

アニメのリメイクに向けた線画彩色手法の検討と分析

Examination and Analysis of Line Art Coloring Methods for Remakes of Animation

木村 祐輝
Yuki Kimura

小島 朋佳
Tomoka Kojima

岩谷 巴絵
Tomoe Iwatani

植木 一也*
Kazuya Ueki

明星大学
Meisei University

Abstract: We confirmed the effectiveness of line drawing coloring using pix2pix for remakes of animation. We trained the pairs of color images and line drawings using high quality images from new animations, and colorized the line drawings on low quality images from old animations. Through the experiments, we found that low quality images were not colorized very well. Therefore, we improved the colorization by sharpening the lines of the low quality images. As a result of our experiments, we could slightly improve the problem of color mixing between the background and the characters, although the overall color variety was low and the colors became paler.

1 はじめに

近年、昔放送されたアニメに手を加えられたものが多く公開されている。過去の作品は年月が経つほど現代の映像フォーマットと比較し低水準となるため、新規ユーザーの獲得は困難となる。そのため、過去に放映された映画やアニメーションに手を加えて、新たな映像作品として放映・販売される形式は多くみられる。手を加える方法として、1から新しく作り直すリメイクと、過去の映像を加工・修復して高画質化を試みるリマスターの2つがある。しかし、どちらの作業においてもすべて人の手によって行うことは、作業工数の増加やアニメーターの確保といった問題につながる。

一方、機械学習を用いた白黒画像の色付けや、線画の彩色など、アニメのリメイクに使用できそうな技術が発展してきている。本研究では、過去の映像をリマスター化、つまり画質が粗い旧作の映像を画質が良い新作（現代風）の映像にする工程に、機械学習の技術を適用できないかどうかを検討した。具体的には、旧作の画像から線画を抽出し、pix2pix[1]を用いて着色を行うことで高画質化を試みた。これが実現できると、昔のアニメ画像の修復において色味や画質を現代のアニメ画像に近づける際、機械学習を適応することで制作を効率化できる。

2 先行研究

アニメの自動着色の研究はさまざまに取り組みされている。代表的な例として、pix2pixを用いてラフ画から自動着色を行われている[2]。また、擬似陰影の導入により、フレーム間追跡の精度向上によりアニメ線画の自動着色の品質向上を図る研究もある[3]。一方、白黒漫画の自動着色についても取り組まれている[4][5]。しかしながら、アニメ画像に対して旧作の画質から新作の画質へ変換する着色の手法はあまり確立されていない。そこで本研究では、線画に重点をおいたリメイク方法を探った。

3 確認手法

本研究では、以下の方法でアニメ画像のリメイクを行い、結果を確認をする。

- (1) 旧作のカラー画像と新作のカラー画像を準備する。
- (2) 新作の画質の画像を作るモデルを学習するため、新作のカラー画像から線画を抽出し、線画とカラー画像のペアを準備する。
- (3) pix2pixを用いて線画とカラー画像のペアを学習し、線画から新作の画質のカラー画像を生成する。
- (4) 旧作のカラー画像からも同様の方法で線画抽出し、新作の画質のカラー画像が生成できるかを確認する。

*連絡先：明星大学 情報学部 情報学科
〒191-8506 東京都日野市程久保 2-1-1
E-mail: kazuya.ueki@meisei-u.ac.jp



旧作の画像



新作の画像

図 1. 使用する画像の例

4 実験

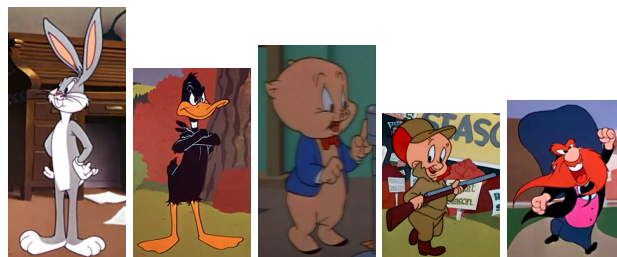
4.1 使用するデータ

本研究では、旧作のアニメ画像と新作のアニメ画像の DVD から 1 秒おきに画像を抽出したものを利用する。旧作の画像としては、「ルーニー・チューンズ DVD BOX」¹から画質が古いアニメである 9 話²を選択して実験に使用する。新作の画像としては、「ルーニー・チューンズ・コレクション/バグス・バニー 特別版」³から本編の全 13 話を用いる。以降、旧作の画像の話数は [旧 1 話] から [旧 9 話] とし、新作の画像は [新 1 話] から [新 13 話] と呼ぶ。使用する画像の例を図 1 に示す。上段に示す旧作の画像は画質が粗くぼやけているのに対し、下段に示す新作の画像は高画質で鮮明な画像であることがわかる。

