

コミック作成における平均描画手法の可能性

Possibility of Averaged Drawing Method in Comics

新納 真次郎*¹
Shinjiro Niino

中村 聡史*¹
Satoshi Nakamura

鈴木 正明*¹
Masaaki Suzuki

小松 孝徳*¹
Takanori Komatsu

*¹ 明治大学 総合数理学部 先端メディアサイエンス学科

Meiji University, School of Interdisciplinary Mathematical Sciences, Department of Frontier Media Science.

In our past work, we proposed a method to generate an average handwritten character and showed that average handwritten characters were beautiful. In this paper, we apply this method to draw figures and clarify characteristics of average drawing method by analyzing the dataset of handwritten figures. In addition, we execute the experimental test about the difference between dominant hand's drawing and non-dominant hand's drawing and implement a prototype system of drawing tool based on our method.

1. はじめに

スマートフォンやタブレット PC などの普及により、コンピュータ上で絵を描く環境を安価で整備することが可能になり、pixiv などに代表される画像投稿サイトの広がりによってコンピュータを利用して絵を描く人が増えてきている。また、コミックを描き、ウェブ上で公開したり、電子書籍として販売したりしているケースも多く存在している。さて、こうした人が絵を描くことを支援するシステムを実現するためには、人が描く絵はどのようなものなのかということ、そして人がどのように頭の中のものを絵として再現しているのかを知る必要がある。

ここで、中村らの研究[中村 2014]では手書き文字をフーリエ級数展開によって数式化し、複数の手書き文字の数式を平均化することによって、平均的な手書き文字を生成する仕組みを実現している。こうして生成された平均手書き文字に対する評価実験で平均文字が高く評価されることから、人は頭の中に理想とする文字があるが手が思い通りに動かないため毎回ブレており、結果的に平均文字が高く評価されるという可能性を明らかにした。我々は、この手書き文字に関する特徴が手描き図形にも言えると考え実験を行ってきたが[新納 2015]、これまで行ってきた実験では、評価者の人数などが不十分であった。そこで本研究では下記のような仮説を立て実験を行った。

- (仮説 1) 実際の手描き図形に比べ、複数回の試行を平均化した平均手描き図形は綺麗になる
- (仮説 2) 複数人で生成した平均手描き図形は、個人の平均図形よりも綺麗になる

また個人の描いたものを平均したものがその人の理想の図形という仮説が正しいとするなら、非利き手で描いた図形も平均することで理想の図形になると我々は考えた。そこで我々は以上の仮説に加え、

- (仮説 3) 非利き手で生成した平均図形も、複数回の試行を平均化することで綺麗になり、やがて利き手で生成した平均図形と近くなる

という仮説を立てた。

本研究では、この 3 つの仮説を検証するため、評価実験を実施し、その特徴について明らかにする。また、その特性を考慮してコミック作成を支援するプロトタイプシステムを実装し、その可能性について検討する。

連絡先: 新納 真次郎, 明治大学総合数理学部先端メディアサイエンス学科, 東京都中野区中野 4 丁目 21-1, 03-5343-8334, ev30546@meiji.ac.jp

2. 関連研究

Limpaecher ら[Limpaecher 2013]は、クラウドソーシングにより複数人で描かれた手描き図形を収集し、収集されたストロークをもとに、リアルタイムにストロークのブレを修正する手法を提案している。この手法は、大規模データをもとにガウス分布を作り、さらにその平均を算出し、ベクトルを使うことで、ストロークのズレを直すことが可能である。しかし平均化によってどのような結果になるのかは明らかにされていない。

Zitnick ら[Zitnick 2013]は、曲率を利用してこれまでに書いたストロークとの一致度を計算し、その一致度が高いものを集めて平均化することにより、手描きを美化する手法を提案している。本提案手法は、フーリエ級数展開により手描き図形を数式化し、平均化するという点で、手法は違うものの類似した研究であると言える。しかし、Zitnick らの手法は、同一人物の同一図形の手描きストロークは、曲率が類似するという前提としており、曲率が異なる他者の手描き図形の平均化には向いていない。また、この研究では平均化によって個々の図形は美化されるのかといったことに対する実験は十分ではなく、複数人の図形の平均化や平均図形の特性については明らかにしていない。

一方、ShadowDraw[Lee 2011]は、大規模な画像データベースを構築し、絵を描く際にリアルタイムな高速画像検索により、描きたい絵だと推測されるものを影として背景に表示する手法である。これは手描き図形を美しく描くことをアシストするものではあるが、平均化といった観点で研究を行っていない。

五十嵐ら[Igarashi 1998]は、計算機を利用した幾何学的図形描画の操作負担を減らす手法として、対話的整形と予測描画を提案し、さらにそのプロトタイプシステムを実装している。この手法により、きれいな平行四辺形や化学器具などを描くことが可能である。一方、我々は単純に平均化によりどういった結果になるかを明らかにするため、本研究を行っている。

