

## 逆アイリスフィルタによるチェッカー模様画像の生成

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 Checkered Pattern Images by Inverse Iris 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

チェッカー模様を入力グレースケール画像の上に描いたチェッカー模様画像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．提案法は，逆アイリスフィルタを用いた反復処理によってチェッカー模様画像を生成する．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チェッカー模様画像の見栄えを視覚的に評価する．また，いくつかの写真画像を用いた実験を行い，生成されるチェッカー模様画像の見栄えも視覚的に評価する．

### Abstract

We propose a non-photorealistic rendering method for generating checkered pattern images which are checkered patterns in gray scale photographs. Our method generates checkered pattern images by an iterative process using inverse iris filter. The effectiveness of our method is investigated experimentally. Variations in the checkered pattern image generated from the Lena image are obtained by varying the inverse iris filter parameters, and checkered pattern images are also generated from several other photographic images to assess their visual effects.

## 1 はじめに

ノンフォトリアリスティックレンダリングは、コンピュータグラフィックスの一分野で、実写の画像を水墨画や水彩画、漫画などのような画像に変換する処理である。また、ノンフォトリアリスティックレンダリングは画像処理の一技法であり、これまでに種々の方法 [1, 2, 3, 4, 5] が提案されている。近年では、ノンフォトリアリスティックレンダリングは Adobe Photoshop や Clip Studio Paint Pro などの多くのソフトウェアにも実装され、専門家以外の多くの人も気軽に使えるようになっている。そのため、様々なノンフォトリアリスティックレンダリングの方法が求められている。

本稿では、チェッカー模様を入力グレースケール画像の上に描いたチェッカー模様画像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。提案法によって生成されるチェッカー模様は、格子の濃淡がチェッカーフラッグのように交互に変化するものである。ただし、格子はチェッカーフラッグのように白黒の二値ではなく、灰色で構成され、人が見て格子を識別できるものである。また、提案法によって生成されるチェッカー模様は、チェッカー模様が原画像に応じて湾曲したものとなる。さらに、チェッカー模様画像は、原画像を想起できるものとする。このようなチェッカー模様画像は、テレビや雑誌、ウェブページなどで使用する画像の特殊効果として活用できる。提案法の応用事例として、任意人物画像の服にチェッカー模様を自然に挿入させたり、単純な画像からチェッカー模様を生成して漫画やイラストの背景やパーツとして使用することが考えられる。

提案法は、アイリスフィルタ [6] と逆フィルタの反復処理 [7] を組み合わせた新しい逆アイリスフィルタによってチェッカー模様画像を生成する。アイリスフィルタは、勾配ベクトルが一点に集中するような領域を抽出した画像を元に復元するものである。提案法は原画像に逆アイリスフィルタをかける。提案法の有効性を検証するために、図 1 のレナのグレースケール画像を用いて、提案法で必要となるパラメータの値を変えた場合のチェッカー模様画像の見栄えを視覚的に評価する。また、いくつかの写真画像を用いた実験を行い、生成されるチェッカー模様画像の見栄えも視覚的に評価する。

チェッカー模様を生成する方法として、バイラテラルフィルタを用いた方法 [8] (以下、従来法) がある。従来法によって生成されるチェッカー模様は、白黒の二値の格子で表現されるため、提案法と比べて、原画像の情報が少なく、原画像を想起しにくい。また、チェッカー模様が原画像に応じて湾曲しない。文献 [8] 以外にチェッカー模様を生成する方法は、筆者らの調べ限りでは見当たらない。

## 2 提案法

256 階調で  $I \times J$  画素のグレースケール画像の画素値を  $f_{i,j}$  ( $i = 1, 2, \dots, I; j = 1, 2, \dots, J$ ) とする。アイリスフィルタをかけた後の画素値を  $IF(f_{i,j})$  とする。アイリスフィルタは、注目画素  $(i, j)$  から半径

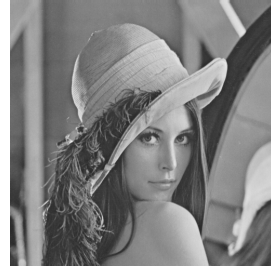


図 1: レナの画像。

$r$  画素内の  $S$  個の周辺画素  $(k, l)$  を用いて実行される。周辺画素  $(k, l)$  から注目画素  $(i, j)$  へのベクトル  $(i-k, j-l)$  と周辺画素  $(k, l)$  の濃度変化量から求めたベクトル  $((f_{k+2,l+2} + f_{k+2,l+1} + f_{k+2,l} + f_{k+2,l-1} + f_{k+2,l-2}) - (f_{k-2,l+2} + f_{k-2,l+1} + f_{k-2,l} + f_{k-2,l-1} + f_{k-2,l-2}), (f_{k+2,l+2} + f_{k+1,l+2} + f_{k,l+2} + f_{k-1,l+2} + f_{k-2,l+2}) - (f_{k+2,l-2} + f_{k+1,l-2} + f_{k,l-2} + f_{k-1,l-2} + f_{k-2,l-2}))$  のなす角を  $\theta_{i,j,k,l}$  とすると、注目画素  $(i, j)$  の集中度  $c_{i,j}$  は、

$$c_{i,j} = \frac{1}{S} \sum_{k=i-r}^{i+r} \sum_{l=j-r}^{j+r} \cos \theta_{i,j,k,l} \quad (1)$$

