

射影変換とStyle Transferを用いた デザイン文字列作成法に関する研究

令和4年度

大阪市立大学工学部
電気情報工学科

馬 場 将 史

概要

がいよー

目次

第1章	序論	1
1.1	研究背景	1
1.2	研究目的	3
1.3	本論文の構成	3
第2章	関連研究	4
2.1	Style Transfer	4
2.1.1	Style Transferとは	4
2.1.2	Convolutional Neural Networkを用いた画風変換手法	5
2.2	Style Transferとデザイン文字	5
2.2.1	の手法	5
2.2.2	テクスチャ画像をGANを用いる手法	5
2.2.3	SegmentationとGANを用いる手法	5
2.2.4	GANを用いる手法	6
2.3	Style Transferとロゴ	6
2.3.1	の手法	6
2.3.2	の手法	6
2.4	本研究の位置づけ	6
第3章	理論	7

3.1	Convolutional Neural Network	7
3.2	Generative Adversarial Network	7
3.3	Wasserstein GAN	7
3.4	WGAN with a gradient penalty	7
第4章	提案手法	8
4.1	デザイン文字列を自動作成する処理の流れ	8
4.2	対象のデザイン文字列	9
4.3	実装	11
4.3.1	文字列の歪みの転写	11
4.3.2	距離変換および色やエフェクトの転写	11
第5章	評価実験	12
5.1	実験内容	12
5.2	実験結果	12
第6章	結論	13
6.1	まとめ	13
6.2	今後の課題	13

図目次

1.1	デザイン文字の例	1
1.2	文字の配置が複雑なデザイン文字の例	2
1.3	形状の歪みをもつデザイン文字列の例	2
4.1	デザイン文字列の自動作成処理の流れ	8
4.2	デザイン文字列の自動作成処理の流れ	9
4.3	本手法の対象ではない形状の歪みをもった文字列画像の例	10
4.4	本手法の対象の形状の歪みをもった文字列画像の例	10

表目次

第1章

序論

1.1 研究背景

現代では、我々はしばしば色やエフェクトなどによって飾り付けられた文字を目にする。このように装飾された文字は「デザイン文字」と呼ばれる。デザイン文字は装飾のないシンプルな文字と比べ、目立ちやすく具体的なイメージを与えやすい点で優れている。例えば、次の図 1.1は赤い「炎」という文字に燃えているようなエフェクトを付与したものであるが、装飾のない「炎」に比べメラメラと炎が燃えている印象が相手に良く伝わると考えられる。



図1.1 デザイン文字の例

そのため、デザイン文字は特に目立たせたい文字や印象づけたい文字に用いられている。特に、作品のタイトル・企業名・商品名などのロゴは、印象に残ることが重要なためデザイン文字が用いられることが多い。一方、そうしたデザイン文字の作成には高度な技術や多大な時間を要することもあり、したがって、デザイン文字の作成手法の研究には意義がある。

ここで、実際にデザイン文字が用いられる場面を想定すると、単一の文字としてではなく、複数文字からなる文字列として用いられることが多いと予想できる。ゆえに、デザイン文字の作成手法よりも「デザイン文字列」の作成手法は有用だといえる。

但し、ここで言う「デザイン文字列」はデザイン文字を単に並べてできる文字列とは少し異なる。それは、デザイン文字列にしかない要素がいくつか存在するからである。ここでは、デザイン文字列にしかない要素の例を三つ挙げる。

一つ目は、文字同士の間隔である。文字同士の間隔は通常の文書でも与える印象を左右する要素であるが、デザイン文字列においても同様に印象を左右する要素である。

二つ目は、文字の配置である。デザイン文字列では、文字列を構成する文字の配置を複雑にすることがある。次の図 1.2はその一例である。

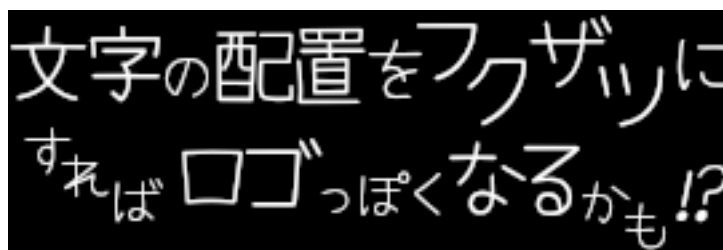


図1.2 文字の配置が複雑なデザイン文字の例

この図 1.2のようなデザインは昨今のアニメ作品のロゴに用いられている場合がある。

三つ目は、文字列の形状の歪みである。デザイン文字列では、目を引くデザインとするために敢えて文字列を歪ませることがある。次の図 1.3はその一例である。



図1.3 形状の歪みをもつデザイン文字列の例

この図 1.3のようなデザインはロゴの他にチラシなどで用いられることがある。

以上で述べたように、デザイン文字列には多種多様なものが存在する。そして、より多種多様なデザイン文字列の自動作成を可能とするために手法を研究することには意義がある。