4.2 実験条件

本実験では、旧作の画質から新作の画質への変換ができるかどうかを確認した。特に、キャラクターが正しい色で着色されているか、背景とキャラクターの境界が分離できているかについて分析した。評価対象のキャラクターは図 2 に示す、バグス・バニー、ダフィー・ダック、ダフィー・ピッグ、エルマー・ファッド、ヨセミテ・サム の 5 種類に絞った。以降、それぞれのキャラクターをバグス、ダフィー、ダフィー、エルマー、サムと呼ぶ。

旧作の画像の話数ごとのキャラクターの登場回数を表 1、新作の画像の話数ごとのキャラクターの登場回数を表 2 に示す。話数によって登場するキャラクターが限られるため、話数によって評価の対象は絞られる。全体的にバグスの登場回数が最も多い。ポーキーは



バグス ダフィー ポーキー エルマー サム

図 2. 評価対象のキャラクター

学習データに含まれていないため、評価対象外とした。また、新作のテストデータにおいて、ダフィーは含まれていないため評価対象外とした。

本実験では、学習データとして新作の画像 13 話のうち [新 1 話] から [新 10 話] までを用いた。テストデータは、新作の画像 [新 11 話] から [新 13 話] と旧作の画像 [旧 1 話] から [旧 9 話] について評価し、結果について比較する。学習データは 4,282 枚、新作のテストデータは 1,386 枚、旧作のテストデータは 3,802 枚となった。

線画とカラー画像のペアの学習には pix2pix を用いた。画像から畳み込みによりダウンサンプリングするエンコーダー、データをアップサンプリングして画像に戻す変換を行うデコーダー、着色が本物か判別するディスクリミネーターを 200 エポックまで学習し、最終エポックのエンコーダー、デコーダーのモデルを用いて、旧作の線画に着色し評価を行う。

4.3 実験結果

新作の線画への着色結果の例を図 3 に示す。新作の線画への着色は、大半が正しく着色できていることがわかる。

一方、旧作の線画への着色結果でみられた傾向について図 4 に示す。大別すると以下の 4 つの傾向が明確になった。

¹宝島社、2009 年 6 月 8 日発売、ISBN:978-4-7966-7157-6

²名曲の喧しい夕べ、ウサギ協奏曲、産みにくいアヒルの子、命がけのクイズショー、バグスの独立戦争、標的は誰だ、妖精にご用心、バグスリングで燃えろ、料理の達人

³ワーナー、2003/12/05 発売、JAN コード 4988135544650

表 1. 旧作の画像におけるキャラクターの出現回数

話	バッグス	ダフィー	ポーキー	エルマー	サム	キャラクターなし
[旧 1 話]	62	0	81	0	0	365
[旧 2 話]	361	0	0	0	0	79
[旧 3 話]	5	217	50	0	0	140
[旧 4 話]	5	327	260	0	0	35
[旧 5 話]	102	0	0	0	190	134
[旧 6 話]	260	243	0	209	0	36
[旧 7 話]	5	0	218	0	0	208
[旧 8 話]	221	0	0	0	0	191
[旧 9 話]	264	0	0	0	0	155

表 2. 新作の画像におけるキャラクターの出現回数

話	バッグス	ダフィー	ポーキー	エルマー	サム	キャラクターなし
[新 1 話]	217	0	0	0	0	238
[新 2 話]	183	233	0	130	0	70
[新 3 話]	253	0	0	0	207	107
[新 4 話]	180	0	0	0	0	244
[新 5 話]	269	0	0	132	0	112
[新 6 話]	224	0	0	0	0	181
[新 7 話]	191	0	0	0	0	249
[新 8 話]	200	0	0	0	232	92
[新 9 話]	195	0	0	0	0	228
[新 10 話]	284	0	0	0	0	157
[新 11 話]	126	0	0	0	0	368
[新 12 話]	185	0	0	0	239	109
[新 13 話]	256	0	0	220	0	115

- 図 4 の左端のボックスの例では、学習データが多いため比較的正しく着色できている。
- 図 4 の中 2 つに示すダフィーやエルマーの例では、学習データが少ないため色が淡くなる。
- 図 4 の右端に示すサムの例では、灰色っぽくなる。
- 背景が複雑だと正しく着色できていない。

その他に、複数のキャラクターが一つの画像に含まれる場合には他のキャラクターの色が混ざる例がみられた。また、例外として、キャラクターの一部に関係ない色が入ってしまうものもみられた。

4.4 向上の対策

旧作の線画に対する正しく着色できていないことから、新作の線画と旧作の線画を抽出し、違いについて確かめた。線画を抽出する手法は、画像を拡張して元画像との差分を取る方法を採用した。新作の線画と旧作の線画を抽出した例を図 5 に示す。これらの線画を比較すると、新作の線画は線が濃く境界が明確であるのに対し、旧作の線画は線が薄く境界が不明確であることがわかる。

