

人物キャラクターの模写における絵の評価システムの提案

山田太雅^{†1} 棟方渚^{†1} 小野哲雄^{†1}

絵の制作支援を行う研究は盛んに行われている。一方、ユーザが描いた絵がどの程度「上手」であるかという、評価に関する研究は数が少ない。そこで、ユーザが模写した絵に対して点数を算出するシステムを提案する。対象とする絵は人物キャラクターの顔とし、システムは顔を構成する目などのパーツの特徴量を抽出する。そして、模写の対象となる絵と、ユーザが描いた絵がそれぞれ持つ特徴量を比較することで絵の評価を行う。

1. はじめに

様々なペイントツールが作成され、多くのユーザに使用されている。加えて、pixiv[1]に代表されるイラスト投稿サイトでは利用者数が、年々増加している。これらのイラスト投稿サイトでは、アニメに登場する人物キャラクター（以下、アニメキャラ）（図1）を題材としたイラストが多数投稿されている。多くの投稿者は、自身の絵を公表することで様々な評価をもらい、技術向上へのモチベーションを高めていく。技術の向上という観点で見ると、このような絵の練習方法のひとつに模写がある。模写は手本となる絵を見ながら写し取ることである。この写し取りの作業を通して、絵に対する理解を深めることができる。

しかし、自分が描いた絵に客観的な評価を下すことは難しい。模写対象の画像と比較しても、どの箇所を修正すれば絵が改善できるか判断がつかない。解決方法として他者に評価してもらうことが考えられるが、自分の絵を見せることに抵抗を持つ人も少なくない。

そこで、本研究ではユーザが模写した絵を機械が評価するシステムを提案する。本システムは、ユーザが模写した絵（以下、模写画像と定義）と模写の対象となる絵（以下、元画像と定義）からそれぞれ抽出した特徴量の差を点数に反映させる。

システムが対象とする絵の種類として、アニメキャラクターの顔を採用した。顔に重点を置いた理由は、人物キャラクターの評価に大きく左右される内容であり優先的に取り扱うべきと考えたためである。



(左から) ©2015 サンカクヘッド / 集英社
「干物妹! うまるちゃん」製作委員会 / ©原悠衣・芳文社 / 白詰女子高一年藤組

図1 アニメキャラクターの顔の例

2. 関連研究

河谷らは、アニメキャラクターが持つ属性(萌え因子)を定義し、属性ごとにアニメキャラクターを分類する方法についてまとめている[2]。その研究では特徴量の抽出方法や、分類方法について詳しく述べられている。この研究では、特徴量として目の形状や髪の毛の色を採用している。特に目については、「アニメキャラクターにおいて最も特徴が現れている部位」という説明がなされている。本研究絵の評価の際にも目の描画を重点に評価するよう基準を設けた。

ユーザの手描き画像を補完する研究がいくつもなされている。例えば、Heloiseらの研究[3]では、ユーザが一筆書きで書いた線から綺麗な図形を出力する。これらの研究は、素描技術の無い人でも綺麗な図を描けることを目的とし、補完後の出力画像に重点が置かれている。本研究ではユーザが描いた絵への評価が主軸となっており、目的が異なっている。

作画の補助に着目した研究には、合田らによる、デッサンやモチーフの特徴を抽出し、誤りの同定とアドバイスの提示を行う、鉛筆デッサン支援システムの提案がある[4]。合田らが作成したシステムは、デッサンの画像データと、3次元モチーフのモデルデータからそれぞれ特徴データを抽出し、書籍や絵画教室のアドバイスデータを参考に誤りパターンの同定とアドバイスの生成を行う。ユーザによる評価実験の結果、デッサン初心者に対しては有効なアドバイスを提示できることが示された。一方で、手描き線の前処理が適切でなかったため、正しいアドバイスを提示できない場合があり、画像処理の内容が不十分であることがわかった。特徴量を定義し、ユーザが描いた絵とデッサンの対象物についてそれぞれ抽出し、比較を行う点は本研究のアプローチと類似している。しかし、この研究では、デッサン対象として皿やコップという単純な形状を扱っている。システムが抽出する特徴量も直線や曲線など基本的なものしか取り扱わない。このような特徴量では、アニメキャラクターの顔のような複雑な絵を評価するのは難しい。そこで本研究では、目や口などの顔を構成するパーツの形状や配置といった独自の特徴量を定義することでこれを解決している。

