

ベクトル表現を用いた時空間スケーラブル符号化における エッジ再構成に関する検討

A Study on Edge Reconstruction for Spatio-temporal Scalable Coding Using Vector Representation

山本勇樹 河村圭 渡辺裕

Yuki YAMAMOTO Kei KAWAMURA 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 Univ.

Abstract: Vector representation has an advantage of keeping high image quality for arbitrary scaling. In recent years, a demand for spatio-temporal coding has been increasing for the diversity of digital contents and display terminals. However, conventional raster image coding schemes are not suitable for arbitrary scaling. When the resolution of an image is reduced, line segments are mostly lost. Moreover, jaggy edge occurs on curves or slash lines when the image is enlarged. In this paper, we propose an edge reconstruction method using vector representation for the purpose of keeping high quality of lines as well as ordinary spatio-temporal scalability.

1 はじめに

近年、電子コンテンツとその閲覧端末の多様化により、時空間スケーラビリティをもったコンテンツ符号化の要求が高まっている。従来の大部分のスケーラブルビデオ符号化方式はラスタ表示であり、伝送時のスケーラビリティは確保されるが、表示までの一貫した空間スケーラビリティの確保が十分でない。このため、セルアニメーションなどの人工的な映像を符号化すると、拡大処理によりジャギーが、縮小処理により線の欠落が生じる。

一方、ベクトル表現は、空間スケーラビリティに優れ、エッジ成分の符号化に用いることで、拡大・縮小表示時の線の品質保持が可能となる。また、オブジェクト単位の構造化を行い、フレーム間での相関をとることで、時間スケーラビリティの確保も可能となる。

本稿では、伝送から表示までの一貫した空間スケーラビリティの確保を目的とし、ベクトル表現を用いたロスレスのエッジの分離・再構成手法を検討する。特に、エイリアシングを考慮したエッジのベクトル化において、輝度情報を曲線で近似する手法について提案する。

2 従来手法と問題点

エッジの分離・再構成に関する研究としては、一枚の画像を任意形状のオブジェクトに分割する研究が広く行われ、MPEG-4などで導入されている。これらの研究では、時空間スケーラビリティの確保はなされず、縮小表示時の線の欠落への対応は困難である。

エッジ成分のベクトル化手法としては、アニメーション符号化 [1] や、自然画の擬似ベクトル化 [2] が挙げられる。これらの手法は、エイリアシング処理による輝度変化に対する考慮が十分でない。また、階調の量子化を伴うため、輝度情報が失われやすいという問題点がある。

3 提案手法

本稿では、エッジ領域のエイリアシングを考慮した、ベクトル表現を用いるエッジの再構成手法を提案する。まず、エッジの分離・再構成の処理フローを図1に示す。入力画像をエッジ画像と、その差分画像（主に低周波成分）

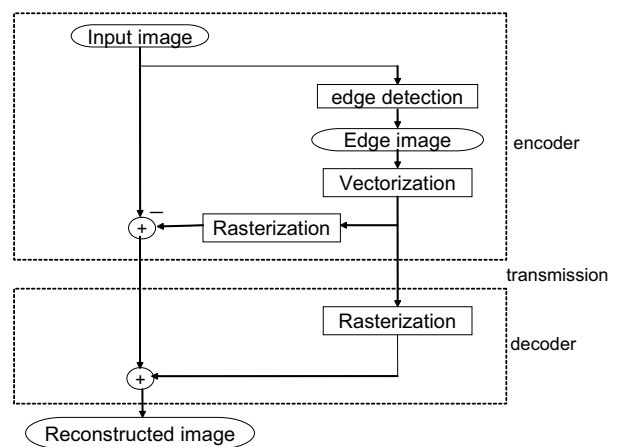


Figure 1: A flow of proposed method

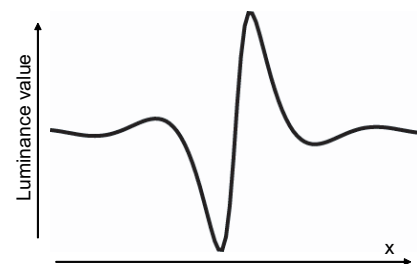


Figure 2: Luminance value of HP image

に分離する。さらにそれぞれ最適な符号化を行った後に伝送し、デコーダ側で再構成を行う。

ベクトル化を行うエッジ画像は、エイリアシングを考慮するために、抽出したエッジ領域に、その画素に対応する高周波成分の輝度値を加えた画像とする。一般的に境界線に対する高周波成分の輝度は図2のように表され、式1の曲線 $f(x)$ で近似できる。近似曲線で輝度を表すことで、ベクトル表現時の輝度値の付加が可能となる。また、ラスタライズ時に、表示する解像度に最適な曲線の幅ならびに振幅を与えることで、拡大・縮小表示時のエッジの強調ならびに保持が可能となる。

Table 1: Experiment condition

| | |
|-----------------|------------------------------|
| Image size | width:334 high:426[pixel] |
| Edge detection | Canny operator |
| | Length filtering : 30[pixel] |
| Vectorization | EPS(by potrace[4]) |
| | Length :n= 3[pixel] |
| | Width :w =5[pixel] |
| Lossless Coding | DPCM |