旧作の線画を、画質が良い新作の線画に近づけることを目的に加工を行った。線画を加工する手法として、薄い画像をはっきりさせるプログラム⁴を利用した。このプログラムでは CLAHE (Contrast Limited Adaptive

Histogram Equalization) を用いることで、ヒストグラムを調整する役割を持っている。線画は濃くする処理は 4 回行ったものと 7 回行ったものの 2 種類を作成した。2 種類の画像の例を図 6 に示す。この手法で生成した 2 種類の線画を入力し、改善がみられるか検証した。

4.5 改善対策の結果・考察

4.3 節であげた傾向に対して、線画の加工をすることにより次のような結果が得られた。

一つ目の比較的着色が正しく着色できているボックスの例を図 7 に示す。線画の加工によりキャラクターと背景との境界が鮮明になり、ぼやけた着色が減りはっきりとした画像になっている。

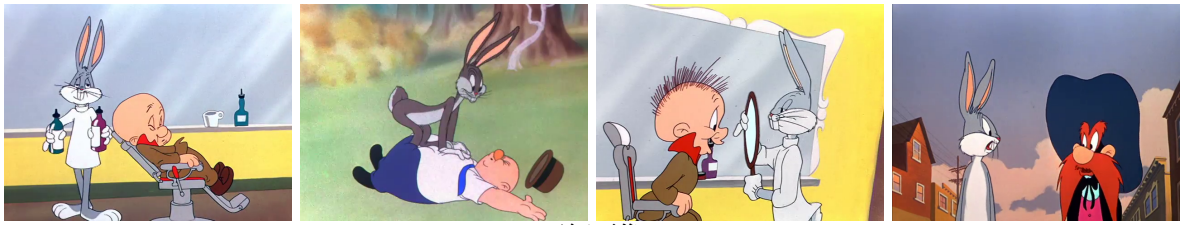
二つ目の、色が淡くなってしまった例を図 8 に示す。線画の加工の処理を加えたところ、色が単調になってしまい意図した着色がされなかった。

三つ目の、サムが灰色になる例を図 9 に示す。この例においても、線画の加工により色が単調になってしまった。

四つ目の、背景が複雑な場合の例を図 10 に示す。処理前は背景の色がキャラクターに混ざっていたのに対し、線画の加工により背景とキャラクターの境界が明確になったことがわかる。しかし、線画の加工により色が単調になってしまう問題もある。

今回の手法では、ぼやけた着色を減らすことやキャラクターと背景の境界を鮮明にすることに対して有効性を見出すことができた。しかしながら、キャラクターによって着色の精度に偏りがある問題については、学習データに偏りがあることが原因と考えられるので、少ないキャラクターのデータを増強する必要がある。

