

描画形状把握のための消去指向型描画スタイルの提案

黒滝 理帆* 竹川 佳成* 平田 圭二*

概要. 本研究の目的は、描画形状把握のための消去指向型描画スタイルの提案である。絵を学習する際の基礎練習として模写があり、模写は美術作品のみならず、イラストを学習する際にも用いられている。しかし、簡単なイラストでも形姿の捉えにくいパーツがあり、模写をすることが難しい場合がある。そこで、編集操作を活用した描画方法の提案を行う。本研究では、編集操作の中でも消去に着目する。提案手法が模写の描画支援となるかを明らかにするため、実験を行った。提案手法を用いずに課題イラストを描画する群と提案手法を用いて課題イラストを描画する群とを比較する。距離による比較では、手本上の基準点と被験者の描画イラストの中で基準点と最も同様な点との距離を算出し、平均を取った。時間の比較では、各課題イラストの描画時間を計測し、イラストごとに群を比較した。その結果、提案手法を用いると個人差が表れにくいことが示唆された。

1 はじめに

絵の基礎練習には手本の模写がある。模写は、手本を見ずに一から描画することと比較して、描画難度が低いことが基礎練習に選ばれる一因と考える。加えて、石橋ら [1] は、高名な画家の多くが他者の作品の模写からさまざまな技術を学んだとされると述べている。また、模写という言葉は絵画などに用いられることが多いが、まねて描画する行為はイラストでも基礎練習として行われる。

しかしイラストの中には、形姿の捉えにくいパーツがあり、模写が難しい場合がある。例えば、図 1 の上は絵描き歌 [2] のパーツの一つで、歌では未確認飛行物体と歌われている。絵描き歌は通常、子供に向けたものが多いが、このような見慣れない形のパーツは少なくない。これは、同じ形を複数回描画しにくいという欠点になる。

本研究では、編集操作に着目した。編集操作とは、文章や図を編集する操作のことである。編集操作はイラストの描画でも使われており、描画の目安となる補助線を引くことや、大まかに描画して後で消去することなどがある。特に、イラストの半分から利き手側は上手く描画できないと一般的にいわれているため、反転してバランスを見て修正することは少なくない。このようなイラストの描画における編集操作は、紙やペンなどを使ったアナログな描画や、ペンタブレットやタッチパネルディスプレイなどを使ったデジタルな描画を問わず適用できるため、特別なスキルを必要としない。

そこで本研究では、編集操作による模写能力の向上の第一段階として、消去指向型描画スタイルを提案する。なお本研究では模写の定義を、幾何図形の

通常の描画

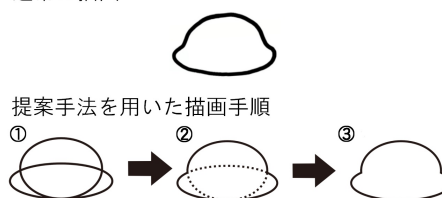


図 1. 未確認飛行物体の形の図形

組み合わせから構成される記号的な図形形状を、なるべく同様の形に写し取ることとする。

なお、本研究は [3] にて発表済みである。

2 関連研究

デッサンやイラストの描画学習支援に関する研究およびシステムは多数存在する。

Murakami & Muranaka[4] は、人物キャラクターの描画を独習するための採点機能付き学習システムを制作した。学習者が描画した模写画像を 5 種類の評価用画像に加工し、それを比率、サイズ、位置の 3 つの観点から評価して、点数で学習者にフィードバックする。しかし評価が低いとき、イラストのどの箇所を修正すべきなのかが示されない。修正箇所は学習者の考察を基に決めるため、理解を深めることは困難である。本研究では、修正すべき箇所に手本画像を重ねて提示することで、問題を解決する。

山田ら [5] はアニメや漫画キャラクターの描画学習支援システムを制作した。このシステムでは、実際のアニメのキャラクターを学習者に模写させ、その模写画像と手本画像の特徴量の差から、目の大きさや縦横の比率などを採点する。実験では、システムの評価を人が行う評価に近づけるため、被験者同士が模写画像を評価し、それを評価項目ごとの重み

