

写真から作るアニメーション風の画像

田辺真弥¹⁾・坂本真人²⁾

Conversion from Photographic Image to Toon Image

Shinya TANABE¹⁾ and Makoto SAKAMOTO²⁾

Abstract

Technology is making rapid progress about the field of computer graphics and image processing. They can make images just like photographs. This technique is called "Photorealistic Method". On the other hand, there is other techniques that make images like pictures or cartoons. They are called "Non-Photorealistic Method". This paper shows one of the way to convert from photographic images to toon images. Output image has such properties as interesting visuals and easy recognition. We propose some methods to make images like cell animations. We use original value at the K-means color quantization. Then, we retouch color quantization images using original methods for higher quality. And this retouching methods can combine other color quantization methods. We think that our methods will be adopted in the field of dynamic image.

Key Words: GIF, Image processing, K-means color quantization, Posterization, Toon rendering

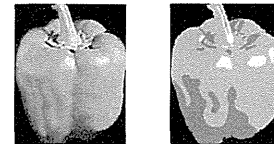
1. はじめに

1.1. 背景

コンピュータグラフィックス (CG) や画像処理による表現技法の1つに、絵画的 (非写真的) なノンフォトリアリスティック画像を作成する手法がある。本稿では、実写画像を低色数に減色することで、アニメーションで見られるようなセル画調のノンフォトリアリスティックな画像を生成する方法について述べる。

セル画の特徴には、代表的な色による平坦な色彩やはっきりとした陰影付けなどがある。人間の脳は輪郭や陰影を強調して認識しているといわれており、アニメーションはそのことを上手く利用している表現といえる。子供が好んでアニメーションを見るのも、この情報の認識のしやすさに起因しているのかもしれない。このことから、セル画調の画像は、表現手法としての面白さの他に、視覚情報を明示的に表現できるということも利点であると言える。

ここに、著者がイメージしているセル画調の1例を示しておく (図1)。なお、(図1右) は著者が写真画像をもとに、手描きで作成したものであり、本稿での提案手法による出力結果ではない。



写真画像 セル画調
(図1)セル画のイメージ。

1.2. 関連研究

減色は色量子化とも呼ばれ、実在する色をディスプレイに表示できる色数に減らすために多く研究された問題である。現在でも画像ファイルを圧縮する際に広く用いられている。代表的な手法としては、Median cut法[6]やOctree法[1][4]が挙げられる。

一方、ノンフォトリアリスティックな表現はSIGGRAPHなどで注目を集めた表現技法の1つであり、現在では映画やテレビ、広告等で広く用いられている。

本稿に関連する表現手法としては、色を諧調的に表現するポスタライゼーション[7]を挙げることができる。また、モデリングデータをセル画調にレンダリングするトゥーンレンダリング (Toon rendering) は、本稿に類似した出力を生成することができる。

1.3. 本研究の特徴

本稿では、セル画調の画像を得るため、K-means法[3][9]を用いて減色を行っている。K-means法による減色は、処理に多くの時間がかかるため、あまり実用的とされてはいなかった。しかし、コンピュータの処理速度の向上と、分類する色数 (K) が少ない場合、比較的処理時間がかからないということか

1) 情報工学専攻大学院生

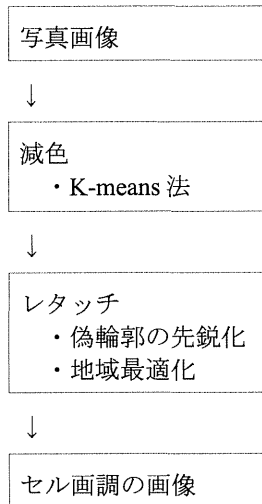
2) 情報システム工学科助教授

ら、本稿においては十分利用可能な手法であるといえる。また、オリジナルの評価基準に基づいて減色を行うため、単純な K-means 法による減色に比べ、より目的にあった出力画像を得ることができる。さらに、減色した画像をレタッチすることにより、減色のみでは表現できない効果を得ている。

2. 原理

2.1. 画像生成の過程

提案手法では、(図2)の様に減色とレタッチという工程を経てセル画調の画像を生成する。



(図2) 画像生成の過程.

