

## 逆ラプラシアンフィルタによるエッジハッチングオブアートの生成

平岡透<sup>1)</sup>(正会員) 熊野稔<sup>2)</sup>(非会員) 浦浜喜一<sup>3)</sup>(非会員)

- 1) 大分工業高等専門学校情報工学科 2) 徳山工業高等専門学校土木建築工学科  
3) 九州大学大学院芸術工学研究院

## Generating Edge-Hatching Op-Art by Inverse Laplacian Filter

Toru Hiraoka<sup>1)</sup> Kumano Minoru<sup>2)</sup> Kiichi Urahama<sup>2)</sup>

- 1) Department of Information Engineering, National Institute of Technology, Oita College  
2) Department of Civil Engineering and Architecture, National Institute of Technology, Tokuyama College  
3) Department of Communication Design Science, Faculty of Design, Kyushu University  
hiraoka @ oita-ct.ac.jp, kumano@tokuyama.ac.jp, urahama@design.kyushu-u.ac.jp

### 概要

写真画像からエッジ付近を交差線もしくは平行線で構成したハッチングで表現されたオブアートの一種である画像（以下、エッジハッチングオブアート）を生成するノンフォトリアリスティックレンダリングの方法を提案する。提案法では写真画像に逆ラプラシアンフィルタをかけることで、エッジハッチングオブアートを生成する。提案法の有効性を検証するために、レナの画像を用いて提案法で必要となるパラメータの値を変えた場合のエッジハッチングオブアートの見栄えを主観評価する。また、いくつかのカラー画像を用いた実験を行い、生成されたエッジハッチングオブアートの見栄えも主観評価する。

### Abstract

We propose a method for generating edge-hatching op-art that is represented by parallel or cross lines near edges from photograph. The proposed method is performed by using inverse laplacian filter. The effectiveness of our method is investigated experimentally. Variations in the edge-hatching op-art generated from the Lena image are obtained by varying the proposed method parameters, and edge-hatching op-arts are also generated from several other photographic images to assess their visual effects.

## 1 はじめに

現在，写真画像や三次元モデルを水墨画や水彩画，漫画などのような画像に変換するノンフォトリアスティックレンダリングの研究 [1, 2, 3, 4, 5] が数多く行われている．また，写真画像をオブアートを模倣した画像に変換するノンフォトリアスティックレンダリングの研究 [6, 7, 8] も数多く行われている．郭らは 2 値画像から閉曲線のオブアートを，王らはモノクロ画像から 2 色のラインのオブアートを Wang らはカラー画像から半透明なラインのオブアートを生成する方法を提案している．オブアートの特徴は，静止画でありながらランダムに変化しているようなちらつきが感じられる錯視が起こることである．

本稿では，カラー画像からエッジ付近を交差線もしくは平行線で構成したハッチングで表現されたオブアート的一种である画像（以下，エッジハッチングオブアート）を生成する方法を提案する．エッジハッチングオブアートは，エッジ付近はカラー画像が透けて見えるようなハッチングで，エッジ付近以外は灰色のハッチングで表現され，また人が見てちらつきを発生させる視覚的な効果もある．このようなエッジハッチングオブアートは，テレビや雑誌などにおいて視聴者への印象を変える特殊効果や，人物や商品などの特定を困難にするプライバシー保護としての機能面の効果としての使用が考えられる．提案法は，まず逆ラプラシアンフィルタを用いた反復処理 [9] によってエッジ付近をハッチングで表現した画像に変換し，さらにコントラスト強調を用いてハッチングを強調して表現することによってエッジハッチングオブアートを生成する．逆ラプラシアンフィルタはラプラシアンフィルタでエッジが抽出された画像を元に復元するものであるが，提案法では原画像に逆ラプラシアンフィルタをかける．提案法の有効性を検証するために，図 1 のレナの画像を用いて，提案法で必要となるパラメータの値を変えた場合のエッジハッチングオブアートの見栄えを視覚的に評価する．また，いくつかのカラー画像を用いた実験を行い，生成されたエッジハッチングオブアートの見栄えも視覚的に評価する．

## 2 提案法

256 階調で  $I \times J$  画素のカラー画像の赤，緑，青の画素値をそれぞれ  $f_{R,i,j}$ ， $f_{G,i,j}$ ， $f_{B,i,j}$  ( $i = 1, 2, \dots, I$ ； $j = 1, 2, \dots, J$ ) とする．以下，赤，緑，青の画像に対して同様な処理を行うため，赤の画像に対してのみ示す．