1.2 研究目的

第2章で詳述するが、1.1節で述べたようなデザイン文字列をStyle Transferを用いて作成する研究の先行研究は、筆者の調査した限りでは見当たらなかった。そのため、デザイン文字列を対象とすることには新規性が認められる。

そこで、本研究の目的は「デザイン文字列を別のデザイン文字や文字列画像をもとにStyle Transferを用いて自動で作成する手法の開発」とする。なお、本研究ではデザイン文字列に特有の要素のうち、特に文字列全体の形状の歪みを扱うとする。

1.3 本論文の構成

本論文の構成は次のようになっている。第1章では本研究の背景と目的を述べた。第2章では本研究に関連する先行研究を紹介する。第3章では本研究の前提知識となる理論について述べる。第4章では本研究が提案する手法について述べる。第5章では本研究で実施した評価実験の内容とその結果を述べる。最後に、第6章では本論文の結論と今後の課題を述べる。

第2章

関連研究

本研究ではStyle Transferを用いてデザイン文字列を生成している。(第4章で詳述する.)
そこで本章では, まず2.1節でStyle Transferについて述べる. 次に, 本研究の関連研究として 2.2節でStyle Transferをデザイン文字に応用した研究を紹介し, 2.3節でStyle Transferをロゴに応用した研究を紹介する. 本章の最後に, 2.4節でこれらの先行研究を踏まえた本研究の位置づけについて述べる.

2.1 Style Transfer

2.1.1 Style Transferとは

Style Transferとは「対象の構造を決定づけるデータ」と「対象の見た目や雰囲気を決めるデータ」の二種類を上手く融合させ, 新たなデータを生成する技術である. この二種類のStyle Transferへの入力データのうち, 「対象の構造を決定づけるデータ」は「コンテンツ」と呼ばれ, 「対象の見た目や雰囲気を決定づけるデータ」は「スタイル」と呼ばれる.

例えば, Style Transferの主要なタスクの一つである画風変換では, 「画像中の物体の輪郭や配置」が「コンテンツ」に相当し, 「画像の色使いやタッチ」が「スタイル」に相当する.

2.1.2 Convolutional Neural Networkを用いた画風変換手法

Gatys *et al.*[1]は、Convolutional Neural Networkを用いて画風変換を行う手法を提案した。当時、Image Analogies[2]のように、Neural Networkを用いない画風変換手法は既に存在していたが、画風変換にNeural Networkを用いるのは先駆的な試みであった。この手法の発表以後は、Neural Networkを用いない手法も研究されていた[3]ものの、Neural Networkを用いた手法がより盛んに研究されるようになり [4], [5], 主流な手法となった。

2.2 Style Transferとデザイン文字

2.2.1 の手法

Yang *et al.*[6]は、デザイン文字におけるStyle Transferという問題を提起し、これを解決する手法としてパッチマッチングを応用した手法を提案した。

デザイン文字のエフェクトと Style Transferをデザイン文字に応用した研究の中では重要な研究の一つである。なぜなら、[6]の主要な結果の一つである、文字の文字の骨格部分、すなわち文字を構成する線の中心線の集まりは「スケルトン」 Neural Networkを用いてはいないものの、後の研究に影響を与えた

文字のスケルトンとの距離とエフェクトに対応関係があることを明らかにし、

2.2.2 テクスチャ画像をGANを用いる手法

Yang *et al.*[7]は、

2.2.3 SegmentationとGANを用いる手法

Wang *et al.*[8]は、

2.2.4 GANを用いる手法

Yang *et al.*[9]は,

2.3 Style Transferとロゴ

2.3.1 の手法

Ter-Sarkisov.[10]は,

2.3.2 の手法

アタルサイハン[11]は,

2.4 本研究の位置づけ

本章でここまで述べてきたように,「デザイン文字のStyle Transfer」に関する研究は多く存在する. しかし,「ロゴのStyle Transfer」に関する研究は少なく, ましてや「デザイン文字列のStyle Transfer」に関する研究は筆者の調査した限りでは見当たらなかった.

そこで, 本研究ではデザイン文字列の自動生成手法に関して研究を行う.

また, デザイン文字列のもつ形状の歪みは Style Transferでは扱いづらい. そこで, 回帰分析や射影変換組み合わせることで歪みのあるデザインからの歪みの推定・転写を可能にし, 単なるStyle Transferでは扱えないものに対応することを目指す.

