

CNN ベースのカラー化手法の検証とその改善法の提案

Request of the Manuscript for IPSJ Kansai-Branch Convention 2017

新家 歩[‡] 森 和貴[‡] 原田 智広[†] ターウォンマット ラック[†]
Shinya Ayumu Mori Kazuki Harada Tomohiro Thawonmas Ruck

1. はじめに

濃淡画像や、モノクロ動画に対して色付けを行うカラー化と呼ばれる研究分野がある。従来、カラー化はユーザの入力や参照画像を基に各ピクセルを最適化する最適化手法が主流であった。しかし、近年では深層学習の発展により、畳み込みニューラルネットワーク（以下 CNN）を用いることで、ユーザや参照画像の入力無しに自動でカラー化を行う手法が提案されている。これは大量の画像データセットによって、濃淡画像を入力することでカラー化された画像を出力するようにネットワークを学習させることで実現している。

既存の CNN を用いたカラー化手法は学習に使用する画像によってカラー化できる画像が大きく左右されるという問題がある。本稿では CNN ベースの自動でカラー化を行う手法でありながら、ユーザの介入が可能な Richard らの手法において、自然画像でない画像に対するカラー化の精度を検証し、手法の改善の提案を行う。

2. 関連研究

2.1 既存のカラー化手法

現在に至るまでカラー化手法は様々な手法が提案されている。第一に挙げられるのが、濃淡画像に対する疎なユーザ入力（以下ポイント）を基に、最適化を用いた局所的なカラー化を行う Huang[1]らの手法である。ポイントは濃淡画像上の位置と任意の色彩を持つ。ユーザがポイントを濃淡画像上に入力することで、ポイント周辺が示した色彩に着色される。これらの手法は図1に示すように、結果を得るために多くのポイントが必要となり、ユーザがポイントの入力に不慣れであるときに正確なカラー化が行えないという問題点がある。またポイントを必要とせずに参照画像を基にカラー化を行う、Gupta[2]らの手法が提案されている。これらの手法は最適化を用い、参照画像のピクセル値を濃淡画像に転移させることでカラー化を行っている。この手法は参照画像が濃淡画像と類似したコンテンツを持つとき、正確なカラー化を実行できる。しかし、図2に示すように参照画像が濃淡画像と共有したコンテンツがないとき、また類似したものでないとき上手くカラー化がなされないという問題がある。近年では、深層学習の発展に伴い、CNN を学習させることで、ポイントや参照画像を必要としない



図 1 Huang の手法のカラー化例 ([1]より引用)

全自動でカラー化を行う、飯塚[3]らの手法が提案されている。これらの手法は CNN により、入力された濃淡画像の特徴を抽出し、画像から得られた特徴を基にカラー化を行っている。これらの手法は自然なカラー化された画像を得ることが出来るが、学習事例に即したカラー化であり、前述した2つの手法とは異なりユーザの介入が一切ないため単一の結果しか得られないという問題点がある。また CNN を用いたこの手法は学習に使用する画像によってカラー化できる画像が制限される。例えば、自然画像で学習された



図 2 Gupta の手法によるカラー化例
左から濃淡画像、参照画像、カラー化画像

ネットワークは自然画像の濃淡画像であれば適切なカラー化結果を得ることが出来る。しかし、図3に示すように、浮世絵や漫画などの自然画像でない画像に対しては適切なカラー化を行うことができない。

2.2 Richard らの手法

深層学習を用いたカラー化手法として Richard[4]らの提案した手法を検証する。Richard らは既存の CNN を用いたカラー化手法の問題点として単一の結果しか得ることが出来ず、ユーザの好みを取り入れることが出来ないことをあげている。この問題を解決するために、Richard らは濃淡画像とポイントから、濃淡画像のカラー分布を予測するネットワークを提案した。提案されたネットワークは従来の CNN を用いた手法同様、自動でカラー化を行いながら、ポイントの入力や参照画像としてカラー画像を学習に取り入れることで、カラー化の結果にユーザの好みを取り入れることを可能にしている。また Richard らはユーザの入力を必要とするカラー化手法はユーザがシステムに不慣れであるとき、正確なカラー化が行えないという問題をあげている。これは入力から各ピクセルの色の分布を予測し、カラーパレットに表示させることで解決している。また、ユー



図 3 飯塚の手法による浮世絵のカラー化例
左から濃淡画像、出力画像

[‡] 立命館大学大学院情報理工学研究科
Graduate School of Information Science & Engineering, Ritsumeikan University

[†] 立命館大学情報理工学部
College of Information Science & Engineering, Ritsumeikan University

ザのポイントの入力とは別に、濃淡画像と任意のカラー画像を入力とし、そのカラー画像を基に濃淡画像のカラー化を行うことができる。

3. 検証

Richard らの手法は CNN による自動カラー化を実現し、従来手法の問題点をユーザの入力や参照画像を取り入れることにすることで解決しつつ、ユーザに色を推薦することで、カラー化に不慣れたユーザも使用できるようになっている。しかし、学習に使用する画像によって、カラー化できる画像が制限されるという問題には触れられていない。そこで、Richard らのネットワークに自然画像でない画像を入力したとき、どのような結果が得られるかを検証する。

3.1 検証 1

自然画像でない濃淡画像として浮世絵を用いて Richard らのネットワークに入力した。結果を図 4 に示す。

3.2 検証 2

検証 2 では、検証 1 で使用した浮世絵と、参照画像を入力し検証を行った。参照画像となるカラー画像には、Richard らのデモに用いられている自然画像を入力とした。結果を図 5 に示す。

4. 結論と手法の改善

図 4, 図 5 に示すように、自然画像でない画像を入力したとき、参照画像の有無に関わらず、画像の一部だけカラー化、または画像全体が同じ色でカラー化され、適切にカラー化されないことが分かる。

Richard らの手法は濃淡画像に対してユーザがポイントを入力することでもカラー化を行うことができる。図 6 に検証で用いた浮世絵の一部に対してポイントを入力し、カラー化を行った結果を示す。図 6 より、入力なしでカラー化を行ったとき背景や肌などカラー化されなかった部分も、ポイントを入力することで、カラー化されることがわかる。この結果から CNN ベースのカラー化手法において、学習に使用されていない画像群に対して適切なカラー化を行えない問題は、濃淡画像に対して自動でポイントを作成することで解決できると考えられる。ポイントの作成には参照画像と濃淡画像のマッチングなどがあげられる。

5. 参考文献

- [1] Huang, Yi-Chin, et al. "An adaptive edge detection based colorization algorithm and its applications." *Proceedings of the 13th annual ACM international conference on Multimedia*. ACM, 2005.
- [2] Gupta, Raj Kumar, et al. "Image colorization using similar images." *Proceedings of the 20th ACM international conference on Multimedia*. ACM, 2012.
- [3] Iizuka, Satoshi, Edgar Simo-Serra, and Hiroshi Ishikawa. "Let there be color!: joint end-to-end learning of global and local image priors for automatic image colorization with simultaneous classification." *ACM Transactions on Graphics (TOG)* 35.4 (2016): 110.
- [4] Zhang, Richard, et al. "Real-time user-guided image colorization with learned deep priors." *arXiv preprint arXiv:1705.02999* (2017).



図 5 検証 2 結果
上段が参照画像，左側が濃淡画像



図 4 検証 1 結果
左側から濃淡画像，出力画像



図 6 ポイントを入力したとき
左側から濃淡画像，ポイント，出力画像