ラプラシアンフィルタをかけた後の画素値を  $LF(f_{R,i,j})$  とする．ラプラシアンフィルタのウィンドウサイズは  $3 \times 3$  で，オペレータはウィンドウの中央が 8，8 近傍が -1 である．逆ラプラシアンフィルタは，

$$f_{R,i,j}^{(t+1)} = f_{R,i,j}^{(t)} - LF(f_{R,i,j}^{(t)}) + f_{R,i,j} \quad (1)$$

で計算する．ここで， $t$  は反復回数である．初期値  $f_{R,i,j}^{(0)}$  を  $f_{R,i,j}$  とし，式 (1) から  $f_{R,i,j}^{(1)}$ ， $f_{R,i,j}^{(2)}$ ， $\dots$  を求め



図 1: レナの画像

る． $f_{R,i,j}^{(t)}$  が 0 より小さい値になった場合は 0， $f_{R,i,j}^{(t)}$  が 255 より大きい値になった場合は 255 とする．

逆ラプラシアンフィルタを  $T$  回かけた画像にコントラスト強調を行うことで，エッジハッチングオブアートを生成する．コントラスト強調は，

$$F_{R,i,j}^{(t+1)} = a(f_{R,i,j}^{(T)} - 128) + 128 \quad (2)$$

で計算する． $F_{R,i,j}^{(t+1)}$  が 0 より小さい値になった場合は 0， $F_{R,i,j}^{(t+1)}$  が 255 より大きい値になった場合は 255 とする．ここで， $F_{R,i,j}^{(t+1)}$  はエッジハッチングオブアートの画素値， $a$  は正定数である．

## 3 実験と結果

まず，256 階調で  $512 \times 512$  画素のレナの画像に提案法を適用した． $a = 5$  として， $T = 10, 30, 50$  と変えて，生成されるエッジハッチングオブアートの見栄えを評価した．この結果を図 2 を示す．図 2 の上の画像が  $T = 10$ ，中央の画像が  $T = 30$ ，下の画像が  $T = 50$  の場合に生成されたエッジハッチングオブアートである．図 2 より， $T$  の値が大きいほど，エッジハッチングオブアートのエッジの幅が大きくなり，元の画像を想起しやすくなることわかる．また， $T = 30$  として， $a = 2, 5, 8$  と変えて，生成されるエッジハッチングオブアートの見栄えも評価した．この結果を図 3 を示す．図 3 の上の画像が  $a = 2$ ，中央の画像が  $a = 5$ ，下の画像が  $a = 8$  の場合に生成されたエッジハッチングオブアートである．図 3 より， $a$  の値が大きいほど，エッジハッチングオブアートのエッジの幅が大きくなり，元の画像を想起しやすくなることわかる．

次に，レナの画像以外の 3 枚の 256 階調で  $512 \times 512$  画素のカラー画像に提案法を適用した．このとき， $a = 5$ ， $T = 30$  とした．この結果を図 4 から図 7 に示す．図 4 から図 7 の上の画像が原画像，下の画像がエッジハッチングオブアートである．これらのエッジハッチングオブアートは，エッジ付近はカラー画像が透けて見えるようなハッチングで，エッジ付近以外は灰色のハッチングで表現されていることわかる．これは，逆ラプラシアンフィルタの性質によって，画素値の変化の大きいエッジ付近は画素値の変化の小さい場所よりも原画像の画素値が保存されるためである．また，人が見てちらつきを発生させる視覚的な効果があることもわかる．



図 2:  $T(= 10, 30, 50)$  によるエッジハッチングオブアートの変化 .