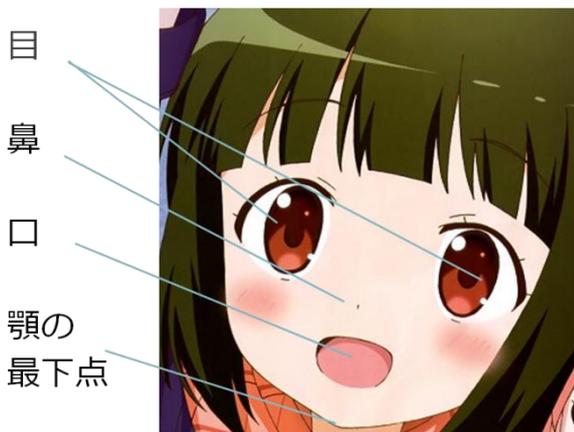
^{†1} 北海道大学大学院情報科学研究科

3. 実装内容

本研究はユーザが模写したアニメキャラ画像を入力として、どの程度正確に模写できたかを表す評価値を出力する機能を実装した。評価にあたって、必要な特徴量と評価基準を定義した。

3.1 特徴量の定義

アニメキャラクターの顔を扱う際の特徴量を両目、鼻、口のパーツの形状と、それらの中心座標および、顎の最下点の座標とする(図2)。ここで、顎の最下点は、顎を構成する2本の直線の交点とする。これらは顔を構成する重要なパーツであり、その位置や大きさ形状によって顔の様相が大きく変わる。「萌えキャラクターの描き方」[5]では、正面を向いている顔を描く際の顔のパーツの配置について、「目は顔全体の半分の位置に描き、鼻は顎と目の中心に、口は鼻と顎の中心に描くのが良い」と説明しており、これらのパーツの配置が重要であることがわかる。ただし、眉毛は髪にかかっている場合が多いため抽出は困難と判断し、本研究では取り扱わないことにした。



©原悠衣・芳文社/ハロー!! きんいろモザイク製作委員会

図2 アニメキャラクターの顔の特徴量

3.2 特徴量の抽出

システムは鉛筆などの筆記具を用いた手描き画像に対応しており、線のかすれや汚れを除去する機能などがある。鉛筆などの筆記具に対応した理由は、ペンタブレットなどのツールと違い、これらの道具は普段から使用しており、特別な練習は必要としないためである。

システムには、定義した特徴量を簡単にかつ正確に抽出するインターフェースが実装されている。ユーザがキャラクターの顔をクリックすることで、図3左のように顔のパーツを囲むような楕円が自動的に移動する。この楕円はその内側の情報を抽出する機能を持っており、手動でも操作できる。楕円内の情報を抜き取った後は、余計な箇所を消し

ゴムツールで除くことが出来る。図3右は特徴量を全て取り終えた状態を示す。

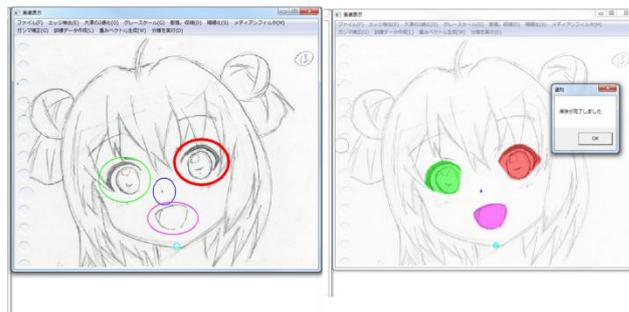


図3 特徴量の抽出処理

3.3 評価基準

教本「萌えキャラクターの描き方」[5]や前実験でのアンケートの結果をもとに独自の評価基準を設けた。特に目については、情報量は非常に大きいため様々な視点で評価した。