3. 図形データセット構築

平均手描き図形に関する特徴分析を行うために、データセットを構築した。ここでは、ドラえもん・アンパンマン・バイキンマン・コックさんの 4 種に関する手描き図形を収集し、その平均化を行った。これらの図形を、Processing で実装した図 1 のようなペン入力可能なシステムを用いて利き手・非利き手にわけ 5 回ずつ描いてもらった。なお、図形の描き順や描く方向は、図 2 のように Web システム上でストロークを GIF アニメーションで提

示し、それに従い描いてもらった。データセット構築には明治大学 総合数理学部の学部生 8 人(右利き 7 人, 左利き 1 人)に協力してもらった。なお, 8 人を選定する際, 日常的に絵を描いている人が 4 人と, そうではない人が 4 人になるよう調整した。入力デバイスには, Wacom 製のペンタブレット CINTIQ 13HD を使用した。またこのシステムを動作させるにあたって, Apple MacBook Pro(Retina 13-inch プロセッサ 2.8 GHz Inter Core i5 メモリ 16GB 1600MHz DDR3)を使用した。



図 1 図形データセットシステム



図 2 描き順提示システム

我々は得られた図形データセットに対して, 各ユーザの利き手で 5 回描いたものを平均化した利き手平均図形, 非利き手で 5 回描いたものを平均化した非利き手平均図形, 利き手・非利き手でそれぞれ 5 回ずつ描いたものを平均化した両手平均図形を生成した。さらに 8 人の平均図形を全員で平均をとった全体平均図形を生成した。ここで得られた図形データセットは, Web サイト^{*3}から閲覧することが可能である。その一部の例を示したのが図 3 である。

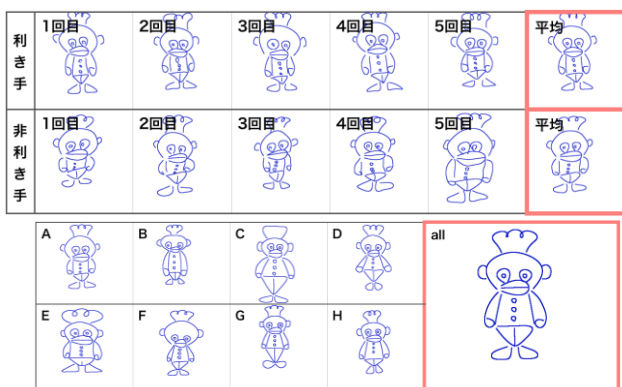


図 3 図形の平均化

4. 評価実験

4.1 実験の手続き

1 章の 3 つの仮説を検証するために, 図 4 のような Web 評価システムを構築し, 図形に対して評価を行ってもらった。ここでは図形を描いてもらったデータセット構築者 8 名と, データセット非構築者 8 名に協力してもらった。それぞれの実験の手続きは以下のようにになっている。



図 4 Web 評価システム

(1) 仮説 1 に対する実験

ユーザが利き手・非利き手で実際に描いた計 10 パターンの図形と, 利き手平均図形, 非利き手平均図形, 両手平均図形をランダムに提示し, その中から評価者が綺麗だと思う図形を 1~3 位で順位付けしてもらった。

(2) 仮説 2 に対する実験

ユーザそれぞれの平均図形と, 全員分の描いた図形を平均した平均図形をランダムに提示し, その中から評価者が綺麗だと思う図形を 1~3 位で順位付けをしてもらった。

(3) 仮説 3 に対する実験

ユーザそれぞれの利き手平均図形を上方に, 非利き手平均図形を下方にランダムに並べ, その中から評価者が似ていると思う図形同士をペアリングしてもらった。

4.2 実験結果

(1) 仮説 1 に対する実験結果

評価実験の結果を図 5 に示す。グラフの横軸には, 左から利き手で描かれた図形と, 非利き手で描かれた図形, 利き手平均図形, 非利き手平均図形, 両手平均図形が並んでいる。縦軸は, 評価者の 1 位評価を 3 点, 2 位評価を 2 点, 3 位評価を 1 点とした時の平均スコアを示している。1 つの図形あたりのスコア合計点は 6 点となるため, スコアの期待値は 0.4615 である。

図 5 を見ると実際に利き手で描かれた図形に比べ, 利き手平均図形が高く評価されていることがわかる。そのことは利き手だけではなく, 非利き手においても同じことが言える。さらに, 一番高く評価されていた図形は両手平均図形であることがわかる。

