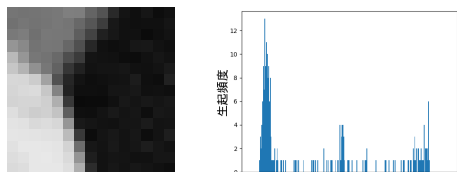


図 2 局所 OKQT 画像生成手順



(a) 入力画像 (b) 入力画像の  $h(f)$

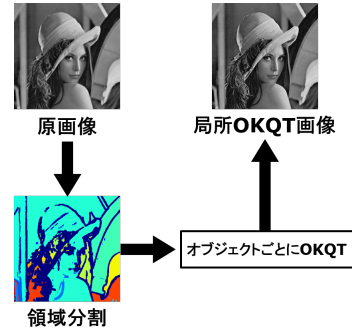
図 3 エッジ付近のヒストグラム

### 2.3 オブジェクト毎の OKQT

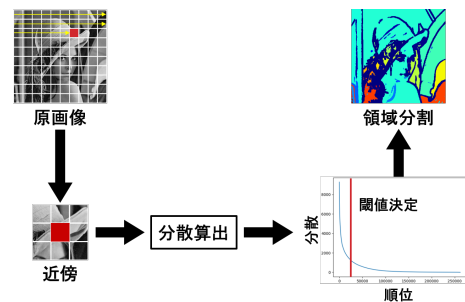
本稿では、前述の課題に対処するためにオブジェクト毎に OKQT を行う方式を提案する。オブジェクト毎に OKQT を行うことで、エッジの影響を受けずに階調数を決定できると考える。オブジェクト毎の OKQT の概要図を図 4 に示す。最適な階調数を決定するためには、オブジェクトの性質を見極める必要がある。これを実現するため、画像の複雑部と平坦部において近傍の分散が大きく異なることを利用する。具体的には、ラスタスキャン順に図 4(b) の赤で示される注目画素を中心に  $9 \times 9$  の近傍を設定し、その近傍の分散を求める。次に、求めた分散を降順に並べた数列  $vn_i (i = 1, 2, 3, \dots, k)$  から、閾値を式 (2) により決定する。

$$\beta < \frac{\sum_{i=1}^{\text{RANK}} vn_i}{\sum_{i=1}^k vn_i} \quad (2)$$

ここで、 $\beta$  は可変の外部パラメータ、 $k$  は全画素数、RANK は  $vn_i$  の順位を示しており、式 (2) の右辺が  $\beta$  を上回ったときの RANK の分散を閾値とした。この閾値を超えた分散を複雑部、それ以外を平坦部として、それぞれの性質が似通っている部分をオブジェクトとして検出し、OKQT を実行する。



(a) 提案手法



(b) オブジェクトの検出法

図 4 オブジェクト毎の OKQT

### 3 実験結果と考察

$\beta = 0.9$ , エントロピー符号化としてハフマン符号化を採用して実験を行った。図 5 から図 7 に、平坦部の  $\gamma$  を  $0.1 \sim 0.9$  で可変、複雑部の  $\gamma$  を  $0.8$  に固定させたときの実験結果を示す。ここで比較している局所 OKQT は、近傍を  $65 \times 65$ ,  $\gamma$  を  $0.1 \sim 0.9$  まで可変させたときの実験結果を使用している。図 5(c) と図 6(c), 図 7(c) は平坦部の  $\gamma$  を  $0.9$ , 複雑部の  $\gamma$  を  $0.8$  に固定させたときの提案手法の結果を示している。また JPEG 画像の生成には、Libjpeg-turbo を使用した。

図 5 から図 7 のレート歪み特性から分かるように、局所 OKQT と比較すると符号化レートは改善されているが、JPEG には劣ることが確認できる。これは、領域分割画像に微細なオブジェクトが多く存在することが原因であると考えられる。微細なオブジェクトから得られるヒストグラムはくし型であることが多い。2.2 で述べたように、この波形から決定される階調は多くなる傾向があるため、符号化レートが大きくなったと予測され