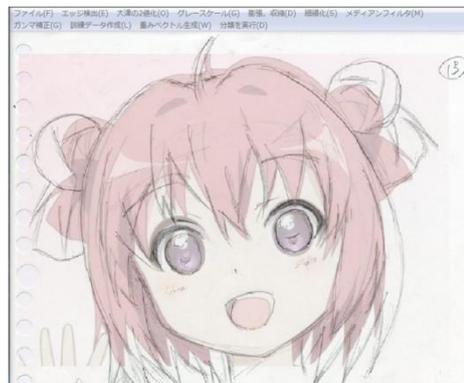
評価を行う前に原画像と模写画像の位置と大きさを一致させる処理を行う。具体的には下記の式を最小化する m, n, w の値を決定する。ただし、 (x_i, y_i) は模写画像における各パーツの中心座標、 (a_i, b_i) は元画像における各パーツの中心座標、 N はパーツの数である。 m, n はそれぞれ x 方向、 y 方向の移動量、 w は拡大率を示す。

$$f = \sum_{i=1}^N [\{x_i - w(a_i - m)\}^2 + \{y_i - w(b_i - n)\}^2]$$

これを解くと m, n, w の値はそれぞれ

$$m = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left(a_i - \frac{x_i}{w} \right) \quad n = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left(b_i - \frac{y_i}{w} \right)$$

$$w = \frac{N \sum (a_i x_i + b_i y_i) - (\sum a_i \sum x_i + \sum b_i \sum y_i)}{N \sum (a_i^2 + b_i^2) - \left((\sum a_i^2)^2 + (\sum b_i^2)^2 \right)}$$



©なもり/一迅社・七森中ごらく部

図4 平行移動、拡大処理を行った結果

となる。以上の前処理を行った結果を図4に示す。図4は模写画像の上に処理を施した原画像を重ね合わせた結果である。この前処理を行った後に6つの視点でユーザの絵を評価する。評価値は次に示す定義式から算出され、最大値は100である。ただし、計算結果が負になる場合はその評価値を0とする。

$$A = 100 \times f / 2$$

$$B = 200 - \{(縦幅の差)^2 + (横幅の差)^2\}$$

$$C = 100 \times \{1 - (目の形状の差)\}$$

$$D = 100 - \{目の上端の差^2 + (目の下端の差)^2\}$$

$$E = 100 \times \{模写画像の縦幅と横幅の比率 /$$

元画像の縦幅と横幅の比率\}

$$F = 100 - \{(両目の間隔の差)^2\}$$

Aは各パーツの配置の差を見ている。全体のバランスが重要であると考え導入した。fは前処理の際に最小化した関数fの値である。Bは目の大きさの差を見ている。縦幅と横幅それぞれで元画像と模写画像との差をとっている。Cは目の形状がどれほど近いかを見ている。ここで、目の形状の差については凸多角形で近似した図形(図2右画像を参照)同士の差とする。凸多角形による近似は線のかすれによるノイズに強い。凸多角形同士の差はHenriらによる定義式[6]を採用した。具体的には以下の通りである。

$$\delta_{p_1}(u, v) = \begin{cases} \|(u, v) - \text{Proj}_{p_1}(u, v)\| & \text{if } (u, v) \notin \text{int}(P_1) \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$D = \sum_{j=1}^{N_1} \delta_{p_2}^2(a_j^1, b_j^1) + \sum_{j=1}^{N_2} \delta_{p_1}^2(a_j^2, b_j^2)$$

ただし、 $\text{Proj}_{p_1}(u, v)$ とは、図形 P_1 の頂点の内 (u, v) から最も近い点、 $\text{int}(P_1)$ とは多角形 P_1 の内部点の集合を表す。この方法では、異なる頂点数を持つ多角形同士を比較できるため、元画像と大きく異なる形状の目を描いても評価することが可能である。Dは目の高さの差を見ている。左右の目の高さが異なると、絵に対して違和感を覚えるためこの項目を導入した。Eは目の縦幅と横幅の比率が正しく描けているかを見ている。Fは両目の間隔を見ている。また、B, D, Eの評価項目については左目と右目それぞれの平均をとる。

