

“Procedural Modeling Using Autoencoder Networks”の実装報告

岡部 誠^{1,a)}

概要：筆者は ACM UIST 2015 で Yumer らが発表した論文、“Procedural Modeling Using Autoencoder Networks”を実装し、追実験を行っている。この論文の目的は、L-system やフラクタルに代表されるような、“手続き型モデリング”の使いやすさを改善したい、というものである。手続き型モデリングには、ユーザの設定すべき入力パラメータが多数存在し、それ故に、入力パラメータと出力形状の間の関係性が分かりづらい、という問題点がある。提案手法の核は、autoencoder を用いたパラメータ数の削減（パラメータ空間の次元削減）である。効率よくパラメータ空間の学習を行うために、形状の類似性に基づいた学習データの生成手法を提案している。また、形状の輪郭情報を特徴ベクトルに組み込むことで、形状の連続性を保ちつつ、パラメータ空間の探索が可能となった。提案手法を用いることで、既存手法よりも 10 倍早くモデリングできるようになったことが、ユーザスタディによって確かめられている。

1. 手続き型モデリング

提案手法 [1] では手続き型モデリングの手法として、“容器”のモデリング手法と“樹木”のモデリング手法の 2 つに対し、パラメータ空間の次元削減を実験している。筆者は主に後者の、樹木のモデリング手法について追実験を行っている。筆者はまず、樹木のモデリング手法として Weber らの提案手法 [2] を実装した。この手法は Adobe Photoshop[®] にも実装されている手法で、1 本の樹木をモデリングするために、100 個程度のパラメータを設定する。

2. Autoencoder による次元削減

パラメータ空間を一定間隔でサンプリングして形状セットを得ても、それらが我々人間が知覚する尺度で一定間隔な形状セットである保証はない。そこで逆に、形状空間を考え、その中で形状を一定間隔にサンプリングするようなパラメータセットを収集して学習データとしたい。このために提案手法では形状特徴を考慮した木構造を構築する。この木構造では、葉ノードがユニークな形状（と、それを生成するパラメータセット）を表し、エッジは類似した形状を表すノード同士が繋がるように張られている。この木構造を用いて、パラメータ空間のサンプリングを行うことで、形状同士の類似性を考慮した学習データを得る。

学習には、7 層から成る autoencoder を用いる。学習は

対応関係にある 3 層のレイヤーセット毎に行い、最後にネットワーク全体の fine tuning を行う。

学習に用いる特徴ベクトルには、手続き型モデリングの入力となるパラメータセットに加え、そのパラメータセットで生成される形状の輪郭情報も一緒に持たせる。この追加情報によって、autoencoder が学習する次元削減されたパラメータ空間は、形状の輪郭の連続性が考慮されたものとなり、ユーザに直観的なインタフェースを提供できる。

3. 手書きスケッチに基づくモデリング

同じチームが IEEE TVCG で 2017 年に発表した論文では、画像（手書きスケッチ）を入力すると、手続き型モデリングのためのパラメータセットを推定する技術を提案している [3]。多層の畳み込みニューラルネットワーク (CNN) を用い、画像とパラメータセットの関係を学習している。上記の実験を通して学習データの生成技術は開発済みのので、CNN を使ったこちらの実験も行いたい。

参考文献

- [1] Yumer, M. E., Asente, P., Mech, R., Kara, L. B.: *Procedural Modeling Using Autoencoder Networks*, Proc. of ACM UIST '15, pp. 109–118 (2015).
- [2] Weber, J., Penn, J.: *Creation and Rendering of Realistic Trees*, Proc. of ACM SIGGRAPH '95, pp. 119–128 (1995).
- [3] Huang, H., Kalogerakis, E., Yumer, E., Mech, R.: *Shape Synthesis from Sketches via Procedural Models and Convolutional Networks*, IEEE TVCG, vol. 23, no. 8, pp. 2003–2013 (2017).

¹ 静岡大学 工学部 数理システム工学科
〒432-8561 静岡県浜松市中区城北 3-5-1

^{a)} m.o@acm.org