第3章

理論

本章では,

3.1 Convolutional Neural Network

3.2 Generative Adversarial Network

3.3 Wasserstein GAN

3.4 WGAN with a gradient penalty

第4章

提案手法

本章では、まず4.1節で提案手法の処理の流れを説明する。次に、4.2節で対象とするデザイン文字列を明示する。本章の最後に、4.3節で4.1節で述べた処理の実装について述べる。

4.1 デザイン文字列を自動作成する処理の流れ

本手法では、次の図 4.1 のようにしてデザイン文字列を自動作成する。

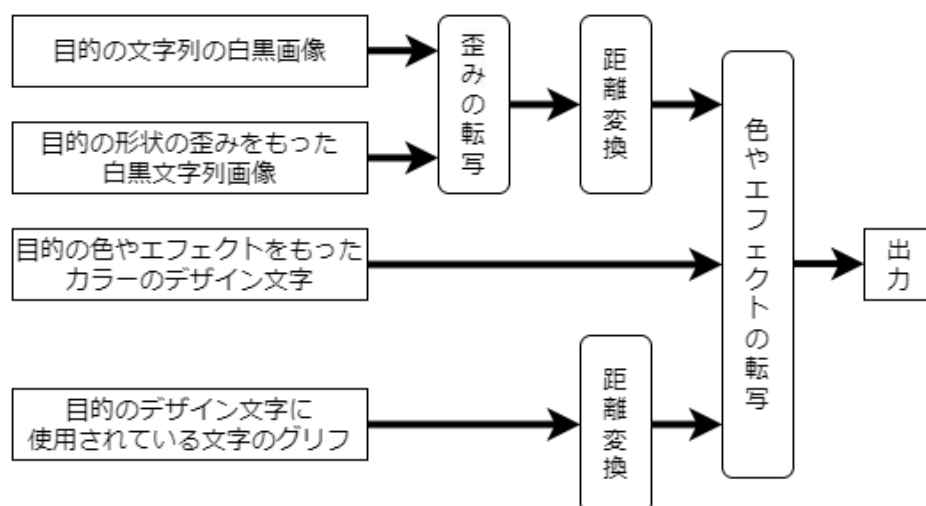


図4.1 デザイン文字列の自動作成処理の流れ

図 4.1に示した処理の流れを順に説明する。

本手法を用いてデザイン文字列を作成するために必要な入力データは次の4つである。

入力1: 出力されるデザイン文字列において使用したい文字列の白黒画像

入力2: 出力されるデザイン文字列全体の形状の歪みを指定するための白黒文字列画像

入力3: 出力されるデザイン文字列の色やエフェクトを指定するためのカラーのデザイン文字

入力4: 入力3のカラーのデザイン文字に使用されている文字のグリフ

これらのうち、まずは入力2のもつ形状の歪みを分析して入力1に形状の歪みを転写することで、目的の形状の歪みを持った目的の文字列の白黒画像を作成する。次に、形状の歪みの転写を用いて作成した白黒文字列画像と、入力4に対してそれぞれ距離変換を施す。最後に、得た二枚の距離変換画像と入力3から最終的に出力するデザイン文字列を作成する。以上が、本手法におけるデザイン文字列の自動作成処理の流れである。

4.2 対象のデザイン文字列

本手法では、デザイン文字列のうち文字の配置が横一行のもののみを対象とする。つまり、1.1節で述べたようなデザイン文字列に特有のスタイルのうち、文字列全体の形状の歪みのみを本手法の対象とし、文字の配置や文字の間隔などは対象外とする。

但し、形状の歪みによって文字配置が横一直線でなくなったものも本手法の対象とする。例えば、次の図 4.2の文字配置は傾いているが、こうした文字列も本手法の対象とする。



図4.2 デザイン文字列の自動作成処理の流れ

さらに、本手法での歪みの転写の実装上、入力2は次の二つの条件を満たす必要がある。

条件1: 画像中の適切な位置で、適切な回数だけ、縦線で左右に画像を分割すれば、分割された各領域内の形状の歪みは単純な射影変換で再現できる。

条件2: 条件1で述べた適切な画像の分割回数が文字数に比べて十分少ない。

二つの条件のうち、条件1は目的とする形状の歪みが射影変換を用いて再現可能であるための必要条件を表している。例えば、次の図 4.3の文字列はいくら画像を縦線で左右に分割したとしても、分割された各領域内の形状の歪みは単純な射影変換では再現できないため、本手法の対象ではない。



図4.3 本手法の対象ではない形状の歪みをもった文字列画像の例

一方、次の図 4.4aの文字列は画像の中央を通る縦線（図 4.4bの赤線）で左右に画像を分割すると、分割された各領域内の形状の歪みが単純な射影変換で再現できるため、本手法の対象となる。



