

仮想版木自動生成による版画画像合成の一手法

大河内俊雄* 水野慎士* 岡田稔** 鳥脇純一郎*

*名古屋大学大学院工学研究科情報工学専攻

**名古屋大学情報処理教育センター

本論文では任意の入力濃淡画像に基づいて版画画像を自動合成するための一手法を提案する。入力濃淡画像の特徴量解析により、CSG表現による仮想版木が自動生成される。仮想版木を生成するための彫刻刀の大きさ、切削領域、方向等が特徴量により決定される。生成された版木は仮想ばれん、仮想紙を持つ仮想版画システムによって印刷される。提案手法は非写実的な画像合成の一手法として有用である。

A Method to Synthesize a Woodcut Print by Automatic Generation of a Virtual Printing Block

Toshio OHKOUCHI*, Shinji MIZUNO*,
Minoru OKADA** and Jun-ichiro TORIWAKI*

*Dept. of Information Engineering, Graduate School of Engineering, Nagoya University

**Education Center for Information Processing, Nagoya University

In this paper, we propose a method to synthesize an image like a woodcut print from an arbitrary gray-scale image. The input gray scale image is analyzed and a virtual printing block expressed by CSG is generated automatically. In the process, the size of chisel, the size of carving area and the cutting direction are determined by the features of an input gray-scale image. The proposed method will be useful as an efficient way to generate a non-photorealistic artificial image.

1. まえがき

コンピュータ・グラフィクス (CG) において、フォトリアルな画像生成に関する研究は非常に盛んに行われてきており、その進歩には目覚ましいものがある。その一方で、フォトリアルでない画像の表現手法についてもその必要性が唱えられており[1, 2]、そのような画像を合成する研究もいくつか報告されている。これらは、3次元データから、レンダリング時に絵画[3]、ペン画[4]、水墨画風[5]にする手法、2次元画像を絵画風に変換する手法[6]、また、あらかじめペン画のパターンを用意しておき、対話操作の援助をする手法[7]などであった。

このようなフォトリアルでない画像生成方法の1つとして我々は木版画風画像の生成についての研究を行っている[8, 9]。これは、我々が開発した仮想彫刻システム[10]を応用し、3次元仮想空間内に作成された版木に基づき、版画画像を合成するものである。これは、平版を彫刻刀で削って版木を作成し、墨を塗った版木の上に紙を置いてこれをばれんでこすって版画を刷る、という木版画を作成する過程を仮想空間内で再現することにより、対話的に版画画像を合成するものであった。また、文献[9]では、写真などの濃淡画像を与えることにより、それに対応して仮想版木を自動的に作成することの可能性を示唆した。

そこで本論文では、版木の自動生成による版画

画像合成の手法において、より木版画の印象に近い画像を合成するような仮想版木を作成する手法についての基礎検討を行ったので報告する。従来の版木自動生成の手法に対して、本方法では与えた濃淡画像のエッジ部分の切削の追加や大きさの決定法の変更等の改良を行った。その結果、従来に比べ、より木版画らしい画像が合成されることを確認した。

2. 版木自動生成の概要

2.1 基本的考え方

本手法は、写真などの濃淡画像を入力し、画像の特徴量から彫刻刀の大きさ、彫る方向を決定し、3次元仮想空間にある平版を彫刻刀で自動的に削っていき、「仮想版木」を作成する。

まず、濃淡画像内で4画素間隔に切削地点を設ける。そして切削地点の周囲 8×8 画素の小領域の画像の特徴を求め、それに基づいて彫るかどうかを定め、彫る場合は彫刻刀の種類、向きなどを小領域の特徴パラメータから求める。なお、仮想彫刻刀は楕円体を用いる。これをすべての切削地点において行い、最終的に仮想版木が作成される。

2.2 エッジ部、切削部、非切削部の決定

図1に本手法の概要を示す。入力された濃淡画像は小領域ごとに、エッジ部、切削部、非切削部の3つに分類される。

まず、最初にエッジ部が抽出される。エッジの抽出は、小領域の濃度値の勾配ベクトルの大きさによって判定する。

次に、エッジ以外の部分において、切削部、非切削部の判定を行う。本手法ではあるしきい値を設け、濃度平均がしきい値よりも大きい(明るい)時は切削部、小さいとき(暗いとき)は非切削部とする。その理由は、木版画画像の特徴は基本的には白黒の濃淡の分布であり、それは彫刻刀の切削跡によって表現されるとみなしたことにある。

2.3 彫刻刀の選択

彫刻刀(楕円体)は、任意の大きさを許すのではなく、あらかじめ用意された楕円体の中から小領域の特徴によって選択する。この理由としては、実際にも彫刻刀は限られた数しか用いないので楕円体のパラメータが変化しすぎても現実の版画と印象が異なってしまう恐れがあるからである。楕円体の種類はエッジ用1種、その他4~6種類の計