Table 2: Bit rate of images

| image | Bitrate[bit/pe]l |
|---|------------------|
| Input image | 4.34 |
| LP image | 3.94 |
| reconstructed LP image(proposed method) | 4.33 |

$$f(x) = \frac{a \sin(x) + b}{cx^2 + dx + e} \quad (1)$$

近似曲線の係数取得は以下のアルゴリズムで行う。

1. ベクトル化する多値のエッジ画像を細線化する
2. Freeman の chain code を用いて、線に沿って方向を探索する
3. n 画素ごとに方向の平均をとる
4. 方向が同じ隣接集合をまとめる
5. 方向に対して直角の輝度を幅 w 画素で取得し、集合ごとに平均化する

エッジ画像の情報としては、ベクトル情報とそれに付随する近似曲線の係数を伝送する。低周波成分は、輝度の近似曲線とベクトル情報によりラスタライズしたエッジ画像と、入力画像との差をとることで生成する。

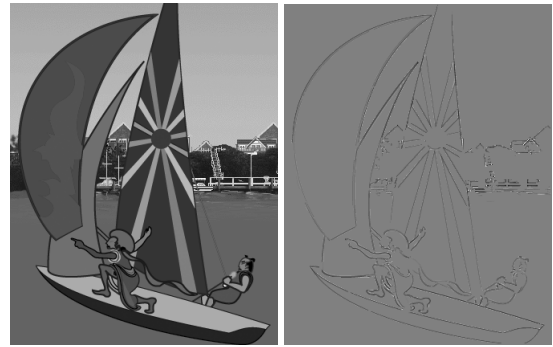
一方、デコータ側の処理としては、ラスタライズしたエッジ画像と、低周波成分との和をとることで再構成画像を得る。以上の処理により、エイリアシングを考慮したエッジ情報の保持に加え、可逆な分離・再構成が可能となる。

4 実験と考察

提案手法を実装し、実験を行った。実験条件を表 1 に示す。入力画像は、図 3(a) のように急峻なエッジを含むアニメーション画像を用いた。エッジの抽出は既存のエッジ抽出手法 [3] を用い、周囲長の短い画素集合を取り除いたものをエッジ画素とし、高周波成分の輝度を加えた。

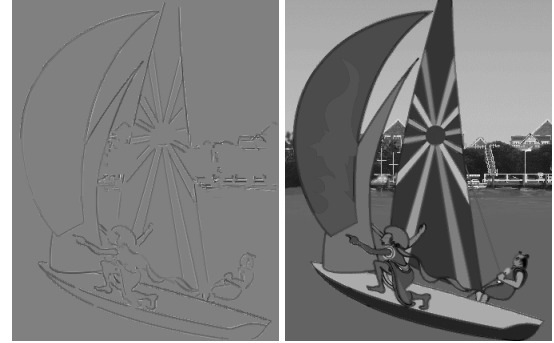
図 3 において、エッジ画像を (b) に、ラスタライズ画像を (c) に、低周波成分画像を (d) に示す。図 3 より、ベクトル画像をラスタライズする際に、近似曲線の係数を与えることで、多値画像のベクトル化が可能であることがわかる。これにより、縮小・拡大表示時の輝度の計算が可能となり、空間スケーラビリティが確保できると考えられる。

また、多値で表されたエッジ画像のベクトル化における再現性を測るために、低周波成分のロスレス圧縮符号化時の符号量を比較した。各符号量を表 2 に示す。表 2 より、提案手法によって生成されるローパス成分の符号量は、入



(a) Input image

(b) Edge image



(c) Rasterized edge image(proposed method)

(d) LP image:(a)-(c)

Figure 3: Modified images

力画像の符号量とほぼ同等であることがわかった。これは、ラスタライズして得たエッジ成分画像は輝度を一画素ずつ与えるため、参照画素が少しでもずれると、図 2 のような波形によって、ハイパス成分を強めるような輝度が与えられていることが原因にあると考えられる。

5 まとめ

本稿では、伝送から表示までの一貫した空間スケーラビリティの確保を目的とし、ベクトル表現を用いたロスレスのエッジの分離・再構成手法を検討した。特に、エイリアシングを考慮したエッジのベクトル化において、輝度情報を曲線で近似する手法について提案した。本手法によって、エイリアシングの処理が可能となり、空間スケーラビリティの向上が可能となることがわかった。

参考文献

- [1] Nakagami, O. Miyazawa, T. Watanabe, H. Tominaga, H. "A Study on Two-layer Coding for Animation Images," IEEE International Conference on ICME2002, Vol. 1, pp. 26-29, Aug. 2002.
- [2] "Adobe Illustrator 新機能," <http://www.adobe.co.jp/products/illustrator/newfeatures.html>
- [3] Canny J, "A Computational Approach to Edge Detection," IEEE Trans. Pattern Anal. Machine Intell., vol. 8, No. 6, pp. 679-698, Nov. 1986.
- [4] "Potrace," <http://potrace.sourceforge.net/>

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大久保山 1011
Phone: 0495-24-6143
E-mail: yuuki@tom.comm.waseda.ac.jp