ただし、半径  $r$  以内の周辺画素のみを使用

で計算される。この集中度  $c_{i,j}$  のうちの最小値を  $c_{min}$ 、最大値を  $c_{max}$  とし、集中度  $c_{i,j}$  を 256 階調の値を持つ集中度  $C_{i,j}$  を式 (2) で変換する。

$$C_{i,j} = 255 \left( \frac{c_{i,j} - c_{min}}{c_{max} - c_{min}} \right) \quad (2)$$

$IF(f_{i,j}) = C_{i,j}$  とする。

逆アイリスフィルタを

$$f_{i,j}^{(t+1)} = a \left( f_{i,j}^{(t)} - IF(f_{i,j}^{(t)}) \right) + f_{i,j} \quad (3)$$

で計算する。ここで、 $a$  は正定数、 $t$  は反復回数である。初期値  $f_{i,j}^{(0)}$  を  $f_{i,j}$  とし、式 (3) から  $f_{i,j}^{(1)}, f_{i,j}^{(2)}, \dots$  を求める。 $f_{i,j}^{(t)}$  が 0 より小さい値になった場合は 0、 $f_{i,j}^{(t)}$  が 255 より大きい値になった場合は 255 とする。

逆アイリスフィルタを  $T$  回かけた画像がチェッカー模様画像である。

## 3 実験と結果

まず、 $512 \times 512$  画素で 256 階調のレナ画像を用いて、提案法で必要となるパラメータの値を変えた場合のチェッカー模様画像の見栄えを視覚的に評価する。次に、提案法と従来法のチェッカー模様画像を比較する。最後に、レナ画像以外の  $512 \times 512$  画素で 256 階調のいくつかの写真画像を用いた実験を行い、生成されるチェッカー模様画像の見栄えを視覚的に評価する。



図 2:  $T(= 5, 10, 15, 20)$  によるチェッカー模様画像の変化 .



図 4:  $a(= 0.2, 0.4, 0.6, 0.8)$  によるチェッカー模様画像の変化 .



図 3:  $r(= 2, 4, 6, 8)$  によるチェッカー模様画像の変化 .

### 3.1 レナの画像での実験

提案法のパラメータを  $r = 5$ ,  $a = 0.5$  と固定して,  $T = 5, 10, 15, 20$  と変えて, 256 階調で  $512 \times 512$  画素のレナの画像から生成されるチェッカー模様画像の見栄えを評価した. この結果を図 2 を示す. 図 2 の左上の画像が  $T = 5$ , 右上の画像が  $T = 10$ , 左下の画像が  $T = 15$ , 右下の画像が  $T = 20$  の場合に生成されたチェッカー模様画像である. 図 2 より,  $T$  の値が大きいくほど, チェッカー模様が明確になり, 格子になっていくことがわかる.  $T$  の値は, 20 前後でよいと考える .



図 5: 従来法によって生成されたチェッカー模様画像 .

提案法のパラメータを  $a = 0.5$ ,  $T = 20$  と固定して,  $r = 2, 4, 6, 8$  と変えて, レナの画像から生成されるチェッカー模様画像の見栄えを評価した. この結果を図 3 を示す. 図 3 の左上の画像が  $r = 2$ , 右上の画像が  $r = 4$ , 左下の画像が  $r = 6$ , 右下の画像が  $r = 8$  の場合に生成されたチェッカー模様画像である. 図 3 より,  $r$  の値が大きいくほど, チェッカー模様の格子の幅が大きくなることわかる.  $r$  の値は, 4 から 6 程度でよいと考える .

提案法のパラメータを  $r = 5$ ,  $T = 20$  と固定して,  $a = 0.2, 0.4, 0.6, 0.8$  と変えて, レナの画像から生成されるチェッカー模様画像の見栄えを評価した. この結果を図 4 を示す. 図 4 の左上の画像が  $a = 0.2$ , 右上の画像が  $a = 0.4$ , 左下の画像が  $a = 0.6$ , 右下の画像が  $a = 0.8$  の場合に生成されたチェッカー模様画像である. 図 4 より,  $a$  の値が大きいくほど, チェッカー模様が明確になるが, チェッカー模様が発生しなくなることもわかる. また,  $a$  の値が大きいくほど, 画像が二値に近づくことから, 原画像を想起しにくくなることもわかる.  $a$  の値は, 0.4 から 0.6 程度でよいと考える .

