

2値画像のベクトル表現における網点の階調近似処理に関する検討

A study on Continuous Tone Approximation of Halftone Dots for Vector Representation of Binary Images

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 Univ.

†† Graduate School of GITS, Waseda Univ.

1 はじめに

コンピュータや携帯端末の普及，ペーパーレス化の観点から FAX 文書や新聞など 2 値画像をディスプレイ上に自由な大きさで表示するソフトコピー機能の要求が高まってきている．CRT や LCD は中間調を積極的に利用することで視認性の高い表示が可能である [1]．

本研究では，2 値画像を自由な解像度で表示できるように，ベクトル表現に変換する．変換時の網点の処理について検討する．

2 従来手法の問題点

ラスター形式のまま解像度変換を行う場合，いくつかの問題が生じる．まず，2 値画像における単純な縮小処理では細線が消失し，線幅の相対関係も失われる．また，曲線や斜線の拡大処理はジャギーの発生原因となる．

次に，網点の解像度変換はモアレの発生原因となる．線数と呼ばれる網点の周期と，解像度変換による再サンプリングの周期が整数倍でないときにうねりが生じ，モアレとして知覚される．

最後に，2 値画像を既存のツールによりベクトル表現に変換する手法が考えられる．しかし，同程度の視認度を持つ低解像度多値画像を，JPEG で符号化したときに比べて符号量が増加する．これは，ラスター表現に特化した網点を直接ベクトル表現に変換したためである [2]．

3 網点を考慮したベクトル表現変換

3.1 提案システム

モアレは，ベクトル表現に変換してから解像度変換を行っても発生する可能性がある．そこで，2 値画像から網点を除去する必要がある．また，画像の再現性を補うために，網点を階調近似し，合成する手法を検討する．

提案システムのデータフローダイアグラムを図 1 に示す．まず，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する．

このシステムを実現するため，以下の内部プロセスを提案する．

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. 網点画像に対してグラデーションを考慮した階調近似を行い，階調近似画像を作る．

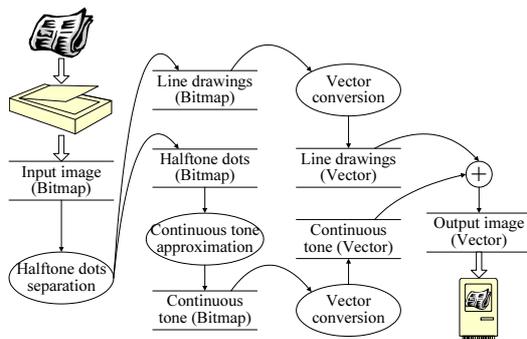


図 1 提案システムの DFD



図 2 入力画像

図 3 再構成画像

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．

3.2 網点分離と階調近似

分離手法としては，網点が孤立点である性質を利用する．画素の連結条件は 8 近傍とし，連結画素の面積がしきい値以下の場合，網点と判断する．

次に，孤立点である網点の集合を，膨張処理を行うことで網点領域を定め，網点領域毎に均等濃度かグラデーションかの特定をする．網点領域を $n \times n$ の小領域に分割する．小領域間の網点面積率の差がしきい値以上の場合，グラデーションであると判定する．そして，グラデーションの方向と勾配を計算する．適当な m ($m \geq 3$) 個の小領域の座標と網点面積率を用い，平面の方程式を満たす連立 1 次方程式を立てる．最小 2 乗法により最適解を求め，グラデーションの方向と勾配を計算する．

また，均等濃度であると判定された場合は，網点領域全体を使って網点面積率を計算し，塗りつぶす．

これらを実装し，シミュレーション実験を行った．膨張回数やしきい値は実験により定め，300dpi，2 値画像としてスキャンした画像を入力画像とした．入力画像の一部を拡大した画像を図 2，線画と階調近似画像を重ね合わせた，再構成画像を図 3 に示す．

最後に，既存のベクトル変換ツール [3] を用いて Flash 形式に変換，階層化を行った．

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，シミュレーション実験により実現可能であることが確かめられた．

今後は，網点分離や階調近似の評価，ベクトル変換の最適化やスケラビリティの検討を行う．

参考文献

- [1] 山下 春生，南光孝彦，”2 値画像の多値化に関する検討—多値化解像度変換—，”画像電子学会誌，Vol.23，No.5，pp464-470，1994
- [2] 河村 圭，渡辺 裕，富永 英義，”網点を含んだ 2 値画像のベクトル表現に関する検討，”画像符号化シンポジウム PCSJ2003，P-2.13，Nov. 2003
- [3] “AutoTrace,” <http://autotrace.sourceforge.net/>