^{*3} <http://nino.nkmr.io/Research/showAvgData2.php>

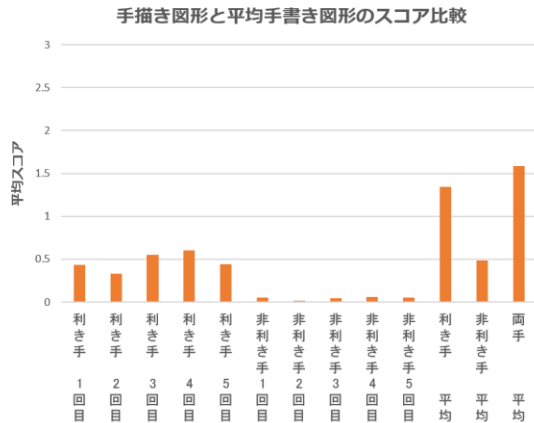


図5 実際の手描き図形と平均図形のスコア比較

(2) 仮説2に対する実験結果

評価実験の結果を図6に示す。グラフの横軸には、手描き入力を行った8人(A~D:日常的には描いていない人, E~H:日常的に描いている人)それぞれの平均図形と、それらを平均した全体平均図形(all)を比べ、縦軸は、評価者の1位評価を3点、2位評価を2点、3位評価を1点とした時のスコア平均を示している。1つの図形あたりのスコア合計点は6点となるため、スコアの期待値は0.667となる。



図6 各ユーザ(A~H)の平均図形と全体平均図形(all)のスコア比較

図6を見ると、それぞれのユーザの平均図形より明らかに全員で平均した平均図形のほうが高く評価されていることがわかる。また日常的に絵を描いている人と、そうではない人では、さほど差がないことが分かる。

(3) 仮説3に対する実験結果

評価実験の結果を図7に示す。グラフの横軸に4種類の図形を示しており、縦軸はペアリングの正答率を表している。なお、ランダムにペアリングを行った際の正解率の期待値は13%になる。

この結果より、どの図形においても期待値を大きく上回る70%近くの正解率でペアリングができていくことがわかる。

ペアリングの正解率
(ランダムに選択した際の正解率の期待値は13%)

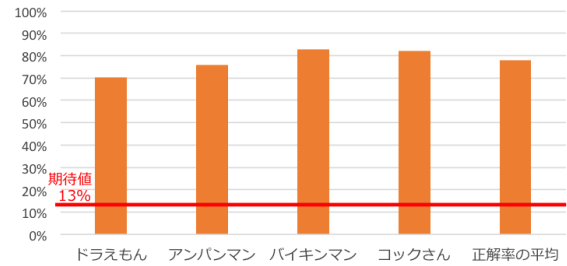


図7 利き手平均図形と非利き手平均図形のペアリングの正解率

4.3 考察

(1) 仮説1に対する実験結果の考察

今回の実験より、非利き手より利き手の図形が圧倒的に高く評価されること、利き手平均図形は、実際に描かれた利き手の図形よりも高く評価されることがわかった。また、非利き手の実際の図形は評価がかなり低いが、非利き手の平均図形となると利き手で実際に描いたものと同様の結果となっていることがわかる。このことより、平均図形は1回で描かれた図形よりも綺麗になるという(仮説1)を明らかにした。なお、両手平均図形が利き手平均図形に比べ高く評価されている理由は、利き手平均図形は5回分の手描き図形の平均なのに対し、両手平均図形は10回分の手描き図形の平均なので、より整った図形になったのではないかと考えられる。そこで、今後は何回分の平均により十分に綺麗になるのかといったことを明らかにしていく予定である。

また以前の研究で行った実験[新納 2015]では、実際に利き手で描いた図形に比べ、非利き手平均図形の方が高く評価されていた。一方、今回の実験では実際に利き手で描いた図形の方が、非利き手平均図形よりも高く評価されていた。これは、前回用いたタブレットがペンの接地面と実際に描画されている面が離れていたが、今回のタブレットは一体化されたものであり、より今回のものが使いやすくなっていたことが理由として考えられる。

(2) 仮説2に対する実験結果の考察

実験結果より、個人の平均図形よりも複数人が描いたものを平均した全体平均図形のほうが、より綺麗であるという(仮説2)を明らかにした。このことより、各個人の絵に対する認識のブレが、複数人で平均化することにより打ち消され、本来の図形により近づいて評価が高かったのではないかと考えられる。

(3) 仮説3に対する実験結果の考察

同じ見本を見ながら描いているにも関わらず、似ている図形同士をペアリングさせる実験結果において正解率が高くなった理由は、非利き手で描いた歪んだ図形も平均化することで綺麗になること、そして、その平均的な図形にその人の手描きの個性が反映されており、この個性は利き手・非利き手に関わらず表れているからであると考えられる。これらの結果により、非利き手で生成した平均図形も、複数回の試行を平均化することで綺麗になり、やがて利き手で生成した平均図形と近くなるという仮説(仮説3)を明らかにした。

