

# 幾何図形から構成されるイラスト描画を支援するための動的補助線生成システムの構築

北森 茂生<sup>1</sup> 竹川 佳成<sup>1</sup> 寺井 あすか<sup>1</sup> 平田 圭二<sup>1</sup>

**概要：**描画の一般的な練習法としてデッサンや模写がある。教則本では、下書きの段階で簡単な図形や補助線の描画を行うことで全体のバランスを整える。しかし、初心者は下書きの段階で正確にバランスをとることは難しい。また詳細な部分の描画や修正を進めると全体のバランスが崩れてしまう場合がある。本研究の目的は、描画中のイラストに対してパーツごとに動的な補助線を提示するシステムの構築である。本システムでは、描画中にも動的な補助線の提示を行うことでパーツごとの相互関係の観察や修正を促す。本システムを用いて、模写練習を行った場合にイラストのバランスの上達に影響するのかが検証するための実験を実施した。その結果、本システムを用いた場合にイラストのバランスの上達に影響することが示唆された。

## 1. 初めに

近年 SNS でのイラストを使用したコミュニケーションが多く普及している。イラストの投稿サイトの一つである pixiv でも登録ユーザが増加している [3]。デジタルイラスト環境の普及により容易にイラスト制作始めることができるが全体として独学が多い傾向にある [4]。しかし独学で練習する場合には上級者による適切な指導がない環境では効率的に上達することは難しい。代表的な描画の練習法として模写やデッサンがある。これは手本やモチーフをもとに描画する練習方法である。教則本では複雑な手本やモチーフを簡単な図形の組み合わせとして描画することで全体のバランスを整える方法がある [2]。しかし、初心者は複数の図形のバランスを正確に知覚し、手本通りに描画することは難しい。また描画中や描画後すぐに自身のミスに気付くことは難しく、指導者や他の人に指摘してもらうことや描画後から時間を置く必要がある。

イラストの描画を行う場合、下書きやアタリなどの工程で事前に単純な形状や図形に置き換えることや単純なパーツに分割することで描画を容易にする手法、他にも構造線やパース線を描画する手法がある。これらのイラストの描画を補助する線を事前に描画することで、イラストにおける相互関係の知覚を容易にし、複雑な形状やバランスのイラストの描画を可能とする。上級者は初心者よりもイラストにおける相互関係を正確に知覚し、描画することができる。

そこで本研究では、バランスの整合性をとりづらいう問題を解決するために、パーツ間の相互関係の理解に着目し、描画中のイラストに対してパーツごとに動的な補助線を提示するシステムの構築を目的とする。描画しているイラストのパーツごとにシステムから動的な補助線の提示を行うことで、イラストにおける相互関係の観察や修正を促す。

なお、本研究で対象とするイラストは幾何図形から構成される。複雑な形状は複数の幾何図形をバランスよく組み合わせることで描画することができる。そこで基礎となる幾何図形を使用することでパーツ単体の描画を容易にし、パーツ間の相互関係に着目する。

## 2. 関連研究

### 2.1 描画時の動的な描画支援

土屋ら [9] はモチーフ画像にぼかしをかけ、描画初期段階からの細部な集中を回避させる手法を提案した。実験ではユーザの姿勢を検知して詳細への集中の度合いに応じて動的に変化させ、提示する機能を実装した。高橋ら [7] は作画過程においてイラストを見続けることで生じた感覚の変化が客観視を阻害していることが原因の一つであると考えられるとした。そこで視覚情報を制限した状態でイラストを提示することにより、可能な限り短時間での作画ミス発見を促す、イラストの部分遮蔽手法を提案されている。結果として「遮蔽範囲の内容にかかわらず、提示範囲を見るだけでミスだと気付ける作画ミス」と「遮蔽を取った時に、周囲との対応を見ることでミスだと気付ける作画ミス」

<sup>1</sup> 公立はこだて未来大学

の発見に特に有効であることが挙げられた。いずれの研究でも描画中にイラストに対して支援を行うことで描画過程でも細部や全体への観察を促している点で本研究と共通している。

