

# 領域分割に基づくベクタ表現を用いた画像符号化方式の検討

## A study on segmentation based image coding using vector representation

河村 圭 石井 大祐 渡辺 裕  
Kei KAWAMURA Daisuke ISHII Hiroshi WATANABE

早稲田大学大学院 国際情報通信研究科

Graduate School of Global Information and Telecommunication Studies, Waseda University.

**Abstract:** The demand for vector representation contents is growing dramatically. Vectorization technique is then mandatory. In this paper, we propose image coding method using vector representation based on image segmentation. An input image and its gradient images are posterized. Two types regions like homogeneous luminance regions and linear gradient regions are extracted. An experimental result of cover ratio is shown.

## 1 はじめに

ベクタグラフィックスの描画 API 群が OpenVG として標準化され、近年では描画支援を行うハードウェア（アクセラレータ）も実用化されつつある。これに伴い、ベクタ表現コンテンツの需要が増大しており、既存のラスタ表現コンテンツをベクタ表現に自動変換する技術が必須である。

本稿では、自然画像から等輝度領域と線形グラデーション領域を抽出してベクタ変換により画像符号化することを目的とする。一連の処理フローを提案し、入力画像と勾配画像に粗階調化（ポスタライゼーション）を適用して、これらの領域を抽出する手法を述べる。

## 2 関連研究

### 2.1 等高線表現

ラスタ表現の静止画像は、2次元座標と輝度による3次元表現としてとらえることができる。そこで、静止画像から等輝度線（等高線）を抽出し、これをベクタ表現に変換する手法が提案されている。さらにこれを符号化の方針として、輝度を量子化して等高線の本数を減らす方針と、高周波成分の除去により輝度変化をなめらかにして中間の等高線を予測しやすくする方針がある。

しかし、前者にはベクタ表現の符号量を削減すると等高線の間隔が広くなり、輝度変化の不連続量が大きくなるという課題がある。一方、後者には周波数成分に着目しているためエッジがぼける副作用と山の個数が減らないというトレードオフが生じるという課題がある [1]。

### 2.2 グラデーションメッシュ

画像をメッシュに分割し、それぞれの内部をグラデーションのベクタ表現に変換する手法が提案されている。グラデーションメッシュは不連続境界も精度良く表現できるため、画像全体を符号化可能である。

しかし、入力画像からメッシュ画像を生成するために非線形最小二乗問題に帰結させて計算する。そのため、非常に計算コストが高いという課題がある [2]。

## 3 提案手法

### 3.1 アプローチ

等高線表現を拡張し、等輝度領域だけでなく線形グラデーション領域も抽出する方針とする。これにより、輝度量子化によって、輝度変化の不連続量が大きくなる問題を低減可能となる。

ここで、ある領域の輝度が線形変化している場合、ある方向に対して勾配値が一定になると考えられる。そこで、入力画像の輝度値と方向毎の勾配値をそれぞれ粗階調化し、等輝度領域と線形グラデーション領域を抽出する。

### 3.2 ベクタ変換の処理フロー

先に述べたように、入力画像から等輝度領域と線形グラデーション領域を抽出する。この流れを Fig. 1 に示す。勾配画像（Gradient Images）の生成は方向  $\theta$  毎に行う。入力画像から  $x$  方向と  $y$  方向の微分を算出し、さらに方向  $\theta$  に対する勾配値を算出する。入力画像と勾配画像に対してそれぞれ粗階調画像（Posterized Image）を生成する。粗階調化については次節で述べる。

得られた粗階調画像を合わせてクラスタリングすること

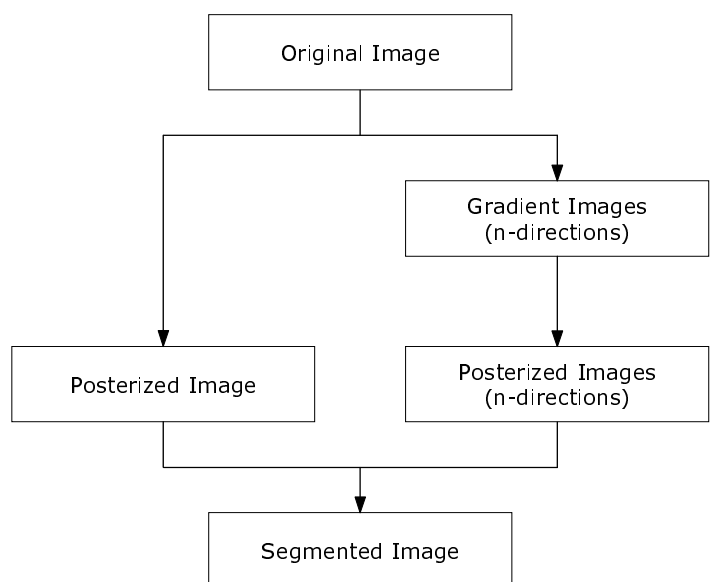


Figure 1 Image flow of the proposed method.

Table 1 Cover ratio of segmented regions.