2.2. 減色

2.2.1. K-means 法による減色

K-means 法は、非階層的クラスター分析の代表的な手法の1つであり、以下の手順に従い分類を行う。

- Step1. 与えられた n 個の点から k 個の点を選び、最初の重心 (初期点) とする。
- Step2. 全ての点が、最も近い重心のグループに属するように分類する。
- Step3. 分類された各グループの重心の位置を再計算する。
- Step4. Step2. ~ 3. を繰り返す。もし、重心の位置が変化しなくなれば、計算を終える。

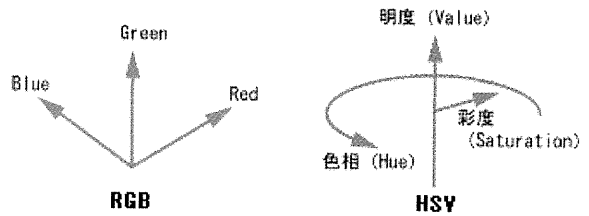
K-means 法による減色では、色空間を k 個のクラスターに分類することで減色を行う。

2.2.2. 初期点の選出

K-means 法は初期点の与え方によりクラスタリングの結果が異なる。そこで、カラーパレット作成の代表的な手法の1つである Median cut 法を用いて初期点を選出する。

2.2.3. 評価基準

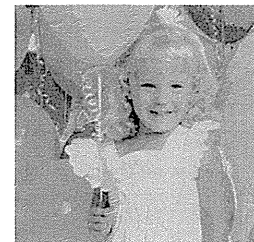
一般に、K-means 法による減色では、RGB 色空間 (図3左) でのユークリッド距離 d_{rgb} を評価基準 d として用いることが多い。しかし、提案手法ではこれに加え、HSV 色空間 [10] (図3右) でのユークリッド距離 d_{hsv} を用いる (式2)。ここで p_{rgb} p_{hsv} は、 d におけるそれぞれの占める割合である (式1)。この p_{rgb} が大きいほど減色後の画像はフォトリアスティックになり、逆に p_{hsv} が大きくなると減色後の画像は平坦になる (図4)。



(図3) 色空間.

$$p_{rgb} + p_{hsv} = 1 \dots \dots \dots (式1)$$

$$d = p_{rgb} \cdot d_{rgb} + p_{hsv} \cdot d_{hsv} \dots \dots \dots (式2)$$



$p_{rgb}=1.0$, $p_{hsv}=0.0$



$p_{rgb}=0.5$, $p_{hsv}=0.5$



$p_{rgb}=0.0$, $p_{hsv}=1.0$

(図4) 写真画像の減色.

2.3. レタッチ

2.3.1. 偽輪郭の先鋭化

低色数に減色した画像には、色の緩やかに変化する部分に、偽輪郭 (Contouring、疑似輪郭) と呼ばれる縞が発生する可能性がある (図5左)。これはセル画調の画像の味の1つでもあるが、境界が曖昧な偽輪郭は好ましくない。そこで、曖昧な偽輪郭をはっきりさせる、または無くすための処理を行う。この処理を以下、偽輪郭の先鋭化と呼ぶ。



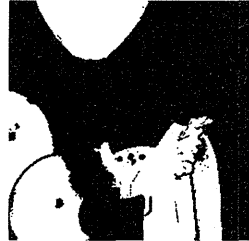
(図5) 偽輪郭の先鋭化。

まず、写真画像のRGB各チャンネルからcanny法 [5] を用いてエッジを検出し、その和をとる (図6)。

次にエッジと色を境に、減色した画像をラベリングし、面積の大きい上位N個を選出する (図7, N=5)。

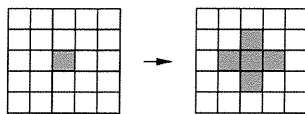


(図6) エッジ検出。



(図7) ラベリング。

そして、ラベリングした上位N個の領域の各ピクセルに対して、4近傍方向に膨張の処理を行う (図8)。

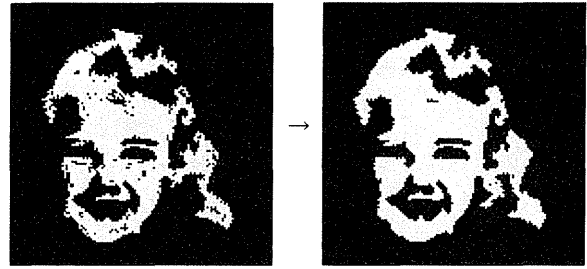


(図8) 4近傍方向への膨張。

ただし、このとき、エッジを越えての膨張はできないものとする。偽輪郭の先鋭化には、情報の価値が低い箇所を平坦にするので、情報の価値が高い箇所を特徴付けるといった狙いがある。そのため、一般的に多くの情報を持っているとされているエッジ周辺は、膨張による情報の平坦化が生じないようにする必要がある。

ここに上記の条件にそって膨張の処理を施した画

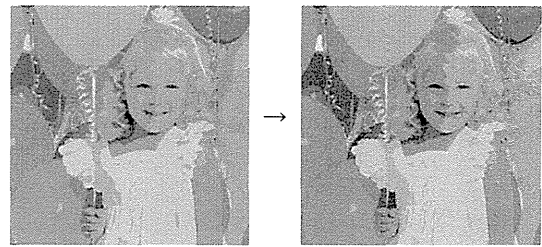
像の例を示す (図9)。エッジである表情付近 (目や口) のピクセルは膨張による侵食を受けてないことが見て取れる。