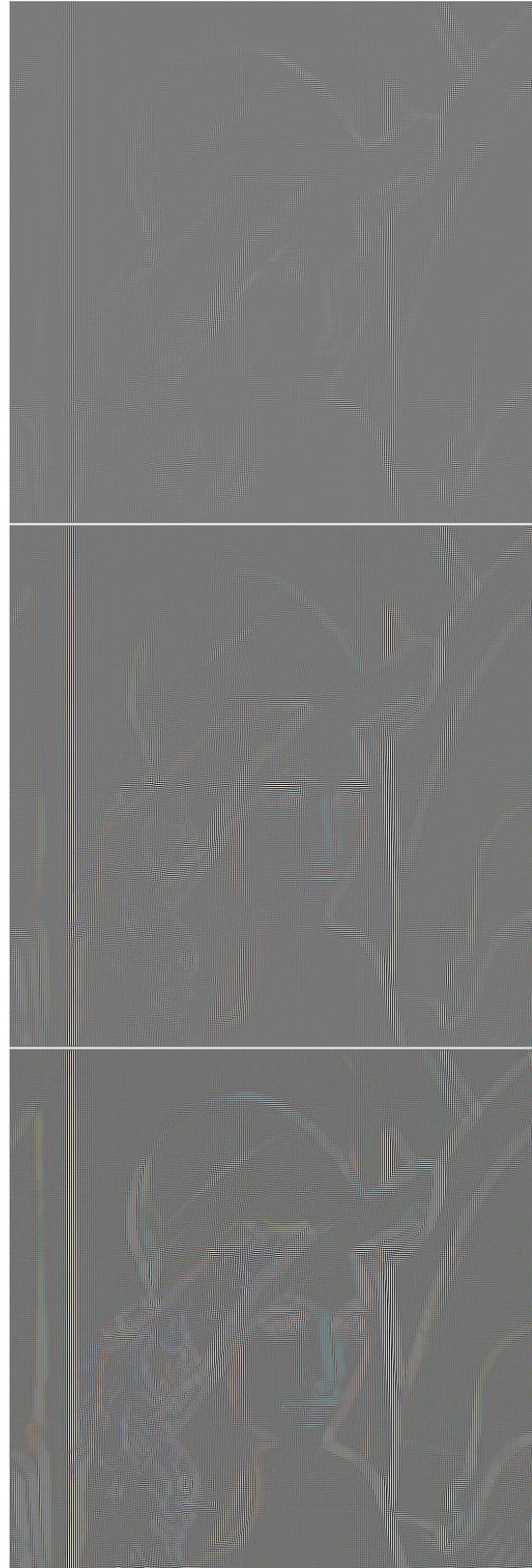


図 3:  $a(= 2, 5, 8)$  によるエッジハッチングオブアートの変化 .

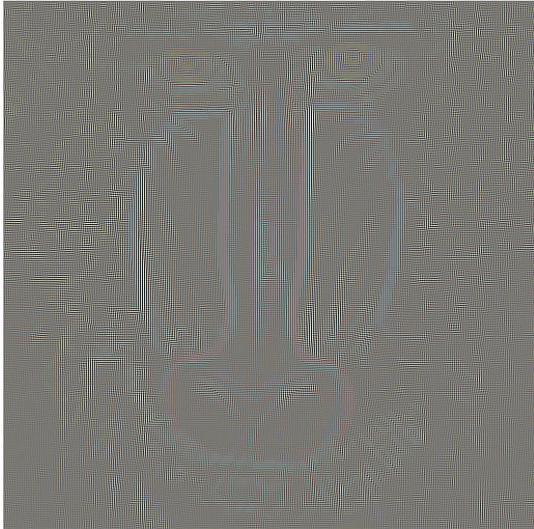


図 4: エッジハッチングオブアート (Mandrill) .



図 6: エッジハッチングオブアート (Pepper) .

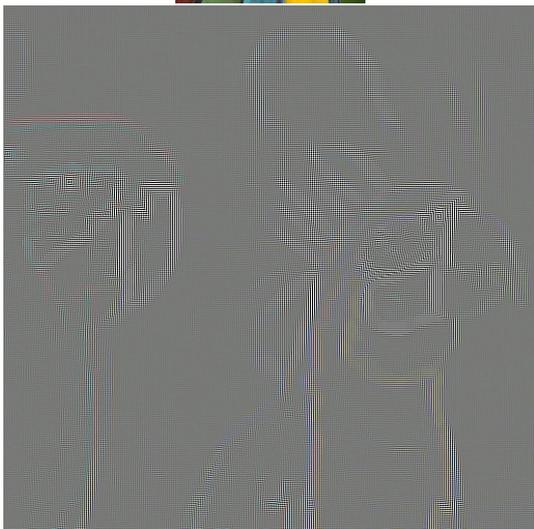


図 5: エッジハッチングオブアート (Parrots) .

