リバーシブル竹編み画像の生成

Generation of Reversible Bamboo Weave Images

王 富会[†], 正会員 井上 光平[†], 浦 浜 喜一[†]Fuhui Wang[†], Kohei Inoue[†] and Kiichi Urahama[†]

Abstract A non-photorealistic rendering technique has recently been presented for generating an image by weaving an input picture with horizontal and vertical bamboo strips. In this paper, we extend this technique for weaving two input images into both sides of a double-sided image without interfering each other. The input pictures are quantized and converted to reversible bamboo weave images with a similar pattern dither procedure.

キーワード：ノンフォトリアリスティックレンダリング，リバーシブル竹編み，量子化，パターンディザ

1. ま え が き

入力画像を竹ヒゴで編み込む NPR 技法が提案されている¹⁾²⁾．そこでは竹編みを表側から見る場合だけが考えられているので，例えば，竹ヒゴが黒と白で表と裏が同色ならば，竹編みを裏返すと表の画像の白黒と左右を反転した画像が見える．表側とは別の画像が見えるようにするためには，編みあげた結果として得られる竹編みとして表現される色が表と裏とで 1 対 1 対応ではない必要がある．したがって，表裏とも白のヒゴと表が白で裏が黒のヒゴなどを混ぜて使う必要がある．本論文では最も簡単な場合として表と裏が，白白，白黒，黒白，黒黒の 4 種類の竹ヒゴを使って両面に別々の画像を編み込む手法を提案する．

2. 竹 の 編 み 方

両面竹編みでの基本的な問題は，各面の画像が反対側から透けて見えないように，すなわち互いに影響せずに編みこめるかどうかであるが，そのような編み方が可能であることを，具体的に編み方を構成することによって示す．

2.1 入力画像

表用と裏用のモノクロ画像をそれぞれ用意し，図 1 のように 2 値化する．本論文では以下，画素という場合，表用画像 (図 1 左下) の画素のこととする．裏用画像 (図 1 右下) は表側から見ると左右が反転する．

2.2 竹ヒゴの配列

上記の 4 種類の竹ヒゴを周期的に縦と横に並べ，4 本ずつの交点 (4×4 ブロック) で入力画像の 1 画素を表す．すな

わち竹編み画像のサイズは縦横とも入力画像の 4 倍になる．

3. 竹ヒゴの編み方

4×4 ブロックの対角線上の四つの交点では縦横とも同じヒゴであり，それらの交点の色は表裏ともヒゴの編み方によらない．編み方とは，各交点において縦ヒゴと横ヒゴのどちらを上に通すかである．残り 12 個の交点では編み方で色が変わるので，それらの編み方を例えば，図 2 のようにする．

図 1 入力画像
Input images.

	WW	WB	BW	BB
WW		V	H	H
WB	H		H	H
BW	V	V		V
BB	H	V	H	

(a) W-W pixel

	WW	WB	BW	BB
WW		H	H	H
WB	V		H	H
BW	V	H		H
BB	V	V	V	

(b) W-B pixel

	WW	WB	BW	BB
WW		V	V	V
WB	H		H	V
BW	H	H		V
BB	H	H	H	

(c) B-W pixel

	WW	WB	BW	BB
WW		H	BW	BB
WB	V		V	V
BW	H	H		H
BB	H	H	V	

(d) B-B pixel

図 2 両面竹編みの竹ヒゴの編み方の例

Example of weaving patterns for reversible bamboo tapes.

2009 年 3 月 6 日受付，2009 年 6 月 15 日再受付，2009 年 7 月 29 日採録
†九州大学 大学院 芸術工学研究院 視覚情報部門

(〒 815-8540 福岡市南区塩原 4-9-1, TEL 092-553-4512)

† Faculty of Design, Kyushu University

(4-9-1, Shiobaru, Minami-ku, Fukuoka-shi, 815-8540 Japan)

図2で、例えば、WBと記した竹ヒゴは表が白 (white), 裏が黒 (black) であることを表す。またHは横 (horizontal) ヒゴを上に通し, Vは縦 (vertical) ヒゴを上に通すことを表す。対角線上の空欄は同色交点であり, HでもVでも色は同じである。図2(a)は表も裏も白である画素での編み方であり, (b),(c),(d)の順に表白裏黒, 表黒裏白, 表黒裏黒の画素の編み方である。図2の各交点には表側の色を塗っている (繁雑になるので裏側の色は省略する)。このように編むと, 入力白画素は白交点11個, 黒交点5個の4×4竹編みブロックで表され, 入力黒画素は白5個, 黒11個のブロックで表される。この5/11の比率は結果の竹編み画像のコントラストが最大という点で最適である。

この編み方で重要な点は, 表と裏の色のすべての組合せが実現可能なこと, したがって反対側の画像が透けて見えないように編み込めることである。

後述するように, 編み方は一通りではないので, 入力画像ごとに最適な編み方があるものと思われるが, 竹ヒゴの順番は, 任意の入力画像に対応できるように図2のように周期的に並べるのが適切と思われる。また, 編み方の最適性は各ブロック単独では決められず, 画像全体を考慮しないと行けないので求解が困難であり, 図2の編み方でも一般的には対処できる。