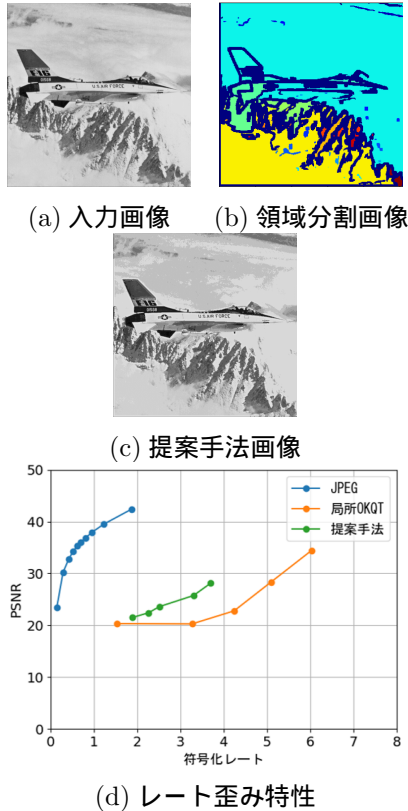


図 5 airplane の実験結果

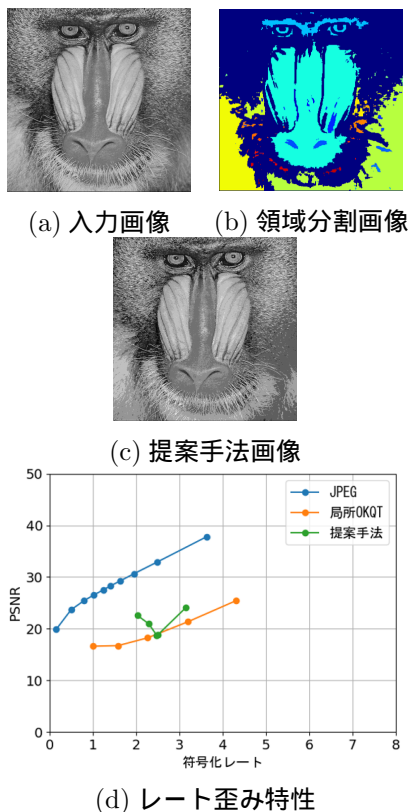


図 6 baboon の実験結果

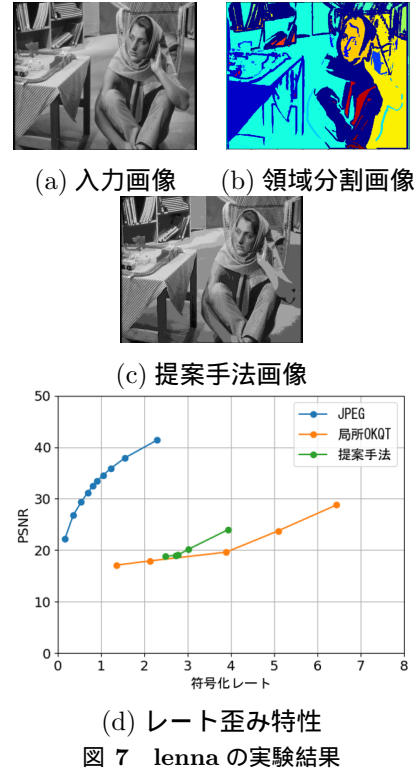


図 7 lena の実験結果

る. そのため, 今後, オブジェクトの検出についての改善が必要である.

#### 4 まとめ

本稿では, オブジェクト毎に OKQT する手法を提案し, この手法の有効性を示した. しかし, オブジェクトの検出と  $\gamma$  の決め方について課題が残された. また JPEG と比較して性能が劣っているため, 符号化レートと画質もさらに改善する必要がある.

今後, 画像セグメンテーションを行う U-Net によってオブジェクトの検出を改善し, エントロピー符号として算術符号化を採用することで符号化性能を向上できるか試みる予定である.

#### 参考文献

- [1] 福富行延, 青森久, 奥水大和:”局所 OKQT 画像の性質と画像符号化法の検討”, DIA2019 論文集 (2019)
- [2] 福富行延, 青森久, 奥水大和:”局所 OKQT 画像の性質と画像符号化法の一検討”, ViEW2019 論文集 (2019)
- [3] Moving Picture Experts Group(MPEG), “ MPEG-4 standard, ISO/IEC 14496 ”, <https://mpeg.chiariglione.org/standards/mpeg-4>, Accessed 6 May 2020.