## 2.2 補助的な線による描画支援

Emmanuel ら [1] は模写対象のイラストに対して様々なガイド線を表示することで、模写支援を行っている。学習者はこのガイド線をもとに模写対象の形を捉えることができ、より正確に対象を描画できる。使用できるガイド線としては、手本イラストの輪郭を多角形で近似した線や、グリッド線などがある。また、石山ら [8] はマトリックス線を用いた模写描画法を取り上げた。手本用紙と描画用紙の両方にマトリックス線を用いた模写描画法は、描画が苦手な人でも、対象を正確に模写できるといった利点のある手法であることが挙げられた。しかし、たとえトレーニングを重ねてもマトリックス線という道具がなければ、再び歪んだ模写に戻ってしまうといったケースがあることが少なくないことが課題として挙げられた。いずれの研究でも補助的な線により複雑な形状の描画を支援していたが、模写対象や描画用紙に描画手順に対して変化なく提示されている。本研究では描画パーツを描画イラストに合わせて動的に変化し提示される点で異なる。

## 2.3 描画評価による支援

高木ら [5] はモチーフに関するデータとユーザが鉛筆で画用紙に描いたデッサンの画像を入力とし、ユーザへのアドバイスを提示した。提案システムでは、モチーフの特徴解析、デッサンの特徴解析、誤りの同定、アドバイスの生成と提示の4つの機能を実装した。山田 [6] はアニメや漫画の人物キャラクターの模写を入力として、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。いずれの研究でもユーザが描画した画像から評価を行い、フィードバックする。本研究では描画したイラストに対して評価を行うという点で共通している。

## 3. 設計

本研究では本システムを用いてイラストの描画練習を支援し、最終的に描画者が本システムで支援していないイラストの描画においてもバランスのとれた描画できることを念頭に置き、イラストの相互関係を意識しながら描画するための支援システムをめざした。そこで、イラストの相互関係の知覚を容易にすることができる補助線や図形を描画中のイラストに対して提示することで観察と修正を促す。描画者が気づけないような間違いやパーツごとの相互関係に注意を向けることができる。提案システムでは、主に手本イラストを表示する表示画面と手本イラストを描画する描画面の2画面で構成する。手本イラストは複数のパー

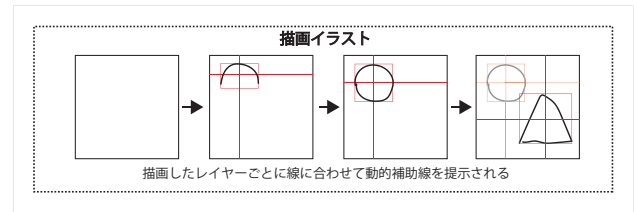


図1 動的補助線の例

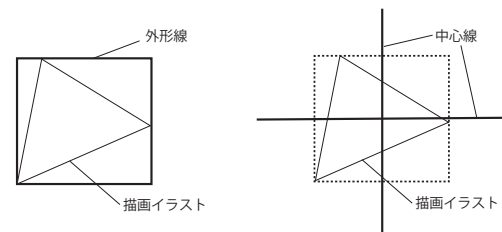


図2 補助線の例

ツで構成されており、それぞれのパーツごとにレイヤー分けされている。描画する際は、手本イラストのパーツと対応したレイヤーに描画する。図1に示すように、動的補助線は描画されたレイヤーに対してそれぞれリアルタイムで提示される。また課題イラストにも同様の補助線が提示される。図2に示すように、大きさを比較するための外形線と位置を比較するための中心線が提示される。

提案システムのスクリーンショットを図3に示す。描画のモードについては、通常描画モード、動的補助線モード、確認モードがある。各モードを画面左下のボタンで切り替えることができる。各モードの詳細を以下に示す。

- 通常描画モード** 左画面に手本イラストを表示し、右画面に描画を行う。
- 動的補助線モード** 左画面に手本イラストに加えて各パーツに対して外形線と中央線の補助線を表示し、右画面に描画を行う。描画したイラストに合わせて外形線と中央線の動的補助線が表示される。
- 確認モード** a), b) で左画面に表示されている手本イラストや手本イラストの補助線を右画面に表示し、描画したイラストと重ねることで手本イラストとのずれを確認することができる。

基本機能として、取り消し機能、やり直し機能、レイヤー切り替え機能、消去機能、移動機能、拡大縮小機能、全消し機能を実装した。各機能は、表示画面右上の表示上のボタンをクリックまたはそれぞれ指定されたキーボードでの

