

パース線投影システムによる背景描画支援ツールの提案

梶本 美貴^{1,a)} 中島 達夫^{1,b)}

概要：初心者にとって、イラスト描画の際に正確に空間を認識しパースや構図を決定することは難しく、特に背景描画においては負担が大きい。本研究では、初心者がイラスト描画の際に空間認識を補助するための新たな支援ツールを提案する。風景パースやグリッド線を自動生成し、プロジェクターやヘッドマウントディスプレイ（HMD）を活用して直接描画面に投影するシステムを開発し、実験者を募集して評価実験を行った。

1. はじめに

近年、CLIP STUDIO PAINT、Adobe Illustrator、ibis-Paint など様々なデジタルイラストツールが普及しており、それぞれが豊富な機能とサポートを提供している。一方で、アナログイラストの描画を支援するツールは、ほとんど知られていない。そのためクリエイターが手作業でパースや構図を決定する負担が大きい状況である。

Ostrowsky らによると、経験豊富なアーティストは、視覚恒常性（特にサイズ恒常性）の影響を抑制する能力が高く、描画対象の正確なサイズや位置関係を把握しやすいことが示されている。また、アーティストはトップダウンの視覚選択能力（重要な情報を選び取るスキル）にも優れており、これが高い描画精度に寄与しているとされている [1]。一方で、イラスト初心者はこうした空間認識や情報選択能力が十分に発達しておらず、特に風景の模写において「どの要素をどこに描けばよいのか」という判断が難しいという課題がある。この差は、経験の有無によるスキルの成熟度の違いに起因しており、初心者にとっては空間認識を補助する仕組みが必要であると考えられる。

この課題を解決するため、本研究ではアナログイラストの背景描画支援に焦点を当て、一点透視図法に対応する風景パースとグリッド線を表示するツールを開発した。このツールは、プロジェクターやヘッドマウントディスプレイ（HMD）を用いて風景パースを直接描画面に投影し、初心者の空間認識を補助しながら正確に背景を描けるよう支援する。さらに、プロジェクターと HMD での投影方法について比較実験を行い、それぞれの利点と適用可能性を評価した。

本研究の目的は、アナログイラストにおける背景描画の負担を軽減し、初心者から経験者まで幅広いユーザーが直感的かつ効率的に作業を進められる環境を提供することである。

2. パース線と一点透視図法

透視図法（線遠近法）は、数ある遠近法の中でも、もっとも科学的で体系化された空間表現法である [2]。西洋では平面（2 次元）への立体空間（3 次元）表現の試みは、古代ギリシャ・ローマ時代にすでにみることができ、その後 15 世紀、イタリアのルネサンス期に至り「線遠近法」として理論が確立された [2]。透視図法の一般的な別称として、パースペクティブ、その略語でパースとも呼ぶ [2]。この技法では、近くの物体は大きく、遠くの物体は小さく描かれるという法則が基本となり、パース線を使ってこの法則を実現させる。

一点透視図法は消失点と呼ばれるすべてのパース線が収束する点が 1 つのみ存在する技法である。また、消失点に対して水平に引かれる線は「アイレベル」と呼ばれ、視点の高さを示す。このように、パース線と一点透視図法は空間認識を視覚的に伝達し、立体的な描写を可能にする重要な技法である。

3. 関連研究

描画スキルの習得を支援するためのインタラクティブなツールやシステムがいくつか提案されており、これらは初心者から経験者まで幅広いユーザーを対象としたアプローチが模索されている。特に描画プロセスのガイドやフィードバックを通じてユーザーの学習を促進する効果が確認された事例が存在する。