システムが実際に評価した後の結果を図5に示す。図5内の左が元画像、右が模写画像を示している。点数は上記の式で算出したものである。ただし、総合点はこれらの点数の平均点を算出している。



©BNEI/PROJECT CINDERELLA

図5 システムの実行結果

4. 実験

システムは6つの視点で絵を評価し点数をそれぞれ算出する。最終的な総合点はこれらの平均としている。しかし、人が絵を評価する際、全ての項目を等しく見ているとは限らないため、各評価毎に重み付けをする必要がある。そこで、ユーザによる評価とシステムによる評価が近づくような重み付けを実験の結果から算出し、さらに評価を行った。

4.1 実験の手順

・被験者情報

被験者は大学院生9名(内男性8名、女性1名)でいずれも実験で1度は模写を経験している。

・実験の手順

実験を行う前に模写に関する諸注意を被験者に伝えた。特に模写対象の絵を透かして上からなぞるトレース行為は行わないよう注意した。筆記用具については各人で所持しているものか、こちらが予め用意したものを使用するようにした。準備ができたなら被験者に手本となる模写画像を印刷した紙と、模写画像から目、鼻、口を除いたもの(図6)を印刷した紙の2つを手渡した。



図6 被験者に手渡した画像の内容

そして、図の中で欠けているパーツを描き加えてもらった。制限時間は10分とした。以上の内容を3回繰り返し、3枚の絵を模写してもらった。なお、模写してもらう絵は比較的描きやすいと思われる正面顔画像に統一した。3回全ての模写作業が終了した後は全体を通してのアンケートを取った。

一旦全ての被験者に上記の作業をしてもらった後、自分を含む全ての被験者が模写した絵を見てもらい、上手く模写ができていると思う順番に並び替えてもらった。

4.2 実験の結果

3つのイラストの内、1つのみ結果を表示する。

表1の各値はそれぞれの視点で評価した時の評価値である。総合は全ての評価値の平均、順位は総合点の大小を順位付けした結果を表している。

表1 あるイラストにおける
各評価項目の点数、総得点および順位

被験者No	配置	大きさ	形状	上下	縦横	目の間隔	総合	順位
1	92	90	49	90	98	79	83	2
2	67	93	84	51	91	94	80	5
3	74	87	65	87	88	97	83	2
4	6	68	59	90	74	54	58	9
5	12	93	33	96	87	96	69	6
6	90	96	83	90	93	94	91	1
7	80	69	44	70	93	17	62	7
8	76	94	71	96	90	76	83	2
9	0	48	50	90	94	79	60	8

この結果とアンケートの内容を元に重み付けを変更する。システムによる評価とある被験者のアンケートとの比較例を表に示す。数値は順位を表している。またここでの評価のズレとは、順位の違いの2乗としている。

表2 システムと被験者との評価結果

被験者No	システムによる評価	ある被験者による評価	システムと被験者との評価のずれ
1	3	8	25
2	1	5	16
3	6	2	16
4	8	9	1
5	9	3	36
6	1	4	9
7	7	7	0
8	4	1	9
9	5	6	1

表2では9つの内、3つがシステムと被験者で近い順位をつけている。一方、被験者5に対する評価では順位に6の差が現れている。この問題を解決するため、この被験者がどの項目に重点を置いているか判別する。被験者が付けた順位と、各評価項目毎の順位とを比較する。比較の例を図7に示す。横軸は各被験者を示し、縦軸は順位を示している。図7を見ると、パーツの配置(点線青)と被験者が付けた順位(実線黒)は似た推移をしているように見える。これに対し、目の高さ(点線赤)と被験者が付けた順位は異なった推移をしている。この場合、被験者にとって目の

