

手書きスケッチに基づいた 3D モデル作成支援

杉野森拓馬[†] 市川嘉裕[†] 山口智浩[†]
奈良工業高等専門学校[†]

1. はじめに

昨今、3D 表現を用いたゲームや映画、VR 作品などの 3D メディアの普及に伴い、それらの個人製作の需要が増している。作品中で使用される 3D モデルのデザインには、機能デザインと意匠デザインの要素があり、特に意匠によって作品に個性を持たせることは個人製作において重要となる。しかし、3D モデリングに必要なソフトウェアでは高い技術が要求されるため、いわゆる細部に凝るといったような意匠デザインに割けるコストが相対的に減少してしまふ。この問題に対して本研究では、スケッチに基づいて 3D モデルを生成する方法に着目する。スケッチは幼少期から学び始めることから親しみ深い技術であり、スケッチ表現を用いて 3D モデルが作成できれば新たに技術を習得するためにかかるコストが抑えられる。また、3D モデルを作成する際にスケッチによってデザインを考案するという現状もある。

手書きスケッチから 3D モデルを自動生成する手法はこれまでも研究されているが、いずれの研究でも 3D モデルの自動生成に注目しているため、技術的側面から制限が設けられており、自由な意匠デザインの障害となる。例えば、Sinha ら[1]の研究では画像が 3 次元的に厳密に成立するという制約が、三谷[2]の研究では描かれたスケッチが立方体で左右対称という制約が、Zhaoling ら[3]の研究ではスケッチの視線方向を制限するという制約がそれぞれ課されている。この問題に対処するためには、3D モデルのデザイン方法に注目する必要がある。

本研究では、3D モデルを作成するデザイナーの意匠デザインを支援するために、人とシステムによる協創に基づくモデルの提案とシステムの構築を目的とする。

2. 提案手法

2.1 スケッチに基づいた意匠デザインにおける前提

ここではまず、スケッチを利用して 3D モデルの意匠デザインをするということがどういう行為であるかを整理する。3D モデルを作成する際、スケッチによってデザインを決定した後に 3D モデルを作成することが一般的である。デザインを考案する段階では、最初は漠然とした形状を想像していることが多く、スケッチをしながら徐々に具体化してゆく。その過程では、描いたスケッチを描き足す、描き直す、別の視点からスケッチを描いてみるなどといった試行錯誤を伴う。また、この試行錯誤の中には、確定する前の仮のデザインを使って一度 3D モデルを作成することでイメージを固める行為も含まれるかもしれない。ここで、意匠デザインのための描き

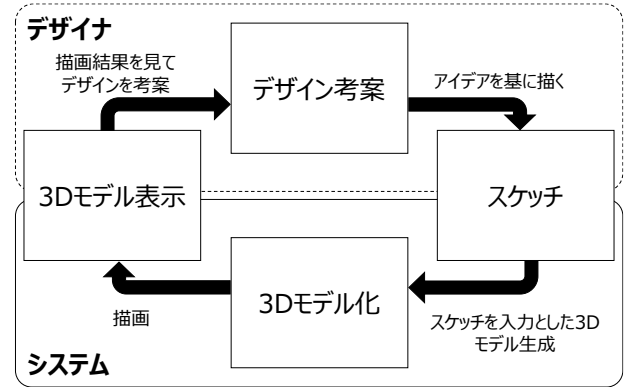


図 1 意匠デザインのサイクルモデル

Fig. 1 Cycle model of aesthetic design

起こされるスケッチの特徴を以下にまとめる。

- 初期段階のスケッチは曖昧な部分を含む
- 大まかな形から徐々に詳細が決められる
- スケッチによって表現しやすい視点から描かれる

以上の前提の下、意匠デザインの工程を支援することが本研究の大目的である。より具体的には、以上のような不完全なスケッチを経て徐々に意匠デザインが決定されることを想定し、最終的に 3D モデルのデザインが描かれた多視点からのスケッチをデザイナーが完成させるという行為の支援を目指す。

2.2 意匠デザインのサイクルモデル

本研究で提案するモデルを図 1 に示す。意匠デザインのサイクルでは、デザイナーがスケッチを描き（図上段）、システムがスケッチを 3D モデル化してデザイナーに提示する（図下段）。その後、提示された 3D モデルをデザイナーが確認しながら、意匠デザインを練る。このサイクルを繰り返すことで、デザイナーが求める 3D モデル及びそのデザインを完成させる。具体的には、繰り返しの中でデザイナーは複数の視点からのスケッチの追加やスケッチの修正をすることになり、システムはより多くの視点からの正しいスケッチの入力によって、デザイナーの求めるものに近い 3D モデルの生成が可能となる。

このようにサイクルの中で試行錯誤を繰り返すことから、3D モデルのプロトタイピングを行っているともいえる。3D モデルを見ることで立体形状を想像することができ、デザイン考案が促進されることにつながる。また、本来であれば図のシステムの部分は人が 3D モデリングを行うが、このサイクルではシステムが代理となる。これによって、試行錯誤中の 3D モデリングにかかる時間が短縮され試行錯誤のサイクルも早くなり、良いデザインが生まれやすくなることが期待される。

Support for 3D Model Creation based on Handwritten Sketches
[†] TAKUMA SUGINOMORI, YOSHIHIRO ICHIKAWA, TOMOHIRO
YAMAGUCHI, National Institute of Technology, Nara College