(図9) エッジを考慮した膨張。

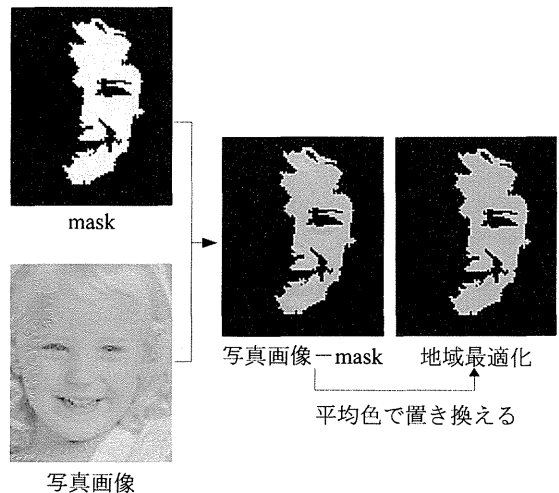
2.3.2. 地域最適化

低色数に減色した画像は、場所によって不自然な配色が行われる場合がある。そこで、写真画像の近傍値 (ピクセルのXY値) をもとに各ラベリング領域の色を最適化する (図10)。この処理を以下、地域最適化と呼ぶ。



(図10) 地域最適化。

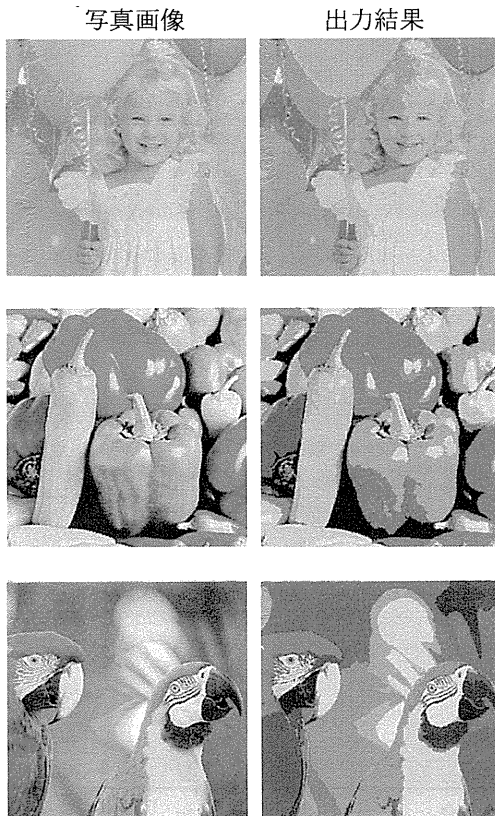
まず、各ラベリング領域をマスク画像とし、写真画像からマスク領域を抜き出す。次に、抜き出した画像の平均色をそのラベル領域の色に置き換える (図11)。



(図11) 地域最適化の過程。

3. 結果

提案手法による出力結果を以下に示す(図12)。

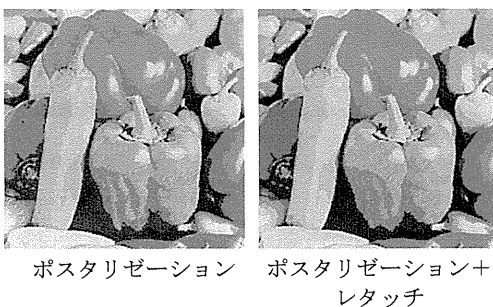


(図12) 出力結果.

4. 考察

4.1. ポスタリゼーション+レタッチ

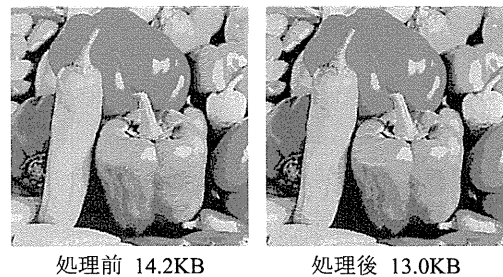
画像生成の過程におけるレタッチは、他の手法で減色した画像と組み合わせることができる。以下では、類似の出力結果を得る手法であるポスタリゼーションとレタッチを組み合わせさせた例を示す(図13)。



(図13) ポスタリゼーション+レタッチ.