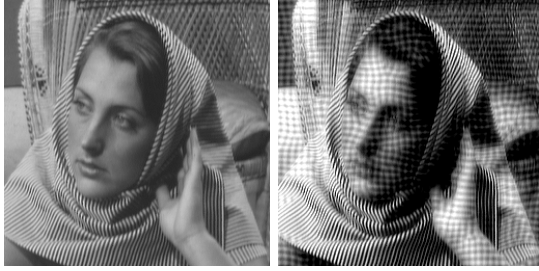


図 6: チェッカー模様画像 (Barbara) .



図 9: チェッカー模様画像 (Woman) .

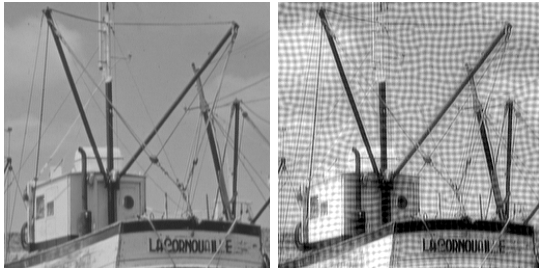


図 7: チェッカー模様画像 (Boat) .

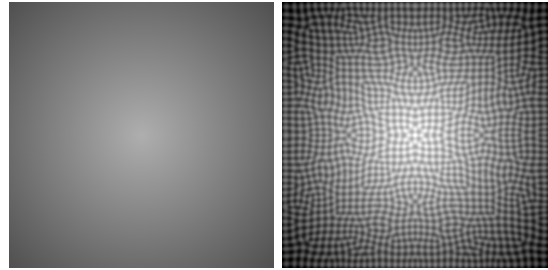


図 10: チェッカー模様画像 (単純な画像) .



図 8: チェッカー模様画像 (Cameraman) .

### 3.2 従来法との比較

提案法と従来法のチェッカー模様画像を比較する．従来法によってレナの画像から生成されたチェッカー模様画像を図 5 に示す．提案法によって生成されたチェッカー模様画像は，従来法によって生成されたチェッカー模様画像と比較して，チェッカー模様が湾曲しており，原画像の情報もより多く残っているため，原画像を想起しやすいことがわかる．また，図 5 の従来法の格子の間隔が同程度である提案法によって生成された図 3 の左下のチェッカー模様画像と，従来法によって生成された図 5 のチェッカー模様画像の PSNR を求めた．提案法と従来法の PSNR は，それぞれ 17.287dB と 7.568dB であった．このことから，提案法は従来法よりも原画像に類似していることがわかる．

### 3.3 レナ以外の画像での実験

レナの画像以外の 4 枚の画像に提案法を適用した．このとき， $r = 5$ ， $a = 0.5$ ， $T = 20$  とした．この結果を図 6 から図 9 に示す．図 6 から図 9 の左の画像が原画像，右の画像がチェッカー模様画像である．図 6 から図 9 より，原画像に応じて湾曲したチェッカー模様が生成できていることがわかる．また，チェッカー模様画像から原画像を十分に想起できることもわかる．しかし，テクスチャの細かい領域や画素値が 0 に近いまとまった領域では，チェッカー模様が発生しにくいことがわかる．

提案法の応用事例として，単純な画像からチェッカー模様を生成して漫画やイラストの背景やパーツとして使用することが考えられるため，図 10 の左に示す単純な画像（画像の中心から同心円状に画素値が変化する画像）からチェッカー模様を生成した．このとき， $r = 5$ ， $a = 0.5$ ， $T = 20$  とした．この結果を図 10 の右に示す．図 10 より，提案法を用いることで，人の手では多くの時間を要するようなチェッカー模様を容易に作成できることがわかる．

## 4 まとめ

チェッカー模様を入力グレースケール画像の上に描いたチェッカー模様画像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した．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チェッ

カー模様画像の見栄えを視覚的に評価した。また、いくつかの写真画像を用いた実験を行い、生成されるチェッカー模様画像の見栄えも視覚的に評価した。

今後の課題は、テクスチャの細かい領域や画素値が0に近いまとまった領域などのチェッカー模様が発生しにくい領域にもチェッカー模様を発生できるように提案法を改良することである。また、提案法をカラー画像に適用できるようにすることも今後の課題である。

## 参考文献

- [1] P. DECAUDIN, Cartoon-looking Rendering of 3D-scenes, Research Report INRIA, 2919, 1996.
- [2] 川寄敬二, 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] 松本一男, 金華栄, 小畑秀文, DR 画像における腫瘍影検出 アイリスフィルタ, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J75-D, No. 3, pp. 663-670, 1992.
- [7] J. M. Ortega and W. C. Rheinboldt, Iterative Solutions of Nonlinear Equations in Several Variables, Society for Industrial Mathematics, 1987.
- [8] 平岡透, 浦浜喜一, バイラテラルフィルタによるチェッカーフラッグ風画像の生成, 映像情報メディア学会誌, Vol. 67, No. 11, pp. J421-J424, 2013.

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, 地域防災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, 画像電子学会会員。

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, ノンフォトリアリスティックレンダリングに関する研究に興味を持つ。電子情報通信学会会員。