

Style Transfer を用いた電子顕微鏡画像の合成

中嶋 彩也香 Xuejiao Deng Tristan Hascoet 高島 遼一 滝口 哲也
神戸大学

1 はじめに

近年、生物学の分野や、金属、半導体など様々な分野において物体の微小形状の解析に電子顕微鏡 (Scanning Electron Microscope: SEM) が活用されている。これまで、物体表面の微小形状を観察するために、SEM 画像に対してコンピュータビジョンの技術を用いた3次元モデルの推定方法が提案されている。しかし、実際に正しい 3D 形状が分からないため、推定された形状を正しく評価することは現実的に厳しいものである。

そこで、モンテカルロシミュレーションによる導関数と filter bank モデルを用いて3次元モデルから SEM 画像を合成する手法が考えられたが[1]、推定精度に関してまだ課題が残されている。

以上のことを踏まえ、本稿では、モンテカルロシミュレーションを使わずに機械学習を用いて3次元モデルから SEM 画像を合成する手法を提案する。

2 提案手法

機械学習の Style Transfer(スタイル変換)[2]と filter bank モデルを用

いた提案手法の流れを図1に示す。まず、3次元モデルをある面から見たときの深度画像 (Depth Map) を作成する。作成した Depth Map をコンテンツ画像、実際の SEM 画像をスタイル画像としてスタイル変換を行う。ここで提案手法では、filter bank モデルを組み込み、そのモデルパラメータの推定をスタイル変換の誤差関数最小化に基づいて行う。

Depth Map から抽出された各近傍

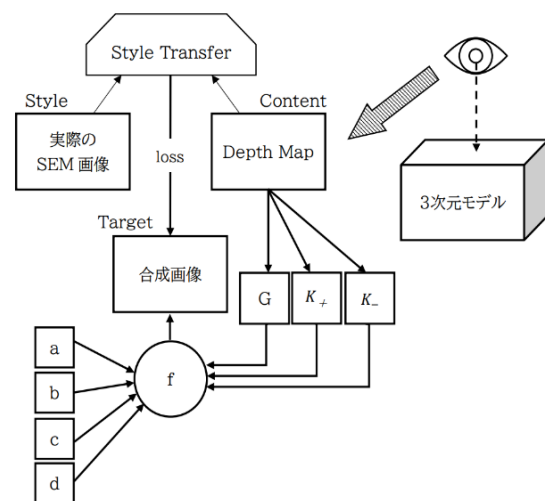


図1: Style Transfer と filter bank モデルを用いた SEM 画像の合成

(近傍の数 $N=10$)での勾配 (G)、曲率 (K_+ , K_-)と、ランダムに初期値化されたパラメータ a , b , c , d から次式に示す filter bank モデルを用いて計算された画像をターゲット画像の初期画像としてスタイル変換を行う。

$$f = d + \sum_n^{N-1} a[n]G[n] + b[n]K_+[n] + c[n]K_-[n]$$

Synthesis of electron microscope images using style transfer

S. Nakashima, X. Deng, T. Hascoet, R. Takashima, T. Takiguchi, Kobe University

また、スタイル変換での総損失は、パラメータ a , b , c , d に逆伝播し、値が更新される。更新された4つのパラメータと勾配、曲率から filter bank モデルを用いて生成された画像を、次のスタイル変換のターゲット画像とし、ターゲット画像を最適化していく。

3 実験結果

花粉の SEM 画像[3]を用いて実験を行った。コンテンツ画像として用いた、3次元モデルから作成した Depth Map を図 2(左)に、スタイル画像として用いた実際の SEM 画像を図 2(右)に示す。スタイル変換のみの結果(手法 1)を図 3に、filter bank モデルを統合した結果(手法 2)を図 4 に、Depth Map を作成する際に用いた3次元モデルの SEM 画像を図 5 に示す。

手法1では、対象物体の丸みや奥行き、穴の形状の情報が失われている。また、手法2では、対象物体の形状が手法1よりは得ることができているが、画像の中心ほど情報の欠落が大きいことがわかる。

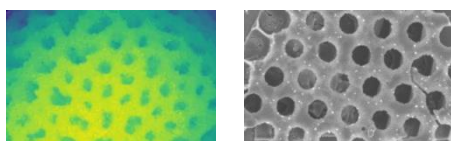


図 2:Depth Map と SEM 画像

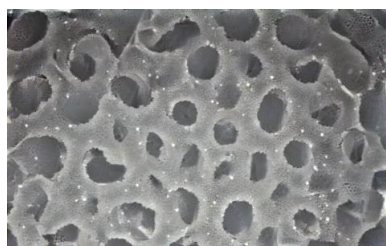


図 3:スタイル変換のみの結果

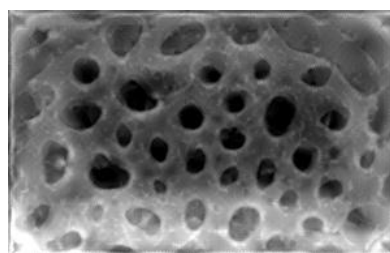


図 4:スタイル変換と filter bank モデルを用いた結果

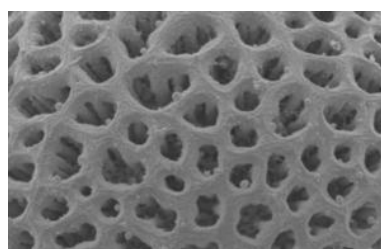


図 5:評価画像

4 おわりに

本研究では、3次元モデルから SEM 画像を合成する方法として、モンテカルロシミュレーションの代わりに機械学習のスタイル変換を検討した。今後は、3次元モデルからの情報欠落なく学習する方法について検討する。

参考文献

- [1] Adam Seeger, et al., “Shape-from-Shading and Simulation of SEM Images Using Surface Slope and Curvature,” 2005.
- [2] Leon A. Gary’s et al., “A Neural Algorithm of Artistic Style,” arXiv:1508.06576, 2015.
- [3] <https://www.kaggle.com/kmader/3dsem-a-dataset-for-3d-sem-surface-reconstruction>