

網点を含んだ2値画像のベクトル表現に関する検討

A study on vector representation of binary images containing halftone dots

河村 圭† 渡辺 裕‡ 富永 英義‡

Kei KAWAMURA Hiroshi WATANABE Hideyoshi TOMINAGA

† 早稲田大学理工学部 電子・情報通信学科 ‡ 早稲田大学大学院 国際情報通信研究科

† Dept. of Elec., Info. and Comm. Eng., Waseda University ‡ Graduate School of GITS, Waseda University

Abstract Vectorization is an effective technique for representation of free size binary image. If resolution conversion is performed without vectorization, lack of a line segment etc. arises from the image resolution reduction. In addition, moires occur when resolution of the image with halftone-dots is changed. In this paper, we propose a new technique to convert the binary image with halftone-dots into the vector representation. First, we separate the area of halftone-dots and line drawings from an image. Then, a continuous tone approximation is applied to the area of halftone-dots. Finally, the conventional vectorization is applied to continuous tone approximation images and line drawings.

1. はじめに

従来、FAX 文書や新聞のコピーは紙に記録（ハードコピー）されてきた。近年、コンピュータや携帯端末での文書や画像の利用機会が増大し、FAX 文書や新聞の画像をディスプレイ上に表示するソフトコピー機能の要求が高まってきている。また、スキャナの低価格化により、一般ユーザが手軽に画像を取り込める環境になっている [1]。

本来、FAX 文書や新聞などは2値画像である。2値画像は多値画像に比べて格段に符号量が少ない。また、ハードコピー化、FAX 電送、蓄積などとの相性も良い。多値画像である写真もハーフトーン化（網点化）によって2値画像として取り扱われている。

ディスプレイの表示解像度はFAX やスキャナに比べて低い。このためFAX などの通信端末や、スキャナなどのコンピュータ入力機器から得られる画像を、紙面と同程度のサイズでディスプレイに表示するためには、解像度変換（縮小処理）が不可欠となる。

しかし、2値画像に対して、通常の2値画像への縮小処理を行ったのでは、線分の欠落や、線幅の相対関係が保存されないなどの問題が生じる。また、網点の縮小処理はモアレの発生原因となり、曲線や斜線の拡大処理はジャギーの発生原因となる。そこで、2値画像をベクトル表現に変換し、解像度変換を行うことが有効な手法として考えられる [2]。

本研究では、網点を含む2値画像を容易に解像度変換できるようにすることを目的とし、モアレの発生原因となる網点を階調近似してからベクトル表現に変換する手法について検討を行う。

2. 従来手法の問題点

単純な解像度変換によって発生するモアレとジャギーについて整理する。

2.1 モアレ

網点を縮小処理したとき、本来の模様とは異なる大きな周期構造をもつ模様が観察される現象のことである。印刷された写真をスキャナなどで読み取る場合にも発生し、画質を低下させる。

2.2 ジャギー

ラスター形式の曲線や斜線を拡大した時に、階段状のギザギザが見えることである。解像度を低くして紙をスキャンする場合にも発生する。ベクター形式の場合、拡大しても解像度に応じてラスターサイズを行うので、ジャギーはほとんど発生しない。

3. 網点を考慮したベクトル表現変換

網点を含んだままでは、解像度変換の際にモアレが発生し、画質を低下させる。そこで、網点を分離し、除去

することを検討する。また、網点除去により低下した再現性を補う手法を検討する。

3.1 提案システム

提案システムの概要を図1に示す。

FAX 文書や新聞を2値画像として取り込む。次に、ベクトル表現に変換し、SVG 形式やFlash 形式などのベクター形式で出力する。これをPDA (Personal Digital Assistant) や電子ペーパーなど、解像度やディスプレイサイズの異なる環境で閲覧することを想定している。

3.2 提案アルゴリズム

3.1 のシステムを実現するため、以下のアルゴリズムを提案する。網点の周期性を除去し、ベクトル表現で扱いやすくするために、階調近似を行う。

1. 網点を含む2値画像から、網点を抽出し、網点画像と線画像に分離する。
2. 網点画像に対して階調近似を行い、階調近似画像を作る。
3. 階調近似画像と線画像をそれぞれベクトル表現に変換し、階層化する。

3.3 網点分離

提案アルゴリズム1、網点の分離可能性について実験を行った。

分離手法として、網点が孤立点である性質を利用する。まず、画素の連結条件を8近傍としてラベリングをする。次に、しきい値以下の面積を持つ画素を網点であると判定する。ただし、しきい値は固定値で、手動で与える。網点と判定された画素は網点画像へ、残りの画素は線画像として分離する。