¹ 早稲田大学基幹理工学部情報理工学科

^{a)} kajimoto@dcl.cs.waseda.ac.jp

^{b)} tatsuo@dcl.cs.waseda.ac.jp

3.1 The Drawing Assistant

Iarussi らは伝統的な観察によるデッサン技法の習得を支援するために、自動化された描画ガイドラインとリアルタイムフィードバックを提供するインタラクティブなツール「The Drawing Assistant」を提案した [3]. 本ツールは、写真から主要な幾何学的構造を抽出し、ガイドとしてユーザーに提示することで、正確なスケッチを可能とすることが目的である。さらに、ユーザーが描いた線をモデルと比較し、位置やプロポーションの誤差をリアルタイムでフィードバックする機能を備えている。ガイドやフィードバックを活用することで、初心者が短期間で基本技術を習得し、モデルを正確に描画する能力を向上させることが示された。

3.2 iCanDraw?

Dixon らは人間の顔を描く能力の向上を目的としてスケッチ認識技術と修正フィードバックを活用したシステム「iCanDraw?」を開発した [4]. 初心者が直面する描画の課題に対応するため、顔認識技術を用いて参照画像から顔の特徴を抽出し、ステップバイステップの指示と修正可能なフィードバックを提供する。このアプローチにより、初心者でも正確かつリアルなスケッチを作成できるよう支援する。システム支援を受けた描画では、対象のシンメトリーやプロポーションが大幅に改善されたことが確認された。またユーザーは参照画像の特徴をより正確に認識し、描画に反映できるようになった。修正フィードバックと視覚的な強調が初心者の理解を助け、目や鼻の位置取りなどの特定の技術で主に効果を発揮した。

3.3 Sketch-Sketch Revolution

Fernquist らは初心者から経験者まで幅広いスキルレベルのユーザーが、プロのアーティストの描画コンテンツを再現しながら学べるチュートリアルシステム「Sketch-Sketch Revolution」を提案した [5]. このシステムは描画ソフト「SketchBook Pro」を基盤に構築されており、UI の操作方法だけでなく、実際のスケッチングプロセスもガイドするハイブリッドな学習体験を提供する。また、アーティストがワークフローを記録し、そのデータをもとに自動でチュートリアルを生成できるオーサリングツールも備えている。ガイドありのシステムは、ユーザーに高い自信を与え、描画の成功率を向上させた。加えてストローク補正やプレビュー機能により、初心者でも複雑なアートコンテンツを効率的に再現できることも示された。

4. 提案システム

本システムは模写する参考写真を基に消失点やパース線を自動生成し、描画支援を行う。まず参考写真をグレースケール化し、線画を抽出した後、垂直線と水平線を削除することで主要な直線を抽出する。これらの直線を延長して最

も交差の多い点を消失点とし、さらにその消失点を通る水平線をアイレベルとして描画する。また、写真上に均等なグリッドを生成し、模写対象の空間構造を明確にする。加えて、消失点からキャンバスの端に向かって均等にパース線を引き、模写時の視覚的ガイドを提供する。これらのパース線の角度やグリッドの大きさは、ユーザー操作によって調整可能であり、個々のニーズに応じた柔軟な設定が可能である。

プロジェクターを使用するシステムとヘッドマウントディスプレイ (HMD) を使用するシステムの2種類を作成した。プロジェクターを用いたシステムでは、PC 上の参考画像にパース線とグリッド線を表示し、ユーザーが画像の構成を理解できるようにサポートする。また、パース線とグリッド線のみを机上のキャンバスに直接投影し、ユーザーが絵を描く際のガイドとして利用できる仕組みとなっている。これらのパース線とグリッド線は連動しており、PC を使用して操作可能な設計となっている。投影方法は図 1 で示されるように、スタンドに設置したプロジェクターを机に向けて使用するシンプルな物理構成を採用している。



図 1 プロジェクター投影構成

一方、HMD を用いたシステムでは、図 2 のように参考画像にパース線とグリッド線を表示するとともに、それらを独立したオブジェクトとして生成する。これらのパース線とグリッド線は連動しており、仮想空間内で自由に視点を移動したり、インタラクションを行ったりすることが可能である。また参考画像および操作ボタンを載せたパネルは、つかみ可能なオブジェクトとして設計されており、ユーザーが作業しやすい位置や角度へと動かすことが可能である。同様にパース線とグリッド線のオブジェクトも移動可能であり、ユーザーが自身がキャンバスの適切な位置に配置して使用することができる。なおプロジェクターを使用するシステムと HMD を使用するシステムはそれぞれ独立しており、相互に連動することはない。