図2には非対角交点での編み方 (H,V) しか記していないが, 対角線上の同色交点の編み方 (HかV) は編み込みを考慮して決める。例えば, 図2(b)や(c)のようにHやVが横や縦に連続すると竹ヒゴが編み込まれないので, 図2(b)や(c)が連続する領域では左上と右下の交点はブロックごとにHとVを交替する必要がある。それでも7個のHやVが連続してしまうが, このように編み込みが弱くなるのは両面竹編みの弱点である。

図1を編み込んだ両面竹編み画像を図3に示す。左は表から見た画像, 右は裏から見た画像である。このような画像表現法はパターンディザ法³⁾に似ている。

以上では入力画像を2値化した, 多値化しても同様に表と裏の色のすべての組合せが実現できる。図1の画像を図4のように4値化したときの編み方の例を図5に示す。図4の画素値は白 (W), 明るい灰色 (LG), 暗い灰色 (DG), 黒 (B) の4値なので, 表と裏の画素の色の組合せは図5のように16通りある。このように編むと, 入力画像の白画素では白11黒5, 明るい灰色画素では白9黒7, 暗い灰色画

素では白7黒9, 黒画素では白5黒11となる。図2と同様に編み方は図5が必ずしも最適とは限らないが, コントラストはこの白黒の比率で最大になる。

図4を編み込んだ両面竹編み画像を図6に示す。図6の画像を縦横1/4にしたものを図7に示すように, 以上の編み方により裏側の画像に干渉されずに2枚の画像を両面に編み込むことができる。ただし, コントラストは図4よりも低下する。

図4 図1の4値化
Quarterly quantization of Fig.1.

図5 4値両面竹編みの編み方の例
Example of weaving patterns for quarterly reversible bamboo tapes.

図6 図4の両面竹編み画像
Reversible bamboo weave images for Fig.4.

図3 図1の両面竹編み画像
Reversible bamboo weave images for Fig.1.

図7 図6を縮小した画像
Downsized images in Fig.6.

図 8 図 5(g) の色 (白黒) の転置 (対角線を軸とする)
Transpose (around diagonal line) of color arrangement in Fig.5(g).

図 9 図 5(g) の編み方 (H と V) の転置 (対角線を軸とする)
Transpose (around diagonal line) of weave pattern (H and V) in Fig.5(g).

図 10 編み方の交代パターン
Alternative weaving pattern.

3.1 直線状編み目模様の緩和

以上の編み方では、多値化された入力画像の濃淡レベルが同じ領域では同じ編み方が連続するので、図 3 や図 6 のように垂直および水平の直線状の編み目模様が生じる。

このような直線状の編み目模様を緩和するために編み方をブロックごとに変えることにする。これには、図 2 や図 5 の編み方が一意ではないことを利用する。すなわち、4×4 行列の転置と同様に、各ブロックの対角線を軸にして図 2 や図 5 の白黒の配置を転置してもブロック中の白交点と黒交点の数は変わらない。

例えば、図 5(g) の白黒の色配置は図 8(a) であるが、これを転置すると同図 (b) のようになる。この図 8(b) の色配置を実現する編み方 (H と V の配置) は図 8(c) のようになり、H と V は図 5(g) の転置にはならない。このように、図 5(a)～(p) にはもう一通りの編み方がある。またこの他にも、図 9 のように右上から左下への対角線を軸にして、図 5 の編み方 (H と V の配置) を転置しても白と黒の数は同じである。

そこで、図 10 のように、入力画像の A の画素では図 5 の編み方、B の画素では別の編み方をするにすることにする。図 6 の例についてそのような編み方をした両面竹編み画像を図 11 に示す。図 6 で水平垂直に長く直線状に続いていた編み目模様が裁断されて、入力画像の濃淡分布が図 6 よりもわかりやすく、柔らかい感じの竹編みになっている。

他の画像例を図 12 に示す。上は表用と裏用の 4 値化入力画像、下は両面竹編み画像である。

最後に、編み方による凹凸や竹表面の筋などの細かいテクスチャを付ければ竹編み風の視覚的印象が増すが、それらの処理は文献 1)2) と同じであるので、ここでは省略する。

図 11 図 10 の編み方による両面竹編み画像
Reversible bamboo weave images with weaving pattern in Fig.9.

図 12 他の画像例
Other example of images.

4. む す び

2 枚の入力画像を両面に編み込む竹編み画像の生成法を提案し、平均濃淡値が反対面の濃淡値で変わらないように量子化入力画像を編み込むことができることを確認した。

〔文 献〕

- 1) 松島祐輔, 井上光平, 浦浜喜一: “竹編み風画像の NPR 技法”, 信学技報, IE2007-93, pp.17-22 (2007)
- 2) 松島祐輔, 井上光平, 浦浜喜一: “直交線ディザによる竹編み風画像の生成”, 画電学誌, 38, 1, pp.24-30 (2009)
- 3) 村上伸一: “画像処理工学”, p.71, 東京電機大学出版局 (1996)

おう 王 富会 2006 年, 中国東北大学東軟信息技術学院卒業。2008 年, 九州大学大学院芸術工学研究院研究生。画像情報処理に関する研究に従事。

いのうえ 井上 光平 1996 年, 九州芸術工科大学画像設計学科卒業。2000 年, 同大学大学院博士後期課程修了。現在, 九州大学大学院芸術工学研究院助教。パターン認識, 画像処理, コンピュータビジョンに関する研究に従事, 正会員。

うらはま 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。同年, 同大学助手。1989 年, 九州工業大学助教授。現在, 九州大学大学院芸術工学研究院教授。パターン認識, 画像情報処理の研究に従事。