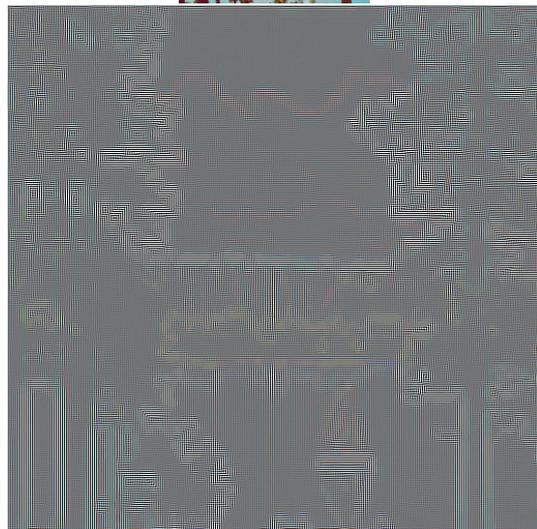


図 7: エッジハッチングオブアート (Sailboat) .

## 4 まとめ

カラー画像からエッジハッチングオブアートを逆ラプリアンフィルタを用いて生成する方法を提案した。レナの画像を用いた実験を通して、提案法で必要となるパラメータの値を変えた場合のエッジハッチングオブアートの見栄えを視覚的に評価した。また、いくつかのカラー画像を用いた実験を行い、生成されたエッジハッチングオブアートの見栄えも視覚的に評価した。今後の課題は、写真画像に応じた人が見て綺麗なエッジハッチングオブアートの最適な提案法のパラメータの設定方法を開発することである。

## 参考文献

- [1] P. DECAUDIN, Cartoon-looking Rendering of 3D-scenes, Research Report INRIA, 2919, 1996.
- [2] 川崎敬二, 中丸幸治, 大野義夫, NPR におけるストローク方向の決定と水墨画調レンダリングへの適用, 芸術科学会論文誌, Vol. 3, No. 4, pp. 235-243, 2004.
- [3] ヘンリー・ジョハン, 橋本良太, 西田友是, 描画技法を考慮した水彩画風画像の生成, 芸術科学会論文誌, Vol. 3, No. 4, pp. 207-215, 2004.
- [4] 景琳琳, 井上光平, 浦浜喜一, 均一色セル分割タイプの非写実的画像の生成, 芸術科学会論文誌, Vol. 6, No. 3, pp. 98-105, 2007.
- [5] 渡邊賢悟, 宮岡伸一郎, 「スーラブラシ」: 新印象主義的点描画ブラシの実装, 芸術科学会論文誌, Vol. 12, No. 1, pp. 48-56, 2013.
- [6] 郭冠華, 井上光平, 浦浜喜一, 2 値画像からの閉曲線オブアートの生成, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J95-A, No. 8, pp. 694-697, 2012.
- [7] F. Wang, 井上光平, 浦浜喜一, 半透明なカラーテープによるラインオブアートの生成, Visual Computing/グラフィックスと CAD 合同シンポジウム予稿集, 24, 2013.
- [8] 王富会, 浦浜喜一, 領域分割画像からの 2 色ラインオブアート, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J97-D, No. 8, pp. 1356-1359, 2014.
- [9] J. M. Ortega and W. C. Rheinboldt, Iterative Solutions of Nonlinear Equations in Several Variables, Part III, 7, pp. 181-239, 1987.

平岡 透



1995 年九州芸術工科大学芸術工学部画像設計学科卒業。1997 年同大学大学院芸術工学研究科博士前期課

程修了。2005 年同大学大学院芸術工学研究科博士後期課程修了。現在大分工業高等専門学校情報工学科准教授。博士(工学)。地理情報処理, 画像処理に関する研究に興味を持つ。芸術科学会, 映像情報メディア学会会員。

熊野 稔



1981 年豊橋技術科学大学工学部建設工学課程卒業。1982 年同大学院建設工学専攻博士前期課程修了。現在徳山工業高等専門学校土木建築工学科教授。博士(工学)。地域都市計画, 建設情報に関する研究に興味を持つ。日本建築学会会員。

浦浜 喜一



1980 年九州大学大学院工学研究科博士後期課程修了。現在九州大学大学院芸術工学研究院教授。工学博士。パターン認識, 画像処理に関する研究に興味を持つ。電子情報通信学会会員。