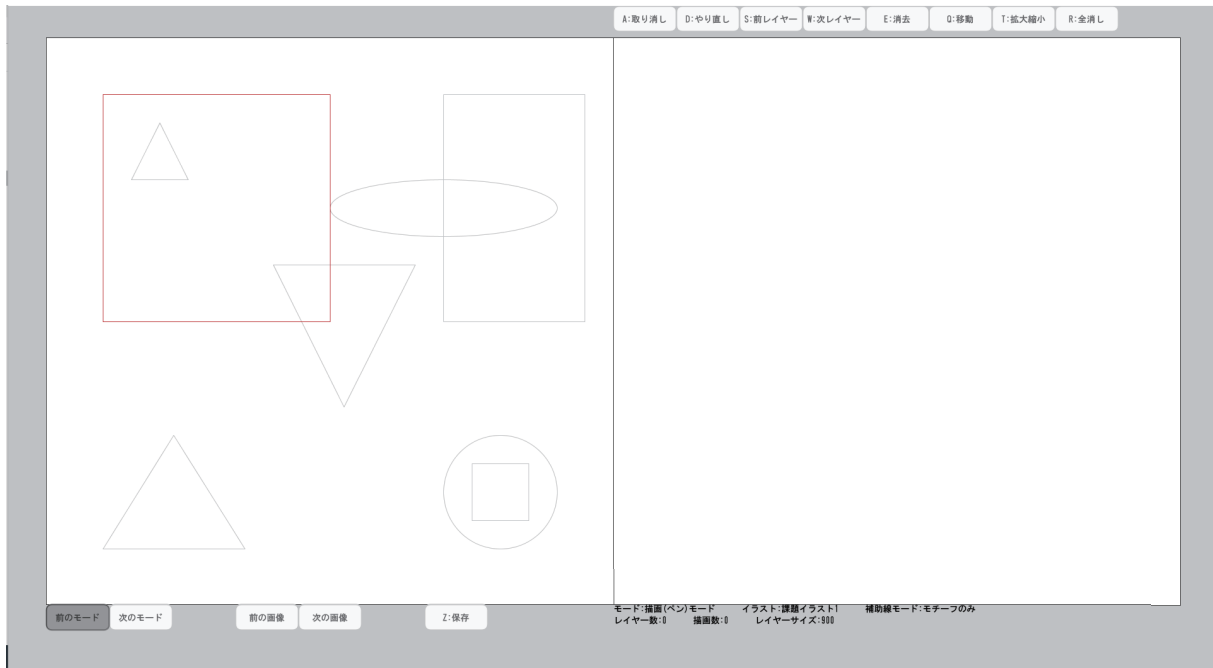


図3 プロトタイプ表示画面

操作で使用できる。機能については選択しているレイヤーのみに反映される。各機能の詳細は以下に示す。

- i) **取り消し、やり直し機能** 取り消しやり直し機能は、描画した座標を取り消すことができる。一度取り消した描画は、次に描画する前であればやり直し機能で戻ることができる。
- ii) **レイヤー切り替え機能** レイヤー切り替え機能は、前レイヤー次レイヤーボタンでそれぞれレイヤーを切り替えることができる。
- iii) **消去機能** 消去機能は、選択した状態で描画した座標を選択することで描画した座標を消すことができる。
- iv) **移動機能** 移動機能は、選択した状態でドラッグすることでレイヤーに描画したイラストを移動できる。
- v) **拡大縮小機能** 拡大縮小機能は、選択した状態でドラッグすることでレイヤーに描画したイラストを拡大縮小できる。左上にドラッグすると拡大で右下にドラッグすると縮小ができる。
- vi) **全消し機能** 全消し機能は、レイヤー内に描画したイラストをすべて消すことができる。またほかの操作前であれば全消しを取り消すことができる。

## 4. 評価実験

本評価実験では、提案システムの主な機能である動的補助線の有用性の検証を目的とする。このために、動的補助線モードを利用する被験者の群と、動的補助線モードを利用しない被験者の群に分かれてもらい、描画された各パーツの位置や大きさの正確性を評価指標とした。なお、動的補助線モードを利用する手法を補助線有手法、動的補助線

モードを利用しない手法を補助線無手法と呼ぶ。

### 4.1 被験者

本研究では、提案する動的補助線の提示機能の有効性を検証するために、12名の大学生または大学院生に課題イラスト、評価イラストを描画してもらい、提案システムを用いて動的補助線ありで練習した場合の6名、動的補助線を使用なしで練習した場合の6名の合計12名について比較した。

### 4.2 課題イラスト・評価イラスト

実験で用いた手本イラストである課題イラストと評価イラストは四角形、三角形、楕円の3種類の組み合わせで構成されている。図4は描画する実験で使用する課題イラストと評価イラストの配置である。図5に示すように、4種類のパーツ同士の位置関係を含んだ構成としている。