5. プロトタイプシステム Average Painter

今回明らかにした「実際の手描き図形に比べ、複数回の試行を平均化した平均手描き図形が綺麗になる」ということを利用したペイントシステムのプロトタイプシステム **Average Painter** を **Processing** で実装した。このシステムは、既存のペイントシステムにあるような基本的な機能に合わせ、図形を平均化して描いていく平均描画手法を利用することができる。具体的なシステムの使い方は、同じ場所に複数回、同じような線を描いていくと平均的な線が赤く表示され、それをクリックすると平均的な線を描画するといった内容となっている。実行画面を示したのが図 7 であり、それらの機能を示したのが図 8 である。このような機能がついたペイントシステムを使うことで、例えば顔の輪郭を何度か書くことによって平均的な輪郭が生成され、理想的で綺麗な絵が描けるのではないかと考えている。

このシステムの有用性を調べるための実験については今後の予定である。



図 7 ペイントシステムの実行例

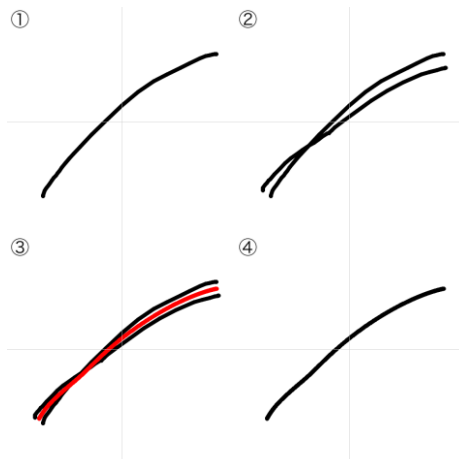


図 8 平均描画手法

6. まとめと今後の課題

本研究では、手描き図形の平均をとったものは綺麗になるという仮説を検証するために、4種類の図形のデータセットを構築し、複数の実験を行った。実験では具体的に以下のような3つの仮説を明らかにした。

- 実際の手描き図形に比べ、複数回の試行を平均化した平均手描き図形が綺麗になる
- 複数人で生成した平均手描き図形は、個人の平均図形よりも綺麗になる
- 非利き手で生成した平均図形も、複数回の試行を平均化することで綺麗になり、やがて利き手で生成した平均図形と近くなる

今回の実験では、データセット構築を行う際に描き数・描き順・描き方向を指定して描いてもらったが、これらを指定するのはユーザの描きにくさに繋がると思われる。そこで今後は、描き数・描き順・描き方向が統一されていなくてもストロークの対応づけを自動的に行うシステムの実装をする予定である。このようなシステムを使って実験を行うことで、より自由な描き方で図形を描くことができるため、今後の実験ではそのようなシステムで行うことを検討している。

さらに、この実験で明らかにした「1回で描いた図形よりも平均をとった図形が綺麗になる」という平均図形の性質を利用した、コミック作成におけるペイントツールのプロトタイプシステムを実装した。具体的には、同じ場所に線を描くことで、その平均的な線を表示させ、ユーザにオリジナルのストロークか、平均的なストロークかを選択させるようなシステムとなっている。なお、このシステムでは、ストローク同士が近ければ平均化を行なうかどうかを対話的に聞くといった処理をしているので、線をたくさん描くような絵に対しては不向きであると考えられる。今後は、このような問題を改良するため、意図したときにだけ平均をとるようなシステムにしていく必要がある。

謝辞

本研究の一部は、JST CREST, 明治大学重点研究 A の支援を受けたものである。

参考文献

- [新納 2015] 新納 真次郎, 中村 聡史, 鈴木 正明, 小松 孝徳: 平均図形も美しい, エンタテインメントコンピューティングシンポジウム 2015, 2015.
- [中村 2014] 中村 聡史, 鈴木 正明, 小松 孝徳: 平均文字は美しい, エンタテインメントコンピューティングシンポジウム 2014, 2014.
- [Limpaecher 2013] Alex Limpaecher, Nicolas Feltman, Adrien Treuille, Michael Cohen: Real-time drawing assistance through crowdsourcing, ACM SIGGRAPH 2013 Conference Proceedings, Volume 32 Issue 4, No. 54, July 2013.
- [Zitnick 2013] C. Lawrence Zitnick: Handwriting Beautification Using Token Means, SIGGRAPH, 2013.
- [Lee 2011] Yong Jae Lee, C. Lawrence Zitnick, Michael F. Cohen: ShadowDraw: Real-Time User Guidance for Freehand Drawing, SIGGRAPH, 2011.
- [Igarashi 1998] Takeo Igarashi, Sachiko Kawachiya, Hidehiko Tanaka, Satoshi Matsuoka, Drawing System for Rapid Geometric Design, ACM Conference on Human Factors in Computing System (CHI'98), 1998.