づけとした。その結果、双方の評価は近づいたが、学習者の評価基準によっては、最終評価に差異が出た。本研究では評価基準に差異が出ないようにする。

曾我ら [6] は、画用紙上に描画したデッサン画を評価するシステムを制作した。描画したデッサン画をカメラで撮影し、システムが保有する教師データベースから、誤りの種類や程度を決定する。その後、アドバイスデータベースから誤りに応じたアドバイスを選択し、学習者に提示する。形状だけでなく陰影のアドバイスも搭載しているが、カメラでデッサン画を撮影して評価するため、光の具合や環境によっては陰影の濃さが変わり、評価結果が異なる可能性があると考えられる。

いずれも模写を前提とした研究であり、評価方法やシステムの機能が提案されている。しかし、本研究のように模写の手順や方法そのものを提案した研究はない。

3 提案手法

提案手法として、編集操作の一つである消去を用いる。本研究では消去を、一度描画した線をその後の操作で消すことを意味する。消去の対象となるイラストは、複数の線や図形を組み合わせで構成されるイラストであり、特に対称性や法則性のある図形では消去の効果が表れやすい。図1の下は、図1の上に提案手法を適用したものである。①のように楕円を2つ重ねて描画した後、②の点線部分を消去する。これにより図1の上と似た③の図形が完成する。学習者が描画するのは①の楕円2つであるため、図1の上と比較して形姿を捉えることは難しくない。加えて、消去を活用することで、以下の3種類の効果が得られる。

1つ目は、均一な描画である。図2の左のような階段状の線を描画する際、通常では意識して描画しなければ角が丸みを帯びたり、線の長さや角度が箇所によって異なったりする。これは、横、縦、横…と描画方向が変わるため、一定の線を描画しにくいと考える。そこで図2の右のように提案手法を適用し、同じ方向に3本ずつ線を描画して、いらぬ箇所を消去する。これにより、正方形を意識して線の長さや間隔を捉えられ、長さが均一で、線同士が平行な図形を描画できる。

2つ目は、線のはみ出しや線の不足の防止である。図3の左の2つの図形は、円で囲われた箇所ではみ出しや不足がある。また線の不足では、その後に線を描き加えることによって線のはみ出しを引き起こす恐れもある。線同士をぴったりと付けて描画することは上級者でも難しい。提案手法を用いた場合、円、楕円、線を描画して消去する。これにより、はみ出しや不足の要因がなくなる。

3つ目は、汎用性である。図4の中央の3つの円が組み合わせられた図形は、消去する箇所を変えるこ

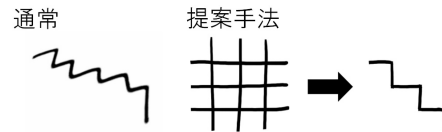


図 2. 消去の効果：均一な描画

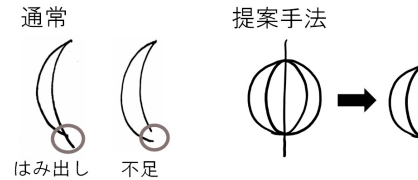


図 3. 消去の効果：はみ出しなどの防止

とによって、勾玉のような図形を4種類描画できる。また、図2の網状の図形でも、消去する箇所を変えることで、同じように異なる図形を描画できる。すなわち、1つの描画方法を覚えることによって、複数の図形を描画できる。

普段描画し慣れていない図形の正確な模写は難しいが、描画し慣れている図形を組み合わせることで正確に模写をすることができ、通常の描画では得られない効果を得られる。消去操作を積極的に取り入れることで、求められる画力が軽減する。

4 予備実験

予備実験では、提案手法がイラストの模写の描画支援となるかを明らかにするため実験を行った。提案手法の有無によって統制群と実験群に分け、群ごとに課題イラストと被験者の描画イラストとの距離や時間について比較した。

4.1 方法

統制群は提案手法を用いずに課題イラストを描画し、実験群は提案手法を用いてイラストを描画する。

被験者は8名で、各群4名ずつである。両群に参加した被験者はいない。全ての被験者は大学生であり、小学校から高校までの学校教育で絵を描画した経験はあるものの、絵の専門的な教育は受けていない。また、全ての被験者が4.2節で説明する実験システムを初めて使用した。

実験の流れは、以下の通りである。

1. 本研究の説明
2. 実験システムの操作説明
3. タスクの実施

実験タスクは、6種類の課題イラストの模写である。図5はその課題イラストであり、左上の番号は提示順序である。課題イラストとその提示順序は両群とも同じであるが、提示方法は異なる。統制群には、図5の矢印の右にある完成された課題イラスト

