

## ベクター表現による文字や網点を含む画像符号化システム

河村 圭                      山本 勇樹                      石井 大祐                      渡辺 裕  
 Kei Kawamura              Yuki Yamamoto              Daisuke Ishii              Hiroshi Watanabe

### 1. まえがき

画像コンテンツを効率よく蓄積、配信、閲覧するためには画像圧縮が必須である。例えば、既存の静止画像圧縮（符号化）方式として、ファクシミリ向けのJBIGやデジタルカメラ向けのJPEGなどが国際標準化されている。一方、大部分のディスプレイはラスタ表示により画像を表示するため、解像度変換により画像とディスプレイの解像度を一致させる必要がある。

そこで、我々はこれまでに、入力が容易なラスタ表示を解像度変換に適したベクター表現に変換する手法を提案している。本稿ではコンテンツ需要の大きいマンガを画像として想定し、符号量が十分小さくて機能性の高いビットストリームを得ることを目的とする。さらに、システムのブロック図と2値・多値網点分離の統合手法を提案する。最後に提案システムを実装しPDAを用いて評価実験を行う。

### 2. マンガ閲覧システムの従来手法

#### 2.1 携帯コミック閲覧システム

携帯電話などの小さなディスプレイ（主にQVGA未満の解像度）でコミックを閲覧するシステムとして、山田らは携帯コミック閲覧システムを提案している[1]。このシステムはコミックをフレーム（コマ）ごとに閲覧することを目的としている。また、フレームの閲覧順序はページをフレームに分割する線の傾きから決定される。

本システムは複雑なコミックのフレーム順序が、分割線の傾きなどにより自動的に決定可能であることを明らかにした。しかし、網点や異なるディスプレイサイズが考慮されていないため、中間調の表現やスクラビリティが不十分である。

#### 2.2 網点とその分離手法

網点とは、2値画像で中間調を擬似的に再現する印刷の手法である。広義にはテクスチャに包含されるが、解像度変換（縮小処理）によりモアレが発生するため、特に分けて考える必要がある。

網点の特性として、単位面積あたりの黒領域の面積が濃度に相当する。また、点が格子状に配置されるため、周期的に濃度が変化する。これらの点同士の距離は線数（1インチあたりの点の個数）で表される。ここで、縮小処理はダウンサンプリングと等価であり、網点の周期とサンプリング周波数が整数倍でない場合、

\*Image Coding System based on Vector Representation Including Characters and Halftone Dots

†早稲田大学大学院 国際情報通信研究科, Graduate School of Global Information and Telecommunication Studies, Waseda University.

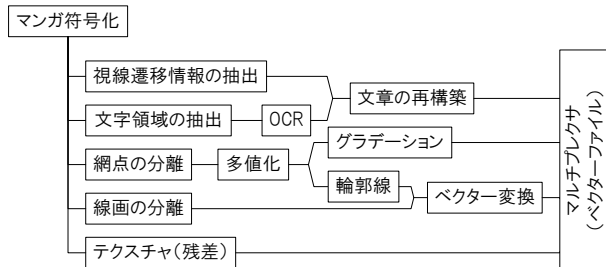


図1 マンガ符号化システムのブロック図  
 Fig. 1 A block diagram of comic image coding system

うねりという現象が生じる。これがモアレとして知覚され、主観品質を著しく低下させる。

従って、解像度変換に対する画質維持の観点からは、入力画像から網点の分離が必須である。ここで網点分離手法として、高解像度2値画像に対する我々の手法[2]と多値画像に対する大内らの手法[3]がある。また、我々は入力画像と網点の線数の比を基準にこれらを切り替える手法を提案してきた。

しかし、この切り替え基準は解像度と線数の両方が既知であるか、網点間隔を取得しているという制約がある。そのため、これらの指標が未知の画像に対して適用できず、さらに切り替え基準の境界領域で精度が低下するなどの問題が生じる。

### 3. マンガ符号化システム

#### 3.1 マンガ符号化システムのブロック図

本稿で対象としているマンガは、特性の異なる様々な画像から構成されている。具体的には、a) セリフなどを表すための文字画像、b) キャラクターや背景を構成する線画、c) 中間調を表現する網点、d) 上記以外のテクスチャとなる。

マンガの構成をふまえ、信号特性と利用方法を考慮したマンガ符号化システムを図1に示す。マンガ符号化システムは、まず、網点の分離、線画の分離、文字領域の抽出から構成される。さらに、分離した網点はベクター表現に最適な形式として、領域とグラデーションに分けて表現する。網点領域の境界線と線画はそれぞれベクター変換によりベクター表現に変換される。抽出された文字領域は既存のOCRにより文字として認識する。ただし、線画の分離手法は十分確立されておらず、本稿では網点以外をすべて線画として扱う。

入力画像として、印刷物のように本来2値であった画像のみに限定する。具体的には300dpi以上の2値・多値画像や100dpi程度の多値画像である。自然画像のようなグレースケールやカラー画像は今後の課題である。