5~7種類とした。

まず、小領域がエッジの場合はエッジ用彫刻刀を用いる。この楕円体は小さく、また深く切削できるという特徴を持つ。

エッジ以外の切削部は、小領域の濃度差(最大濃度-最小濃度)によって楕円体を選択する。濃度差は本手法で新しく追加した特徴量である。濃度差が大きい領域は画像が複雑であると判断し、小さい楕円体を選択する。それから順に、濃度差が小さくなるにつれ画像の複雑度は少なくなると判断して、順に大きい楕円体を選択するという処理を行った。

2.4 彫刻刀の切削方向の決定

前述のとおり、彫刻刀楕円体は版木面に対しては平行で、版木法線を軸とした角度のみを変化させる。

まずエッジ部については、エッジの場合は境界を明確にするため、彫刻刀の方向は濃度勾配ベクトルに対して90度にする。また、輪郭の大きさを保つために、切削地点(楕円体の中心)を濃度勾配ベクトルの逆方向(明るい側)に一定距離だけずらすという処理を行っている。

エッジ以外の切削部は、小領域の濃度勾配ベクトル方向を切削方向とする。さらに、濃度差が極めて少なければ、背景や平坦な画像の部分であると判断する。この場合は彫刻刀の向きをほぼ水平に保つことにより、切削方向に統一性を持たせた。但し、 ± 15 度の曖昧さをつけて人間味を出すことも試みている。

2.5 切削の有無の判定

前述のように、しきい値処理によって非切削部を決定した。しかし切削部でも、4画素ごとに切削地点を設けているため、すべての地点において彫ったのでは好ましい版画画像の生成は望めない。その理由は、すべての切削地点を彫ってしまうと彫刻刀の跡が重なりすぎてつぶれ、木版特有の彫刻刀の跡を生かした画像を生成することはできないからである。また、切削回数が不必要に増えてしまう結果にもつながる。そこでエッジ部、および切削部において切削の有無の判定を行い、より好ましい版木が作成されるようにした。

まず、エッジ部は一様に50%の確率でランダムに切削の有無を決定するようにした。

また、エッジ以外の切削部の切削の有無の判定

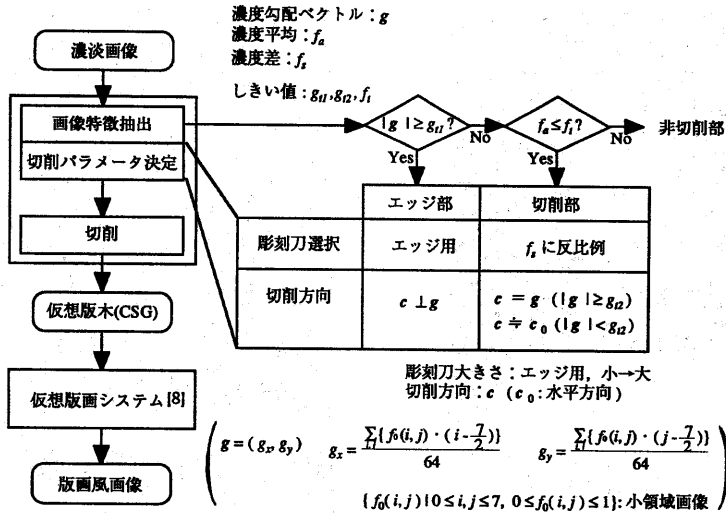


図1 版木自動生成による版画画像の合成手順

は、各切削地点で、その切削地点（楕円体の中心点）が既に彫られているかどうか（その点を含む削り跡が存在するかどうか）によって決定する。このようにすることで、彫りすぎず、また木版特有の彫刻刀の跡を生かした画像を生成することが可能となる。

2.6 版画画像の合成

自動生成によって作成された仮想版木から、版画画像を合成するには、我々が従来開発してきた手法を用いる。これは、墨を塗った版木の上に紙を置いて、これをばれんでこすって版画を刷る、という木版画作成過程を仮想空間内で再現することにより、対話的に版画画像を合成するものである。

3 実験

ここまで述べた手法に基づき、仮想版木の自動生成の実験を行い、続いて従来の手法を用いて版画画像の合成を行った。一例を図2に示す。

与えた画像(a)は512×512画素、切削地点の間隔は4画素で、仮想彫刻刀決定のための小領域は、8×8画素とした。また、用いる楕円体の種類は5種類とした。

その結果、仮想版木(b)が作成され、その表面形状も、適度な切削跡(c)が残った。そして、この仮想版木を用いて合成した版画画像(d)は、木版特有の彫刻刀の跡を生かした画像となった。また、切削されていない部分においても、ばれん操作によ