高さより、パーツの配置の方が重要視していると判断し重み付けを変更する。評価項目*i*に対する重み付け λ_i は以下の式で求める。

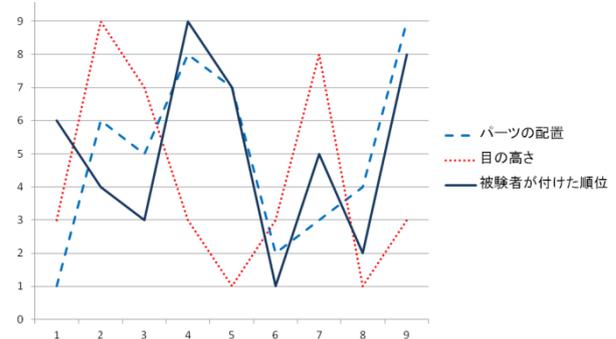


図7 被験者の評価とシステムの評価の比較

$$\lambda_i = \frac{1 / \sum_{j=1}^N (S_{r_{ij}} - P_{r_j})^2}{\sum_i \lambda_i}$$

ここで $S_{r_{ij}}$ は被験者*j*の絵について、評価項目*i*に対するシステムが算出した順位、 P_{r_j} は被験者*j*について人間が評価した場合の順位、*N*は被験者の総数(本実験の場合*N*=9)をそれぞれ表している。分子ではシステムと被験者との評価値のズレの逆数を求めている。システムと被験者とのズレが小さい程、被験者が重要視している項目であるため、逆数をとり重みを増加させる。分母では重みの総和が1になるよう重みの総和を求めている。重み付けを変更した後の結果例を図8に示す。

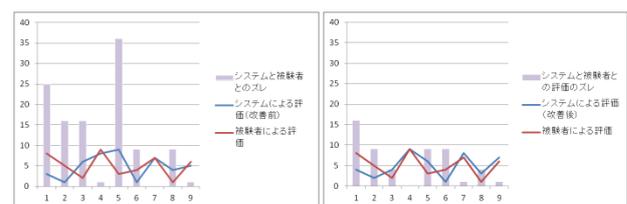


図8 重み付けの変更前(左)と変更後(右)

図8の棒グラフが、システムと被験者とのズレの度合いを示している。折れ線グラフはシステムと被験者それぞれが付けた順位である。棒グラフを見ると重みを変更することで、順位の違いが小さくなっていることがわかる。全ての被験者、全ての画像に対し評価を行った結果を図9に示す。被験者数は9名でイラストの数は3枚であるため、全データ数は27となる。図9は27のデータ全てに対し改善前と改善後のズレを算出したものとなる。重み付けを変更することで、システムと被験者とのズレの度合いが小さくなっていることがわかる。本実験では、1つのデータを除いて

順位の改善をすることが出来た。

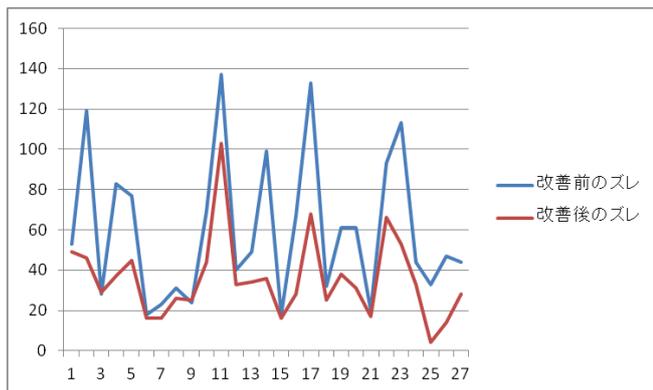


図9 全ての被験者、イラスト毎の結果

4.3 考察

アンケートの結果から、今回の実験の問題点やシステムが持つ課題が見えた。

今回、除いたパーツのみを模写してもらった形式をとった。1人の被験者を除いて、髪の毛や輪郭などの既に印刷されている情報を参考にパーツの位置を決めていた。これにより、一部の項目については被験者間で大きな点差が見られないものが現れた。点差が現れないと、順位の違いに誤差が発生しやすくなるため、重みの調節が困難になる。

