

類似画像を用いたマンガの彩色 Manga Colorization Using Similar Images

佐藤 和博[†] 松井 勇佑[†] 相澤 清晴^{†*}
Kazuhiro Sato Yusuke Matsui Kiyoharu Aizawa

1. はじめに

近年、スマートフォンやタブレット端末の普及とともに、本来は紙媒体のみに限定されていたマンガが電子化され、その閲覧のされ方が大きく変わってきている。

紙媒体のマンガを電子化する場合、画像処理などのデジタル技術を利用し、よりリッチなコンテンツとして編集し売り出すための可能性が検討されている。その中でも、マンガのカラー化は需要が高く、特に海外ではアメコミなどに代表されるように、フルカラーの作品が好まれる傾向にある。

しかし、一般に彩色作業は画像編集ソフトなどを利用しても非常に手間がかかるのが現状である。また、マンガ画像とは、白黒の2値線画であり、吹き出し領域や、スクリーントーンなどを含む点で、通常の写真画像とは性質が大きく異なっている。そのため、写真画像に対する既存の彩色手法とは異なる、マンガ特有のアプローチが必要になってくる。

そこで本論文では、彩色済みの類似参照画像を利用して、未彩色の白黒マンガキャラクター画像を彩色することを目的とし、その一連の手法の検討結果を述べる。

2. 関連研究

画像彩色に関する研究の代表例として、Levinらの自然画像に対する手法が挙げられる[1]。この手法は、ユーザーが初期入力の色を与えるだけで、自動的に全体を彩色するというものである。また、Ironyらは、類似の彩色済み参照画像を利用して、グレイスケール自然画像を自動で彩色する手法を提案した[2]。この手法は、上述のLevinらの手法におけるユーザーの初期入力を、類似参照画像を与えることで代替したものと捉えることができる。これらの手法は、連続輝度値を持つ自然画像に対しては上手くいくものの、白黒2値のマンガには適用できない。

一方、マンガ画像に対しては、Quらが、有効な彩色法を提案している[3]。この手法では、Levinらの手法と同じくユーザーが初期入力を与え、その色を空間周波数応答の似ている部分に伝搬していくことで、マンガに特有のスクリーントーンなども彩色可能としている。

3. 提案手法

本研究と関連研究の位置づけを図1に示す。提案手法では、図2に示すように、1)セグメンテーション、2)キーポイント検出、3)特徴記述、4)マッチング、5)彩色と段階を踏んで処理を進めていく。以下、各段階について詳しく説明する。

	ユーザーによる 初期色入力	類似画像による 初期色入力
自然画像	Colorization using optimization [1]	Colorization by example [2]
マンガ画像	Manga colorization [3]	提案手法

図1 本研究と関連研究の関係

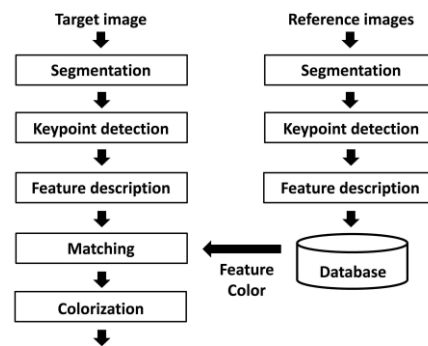


図2 提案手法の流れ

3.1 セグメンテーション

はじめに、彩色対象領域をセグメンテーションして切り出す。ここでは、Normalized cuts[4]と呼ばれる、無向グラフを最小コストで切断するためのアルゴリズムを用いた。図4左でユーザーが領域を選択したあと、距離変換を施した画像にWatershedアルゴリズムを適用し、画像をsuperpixelに分割する。このsuperpixelをグラフの各頂点とし、頂点間の重み $w(i, j)$ を以下のように定義する。

$$w(i, j) = \exp\{-d^2(i, j)/2\sigma^2\}$$

$$d(i, j) = 1 - \text{com}(i, j) / \{\sqrt{\text{per}(i)}\sqrt{\text{per}(j)}\}$$

ただし、「 $\text{per}(i)$: i 番目の superpixel の周囲長、 $\text{com}(i, j)$: i 番目と j 番目の superpixel が共有する周囲長」とする(図3)。

さらにここで行うのは、図4中央に示すように、あらかじめユーザーにより事前情報が与えられている、条件付きセグメンテーションである。よって、「 A : ユーザーにより内部領域として事前指定された superpixel の集合、 B : 外部領域として指定された superpixel の集合」とし、

$$w(i, j) = 1 \quad (i, j \in A) \vee (i, j \in B)$$

$$w(i, j) = 0 \quad (i \in A, j \in B) \vee (i \in B, j \in A)$$

と重み関数に条件を加える[5]。この重み $w(i, j)$ を要素とする行列 W を Normalized cuts の affinity matrix として用いることでセグメンテーションを行う[5]。

[†] 東京大学大学院 情報理工学系研究科

[‡] 東京大学大学院 情報学環・学際情報学府

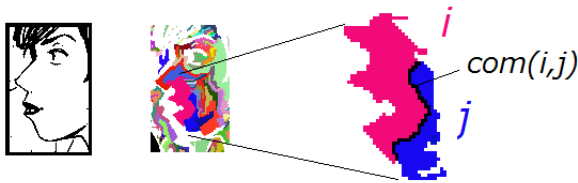


図3 隣接する superpixel (左:元画像, 右: superpixel i, j と共有ピクセル数 $com(i, j)$)

