

生成AIによるインタラクティブ描画支援と 3D モデル構築手法の提案 Proposal of an Interactive Drawing Support System and 3D Model Construction Method Using Generative AI

千葉 こはる¹⁾ 松本 穂莉¹⁾ 西出 俊¹⁾
Koharu Chiba Homari Matsumoto Shun Nishide

1 はじめに

近年, VR や AR の普及に伴い, 3D モデルの需要はますます高まっている. そうした背景のもと, Meshy のように一枚の画像から高品質な 3D モデルを自動生成する AI 技術も登場し, 注目を集めている. 一方で, 生成された 3D モデルにユーザーが修正を加える場合, 3D モデルそのものに直接手を加えるか, 3D モデルの元となる画像に修正を加える必要がある. 本研究では, 図 1 に示すように, AI が提案した画像の作画過程 (線画など) に直接修正を加えることで, 完成画像や 3D モデルに自然に反映されるシステムの構築に取り組む. 本稿では自前で制作したデータベースを用いて構築したシステムについて報告する.

2 関連研究

画像生成 AI に関する研究は幅広く行われており, 多種多様な画像を生成する手法が開発されている. 例として, GAN に基づく手法はアニメスタイルのキャラクター生成に効果的であり [1], AI Sketcher は CNN ベースのモデルを用いて高品質なスケッチ生成を実現している [2]. これらの手法は画像生成を主目的としており, 画像の生成過程における修正等のユーザーによる介入は想定していない. デザイン創出の対話型 AI 支援に関する研究も行われており, 人と AI の協同の重要性を強調しているが [3], 逐次的な作画プロセスにおける人と AI の協同を対象とした研究事例はない.

画像生成技術の進展に伴い, 画像から 3D モデルを生成する技術も高度化している. 一例として, 複数の視点から撮影された画像を組み合わせることで対象物の 3D モデルを構築する研究が行われており, 高性能な 3D モデルの生成が可能である [4]. さらに Meshy AI のように 1 枚の画像から情報補完をしつつ 3D モデルを構築する技術も開発されている.

本研究では AI の画像生成において, 完成画像だけではなく, その作画過程も生成し, 完成画像から 3D モデ

ルを生成する. 一般的な画像生成モデルとは異なり, 作画過程も含む画像のデータベースはほとんどないため, 学習に用いるデータベースは自前で制作した. 完成画像や 3D モデルに対して修正を加える際, 作画途中の線画などに修正を加えることで完成画像や 3D モデルを修正できるシステムを提案する.

3 モデル構成と学習

本システムでは作画過程画像の逐次生成モデルとして図 2 に示すような畳み込みニューラルネットワークを用いたエンコーダ・デコーダモデルを用いる. エンコーダは 5 層の畳み込み層からなっており, n 枚目の画像を入力すると, 対応する潜在ベクトルが出力される. デコーダは 5 層の転置畳み込み層からなっており, エンコーダで求めた潜在ベクトルを入力することで $n+1$ 枚目の画像を出力する. このように本モデルは 1 枚目の画像を入力することで 2 枚目の画像を出力し, 出力した画像を逐次的に入力し直すことで開始画像から完成画像まで作画過程も含めて生成する.

モデルの学習は自前で制作した 10 体のキャラクターの画像 (図 3) を用いる. キャラクターは複数のレイヤーに描画を重ねることで制作しており, 完成画像からレイヤーを削除することで作画過程の画像を準備した. 図 4 に示すように, 各キャラクターについて完成画像も含めて 6 枚の画像系列を用いる. 各画像に対する教師画像は作画過程における次の画像を用い, 完成画像の教師画像は同一の画像を用いる. モデルの学習時, 生成性能のロバスト性向上のため, 入力画像に対して 99 枚のランダムノイズ付加画像も用いる. これにより作画過程画像の逐次生成に伴う累積生成誤差の影響を減らすことができる. 作画系列の生成は一枚目の画像を入力することで画像を生成し, 生成した画像を再帰的にモデルに入力することで完成画像まで生成する. 生成した完成画像を Meshy AI に入力することで画像の 3D モデルを生成する.