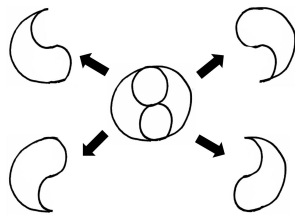


図 4. 消去の効果：汎用性

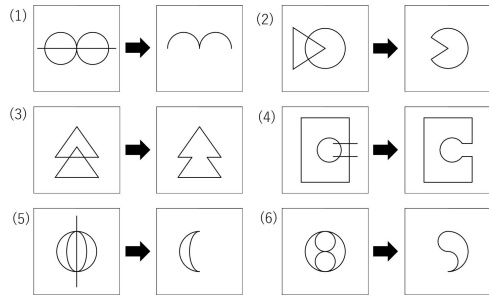


図 5. 課題イラスト

のみを提示した。そのため、被験者ごとに描き順は異なる。実験群には、工程ごとに図形を提示した。図 6 のように、順番に描画する図形を提示し、その後、完成イラストになるまで消去するよう教示した。図 5 の矢印の左にあるイラストは、図形の描画が終わった時の手本である。また、各工程で提示する図形は、一筆で描画するよう教示した。以上の教示内容に加えて、両群には課題イラストと同様の位置、同様の大きさでできるだけ正確に描画するよう教示した。また、それぞれの課題イラストに時間制限は設けず、被験者が納得するまで繰り返し描画してもらった。

4.2 実験システム

図 7 は統制群、図 8 は実験群のシステムである。2 つのシステムには、先に説明した課題の提示方法の他に、モードの違いがある。統制群では提案手法を用いないため描画のみとし、実験群では提案手法を用いるため描画と消去をモード切替ボタンで切り替えられるようにした。消去モードでは、消去したい線分をタッチするとその線分が消える。

4.3 評価手法

2 種類の評価を行う。1 つ目は課題イラストと描画イラストの距離の比較、2 つ目は被験者がイラストの描画にかかった時間の比較である。

4.3.1 距離

手本上の基準点と被験者の描画イラストの中で基準点と最も同様な点との距離を求め、その平均を比較する。基準点は、最も左にある点や最も上にある点などを選んでいく。例えば図 9 の場合、課題イラ

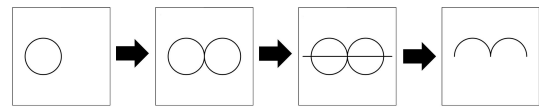


図 6. 実験群への課題の提示例

手本切替 Finish No.6/6	Draw	全消し Clear	前に戻る Back plot
手本表示領域		描画領域	

図 7. 統制群のシステム

ストには 4 つの基準点を置いている。この基準点と同様に最も上にある点や最も左にある点などを、描画イラストから選択する。そして、その点ごとの距離を算出する。その結果、4 点の距離は (1) 26.68px, (2) 30.61px, (3) 43.93px, (4) 24.41px となり、平均は 31.40px となる。

4.3.2 時間

1 つの課題イラストを描画し終え、手本が次の課題イラストに切り替わった際に、ストップウォッチを止めて時間を計測する。これを描画時間とし、課題ごとに描画時間の平均を求める。

4.4 結果と考察

4.4.1 距離

被験者 8 名の各描画イラストの点から距離を算出し、群ごとにまとめた。表 1 は各群の平均と、標準偏差である。

平均、標準偏差ともに実験群の方が低かった。また、統制群と実験群で Welch の t 検定を適用したところ、有意水準 5% で有意差が見られた ($p=0.048$)。平均から、実験群は統制群よりも距離の差が小さいことが分かる。また、標準偏差から、実験群は統制群よりも距離の差の個人差が少ないことが分かる。以上より、提案手法は手本と近い位置にイラストを描画でき、複数回描画しても似た位置に描画できると考える。