図4.4 本手法の対象の形状の歪みをもった文字列画像の例

また、二つの条件のうち条件2は、本手法において目的とする形状の歪み方がうまく検出されるために必要な条件を表している。（後の4.3.1節で詳述する。）

4.3 実装

4.3.1 文字列の歪みの転写

4.1節で述べた処理のうち，文字列の歪みの転写は次のように行っている．

バウンディングボックスの検出

歪みの数を決定する（後述）

区分線形回帰

歪みの数の決定方法

制御点の位置を計算

アルゴリズム 1 文字列の歪みの転写

```
1: function MAX_IN_ARRAY(array)
2:   max  $\leftarrow$  0
3:   for all element  $\leftarrow$  array do
4:     if element > max then
5:       max  $\leftarrow$  element
6:     end if
7:   end for
8:   return max
9: end function
```

4.3.2 距離変換および色やエフェクトの転写

先行研究??で提案されたモデルを用いる．

第5章

評価実験

本研究では，第4章で述べた手法を評価するためにユーザアンケートを行った．そこで，本章ではまず5.1節でアンケート内容について述べる．次に，5.2節で得られたアンケート結果について述べる．

5.1 実験内容

被験者アンケートの内容

5.2 実験結果

被験者アンケートの結果

第6章

結論

6.1 まとめ

6.2 今後の課題

謝辞

本論文の作成にあたり，指導教員として終始懇切なるご指導をして下さいました，本学電子情報系専攻の上野敦志講師に深く感謝申し上げます。また，研究を進める上で様々なご助言をいただきました，蔡凱教授に感謝の意を表します。

本研究の評価実験にご協力いただいた同研究室の皆様ならびに情報処理領域の皆様に感謝申し上げます。最後になりましたが，本研究室の皆様には日頃からご協力に感謝いたします。

参考文献

- [1] L. A. Gatys, A. S. Ecker, and M. Bethge, “Image style transfer using convolutional neural networks,” in *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, Jun. 2016.
- [2] A. Hertzmann, C. E. Jacobs, N. Oliver, B. Curless, and D. H. Salesin, “Image analogies,” in *Proceedings of the 28th Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques*, ser. SIGGRAPH ’01, New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2001, pp. 327–340, ISBN: 158113374X. DOI: 10.1145/383259.383295. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1145/383259.383295>.
- [3] M. Elad and P. Milanfar, “Style transfer via texture synthesis,” *IEEE Transactions on Image Processing*, vol. 26, no. 5, pp. 2338–2351, 2017. DOI: 10.1109/TIP.2017.2678168.
- [4] J. Johnson, A. Alahi, and L. Fei-Fei, “Perceptual losses for real-time style transfer and super-resolution,” in *Computer Vision – ECCV 2016*, B. Leibe, J. Matas, N. Sebe, and M. Welling, Eds., Cham: Springer International Publishing, 2016, pp. 694–711, ISBN: 978-3-319-46475-6.
- [5] Y. Li, N. Wang, J. Liu, and X. Hou, “Demystifying neural style transfer,” in *Proceedings of the 26th International Joint Conference on Artificial Intelligence*, ser. IJCAI’17, Melbourne, Australia: AAAI Press, 2017, pp. 2230–2236, ISBN: 9780999241103.

- [6] S. Yang, J. Liu, Z. Lian, and Z. Guo, “Awesome typography: Statistics-based text effects transfer,” in *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, Jul. 2017.
- [7] S. Yang, Z. Wang, Z. Wang, N. Xu, J. Liu, and Z. Guo, “Controllable artistic text style transfer via shape-matching gan,” in *International Conference on Computer Vision*, 2019.
- [8] W. Wang, J. Liu, S. Yang, and Z. Guo, “Typography with decor: Intelligent text style transfer,” in *The IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, Jun. 2019.
- [9] S. Yang, J. Liu, W. Wang, and Z. Guo, “Tet-gan: Text effects transfer via stylization and destylization,” in *AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 2019.
- [10] A. Ter-Sarkisov., “Network of steel: Neural font style transfer from heavy metal to corporate logos,” in *Proceedings of the 9th International Conference on Pattern Recognition Applications and Methods - ICPRAM*, INSTICC, SciTePress, 2020, pp. 621–629, ISBN: 978-989-758-397-1. DOI: 10.5220/0009343906210629.
- [11] ガ. アタルサイハン, “Typographic design generation using neural style transfer,” Ph.D. dissertation, 九州大学, 2022. [Online]. Available: <https://irdb.nii.ac.jp/01211/0005350653>.