4.2. 偽輪郭の先鋭化と GIF のファイルサイズ

GIFは横方向に同じ色が並んでいる場合、ファイルサイズが小さくなるという特徴を持っている。このことから、荒っぽく考えれば、広い色の塊を持っている画像の方が、よりファイルサイズは小さいことになる。偽輪郭の先鋭化は面積の狭いピクセルを潰す処理ということもできる。したがってファイルサイズを抑えることができる(図14)。また、低色数に減色してあるため、それだけファイルサイズは小さくなる(地域最適化を行わない場合)。GIFは動画を表現するアニメーションGIFをサポートしているため、フレーム毎のファイルサイズを小さくすることができれば、全体としての効果は大きい。



(図14) 偽輪郭の先鋭化によるファイルサイズの変化.

4.3. 今後の課題

今後の課題としては、プログラムの高速化が挙げられる。改良できる部分としてはK-means法の収束とラベリング処理が考えられる。K-means法については、高速K-means法[8]を利用することや、繰り返し回数を限定すること、また、ある程度収束した時点で処理を終了することなどが挙げられる。ラベリングに関しては、ラベリング処理とともに、ラベル領域のソートも大きな時間を占めている。したがって、より高速なラベリング、ソート、双方のアルゴリズムの適応が望ましい。

他の課題としては、各種パラメータ(減色時の色数やエッジ検出の閾値など)を経験的に手動で与えているという点である。これは人の手で仕上がりを調整できるという長所はあるものの、反面、随時パラメータを入力することに手間がかかることや、そのパラメータ自体が最適なものかどうかを判断することが困難であるという問題も生じる。このことから、環境に応じた最適なパラメータの導出が必要である。

5. おわりに

本稿では実写画像からセル画調の画像を生成する手法について紹介した。コーディングに際しては、Intel® Open Source Computer Vision Library [2](通称OpenCV)を利用した。出色結果は、セル画調という観点から見て特徴的な画像を生成できてい

るのではないかと著者は考えている。ここに当初手描きで作成したセル画のイメージと、提案手法による出力結果の比較を示す(図15)。(図15)から分かるように、当初想定していた画像に類似した出力を得ている。



写真画像 手描き 提案手法

(図15) 当初のイメージとの比較。

この手法の応用分野としては、ポスターや広告等の作成に利用することや、アニメーションと実写映像の自然な合成などのエンターテインメント分野での利用が期待できる。

また、今後の展望としては、動画像への応用が挙げられる。提案手法を動画像へ拡張する場合、フレーム間の色の繋がりを考慮しなければならない。その場合、過去の履歴からフレームの色を決定する必要があると考えられる。

謝辞

最後に、本研究を進めるにあたり、日頃よりご指導頂いた皆様に深く感謝致します。

参考文献

[1] D. Clark “Color Quantization using Octrees,” Dr. Dobb’s Journal, 54-57 102-104, Jan 1996.

[2] Intel Corporation 「Open Source Computer Vision Library」.
http://www.intel.com/technology/computing/open_cv/index.htm <2006年2月7日 確認>.

[3] J.B. MacQueen “Some Methods for classification and Analysis of Multivariate Observations, Proceedings of 5-th Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability”, Berkeley, University of California Press 1:281-297, 1967.

[4] Jeff Prosise “Wicked Code”, Microsoft Systems Journal Vol 11 No 8, August 1996.
<http://www.microsoft.com/msj/archive/S3F1.aspx> <2006年2月7日 確認>.

[5] John Canny “A computational Approach to Edge Detection”, Pattern Analysis and Machine Intelligence Vol. 8 679-698, 1986.

[6] P. Heckbert “Color image quantization for frame-buffer display”, Computer Graphics 16(3), 297-307, 1980.

<http://citeseer.ist.psu.edu/heckbert80color.html> <2006年2月7日 確認>.

[7] 伊藤裕之 大平智弘 岡野宏美 長船龍太郎 小城浩之 北山由紀雄 倉田和夫 源田悦夫 後藤道子 小林昭世 斉藤綾 櫻井修 白石学 須長正治 堤江美子 鶴野幸子 鶴野玲治 寺山裕策 土門良裕 樋澤明 淵上季代絵 細谷健 松隈浩之 面出和子 守屋一夫 若林尚樹 脇山真治 渡辺誠 “デジタルイメージクリエーションデザイン編 CG-”, 財団法人画像情報教育振興協会 (CG-ARTS 協会), 2001.

[8] 春日秀雄 山本博章 岡本正行 “高速K-means法を用いたカラー画像の色量子化”, 電子情報通信学会論文誌 VOL. 82-DII No. 7 1120-1128, July 1999.

[9] 株式会社 インタースコープ 「非階層クラスター分析のアルゴリズム」.

http://www.interscope.co.jp/method/m01_kmeans.html <2006年2月7日 確認>.

[10] 株式会社システム計画研究所 「ISP imaging-developers」.

<http://image-d.isp.jp/index.html> <2006年2月7日 確認>.