4.4.2 時間

群ごとに被験者の各描画イラストの描画時間の平均を算出し、課題ごとにまとめた。図 10 は、その結果である。

6 種類中 4 種類で実験群の方が時間がかかっており、課題 1 と 6 では有意水準 5% で有意差が見られ

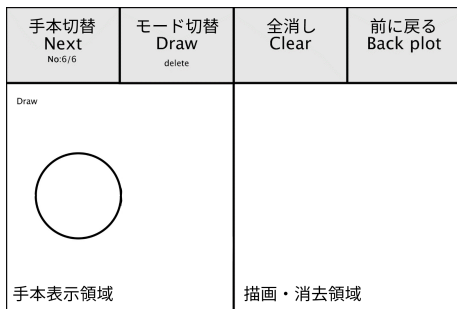


図 8. 実験群のシステム

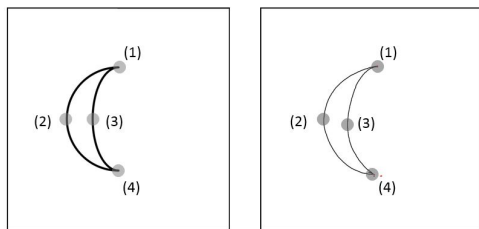


図 9. 評価の例

た(課題 1 $p=0.00086$, 課題 6 $p=0.042$). 時間がかかった要因として、手順の増加がある。例えば 1 つ目の課題イラストは、従来手法では一筆で描画できるが、提案手法では 3 つの図形を描画した後、余分な線分を消去しているため、一筆では描画できない。結果、時間がより多くかかったと考える。また、各群で標準偏差を求めたところ、実験群の方が低かった。このことから、距離を比較した際と同様に、個人差が少なく複数回描画しても似た時間で描画できると考える。

5 提案手法の応用システム

本研究では、提案手法の応用として消去指向型の絵描き歌を提案し、それを組み込んだ応用システムを提案する。

絵描き歌の被写体は幾何図形の組み合わせから構成され、また、言葉によって図形の形・位置・大きさを意味論的に表現して歌にのせることで、描画手順を明示している。Ron[7]は替え歌を用いた記憶の研究で、たとえ歌を覚えるまでに時間がかかったとしても、一度覚えればなかなか忘れないとしている。絵描き歌でもこの効果が得られると考える。提案手法には、消去操作を新たに導入することにより、描画そのものに求められるスキルは下がる一方で、学習者の作業手順が増えるという問題がある。加えて、描画と消去のタイミングや消去箇所などの作業手順は、1 つでも間違えるとイラストを上手く描画できなくなるため、学習者は作業手順を覚える必要がある。提案手法に絵描き歌の特徴を活用すること

表 1. 距離の結果

	平均	標準偏差
統制群	57.56	31.14
実験群	50.01	27.00

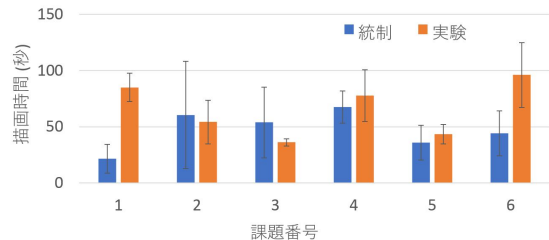


図 10. 描画時間の結果

で、提案手法のこの問題を解決する。

一方、絵描き歌は各図形の形・位置・大きさは明示されず、例えば大小関係は目ならば大豆、輪郭ならパンと表現し、曖昧な教示であることが多い。この点を補うために、形・位置・大きさが適切であるかを学習者自身が判断し改善点を理解できる評価機能を提案する。

絵描き歌では、例えば、時間がかかる作業には音価の長い音符を割り当てており、作業項目が多くなると絵描き歌が長くなってしまいうという新たな問題が生じる。提案手法の消去操作において学習者が学ぶべきはどのタイミングでどの部分を消去するのかということであり、単純ですぐに習得できる不要な線分を消去することに対する重要度は低い。よって、この問題を解決するために消去操作を短時間でできる半自動化機能を提案する。

提案する消去指向型の絵描き歌を利用することで、作業項目および手順を短時間かつ正確に記憶でき、ある被写体を模写するための能力の育成に貢献できる。しかし、模写能力そのもの(汎化能力)を育成するものではない。この能力の育成を主眼とする応用システムに関しては今後の課題とする。

以下に提案する応用システムのデザイン指針を示す。

- 手本に消去指向型絵描き歌を用いること
- 学習者が描画したイラストと手本イラストを、位置や大きさで評価できること
- 消去操作を半自動化すること

5.1 提示コンテンツ

図 11 は提案システムである。タブレット PC を使用することを想定している。タッチペンを使用することで、アナログで描画する場合との類似度が高い。以下に主要なコンテンツの詳細を示す。箇条書きの番号は図 11 の番号と対応している。