「ブラックジャックによるしく」© 佐藤秀峰, 漫画 on web (以下同様)



図4 セグメンテーション (左:入力, 中央:内部領域 (青) と外部領域 (緑) をユーザーが指定, 右:結果)

3.2 キーポイント検出

彩色対象画像に, 類似参照画像から色をコピーする箇所となるキーポイントの検出を行う. キーポイントの条件としては, 多少キャラクタの姿勢変化があっても, 相対的に同じ場所に検出されることが望ましい. 自然画像の場合は, 画像の輝度分布に基づいた SHIFT 特徴量のような手法が有効であるが, 本研究では, マンガ画像中の T 字路をキーポイントとして用いることにした. マンガは線画であるため, 線と線の接続部に T 字路が生じるが, これはキャラクタの姿勢変化が生じてても, 同じように検出されるという性質がある. 図5に細線化後の T 字路の検出例を示す.

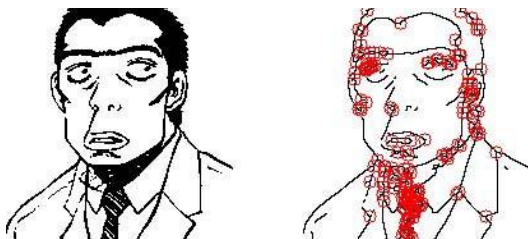


図5 T字路の検出 (左:入力画像, 右:検出結果)

3.3 特徴記述

特徴量としては, 回転不変となるようキーポイントの周辺領域を極座標展開してから, 2次元離散コサイン変換を特徴量として用いる.

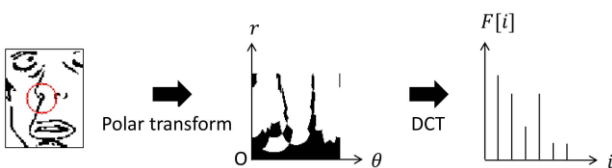


図6 離散コサイン変換 (DCT) による特徴記述

3.4 特徴マッチング

特徴記述後に, 事前に特徴を計算しておいたデータベース中の類似参照画像との特徴量のマッチングを行う. 図7にマッチング例を示す.

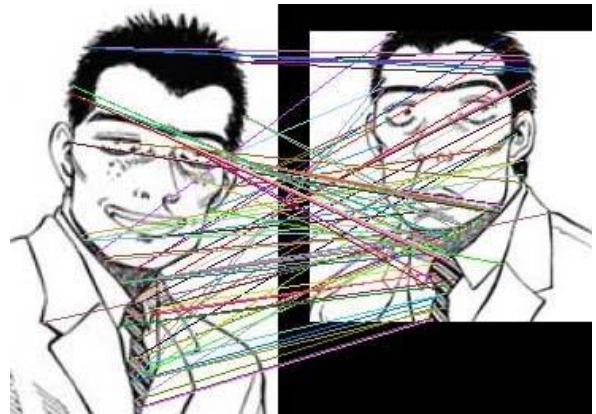


図7 マッチング例

(左:彩色前の類似画像, 右:彩色対象画像)

3.5 彩色

彩色過程においては, [3]らの手法を用いる. [3]では, ユーザーにより初期入力の色が与えられ, レベルセット法を用いてマンガ画像全体に色を伝搬させた. 同様に, 提案手法では, マッチングにより類似参照画像からコピーしてきた色を, ユーザーの代わりに[3]における初期入力として与えることで彩色を自動化することを試みる.

4. まとめと展望

本論文では, カラー電子マンガ制作における彩色作業をより簡便なものとするを目的とし, 彩色済みの類似参照画像を用いて, 白黒マンガ画像を彩色する手法を提案した. 現段階では, 数枚の参照画像とのキーポイントのマッチングまでしかアルゴリズムの実装に至っておらず, その後の彩色段階や, 参照画像のデータベース構築に関する詳細は決まっていない. 今後は, 使用する特徴量を精査してマッチングの精度向上を図り, その後の処理の細部についても検討していく予定である.

参考文献

- [1] A. Levin, D. Lischinski, and Y. Weiss. "Colorization using optimization." ACM Transactions on Graphics, Vol. 23, No. 3, pp. 689-694. (2004)
- [2] R. irony, D. Cohen-Or, and D. Lischinski. "Colorization by example." In Proceedings of the Sixteenth Eurographics conference on Rendering Techniques, pp.201-210. (2005)
- [3] Y. Qu, T. Wong, and P. Heng. "Manga colorization." ACM Transactions on Graphics, Vol. 25, pp. 1214-1220. (2006)
- [4] J. Shi, and J. Malik. "Normalized cuts and image segmentation." In Proceedings of IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pp. 731-737. (1997)
- [5] W. Chen, and G. Feng. "Spectral clustering: A semi-supervised approach." Neurocomputing, Vol. 77, Issue 1, pp. 229-242. (2012)