⁴<https://qiita.com/ka10ryu1/items/bb8f73a732e5da3a1abc>



正解画像



着色結果画像

図 3. 新作のカラー画像（[新 11 話]～[新 13 話]）から抽出した線画に対する着色結果

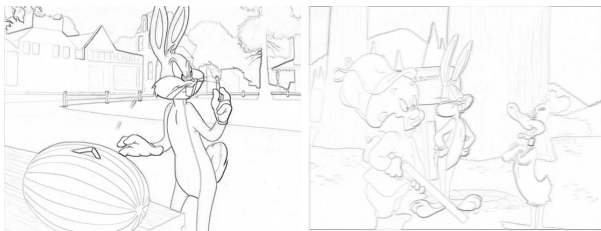


正解画像



着色結果画像

図 4. 旧作のカラー画像（[旧 1 話]～[旧 9 話]）から抽出した線画に対する着色結果



新作の線画

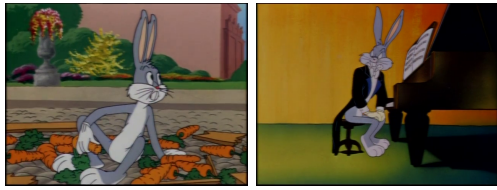
旧作の線画

図 5. 新作の線画と旧作の線画

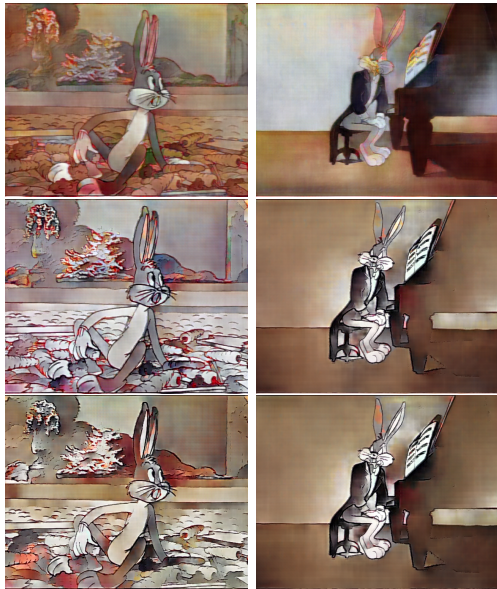


上段：処理なし，中段：4回処理，下段：7回処理

図 6. 線画を加工した例



正解画像

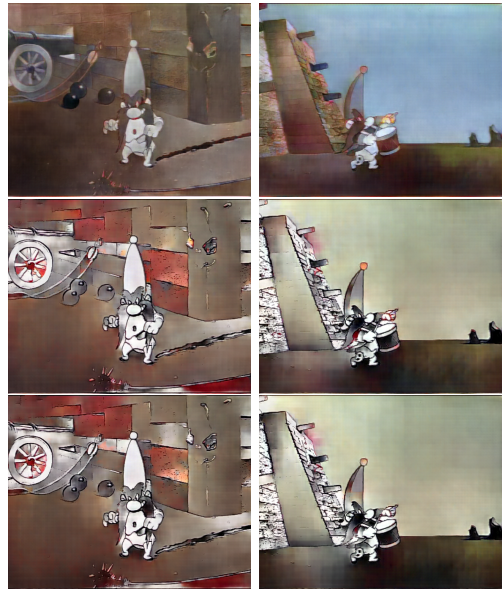


上段：処理なし，中段：4回処理，下段：7回処理

図 7. 線画処理回数による着色結果 (バグスの例)



正解画像



上段：処理なし，中段：4回処理，下段：7回処理

図 9. 線画処理回数による着色結果 (サムが灰色になる例)



正解画像

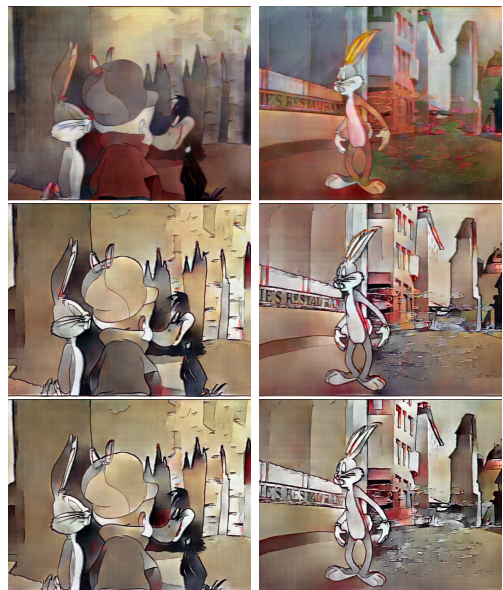


上段：処理なし，中段：4回処理，下段：7回処理

図 8. 線画処理回数による着色結果 (色が淡くなってしまった例)



正解画像



上段：処理なし，中段：4回処理，下段：7回処理

図 10. 線画処理回数による着色結果 (背景が複雑な例)

5 まとめ

本研究では、旧作のアニメ画像を新作のアニメ画像に近づけることを目的に、加工した線画への着色から画像の高画質化を試みた。加工した線画を用いることで、キャラクターと背景との境界を明確にでき、背景と混色する問題も解決できた。しかし、データ数が少ないキャラクターの着色の精度が低い問題や、線画を加工することで色が単調になってしまう問題は今後取り組む必要がある。

今後の課題として、以下の4つの対策を検討している。

- 旧作のカラー画像と新作のカラーのペアを学習し、旧作から新作へ直接的な変換を行う。
- キャラクターのみの画像を扱うことで、背景に影響されないように着色をする。
- 線画の加工時に線の強弱をつけて、新作の線画により近づける。
- 少ないキャラクターのデータを増やして他のキャラクターの着色精度を上げる。

参考文献

- [1] Phillip Isola, Jun-Yan Zhu, Tinghui Zhou, Alexei A. Efros: Image-to-Image Translation with Conditional Adversarial Networks, *arXiv:1611.07004*, (2016)
- [2] 榎原 香波, 田村 仁, 檜山 正樹, 入江 俊, 仲田 仁: Deep Learning を用いたラフ画の自動清書・着色, 情報処理学会第 80 回全国大会 (2018)
- [3] 陸 儀, 中島 克人: 擬似陰影を用いたフレーム間追跡によるアニメ線画の自動着色, 第 23 回画像の認識・理解シンポジウム (2020)
- [4] 古澤 知英: 2-1 漫画の半自動着色手法 Comicolorization, 映像情報メディア学会誌 Vol.72 No.5 pp.347-352 (2018)
- [5] Paulina Hensman, Kiyoharu Aizawa: cGAN-based Manga Colorization Using a Single Training Image, *arXiv:1706.06918*, (2017)