図 2 PDA による表示例  
Fig. 2 An example of display by PDA

出力は、線画、網点、文字がベクター表現に変換され、既に広く普及しているベクターグラフィックスのプラットフォームである SVG や Flash, Postscript ファイルとなる。また、テキストはラスター表現のまま符号化され、ベクターグラフィックスに含めることも可能である。同様に、変換されたテキストはメタデータとしてベクターグラフィックスに付与される。

### 3.2 2 値・多値網点分離手法の統合

網点を分離するために、階調の有無にかかわらず網点を構成する点の中心を取得する。そこで、網点の中心画素の抽出を統合する手法を提案する。

我々は 1 次元信号における網点配置の性質を利用して、網点中心を検出する手法を提案している。まず、黒の連結画素を取得し、その中心座標同士の距離を取得する。これらの距離が等しい場合に周期性を有していると判断し、中心座標を網点中と見なす。これを  $x$  軸と  $y$  軸に対して取得し、論理積により統合する。

一方、大内らはブロック単位に網点領域の性質を利用して、網点中心を検出する手法を提案している。まず、 $3 \times 3$  画素ブロック内で最大、または最小の輝度を有し、かつ、ブロックの中央にある画素を検出する。つぎに、同じ画素ブロック内で、中央の画素値と周囲の画素値がしきい値以上の画素を検出する。両方を満たす画素をピーク画素と定義し、網点中心と見なす。

これらを入力画像に適用し、あらゆる解像度・階調について網点中心が抽出可能である。さらに、それぞれの手法で検出された網点中心は、論理和により統合する。この結果、それぞれの手法を切り分ける基準は不必要になる。

## 4. 実験と考察

まず、提案システムを実装し、マンガをスキャンして符号化を行った。PDA を用いて表示している様子を図 2 に示す。

入力画像は B6 サイズの原稿を 300dpi でスキャンした 2 値画像である。出力は EPS を経由した Flash ファイルである。PDA のディスプレイは  $320 \times 480$  画素 (約 140dpi) で、FlashPlayer を用いて表示している。

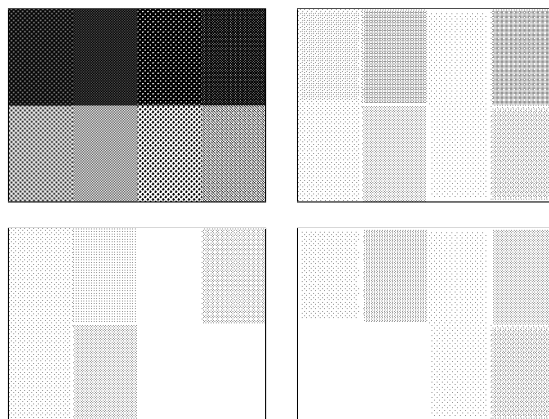


図 3 入力画像と検出結果 (左上: 入力, 右上: 統合した網点中心の検出結果, 左下: 多値画像向け手法, 右下: 2 値画像向け手法)  
Fig. 3 An input image and estimation results

PDA のように携帯電話に比べて大きなディスプレイでは、ページ単位の閲覧が可能であることがわかる。逆に、これよりも小さなディスプレイではコマのようなページ未満の大きさで閲覧する必要がある。

次に、本稿で 2 値・多値網点分離を実装し、テスト画像によって性能評価を行った。入力画像は濃度 75% (上段) と 75% (下段) に対して、多値 (左側) と 2 値 (右側) の 2 種類の線数による網点法を計算機内で適用した画像である。入力画像と検出結果を図 3 に示す。

この結果より、提案手法によりあらゆる解像度や階調の網点に対して、網点中心が取得できることが主観的に確認できる。また、それぞれの対象とする特性の網点については必ず網点中心を取得しており、さらに他の特性についても一部取得していることが確認できる。

## 5. まとめ

本稿では、線画や文字、網点を含む画像を対象として、ベクター表現を基本とする画像符号化システムを提案した。さらに、システムをブロック図にまとめ、2 値・多値網点分離手法を提案した。PDA の表示実験を行い、提案システムの実現性を明らかにした。今後は提案手法の客観評価を行う。

## 参考文献

- [1] M. Yamada, R. Budiarto, M. Endoh, and S. Miyazaki, "Comic image decomposition for reading comics on cellular phones," IE-ICE Transaction on Information and Systems, vol.E87-D, no.6, pp.1370-1376, Jun. 2004.
- [2] 河村, 山本, 石井, 渡辺, "ベクター表現による文字や網点を含む画像符号化システム," 情報処理 2006-AVM-54, no.6, Sep. 2006.
- [3] 大内, 今尾, 山田, "文字/絵柄 (網点, 写真) 混在画像の像域分離方式," 信学論 D-II, Vol.J75-D-II, No.1, pp.39-47, Jan. 1992.