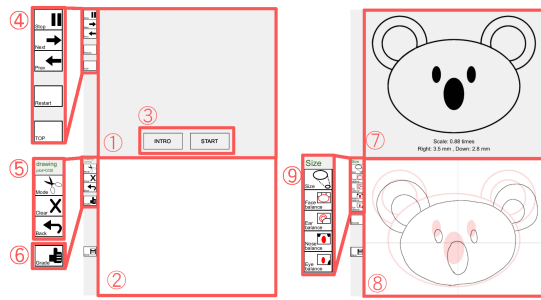


図 11. 提案システムの通常画面

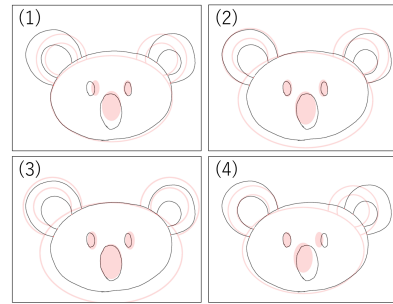


図 12. 提案システムの評価画面

- ① 手本表示領域
③で選択した手本動画を流す。④のボタン群で操作できる。
- ② 描画領域
描画と消去を行う。
- ③ 手本選択ボタン
①に表示する手本動画を選択する。左のINTROはシステムにおける消去操作の説明で、右のSTARTは消去指向型の絵描き歌である。
- ④ 手本操作ボタン
手本動画を操作する。一時停止や最初から再生するボタンなどがある。
- ⑤ 描画支援ボタン
描画モードと消去モードの切り替えや、全ての線を消すボタンなどで描画を支援する。描画モードでは線を描画でき、消去モードでは線を消去できる。消去方法の詳細は後述の5.3節で説明する。
- ⑥ 評価ページへの移動ボタン
描画ページから評価ページに切り替える。切り替える際に描画領域を画像として保存する。
- ⑦ 手本表示領域
学習者の描画すべき手本画像を表示する。手本画像の下には、手本画像との大きさの比率を表示する。サイズ評価時には比率の他に、手本の中心とのずれも表示する。
- ⑧ 評価表示領域
⑨のボタンに合わせた評価結果を表示する。
- ⑨ 評価選択ボタン
評価したい項目を選択する。詳細は後述の5.2節で説明する。

5.2 評価機能

提案システムは、図12のように手本を重畳し、修正する位置を詳細には提示しない。システムが改善点を詳細に示すよりも、学習者が自ら改善点に気づく方が、よりよい学習効果があると考えからであ

る。

図11の⑨は、上から、手本をそのまま表示するボタン、輪郭、右耳、鼻、右目にそれぞれ合わせるボタンである。パーツごとに合わせる場合は、学習者が描画したパーツの大きさに合わせて手本を拡大縮小している。図12は各評価ページでの差異を表しており、これらはボタンが押された際に図11の⑧に表示される。(1)は輪郭、(2)は右耳、(3)は鼻、(4)は右目に合わせている。

図12では(1)の時は右耳が大きく、右目の位置もずれている。しかし、(2)の時は右耳の形状が手本と合致しており、右耳の大きさや両目と鼻の位置も手本と近い。これにより、右耳を修正するよりも輪郭を修正すれば、サイズやパーツ同士の位置関係において手本に近づけると学習者が気づける。このように、提案システムの評価機能は、学習者が自ら改善点に気づくようにサポートをしている。

5.3 消去機能の一部を自動化

応用システムの消去機能では、まず線を描画した際にそれ以前に描画された線との交点を自動で計算している。交点がある場合、その2線は図13のように始点から交点、交点から交点、交点から終点の3種類の線分に分けられる。その後、学習者が手動で消去モードに切り替えて消去したい線分にタッチすると、タッチされた場所がどの線分なのかをシステムが検出し、その線分が自動で消去される。また、交点がない場合でも、線分にタッチすることで消去できる。

また、消去機能は以下のパターンを消去できる。これらのパターンは既存のイラスト44種から消去が効率的に機能する例を探し、分析した結果である。

1. 1つの図形を全て消去する

最初に用意した図形を補助線のように使用し、完成したイラストにはそれらは含まれない。図14の1では、円と線を用意し、円の中に線が収まるよう組み合わせる。交点同士を結んで新たに六角形を描画した後、最初に用意していた円と線を消去する。