### 4.3 被験者への指示

被験者には下記の指示を行った。

- イラストを描画する際には図6のように図形の内側に描画することは問題ありませんが図形の外側に描画しないように注意すること。
- 手本イラストをもとにパーツごとに割り当てられたレイヤーに描くこと。
- また練習中については描画後に確認モードで確認してもらって良い。

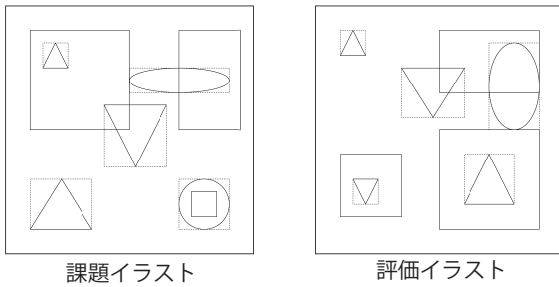


図4 実験の課題イラストと評価イラストの配置

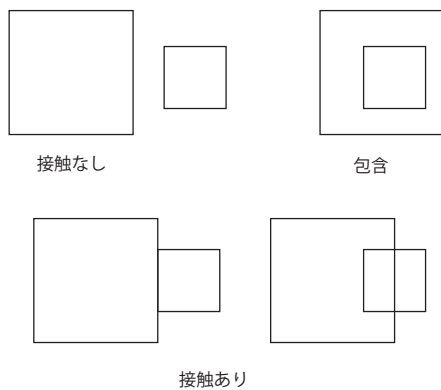


図5 パーツ同士の位置関係

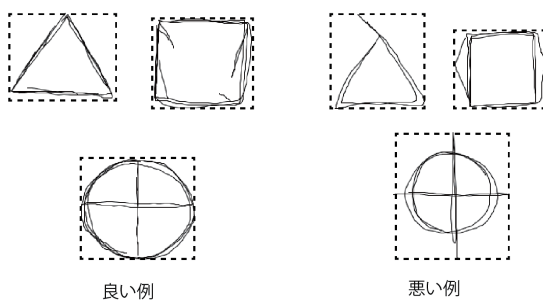


図6 描画する際の良い例（左図）と悪い例（右図）

#### 4.4 実験の流れ

実験では、基本的な操作説明を終了後、初めにテストとして動的補助線システムを使用しない通常描画モードで課題イラストと評価イラストの2種類を描画する。一回目のテスト後、課題イラストのみを描画する練習を行う。練習については5回行い、描画者は動的補助線システムを使用

する動的補助線モードで練習をする場合と動的補助線システムを使用しない通常描画モードで練習する場合のどちらかを行う。練習終了後、初めのテストと同様に動的補助線システムを使用しない通常描画モードで課題イラストと評価イラストの2種類を描画する。

課題イラストの練習前および練習後それぞれにおける評価イラストの出来栄を評価することで、課題イラストの練習を通じて相互関係の観察や修正する能力が向上したかどうか、すなわち応用力が向上したか検証できる。

#### 4.5 評価方法

評価方法は練習前のテストと練習後のテストで描画したイラスト比較する。評価については手本イラストと描画されたイラストの各パーツの補助線の座標の差から点数化を行う。

#### 4.6 補助線座標による点数算出

図7のようなパーツごとの補助線座標より手本イラストと描画イラストとの差を算出する。図8のように描画サイズを1000pxとしたときの100px以上のずれを最小値の0とし、一致した場合を最大値の1とした。X座標、Y座標、中心座標、大きさの4項目で点数化を行った。

$$X \text{ 座標} = (100 - ((|Xmin - X'min| + |X - X'| + |Xmax - X'max|)/3))/100 \quad (1)$$

$$Y \text{ 座標} = (100 - ((|Ymin - Y'min| + |Y - Y'| + |Ymax - Y'max|)/3))/100 \quad (2)$$

$$\text{中心座標} = (100 - \sqrt{(X - X')^2 + (Y - Y')^2})/100 \quad (3)$$

$$\text{大きさ} = (100 - \sqrt{(W - W')^2 + (H - H')^2})/100 \quad (4)$$

#### 4.7 結果

課題イラストと評価イラストの練習前と練習後のテスト結果を図9、図10に示す。なお、テスト結果は各パーツごとのX座標、Y座標、中心座標、大きさの4項目で点数化した平均点を意味する。練習で使用した課題イラストでは補助線有手法は練習前が0.73点で練習後は0.81点となり、練習後は練習前より0.08点上がった。補助線無手法では練習前が0.79点で練習後は0.87点となり、補助線有手法と同様に練習後は練習前より0.08点上がった。