被験者に対し模写の定義を曖昧に説明したため、描くべき線と省略すべき線の判断が被験者毎に異なる結果となった。特に顕著に現れたのは白目部分と肌の境界線の有無(図10)である。



©三雲岳斗/アスキー・メディアワークス /PROJECT STB

図10 白目と肌の境界線の有無による違い

図10の上が模写画像、左下が境界線なし、右下が境界線ありの絵である。本来、境界線は色と色の境目に描くため、右下のような模写をしても問題ない。しかし、システムの定義ではこの境界線は描かないと設定しているため、目の

形状において低い評価を与える結果となった。被験者による評価でも、この境界線によりかえって違和感を覚え、順位を下げたケースもある。今後の実験では模写のサンプル画像を提示する方法をとり、どの情報のみ描き写し、どの情報を省略し描かないかという、模写の定義を明確にしていくことが必要となる。

被験者に絵の評価をしてもらう際、色の塗り具合が評価に直結するユーザが見られた。線は非常によく描けているが、目の色が塗られていないため評価を下げられた例もある。現在のシステムでは、線の濃さや色が塗られているかの有無は評価に含まれていない。そのため、被験者が重点を置く評価基準をシステムは完全に無視してしまう結果となった。

5. おわりに

5.1 本研究のまとめ

本研究は、アニメキャラクターの顔に特化した絵の評価システムを提案した。評価システムは、ユーザが模写した画像を入力とし、模写の対象にどれほど近く描かれているかを数値化し出力する。数値化にあたり、顔を構成する各パーツの配置や形状など複数の視点でそれぞれ評価値を算出する方法をとった。実験では、被験者らに模写をしてもらい、互いの絵を評価してもらった。この被験者の評価内容をもとに、評価システムの内容を改善した。その結果、被験者による絵の評価とシステムによる絵の評価を近づけることが出来た。一方、実験環境の問題点や現在のシステムに欠けている点を見つけることが出来た。

5.2 今後の展望

今回の実験では、被験者とシステムとの評価について順位のみで比較をした。すなわち、システムが出力する評価値の大小関係のみしか見なかった。今後は、数値の差の妥当性を検証も必要となる。たとえば、ユーザにとって技術に大きな差があると思う2つの絵に対し、システムは適切な点差がつくよう結果を出力するべきである。また、考察でも挙げた通り、絵の評価項目をさらに追加していく。以上の内容を達成し、システムが下す評価の妥当性を十分に示すことができれば、このシステムを絵の技術向上を目的とした支援システムへと応用する。支援内容としては、評価結果に基づく絵へのアドバイス、補助線による、ユーザが模写しやすくなるような環境の提示、初心者のための練習用課題の提示といった機能を考えている。絵に対するアドバイスや、練習課題の評価などで本システムの機能が必要となる。これらの内容を実装した後、システムを長期間使用してもらって評価実験を行うことを考えている。評価実験では、システムの機能が絵の練習に対するモチベーションの維持または向上にどれほど貢献するかを見る。

参考文献

- 1) pixiv 公式 HP <http://www.pixiv.net/>
- 2) 河谷大和, 柏崎礼生, 高井昌彰, 高井那美. "アニメ作品における人物キャラクター画像の萌え特徴分析とその応用". FIT2009. pp321-pp322(2009)
- 3) Heloise Hwawen Hse, A. Richard Newton. "Recognition and beautification of multi-stroke symbols in digital ink". Computers & Graphics, pp533-pp546
- 4) 合田, 丸山, 川西, 梶本, 高木, 吉本:"初心者のための鉛筆デッサン支援システム". 情報処理学会研究報告. グラフィックスとCAD 研究会報告, pp19-pp24, (2002)
- 5) 伊達達夫, 角丸つづら. "萌えキャラクターの描き方". (2010).
- 6) Henri MAITRE, Michel MINOUX, Celso RIBEIRO, "Optimal matching of convex polygons" . Pattern Recognition Letters 9. pp327-pp334, (1989)