る刷りむらが再現可能であり、版画らしさが増している。

4 むすび

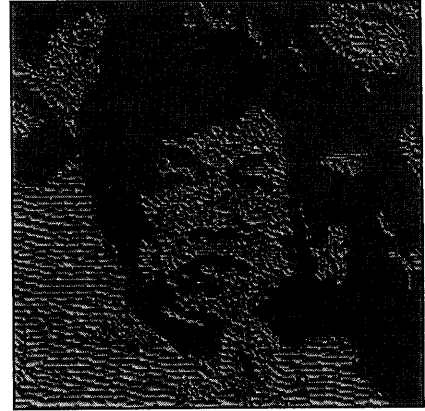
本論文では、写真などの画像を入力して、仮想空間内の平版を彫刻刀で削り、仮想版木を自動生成する手法を提案した。原画像の特徴量により彫刻刀の種類、方向を決め、また、エッジ方向に切削することで輪郭を明確にし、また切削方向に曖昧さを設けた。さらに、適度な切削の間隔をとることで木版特有の彫刻刀の跡を生かした画像を生成することが可能となり、よりリアリティを高めることができた。その結果、本手法によって自動生成した版木を、版画画像を合成するシステムに入力することによって、以前に比べてより実際の版画の印象に近い版画画像が合成できることを確認した。

今後の課題としては、彫刻刀の切削密度および方向によってグラデーションを表現したり、長い線状の切削なども表現できるようにするなどの発展が考えられる。そのためには、画像特徴量のよりの確な解析・抽出が必要である。

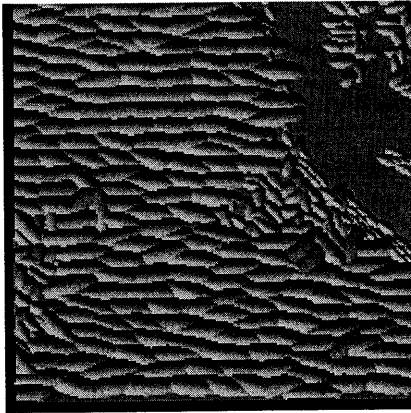
また、版画にはいくつかの種類があるが、凸版または凹版を作成し、塗料を塗って紙に絵を刷り上げるという手順は同じである。これは、仮想版画についても同じことが言える。このことから、紙版、銅版、孔版、多色刷りなどの多様な版画画



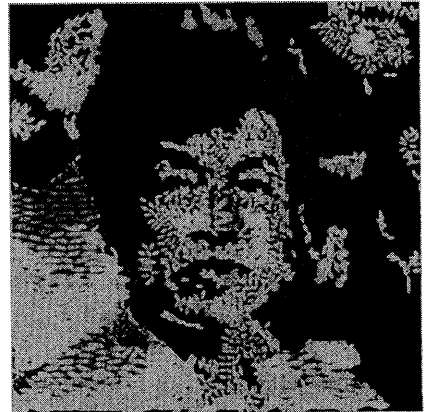
(a)入力写真画像



(b)自動生成した版木



(c)版木の拡大図



(d)合成した版画画像

図2 版画画像合成の例

像の生成の可能性, また, 作風の違いの表現などについても検討したい。

謝辞 日頃熱心に御討論頂く名大鳥脇研究室の皆様にご感謝します。本研究の一部は文部省科研費による。

参考文献

- [1] 石原亘, “SIGGRAPH '94におけるノンフォトリアリズムの研究の動向”, 情処研報, グラフィクスとCAD, 95CG76, pp.65-71 (1995)
- [2] 大野義夫, “フォトリアルでないCG画像表現の手法について”, 情処研報, グラフィクスとCAD, 95CG76, pp.1-7 (1995)
- [3] B. J. Meier, “Painterly Rendering for Animation”, SIGGRAPH '96, pp.477-484 (1996)
- [4] G. Winkenbach, “Computer-Generated Pen-and-Ink Illustration”, SIGGRAPH '94, pp. 91-100 (1994)

- [5] 張青, “樹木の水墨画調レンダリング”, 情処研報, グラフィクスとCAD, 95CG76, pp.45-50 (1995)
- [6] P. Haerberli, “Paint By Numbers: Abstract Image Representations”, SIGGRAPH '90, pp.207-214 (1990)
- [7] M. P. Salisbury, “Interactive Pen-and-Ink Illustration”, SIGGRAPH '94, pp.101-108 (1994)
- [8] 水野慎士, 岡田稔, 横井茂樹, 鳥脇純一郎, “仮想彫刻からの版画作成”, 平8年度電気関連学会東海支部連合大会論文集, p.411 (1996)
- [9] 水野慎士, 岡田稔, 鳥脇純一郎, “仮想彫刻を用いた版画画像の合成”, 情処研報, グラフィクスとCAD, 97CG83, pp.31-36 (1997)
- [10] 水野慎士, 岡田稔, 横井茂樹, 鳥脇純一郎, “CSGを用いた仮想彫刻”, 情処研報, グラフィクスとCAD, 95CG73-7, pp.49-56 (1995)