

## ベクタ表現を用いた画像のエッジ再現手法に関する一検討

A Study on Edge Reconstruction Method Using Vector Representation

石井 大祐  
Daisuke Ishii

河村 圭  
Kei Kawamura

渡辺 裕  
Hiroshi Watanabe

### 1. まえがき

画像の滑らかなエッジ部分の劣化は、数値的な誤差が小さくても、視覚的に目立つ劣化であるとされている [1]。このような劣化は、主に画像符号化や解像度変換の際に生じる。これに対し、ベクタ表現では任意の解像度で常になめらかなエッジを得ることができる [2]。動画において、画像エッジの再現にベクタ表現を利用し、さらに時間方向において、対応するコントロールポイントおよびアンカーポイントをつなぎ、ベジエ曲面を構成することで、エッジについて空間および時間方向に最適な近似曲線を得る。これにより時空間解像度に対してスケラブルな表現を得ることができると考えられる [3]。

今回、我々は動画において、ベクタ表現を用いて画像のエッジを分離再構成することを目的とする。入力画像からエッジを表す画像を作成し、この画像に対してハイパスフィルタを適用する。そして、得られた画像を原画像から減算することで、エッジを表す画像と、エッジを含まない画像に手法、およびその再構成手法を提案する。

### 2. 従来手法と問題点

文字やテキストなどの平坦領域のエッジ周辺部では、DCT 符号化を利用した動画符号化手法を用いて符号化を行う際にモスキートノイズが生じやすく、また、目立ちやすいため主観品質が低下する。これらの画像に対するアプローチとして、画像の諧調について平坦領域と連続領域に分離して符号化する手法が提案されている [4]。しかしながら、ラスタベースの手法であるため、空間解像度に対してロバスト性が低く、画像の解像度を変更すると、エッジ周辺部ではジャギーやエッジの欠落などの劣化が生じる。

オブジェクト単位で画像を扱う手法が MPEG-4 など導入されている。さらに、このオブジェクトの輪郭を3次元のベジエ曲面チューブを用い輪郭の記述を行う手法が提案されている [5]。しかし、この手法においては、オブジェクトの輪郭部分のみをベクタ表現するため、オブジェクトの抽出もしくはオブジェクトを別に入力する必要がある。さらに、オブジェクト境界以外のエッジは考慮されておらず、符号化や解像度変換時には他の手法同様に劣化が生じてしまう...

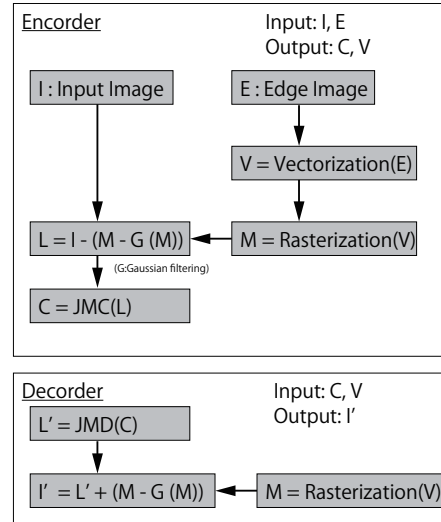


図 1: A flow of proposed method

### 3. 提案手法

画像のエッジをベクタ表現により表すことで、原理的に、どのような表示解像度においても滑らかにエッジを表示することが可能となる。しかし、濃淡画像において、なめらかな濃度変化を保ちつつ、上手くエッジをベクタ表現することは困難である。このため、我々は以下に示す手法を用いて、エッジの再構成を試みた。

提案手法における処理手順の概要を図 1 に示す。処理はエンコーダ側とデコーダ側に分けられる。エンコーダ側では与えられた入力シーケンスから、ベクタ表現されたエッジ画像シーケンス及び H.264 符号化されたエッジのないシーケンスの二つが出力される。デコーダ側ではエンコーダ側で出力された二つのシーケンスからデコードシーケンスを作成する。

処理手順を以下に示す。エンコーダ側では、まず、入力シーケンスのそれぞれのフレーム “I” に対応したエッジ画像を得る。ただし今回エッジ画像は別個に用意したものを使用する。エッジ画像に対してベクタ変換を行い、ベクタ表現されたエッジ画像 “V” を得る。“V” をラスタライズし、中間画像 “M” を得る。“M” に対してハイパスフィルタを適用し、それを “I” から減算することでエッジ無し画像 “L” を得る。ただし今回はハイパスフィルタと同様の処理として、“M” にローパスフィルタを適用した画像を “M” 自身から減算したものを利用した。

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.