2. 1つの図形の一部を消去する

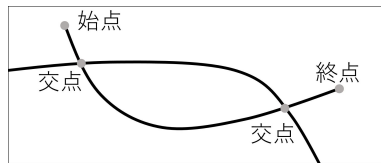


図 13. 交点が検出された後の線分

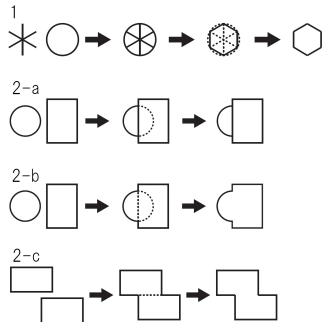


図 14. 消去パターン

最初に用意した図形を全て消去するのではなく、一部を残したまま完成とする。この方法は、さらに3種類に分けられる。

- (a) 1つの図形の辺を消去する
図14の2-aでは、円と四角の線を用意し、少し重ねて組み合わせる。そして円のみ、1辺を消去する。
- (b) 複数の図形の辺を消去する
図14の2-bでは、図14の2-aと同じように円と四角の線を用意し、組み合わせる。そして、円と四角の線をそれぞれ1辺消去する。
- (c) 重複した辺を消去する
図14の2-cでは、同じ四角の線を2つ用意し、1辺が重なるように組み合わせる。この重なり合った辺を消去する。

6 まとめ

本研究では、描画形状把握のための消去指向型描画スタイルを提案した。イラスト描画において一般的に行われる編集操作を用いることで、模写能力向上の手助けになると考える。本研究では編集操作の中でも消去に着目した。

提案手法が模写の描画支援となるかを明らかにするため、予備実験を行った。被験者8名を提案手法を用いない群と、提案手法を用いる群に分け、6種類の課題イラストを描画してもらった。それぞれの被験者が描画したイラストを距離と時間について比較した。距離の比較では、実験群の方が平均と標準偏差の両方で低かった。加えて、t検定では有意水

準5%で有意差が見られたことから、提案手法は手本に近いイラストを描画できると示唆された。時間の比較では、6種類中4種類で実験群の方が時間がかかっていた。しかし、全てのイラストで比較した際の標準偏差は、実験群の方が低かった。提案手法は、手順が増えたことにより時間がかかるものの、個人差が表れにくいことが示唆された。

提案手法の応用システムでは、手本に絵描き歌のメタファーを活用することによって描画方法を記憶しやすくした。また、学習中の作業を、学習者が手動で行うこととシステムが自動で行うことの2種類に分けることによって、イラスト描画にかかる時間の減少を考えた。

今後の課題として、実験を異なる観点から検討することが挙げられる。今回の評価では距離と描画時間の評価をしたが、手本と同様の形や大きさに描画できているか検討する必要がある。描画された図形を多角形の図形と近似して面積を求めて比較する方法や、課題イラストと描画イラストの曲率を求めて比較する方法などを行い、形や大きさの評価とする。

謝辞

本研究はJSPS科研費15K00279の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] 石橋健太郎, 岡田猛. “創造のための「芸術作品の知覚」経験: 模倣に焦点をあてて”. 認知科学. vol. 11. no. 1. 2004. pp. 51-59.
- [2] どうぶつえかきうた. “どうぶつえかきうた”. <https://www.youtube.com/watch?v=KQLU0QiLgfk>. (2016/9/20 最終アクセス)
- [3] Kurotaki R., Takegawa Y., and Hirata K.. “Proposal of an Erasure-Oriented Drawing Style to Develop the Ability to Copy Images”. *Proceeding of International Conference on Entertainment Computing (ICEC2017)*. 2017. pp. 233-239.
- [4] Murakami R., Muranaka N.. “Grading evaluation method in character drawing study support system”. *IEEE 45th International Symposium on Multiple-Valued Logic*. 2015. pp. 127-131.
- [5] 山田太雅, 棟方 渚, 小野哲雄. “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”. 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. pp. 574-579.
- [6] 曾我真人, 松田憲幸, 高木佐恵子, 瀧寛和, 岩城朝厚, 辻 達也, 大西隆裕, 吉本富士市. “自動診断助言可能な鉛筆デッサン学習支援システム”. インタラクシオン2005(情報処理学会HI研究会他主催). 2005. pp. 27-28.
- [7] Ron Hale-Evans. “Mind Performance Hacks: Tips & Tools for Overclocking Your Brain”. O'Reilly Media. 2006.