3. システムの要件

3.1 概要

提案したサイクルモデルでは、複数の技術的な課題が存在し、それらは新たなシステムを構築することで解決が可能となる。ここでは、サイクルモデルの実現のために必要となるシステム部分において要求される機能について述べる。システムの流れとしては、(1) デザイナがアイデアを基にシステム上でスケッチを描き、システムがスケッチを受け取り、(2) スケッチを基に3Dモデルを自動生成し、(3) 3Dモデルをデザイナーに提示し、(1)へ戻ってデザイナーが満足するまで繰り返す。

3.2 3Dモデル生成

スケッチを入力として3Dモデルを生成する工程では、サイクルモデルに適した3Dモデル生成とするために、以下の点が要求される。

- 様々な視点からのスケッチを考慮可能
- スケッチの逐次的な入力への対応
- スケッチの誤差への許容
- 詳細度合いにバラつきのある入力への対応

3.3 スケッチ支援

システムのインタフェースには、デザイナーがスケッチをする際のスケッチUIと、スケッチから生成した3Dモデルを描画する3DモデルビューUIの2つが必要である。サイクルモデルに適したインタフェースとするために、この工程では、各々のUIに対して以下の点が要求される。

スケッチUIには、次の3点が要求される。

- 一般のお絵かきソフトと同等のUI
 - スケッチがどの方向から描かれているかの設定
- 3DモデルビューUIでは、次の3点が要求される。

- 3Dモデルの描画
- ビューの視点移動
- 様々な描画方法を選択可能

4. システムの実装案の検討

4.1 3Dモデル生成

3Dモデルの生成は、スケッチから点群を生成、点群から3Dモデルを生成の2つの工程に分ける。スケッチから点群を生成する工程では、エージェント群を点群と見なし、それらが3Dモデルの存在位置を探索するマルチエージェント問題として進める。具体的には、スケッチから推定される3Dモデルを、球体エージェント群の大きさと位置で表現することとして、各エージェントの移動、拡大、縮小、増殖、消滅により、最適な位置と大きさを探索する。最終的に、エージェント群をメッシュ化することによって、3Dモデルを生成する。

マルチエージェントを利用する理由は2点ある。1つ目は前提条件の「大まかな形状から徐々に詳細が決められること」に起因する。この前提条件によって、詳細に描かれている部分程、詳細に表現できるような技術が必要となるため、大きさが可変な球体エージェント群が空間を移動するマルチエージェント問題を定義した。2つ目

は前提条件の「スケッチによって表現しやすい視点から描かれる」に起因する。マルチエージェント学習では、スケッチを用いて球体の位置を評価するため、様々な視点からのスケッチを考慮することができる。

点群から3Dモデルを生成する工程では、点群から3Dモデルを生成する機能を持つMeshLab[4]を用いる。具体的にはMeshLabのフィルターの1つであるScreened Poisson Surface Reconstruction[5]を用いることで3Dモデルを生成することができる。

4.2 スケッチ支援

スケッチUIにはGIMP[6]を用いる。GIMPプラグインを作成することで、システムへのスケッチの入力と3Dモデルの上からさらにスケッチできる機能を実装する。

3Dモデルの描画は様々な方法を用いる。例えば、単純な陰影付きの描画や、3Dモデルの辺のみを描画するワイヤーフレームでの描画、ノンフォトリアルスティックレンダリングによるスケッチ風の描画などである。3Dモデルの描画は、デザイン考案の思考に関わるので、どの描画が効果的であるかを実験により検討する必要がある。

5. おわりに

人とシステムとが協創して3Dモデルを意匠デザインするためのサイクルモデルと、これに導入すべきシステムの要件について述べた。このサイクルモデルは、サイクル内のシステムにより3Dモデルの完成像を提示することで、従来の3Dモデル作成のデザインの工程と3Dモデリングの工程の内、デザインの工程を支援する。これにより、デザイン考案を従来の方法と比較して促進することができる。

今後の課題として、提案したサイクルモデルが3Dモデルのデザイン考案を促進させるかの妥当性を調べる事が挙げられる。

参考文献

- [1] Sinha, A. Unmesh, Q. Huang and K. Ramani: SurfNet: Generating 3D shape surfaces using deep residual networks, Proc. of CVPR2017, pp.6040-6049 (2017)
- [2] 三谷純: 意匠設計支援のための3次元スケッチに関する研究, 修士論文, 東京大学大学院工学系研究科情報工学専攻(1999).
- [3] L. Zhaoliang, G. Matheus, K. Evangelos, M. Subhransu and W. Rui: 3D Shape Reconstruction from Sketches via Multi-view Convolutional Networks, Proc. of the Internatioal Conference on 3D Vision (3DV) 2017, (2017)
- [4] P. Cignoni, M. Callieri, M. Corsini, M. Dellepiane, F. Ganovelli, G. Ranzuglia: MeshLab: an Open-Source Mesh Processing Tool, Sixth Eurographics Italian Chapter Conference, page 129-136, (2008)
- [5] M. Kazhdan, H. Hoppe: Screened poisson surface reconstruction, ACM Transactions on Graphics (TOG), 32(3), 29, (2013)
- [6] "GIMP - GNU Image Manipulation Program", <https://www.gimp.org/>, 2020/1/9 閲覧.