

信号の電力と尖度をパラメータとする 画像のサブバンド符号化における最適帯域分割

宮崎春彦[†] 亀田昌志[†]

[†]岩手県立大学ソフトウェア情報学部

1. はじめに

画像の高能率符号化の一手法であるサブバンド符号化[1]において、画像の統計的性質を考慮して、2次元周波数領域の分割パターンを可変することで符号化性能を改善させる方式として、最適帯域分割[2]が提案されている。

従来手法では、入力画像の信号電力や尖度といったパラメータに基づいて最適帯域分割を行っていたが、特定の符号化レートにおいては符号化性能を改善できないといった問題がある[3]。

本研究では、信号電力と尖度それぞれのパラメータによって得られた2種類の分割パターンから、互いの良質な箇所を選択し、最適な分割パターンを再決定する手法を提案する。さらに、先に提案された符号化レートを指定したときの適切な量子化器の組み合わせを求めるアルゴリズムに対して提案手法を適用することで、従来手法の符号化性能の改善を図る。

2. 最適帯域分割

最適帯域分割は、分割数 M が与えられたとき、入力画像を直接量子化した場合と、帯域分割処理後の各サブバンド信号を量子化した場合の量子化雑音電力の比によって表される量子化雑音改善量を最大とするように帯域を分割する方式として定義される。しかしながら、任意の分割特性を持つフィルタバンクの設計は困難であることから、従来手法では、2次元周波数帯域 Ω を水平及び垂直方向に均等に N 分割した N^2 個の帯域ブロックと呼ばれる小領域を定義し、これらを寄せ集めることで最適帯域分割を近似的に実現している[2]。

従来手法では、分割パターンを量子化後の帯域ブロック信号のパラメータに基づいて決定している。このとき、パラメータとして2次のモーメントである信号電力、または4次のモーメントである尖度を選択した場合に、2種類の分割パターンが決定される[3]。図1は、標準画像“Lenna”を $M=5$, $N^2=64$ の条件で、全てのサブバンドを256階調で量子化した後の帯域ブロック信号に対

して、上述したパラメータに基づいて求められた最適帯域分割パターンを示している。このとき、図1(a)は、信号電力をパラメータとする分割パターンであり、これを *Pattern_σ* と呼ぶこととする。また、図1(b)は、尖度をパラメータとする分割パターンであり、これを *Pattern_K* と呼ぶ。

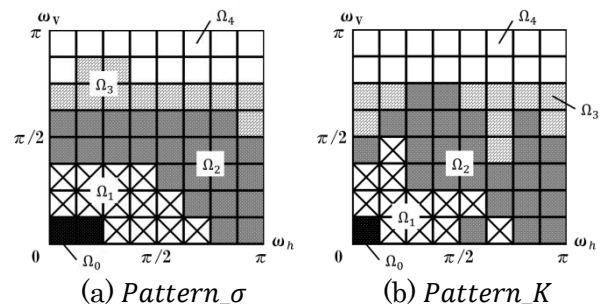


図1：最適帯域分割パターン（画像“Lenna”）

3. 提案手法

従来の最適帯域分割では、同符号化レートに対して分割パターンが2種類存在し、それらの符号化性能の優劣は符号化レートにより異なっている。そこで、本研究では、信号電力と尖度2つのパラメータを考慮した上で1つの最適な分割パターンを決定する。これを実現するため、先述した2つの分割パターン *Pattern_σ* と *Pattern_K* を比較し、互いの良質な箇所を選択することで、新しい分割パターンを決定する。さらに、指定された符号化レートに対して、従来手法の量子化アルゴリズムを適用することで適切な量子化器の組み合わせを決定する。

提案手法では、2つの分割パターンの帯域ブロックを比較し、同じサブバンドに属する帯域ブロックを *S-Block*、異なるサブバンドに含まれる帯域ブロックを *D-Block* として定義する。次に、全ての *D-Block* に対して全体のエントロピーを最小とするようにサブバンドの変更先を求めることで、1つの分割パターンを決定する。*D-Block* の変更先サブバンドの組み合わせは全探索により求めることができるが、*D-Block* 数が多い場合は、エントロピー計算量が膨大であるため、現実的ではない。このとき、*D-Block* の変更先サブバンドの特徴として、似通った電力値を持つ *S-Block* 群で構成されたサブバンドへの移動が目立つことから、電力値による影響が大きいと推測される。

The optimum frequency band partition based on power and kurtosis in subband image coding
Haruhiko MIYAZAKI[†], Masashi KAMEDA[†], [†]Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University