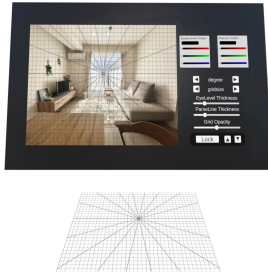


図 2 HMD システム構成

5. 評価実験

本実験は、表 1 に示す順番で比較実験を行う。実験の進行は以下になる。まず、表に記載された方法に従って、参加者にラフイラストを描いてもらう。描画方法には、PC または HMD を使用した表示方法と、プロジェクターまたは HMD を使用した投影方法が組み合わせられている。参加者には実験を一度行うごとに、評価アンケートに答えてもらう。評価アンケートは SUS (System Usability Scale) 評価に基づいており、各質問項目に対して自由記述形欄が設けられており、なぜそのように思ったのかを記入できるようになっている。また実験参加者は、授業以外でのイラスト描画経験の有無や HMD の使用経験に関わらず募集している。本実験の結果に関しては、発表当日に報告する。

表 1 比較実験実験順

	表示方法	投影方法
1	PC	プロジェクター
2	HMD	プロジェクター
3	PC	HMD
4	HMD	HMD

6. まとめ

本研究では、初心者のイラスト描画を支援するツールとして、風景パースおよびグリッドを投影するシステムを提案した。提案システムは、プロジェクターを用いた投影と HMD を用いた AR での投影の 2 種類で構成されており、それぞれの特徴を活かして描画支援を行う。実験では、表示方法 (PC, HMD) と投影方法 (HMD, プロジェクター) を組み合わせた 4 条件で評価を実施した。

著者自身が提案システムを試したところ、パースの表示は遠近感の表現や物体間の位置関係を把握する上で有用であることが確認された。一方で、HMD を用いたシステムでは、Passthrough 機能の性能に起因して手元がぶれて見えたり、線が二重に見える現象が生じるため、描画精度に影響を与えることが伺える。しかし、これらの課題は今後の技術発展により解消可能であり、解像度やトラッキング性能が向

上すれば、HMD を用いたシステムがより実用的な描画支援ツールとなる可能性が高いと考えられる。

参考文献

- [1] Ostrofsky, J., Kozbelt, A., and Seidel, A.: Perceptual Constancies and Visual Selection as Predictors of Realistic Drawing Skill, *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 6(2), 124–136 (2012). <https://doi.org/10.1037/a0026384>.
- [2] 武蔵野美術大学: MAU 造形ファイル (online), <https://zokeifile.musabi.ac.jp/%E9%80%8F%E8%A6%96%E5%9B%B3%E6%B3%95%EF%BC%88%E7%B7%9A%E9%81%A0%E8%BF%91%E6%B3%95%EF%BC%89/> (2024.12.18).
- [3] Iarussi, E., Bousseau, A., and Tsandilas, T.: The Drawing Assistant: Automated Drawing Guidance and Feedback from Photographs, in *Proceedings of the 26th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*, St. Andrews, Scotland, UK (2013).
- [4] Dixon, D., Prasad, M., and Hammond, T.: iCanDraw? – Using Sketch Recognition and Corrective Feedback to Assist a User in Drawing Human Faces, *Sketch Recognition Lab*, Department of Computer Science and Engineering, Texas A&M University (2010).
- [5] Fernquist, J., Grossman, T., and Fitzmaurice, G.: Sketch-Sketch Revolution: An Engaging Tutorial System for Guided Sketching and Application Learning, in *Proceedings of the 29th Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems*, Vancouver, BC, Canada (2011).