練習で使用していない評価イラストでは補助線有手法は練習前が0.75点で練習後は0.86点となり、練習後は練習前より0.11点上がった。補助線無手法では練習前が0.79点で練習後は0.80点となり、練習後は練習前より0.01点

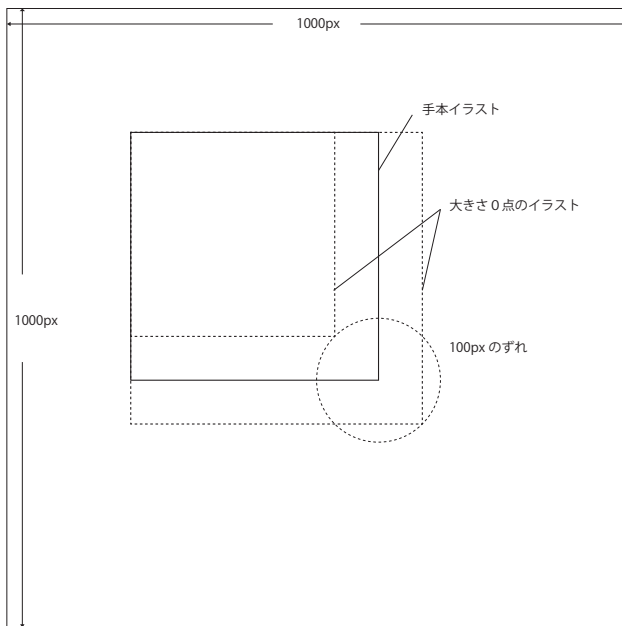


図7 描画サイズ 1000px に対して 100px のずれ(大きさ)の例

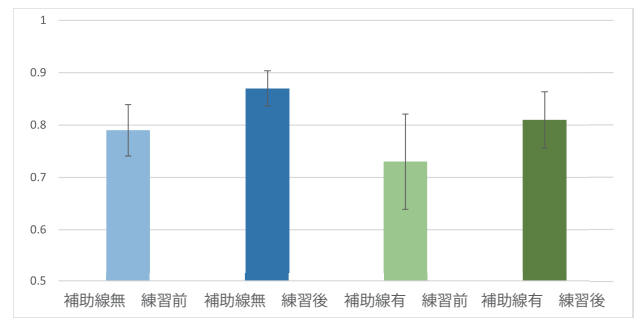


図9 課題イラストの平均点

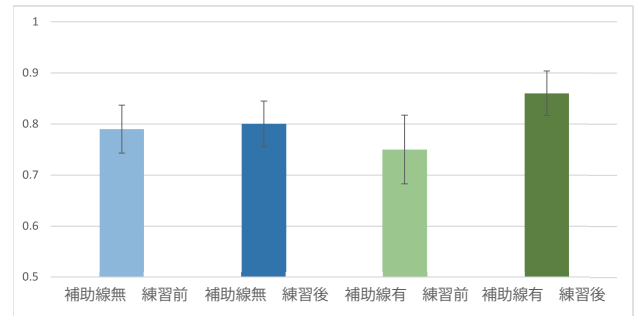


図10 評価イラストの平均点

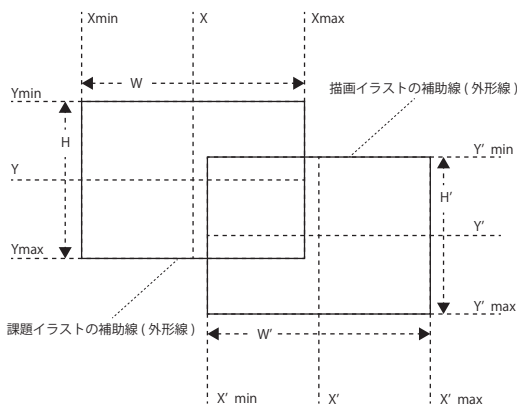


図8 パーツごとの補助線座標(外形線)の定義

上がった。補助線有手法と補助線無手法での練習前後の差を上達度とし、評価イラストでの各手法の上達度の平均点の差が統計的に有意かを確かめるために、有意水準5%で両側検定の Student の t 検定を適用したところ、評価イラストでの各手法の上達度の平均点の差に有意差 ( $t(44) = -3.26, p = .002$ ) がみられた。