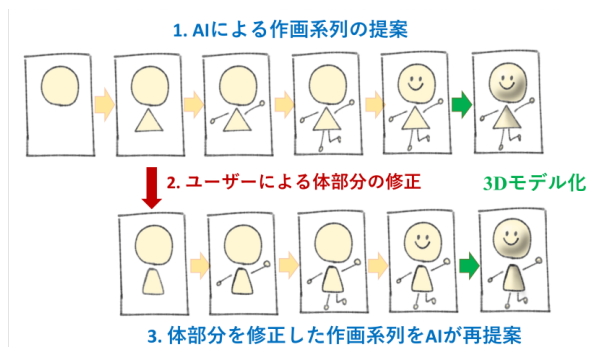


図 1 提案システムの概要

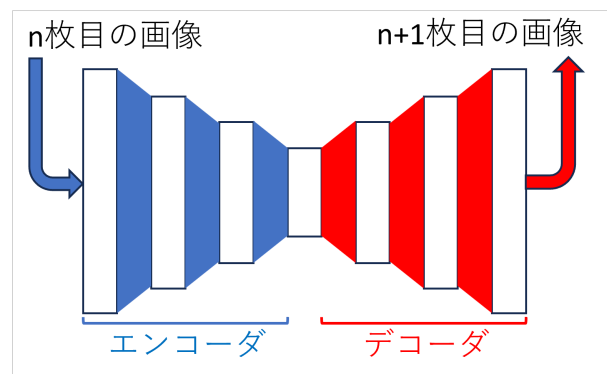


図 2 学習モデル

1) 京都橘大学 Kyoto Tachibana University



図 3 10 種類のキャラクター画像

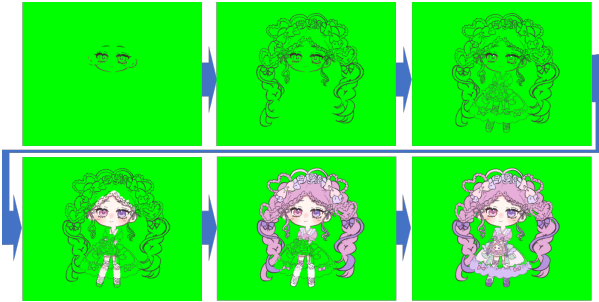


図 4 作画過程の画像系列の例

4 実験結果および提案

実験結果の例として、図 3 の 9 番目のキャラクターの作画過程をモデルで生成した (図 5 の上段). 作画過程の 3 枚目の画像に対してユーザーが下半身の手直しをし、図 3 の 7 番目のキャラクターの下半身の線画を描画した. 手直した画像をモデルに入力し直し、完成画像まで生成した. その結果として、図 5 の下段に示すように、修正を反映した完成画像が生成された.

一方で、本実験ではたとえば、図 3 における 9 番目のキャラクターの上半身に 7 番目のキャラクターの下半身を自然な形で合わせたキャラクターの生成はできなかった. その原因としてモデルの学習に用いるデータの数に限定的であることが考えられ、10 体のキャラクターのいずれかに寄っていく形で作画系列が生成される. より多くの学習データを用い、バリエーションに富んだキャラクターの生成を実現することは今後の課題である.

図 5 で生成した完成画像を Meshy AI に入力することで生成した 3D モデルを図 6 に示す. 本実験結果より、AI が生成した画像に従って生成した 3D モデルも変わっており、本手法の有効性が確認できる. それぞれの 3D モデルは完成画像の特徴を捉えているが、生成画像内のノイズの影響により、3D モデルの細部にはやや欠損がみられる. これを補完するためには、一般には他視点からの画像が用いられるが、本システムでは 1 枚の画像から 3D モデルを生成することが必要である. 今後

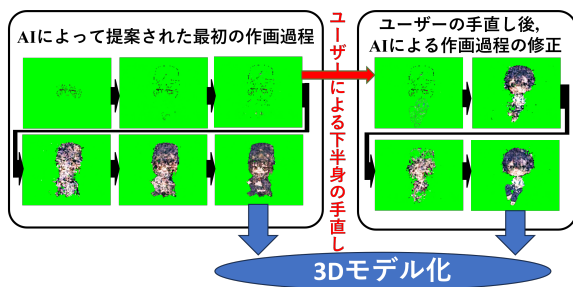


図 5 ユーザーによる線画修正を反映した作画過程と完成画像の生成結果



図 6 (左) 図 5 の左側の完成画像から生成した 3D モデル (右) 図 5 の右側の完成画像から生成した 3D モデル

は AI が生成した作画過程も 3D モデル生成モデルの入力に含め、より高性能な 3D モデル生成を実現したいと考えている. さらに、作画過程の生成モデルにも変分推論機構を導入することで画像生成性能の向上も行っていきたい.

5 おわりに

本研究では、生成 AI を活用したインタラクティブな描画支援システムと、作画過程を踏まえた 3D モデル生成手法を提案し、その有効性を示した. 特に、ユーザーによる部分的な修正が完成画像および 3D モデルに自然に反映されるという特長は、従来の画像生成・モデリング手法には見られない柔軟性を持つ. 作画過程の逐次生成には畳み込みニューラルネットワークを用いたエンコーダ・デコーダモデルを採用し、独自に構築したキャラクター画像データベースにより学習を行った. さらに、完成画像から生成した 3D モデルを検証した結果、修正内容が反映されたモデルが生成され、本システムの実用性が示された.

今後は、作画過程自体を 3D モデル生成の入力情報として活用し、精度の高い 3D 復元を目指す. さらに、変分推論などの技術を導入し、作画過程の多様性と表現力の向上を図る. 加えて、生成した 3D モデルに対してモーションキャプチャデータを適用することで、動的にキャラクターが動作するインタラクティブな表現を可能とし、描画支援からアニメーション制作までを包括的にサポートするシステムへの発展を目指す.

謝辞

本研究は JSPS 科研費 23K11277 の助成を受けたものである.

参考文献

- [1] N. Q. M. Noor, A. Zabidi, M. I. B. M. Jaya, and T. J. Ler, "Performance Comparison between Generative Adversarial Networks (GAN) Variants in Generating Anime/Comic Character Images- A Preliminary Result," Proceedings of 2024 IEEE International Symposium on Industrial Electronics & Applications, pp. 248-252, 2024.
- [2] N. Cao, X. Yan, Y. Shi, and C. Chen, "AI-Sketcher: A Deep Generative Model for Producing High-Quality Sketches," The Thirty-Third AAAI Conference on Artificial Intelligence, pp. 2564-2571, 2019.
- [3] J. Tholander and M. Jonsson, "Design Ideation with AI-Sketching, Thinking and Talking with Generative Machine Learning Models," Proceedings of the 2023 ACM Design Interactive Systems Conference, pp. 1930-1940, 2023.
- [4] C. Wen, Y. Zhang, C. Zao, Z. Li, X. Xue, and Y. Fu, "Pixel2Mesh++: 3D Mesh Generation and Refinement from Multi-View Images," IEEE Trans. on Pattern Recognition and Machine Intelligence, Vol. 45, pp. 2166-2180, 2023.