

# ウェーブレット変換を用いた輪郭領域画像処理システム

近藤成剛 中静真

東京農工大学生物システム応用科学研究科

## 1 はじめに

これまで実用に供されている対話的な画像処理システムでは、画像をピクセルの集合とみなしピクセル単位での編集が基本となっている。しかし、ピクセル単位の編集ではカット、コピーなどの編集を行うための領域の指定には、熟練が必要である。

また一方で、画像のエッジに着目した画像処理も研究されている [1][2][3]。これらのアプローチは画像中のオブジェクトの輪郭を形成するエッジに着目した画像表現を用いる。エッジに対する処理で画像を加工するため、領域の指示に習熟する必要がなく、容易に画像編集を行うことができる。

Froumentin は snakes で領域分割、領域を既存のアニメーションツールでレンダリングするシステムを提案した [1]。また、Elder らは、画像中のエッジを検出、エッジの輝度差とエッジのボケの程度を記述することで画像を再構成できる画像輪郭表現を提案した [2][3]。このエッジからの画像再構成は Carlson による輪郭抽出符号化法 [4] の拡張であり、さらに適応的にエッジを平滑化することで、画像の再現性を向上させている。しかし、これらの方法は、忠実な原画像の再現が不可能であったり、編集結果を画像に反映させるのに多くの計算を要し、対話的な画像処理が困難である。

一方、画像表現のひとつとして、ウェーブレット極大値表現 [5] を展開形式に変換したエッジベース画像合成モデル [6] がある。エッジベース画像合成モデルは、エッジ座標に付加された情報と平滑化画像からなる表現で、少ない演算量で画像を再構成できる。本論文ではエッジベース画像合成モデルの平滑化画像も輪郭座標に対する付加情報から表現することで、画像輪郭表現を構成する。また、この提案する表現から輪郭領域画像処理システムを作成、

評価を行う。

## 2 画像輪郭表現

エッジベース画像合成モデルは、エッジ 1 点につきウェーブレット変換のスケール毎に水平、垂直方向の輝度変化に関する付加情報と、平滑化画像が必要である [6]。そのために、エッジを編集することは容易であるが、平滑化画像をエッジ座標に基づいて編集することが困難であった。そこで、本論文では、平滑化画像も輪郭座標で標本化して表現する表現法を提案する。参考文献 [6] で用いられているウェーブレット変換のためのハイパスフィルタは、ピクセル間の差分を計算することに一致する。

そこでエッジ上でスケール  $J$  の平滑化画像を標本化すれば、標本値とスケール  $J+1$  のエッジ上のウェーブレット変換からエッジ近傍の平滑化画像の輝度値を求めることができる。そこで、水平、垂直方向のウェーブレット変換で差分を計算するピクセル値に対して、平均値を求めて、エッジに対する付加情報として加える。1次元信号では、

$$L_s(x) = (S_j(x) + S_j(x + 2^{j-1}))/2 \quad (1)$$

を与える。ここで、 $S_j$  は平滑化成分、 $L_s(x)$  は標本化座標  $x$  の付加情報、 $j$  はウェーブレット変換のスケールを表す。画像再構成においては、付加情報とウェーブレット変換の値から、エッジ近傍の輝度値を再構成する。

その後、Carlson らの方法と同様に反復演算により、平滑化画像の標本点以外の座標で、輝度変化を最小化することで平滑化画像を再構成する。その後、エッジベース画像合成モデルから得られる展開係数からウェーブレット関数を加えることで、画像を近似する。

この方法は、平滑化画像を再構成した上で、ウェーブレット関数を加えることで画像を再構成する方法であり、Elder らの方法で必要であった適応的なローパスフィルタリングが不要である。提案法では、再構成の途中で近似画像を表示することが可能であり、従来法よりも高速な復元が可能である。そのためシステムの対話性が向上することが期待できる。

---

A Contour Domain Image Editing System Based on the Wavelet Decomposition  
Naritake KONDO, Makoto NAKASIZUKA  
Tokyo University of Agriculture and Technology Graduate School of Bio-Applications and Systems Engineering