最後に，入力シーケンスに対応する“L”の集合に対して H.264JointMotion (以下 JM とする) を用いて符号化を行い“C”を生成する．

次に，デコーダ側ではまずエンコーダ側から“C”および“V”を受け取り，この“C”をデコードすることで，エッジなし画像“L'”の集合を得る．次に，それぞれのフレームにおいて，“V”より中間画像“M”を生成する．中間画像“M”にハイパスフィルタをかけたものを“L'”に加算し最終的な出力画像“I'”を得る．

#### 4. 実験

提案手法を実装し，H.264 符号化との比較実験を行った．入力画像は Foreman の上に，人工のエッジを作成したものを利用する．今回処理の対象となるエッジは，この人口部分と背景とのエッジのみである．入力画像を図 2 に示す．また，エッジ画像として図 3 に示した画像を用いた．入力画像のサイズは CIF，JM はバージョン 12.4 を利用した．

従来手法として，入力画像を H.264 符号化し，デコードした結果の画像の一部を図 4 に示す．次に，入力画像とエッジ画像を用いて提案手法で符号化した結果の画像の一部を図 5 に示す．また，入力画像の同じ部分を図 6 に示す．従来手法では，円の左上部分のエッジが欠けてしまっている事がわかる．これに対し，提案手法では，エッジの欠けは起こらず，円形の保たれた結果が得られた．しかしながら，提案手法ではエッジの周りにおいて輝度が高くなってしまっている．これはエッジ無し画像“L'”を得る際に，中間画像“M”のエッジ前後の輝度差が大きすぎるために，減算処理で輝度値が飽和してしまうことが原因であると考えられる．

そこで，提案手法において，中間画像“M”の生成時に入力画像のデータを利用したものを作成した．“M”を作成する際に，伝送データ量を考慮し，入力画像のデータをエッジの周囲のみ  $8 \times 8$  pixel のブロックごとの平均輝度を保持することとした．そして，エッジ以外の部分に対してガウシアンフィルタによる平均化処理を施したものを中間画像として利用した．最終的なデコード画像を図 7 に示す．この結果，従来手法のようなエッジの欠けは見られず，かつ図 5 と比較してエッジ近辺の輝度変化も少ない結果が得られた．

#### 5. むすび

本稿では，画像におけるエッジをベクタ表現で表す手法について提案を行った．そして，画像変換実験により主観評価を行い，低レート符号化の際に従来手法で見られるエッジの欠けをなくすことが出来た．さらに，中間画像生成時に，入力画像を利用することで，提案手法で発生するエッジ周囲の高輝度化を低減する結果を得た．



図 2: Input image



図 3: Edge image

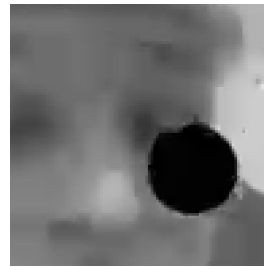


図 4: Result by conventional method

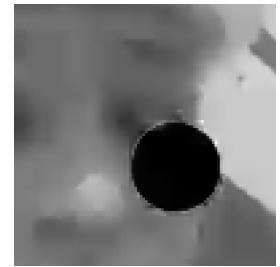


図 5: Result by proposed method

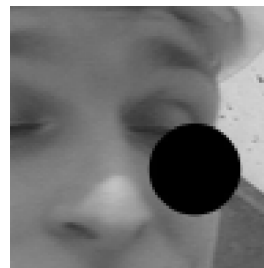


図 6: Input image(zoom)

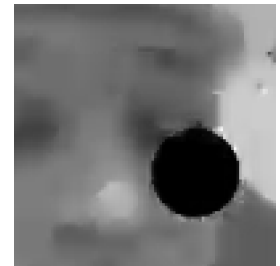


図 7: Result by proposed method(2)

#### 参考文献

- [1] 伊藤ら，“形状の分析に基づく符号化画像のエッジ再現性の評価尺度，” 信学論 A, Vol. J86-A, No.7, pp.758-771, July. 2003.
- [2] Y. Yamamoto, et al. “A Study on Spatial Scalable Coding Using Vector Representation,” IEEE ICME 2006, MA1-P2.4, July. 2006.
- [3] 石井ら，“動画像の時空間ベクタ表現に関する一検討，” PCSJ2007, P-1.03, Nov. 2007.
- [4] 茂木，“領域分離に基づく自然人工混在画像の圧縮．” 信学論 (D-II), Vol. J82-D-II, No.7, pp.1150-1160, July. 1999.
- [5] 内堀ら，“3次ベジエ曲面チューブを用いた時空間領域画像の記述，” 映情学誌, 51, 10, pp.1688-1695, October. 1997.