入力画像の全体図を図2、入力画像の一部分を拡大したものを図3、線画像を図4、網点画像を図5に示す。解像度は300dpi、2値画像である。

本実験により、網点は網点画像へ、網点以外は線画像へ分離されることが確認できた。

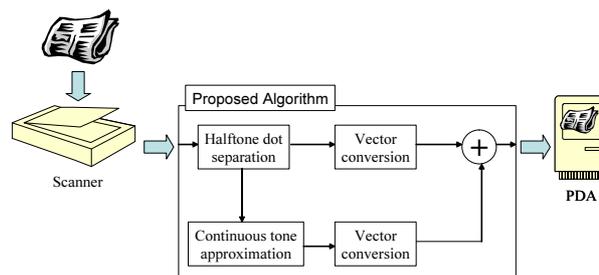


Fig. 1 Proposed system and algorithm

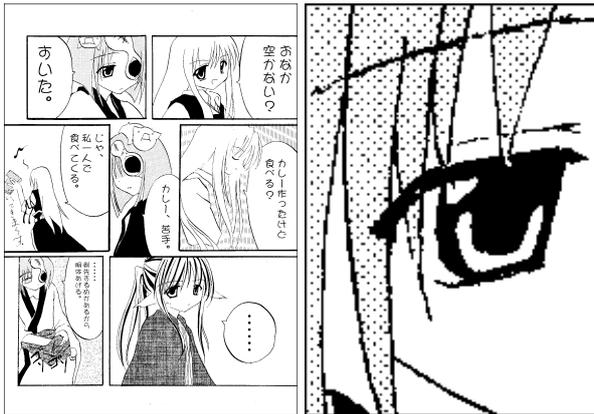


Fig. 2 Original Image

Fig. 3 Input

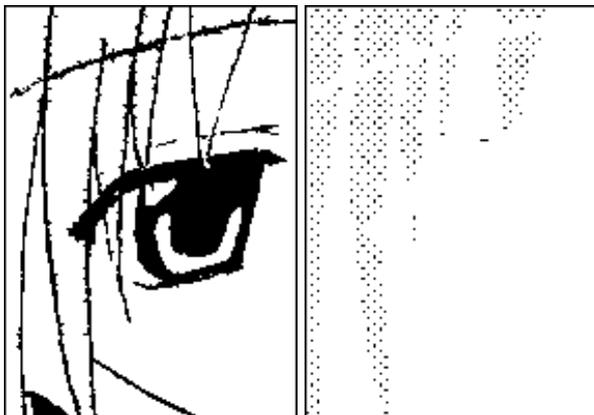


Fig. 4 Line drawings

Fig. 5 Halftone-dots

3.4 網点近似

提案アルゴリズム 2, 分離した網点画像の多値画像への変換可能性について実験を行った。

まず, 孤立点である網点を, 膨張処理を行うことで大きな領域とする. 1つ1つの領域を網点領域と呼ぶ. ただし, 膨張回数は手動で与える. 次に, 網点領域毎に含まれる網点の面積(画素数)を求め, 網点領域に対する網点面積率を算出する. 網点面積率を網点領域の階調とみなし, 塗りつぶす. 階調で近似した画像を, 階調近似画像と呼ぶ.

網点領域画像の一部を拡大したものを図 6, 階調近似画像を図 7 に示す. また, 線画像と階調近似画像を重ね合わせた画像, 再構成画像を図 8 に示す.

本実験により, 網点画像を多値画像に変換できることが確認できた.

3.5 ベクトル変換と階層化

提案アルゴリズム 3, 階調近似画像と線画像をそれぞれベクトル表現に変換し, 階層化し, Flash 形式で出力する実験を行った. ベクトル表現への変換は既存のベクトル変換ツールである AutoTrace[4] を用いた. 近似誤差 e はデフォルトの 2.00 である. 階層化, Flash 形式への変換は Illustrator を用い, 曲線の近似精度は 10 段階中 7 とした.

AutoTrace の出力を階層化したベクトル表現画像を図 9 に示す. また, Flash 形式に変換した時のファイルサイズは 151KB となった.

本実験により, 網点を含む画像をベクトル表現に変換できることが確認できた. また, 文字のような複雑な図

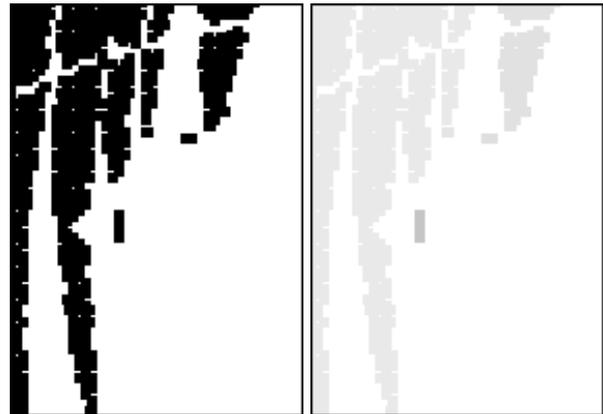


Fig. 6 Halftone-dots area

Fig. 7 Continuous tone approximation



Fig. 8 Reconstruction

Fig. 9 Vector expression

形と表やグラフのような単純な図形が混在する画像において, AutoTrace では十分なベクトル表現の変換精度が得られないことが明らかとなった.

4. まとめ

本稿では, 網点を含む 2 値画像を容易に解像度変換する手法について検討した. 網点を分離し, 階調近似した後, 線画と共にベクトル表現に変換する手法を提案した. そして, いくつかの実験により, 提案手法が実現可能であることが確かめられた.

今後は, 提案手法の評価方法について検討する. また, AutoTrace の改良が必要である.

参考文献

- [1] 吉田雅之, 渥美栄司, 高橋利至, “ソフトコピー表示における 2 値画像の多値化縮小処理,” 三菱電機技法, 1998 年 9 月号.
- [2] “TrueType Reference Manual,” <http://developer.apple.com/fonts/TTRefMan/>
- [3] 阿部淑人, “網点の基本と最新動向,” 印刷雑誌, Vol.85, 2002.
- [4] “AutoTrace,” <http://autotrace.sourceforge.net/>

早稲田大学理工学部 電子・情報通信学科
〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 55-N-06-02
Phone : 03-5236-3385
E-mail : kei@tom.comm.waseda.ac.jp