### 3 システムの概要

本研究で作成したアプリケーションは BMP 形式の濃淡画像を読み込み、輪郭表現を作成する。図 1 に、入力した画像の輪郭表現と、表現からの再構成結果をウインドウで表示した例を示す。

このシステムでは、図 1 の左に表示した画像輪郭表現に対して作成された表現に対し輪郭情報のカット、コピー、ペーストなどの編集を行い、画像を再構成することができる。マウスを用い長方形や、ドラッグ、2 点間などの方法でエッジを選択し、選択したエッジに対し、コピー、またはペーストを行うことができる。輪郭を編集後にメニューから表示を選ぶと編集の結果が確認できる。

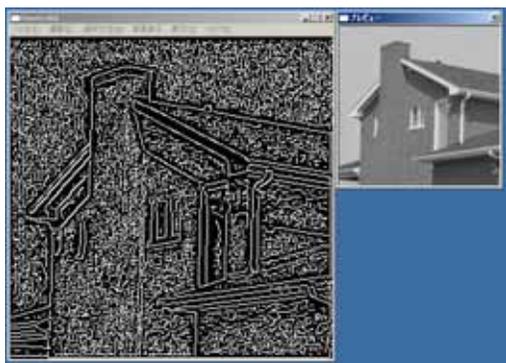
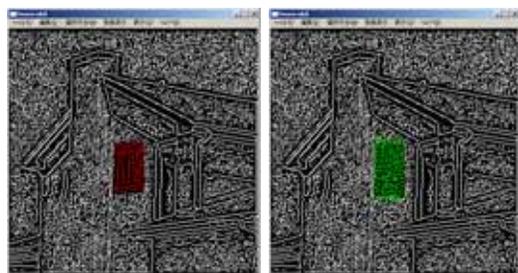


図 1 編集画面



(a) エッジを選択 (b) 他の部分のエッジを貼り付け

図 2 編集作業

### 4 画像処理例

提案するシステムを用いて行った画像処理の例を以下に示す。図 3(a) は原画像、図 3(b) は編集で窓を削除した結果である。画像中のオブジェクトを示す輪郭に対する指示のみで、オブジェクトの削除を実現している。

### 5 まとめと今後の展望

エッジベース画像合成モデルを応用し、輪郭座標のデータのための画像表現を作成し、ウェーブレット変換を用い



(a) 原画像 (b) 編集後

図 3 実験結果

た輪郭領域画像処理システムを実装した。開発したシステムは、画像輪郭の修正で画像編集を行うことができる。そのために、領域の指定が不要で、画像のエッジを選択することで画像中の物体のコピー、ペースト行うことができる。さらにピクセル単位の処理では、領域の境界で輝度に不連続が発生するが、提案法では不連続が発生せず良好な画像が得られる。今後の課題として、複数の画像間の編集、エッジの回転、カラー画像への応用などが挙げられる。

### 謝辞

本研究の一部は、文部科学省科学研究費補助金若手研究(B) 15700148 の補助によるものである。また、本システムのインターフェース部作成にご協力頂いた東京農工大工学部情報コミュニケーション工学科の山口真吾君に感謝致します。

### 参考文献

- [1] M.Froumentin, Frederic L.Philip Willis "A Vector-based Representation for Image Warping," EUROGRAPHICS 2000, vol. 19, no. 3, 2000.
- [2] J.H. Elder, R.M. Goldberg "Image Editing in the Contour Domain," IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 23, no. 3, pp. 291-296, March 2001.
- [3] J.H. Elder, "Are Edges Incomplete?," Int'l J. Computer Vision, vol.34, no. 2, pp.97-122, 1999.
- [4] S. Carlson, "Sketch based image coding of gray level images", Signal Processing, vol. 15, pp. 57-83, 1988.
- [5] S. Mallat and S.Zhong, "Characterization of signals from multiscale edge," IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 14, no. 7, pp. 710-732, June 1992.
- [6] M. Nakashizuka, H. Okazaki and H. Kikuchi "Edge-Based Image Synthesis Model and Its Synthesis Function Design by the Wavelet Transform", IEICE Trans. on Fundamentals., vol. E-85-A, no. 1, pp. 210-221, Jan. 2002.