#### 4.8 考察

練習で使用した課題イラストでは補助線有手法と補助線無手法どちらも同様に練習後に上達が見られた。しかし補助線有手法と補助線無手法の間で上達に大きな差が見られなかった。今回の実験ではイラストの容易さや日にちを跨

いだ練習ではなかったため大きな差が見られなかったと考えられる。今後はイラストの難易度や時間経過による変化についても評価を行う必要がある。練習で使用していない評価イラストでは補助線無手法は課題イラストのような上達は見られなかった。しかし補助線有手法は練習で使用した課題イラストと同様に上達していることが考えられる。また t 検定の結果から各条件の上達度については有意差がみられることから提案システムを使用した練習が練習をしていない類似のイラストに対しても効果があることが考えられる。

## 5. まとめ

本研究では動的な補助線提示システムの構築と提案システムの評価実験を行った。結果としては練習した課題イラストについては練習時に提案システム使用した場合の大きな効果は見られなかった。しかし、練習していない評価イラストについては提案システムを使用し類似のイラストを練習することで使用しない場合よりも上達していることが示唆された。これらのことから動的補助線を使用して練習をすることで使用後も相互関係に着目し描画を行うことができると考えられる。

今後の課題としては、3つ挙げられる。1つ目は評価方法の検討である。今回の実験では補助線座標をもとに各パーツの評価を行ったが各パーツ間の関係性や相対的な座標については評価することができていない。また本研究では座標による客観的な評価のみを行ったが、上級者による主観的な評価を行うことで提案システムによる客観的な評価方法の改善を目指す。2つ目はより複雑なイラストへの効果

である。本研究では幾何図形を意味性を持たないようランダムで配置したが意味性の持った猫や家などのイラストを使用することで複雑なイラストに対しても実験することが考えられる。3つ目は動的な補助線の提示方法の検討である。今回提案したシステムでは外形線と中心線のみを提示したが他の効果的な補助線についても追加することが考えられる。また描画者の描画したイラストの評価から提示する補助線を変化させることなどが考えられる。

**謝辞** 本研究は JSPS 科研費 21K18518 の助成を受けたものです。

## 参考文献

- [1] Emmanuel, I., Adrien, B. and Theophanis, T.: The Drawing Assistant: Automated Drawing Guidance and Feedback from Photographs, pp. 183–192 (2013).
- [2] Institute, O.: 線一本からはじめる伝わる絵の描き方 ロジカルデッサンの技法, インプレス (2018).
- [3] ピクシブ株式会社: pixiv14 周年! アクティブユーザーの半数が海外からに! 14 周年記念インフォグラフィックを公開~国内外で広がる pixiv、登録ユーザー数 7100 万人・累計投稿数 1 億作品を突破~, 入手先 <https://www.pixiv.co.jp/2021/09/10/110000/> (参照 2022).
- [4] 株式会社 MUGENUP: MUGENUP イラストレーター白書 調査結果レポート, 入手先 [https://mugenup.com/2019/04/26/iwp2019\\_report/](https://mugenup.com/2019/04/26/iwp2019_report/) (参照 2022).
- [5] 高木佐恵子, 松田憲幸, 曾我真人, 瀧 寛和, 志磨 隆, 吉本富士市: 初心者のための基礎的鉛筆デッサン学習支援システム, 画像電子学会誌, Vol. 32, No. 4, pp. 386–396 (2003).
- [6] 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タシンポジウム 2015 論文集, No. 2015, pp. 574–579 (2015).
- [7] 高橋 拓, 中村聡史: 作画ミス発見のためのイラストの部分遮蔽手法の検証, 情報処理学会研究会報告ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI), Vol. HCI-186, No. 11, pp. 1–8 (2020).
- [8] 石山 徹, 田中彰夫, 池田るり子: マトリックス線を用いた模写描画法による初歩的な描画能力の能力開発可能性に関する研究, 美術教育学: 美術科教育学会誌, Vol. 36, pp. 27–42 (2015).
- [9] 土屋龍一, 高島健太郎, 西本一志: 動的に変化するぼかしモチーフ画像を用いたデッサン学習支援システムの提案, 情報処理学会, Vol. 2019-HCI-182, pp. 1–7 (2019).