これを踏まえて、D-Block の変更先サブバンドを、各帯域ブロックの電力値に基づいて区間推定を行うことで決定する手法を提案する．具体的には、各サブバンドに含まれる S-Block 群を母集団、各 D-Block を独立した標本と見立て、式(1)による区間推定を行う．

$$\mu - t \sqrt{\frac{\sigma^2}{n}} \leq \bar{X} \leq \mu + t \sqrt{\frac{\sigma^2}{n}} \quad (1)$$

ここで、 μ と σ^2 はサブバンドにおける S-Block の平均と分散であり、 n はサンプル数を示している．また、検定される標本平均 $\bar{X}$ には B-block の電力値を直接代入したものを扱う．

提案手法の手順として、まず各サブバンドに含まれる S-Block の電力値から、式(1)によりサブバンドごとの信頼区間を設定する．表 1 は、画像“Lenna”に対して、256 階調の量子化器を適用したときの各サブバンドの信頼区間を示している．

表 1：各サブバンドの信頼区間 (画像“Lenna”)

サブバンド	信頼区間
Ω_0	2328.21
Ω_1	2.8409 ~ 29.2527
Ω_2	0.5802 ~ 1.4113
Ω_3	0.0079 ~ 0.0985
Ω_4	0 ~ 0.0002

次に、D-Block の電力値を、求めた信頼区間により検定し、含まれる信頼区間先のサブバンドを変更先サブバンドとして設定する．このとき、どの信頼区間にも含まれない場合は、最も近い信頼区間の閾値を持つサブバンドを変更先サブバンドとして設定する．以上の処理により全ての D-Block の変更先サブバンドを導出することで最適な分割パターンを決定する．

4. 実験結果

図 2 は、画像“Lenna”に対して、256 階調の量子化器を適用したとき、図 1 の 2 つの分割パターンに基づいて出力される提案手法による分割パターンを示している．これは、全探索によって求められた分割パターンと同一のものであった．このことから、区間推定を導入することで、全探索によって求められる最適解を導き出すことは十分に可能であると考えられる．また、エントロピー計算量は D-Block の数に関わらず、1 回で済むことから、全探索における処理コストの問題を解決することができた．

図 3 は、画像“Lenna”に対して、量子化器の最

適な組み合わせも伴った提案手法による PSNR 対エントロピー特性を、 $Pattern_\sigma$ を求める最適帯域分割、 $Pattern_K$ を求める最適帯域分割と比較した結果を示している．これより、2 つの分割パターンを考慮し、新たな分割パターンを再決定することによって、従来よりも符号化性能が改善されることが明らかになった．

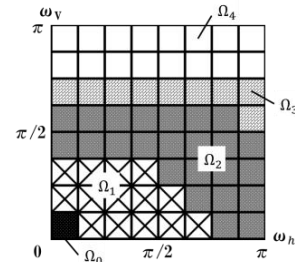


図 2：提案手法における最適帯域分割パターン (画像“Lenna”)

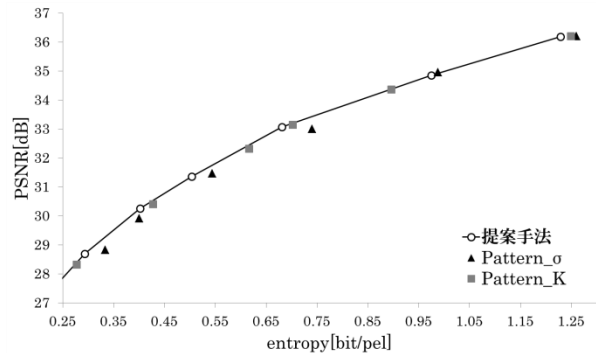


図 3：符号化性能の比較 (画像“Lenna”)

5. おわりに

本研究では信号電力と尖度それぞれのパラメータによって得られた 2 種類の分割パターンから、1 つの最適な分割パターンを決定する手法を提案した．その中で、帯域ブロックのサブバンド変更に区間推定を導入し、処理コストを抑えた上で適切な変更先サブバンドを決定することで、従来手法よりも符号化性能を改善することができた．

参考文献

- [1] J.W.Woods, S.D.O'Neil, "Subband coding of images," IEEE Trans. Acoust., Speech, Signal Processing, vol.ASSP-34, no.5 pp.1278-1288 (1986.10).
- [2] 亀田昌志, 大竹孝平, 宮原誠, "画像のサブバンド符号化における帯域ブロックをベースにした 2 次元最適周波数分割," 信学論, vol.J81-D-II, no.6, pp.1095-1107 (1998.6).
- [3] 白川将寛, 亀田昌志, "符号化性能改善のための尖度に基づく最適帯域分割," 2011 年画像符号化シンポジウム(PCSJ2011), P-4-07, pp.71-72 (2011.10).