Image	Homo. only	Homo. and Grad.
Lenna	74.0%	90.5%
Barbara	74.8%	93.9%

で、等輝度領域および線形グラデーション領域を抽出可能となる。線形グラデーション領域については、領域ごとにグラデーションの方向と大きさを最小二乗法により再計算する。また、除去されたテクスチャを含む残差はラスタ符号化を適用する。なお、本手法はカラー画像に容易に拡張可能である。

### 3.3 粗階調化手法

全変動最小化モデルにより入力画像からテクスチャやノイズを除去して平滑化する研究が盛んに行われている。それらの研究の中でも、本稿では L1-TV モデル [3] による平滑化により、粗階調化を実現する。

L1-TV モデルは、入力画像と平滑画像の差分を L1 ノルム（忠実化項）で、平滑画像を全変動ノルム（正則化項）で評価する手法である。L2-TV モデルと比べて、入力画像への忠実化が抑制されるため、均等輝度領域が広がる傾向がある。さらに Darbon らの手法は、2 値の MRFs (Markov Random Fields) をグラフカットを利用して最適化する手法を、離散化した輝度ごとに適用している。輝度を離散的に扱っているため、完全に等輝度となる領域が得られる。入力画像（輝度レンジ [0-255]）には量子化幅 1 で離散化し、勾配画像では量子化幅  $q_{gstep} \ll 1$  とする。

## 4 実験と考察

入力画像として自然画像 Lenna を用いた場合の、テクスチャ分離結果を Fig. 2 に、粗階調画像を Fig. 3 ~ Fig. 7 に示す。なお、粗階調画像は値が完全に一致する連結領域を抽出し、その領域の面積がしきい値以上（本実験では 256 画素とした）となる領域のみを示した。また、 $\pi/4$  毎に 4 方向の勾配画像を生成し、勾配値を 4 倍にして 128 を加えてある。さらに、 $q_{gstep} = 1/4$  とした。

ベクタ表現に適した領域が画像に占める割合を Tab. 1 に示す。対象画像は自然画像 Lenna と Barbara であり、等輝度領域のみ（Homo. only）と線形グラデーション領域を加えた場合（Homo. and Grad.）とを比較する。

これらの結果より、テクスチャ除去により等輝度領域が多く抽出できていることが確認できる。さらに、線形グラデーション領域を追加したことにより、ベクタ表現に適した領域（カバー率）が増加していることが確認できる。

## 5 まとめ

本稿では、L1-TV モデルによる粗階調化を導入して、ベクタ変換の対象となる均等輝度領域と線形グラデーション領域を抽出する手法を提案した。実験により、等輝度領域

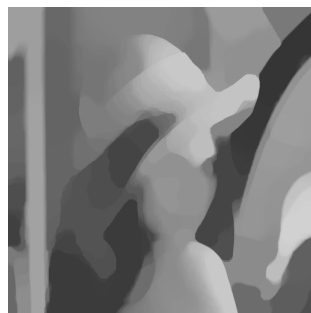


Figure 2 Posterized Image.

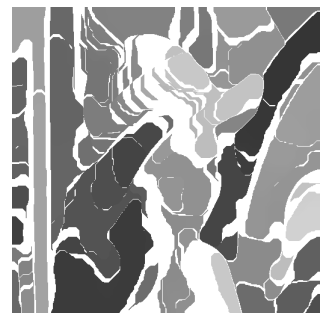


Figure 3 Segmented Image.

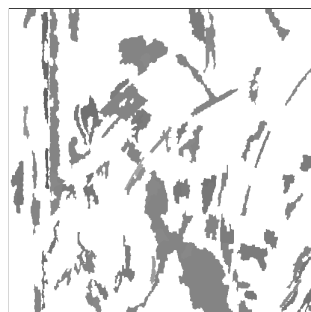
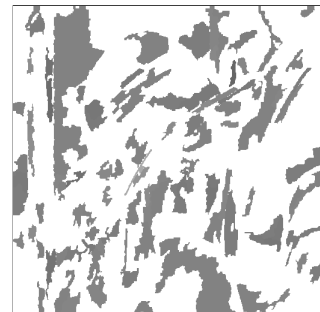
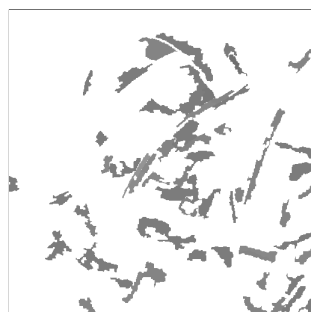


Figure 4 Segmented Gradient for 0 direction.

Figure 5 Segmented Gradient for  $\pi/4$  direction.Figure 6 Segmented Gradient for  $\pi/2$  direction.Figure 7 Segmented Gradient for  $3\pi/4$  direction.

に線形グラデーション領域を加えることで 90% 以上のカバー率となることを明らかにした。今後は、各領域のベクタ変換による符号量と画質の評価を行う。

## 参考文献

- [1] 長田, *et al.*, “ベクトル符号化を用いた自然画像の圧縮,” 信学技報 DSP2000-16, pp.63-70, 2000.
- [2] 河村, *et al.*, “グラデーションメッシュによる画像符号化の基礎検討,” PCSJ2008, P5-04, 2008.
- [3] J. Darbon, *et al.*, “Image Restoration with Discrete Constrained Total Variation Part I,” JMIV, Vol. 26, no. 3, pp.277-291, 2006.

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1011  
Phone: 0495-24-6143, Fax: 0495-24-6645  
E-mail: kawamura@suou.waseda.jp