

画像からの散乱パラメータの決定に関する考察

A Study on Determination of Scattering Parameters from Images

工藤 寛樹[†]
Kudo Hiroki

土橋 宜典[†]
Dobashi Yoshinori

1 はじめに

コンピュータグラフィックス (以下 CG) において所望の質感を再現するためには、物体の材質パラメータや光源位置などを適切に設定する必要がある。しかし、そのためには材質の反射率や透過率といった各パラメータの詳細や輝度計算アルゴリズムについての知識が要求される。また、知識を持つ場合でも適切なパラメータを探すために、幾度も出力を確認しながら調整する作業は避けられない。一般に CG 画像の生成は計算コストがかかるため、パラメータの調整作業には膨大な手間がかかる。本研究では所望の質感を持つ既存の画像からパラメータを推定することで、知識や経験、試行錯誤の要らないパラメータ設定を実現することを目指す。

所望の質感を再現する手法の 1 つとして Khan ら [2] や Todo ら [3] が提案するようなレンダリング後の画像を編集する手法がある。しかし、これらはあくまで画像の編集であり、パラメータを直接推定するものではない。パラメータを推定することができれば、所望の質感を再現しながら、カメラ位置や照明条件のようなレンダリング後には調整できないパラメータも変更することができる。

我々はパラメータ設定が複雑な表面下散乱に注目し、機械学習を用いて質感とパラメータの関係を学習したのち、パラメータを推定する実験を行った。また、藤堂らの提案した手法により生成した所望の質感を持つ画像からパラメータを推定した結果についても述べる。

2 関連研究

所望の質感を持った物体を得るために、レンダリング後の画像を編集することで画像内の物体の材質を変える手法が提案されてきた。

Khan らは物体の写った画像と物体の輪郭を描くアルファマットを入力として与えると、物体に元とは異なる材質を適用した新しい画像を生成する手法を提案した [2]。Todo らは単一の参照画像、入力画像のペアを基に画像ベースで半透明質感を転写する手法を提案した [3]。これにより、参照画像を用意すれば様々な半透明の質感を再現できるようになった。

しかし、これらの手法では、散乱の輝度計算のためのパラメータを推定しているわけではないため、カメラを新たな視点に移した別の画像を生成した際には異なる結果を得る可能性がある。

3 提案手法

3.1 概要

画像からパラメータを推定するには、画像に写る質感と散乱パラメータの関係性を学習する必要がある。これを実現するために、散乱パラメータを変えた半透明物体の CG 画像を 1100 枚作成し、学習に用いた。これらの学習用データについては 3.2 節にて詳細に説明する。また、画像から特徴を学習する際には 14 層からなる Convolutional Neural Network(CNN) を使用した。

3.2 データセット

本研究では学習用データの作成に物理ベースレンダリングソフトの Mitsuba[1] を用いた。Mitsuba で半透明物体をレンダリングする際に設定できるパラメータに **albedo** と **sigmaT** がある。これらは反射や透過に関

[†] 北海道大学



図 1: 学習用データの例 (albedo=1.0, sigmaT=70)

わるパラメータで物体表面の質感に変化を与える。我々はこの 2 つのパラメータを変化させた画像を 1100 枚生成して学習に用いた。値の範囲について、**albedo** は $[0.1, 1.0]$ の中で 0.1 ずつ変化させた。**sigmaT** については $[1, 100]$ の中で 1 ずつ変化に加えて、 $[0.1, 1.0]$ の中で 0.1 ずつ変化させた。学習用画像の例を図 1 に示す。

4 実験結果

4.1 パラメータ既知の画像の推定

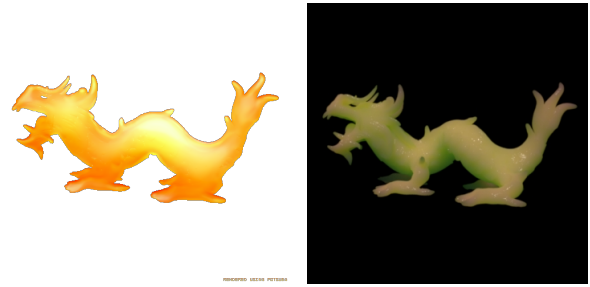
学習済みのネットワークを用いて、Mitsuba で作成した学習用データには含まれていない画像の **albedo** と **sigmaT** を推定した。正解パラメータと推定パラメータを比較したものを表 1 に示す。なお、推定は RGB 各チャンネルごとに行っている。

表 1: パラメータ推定値との比較

	真値	推定値
albedo(R)	0.6	0.56
albedo(G)	0.9	0.88
albedo(B)	0.9	0.89
sigmaT(R)	2	1.87
sigmaT(G)	47	40.21
sigmaT(B)	75	47.03

4.2 パラメータ未知の画像の推定

Todo らの手法によって半透明質感を転写した画像から **albedo** と **sigmaT** を推定した。入力画像と推定パラメータを使用してレンダリングした画像との比較を図 2 に示す。なお、Todo らの手法の出力は背景が透過されているため、図 2(a) では背景が白で表示されている。



(a) 入力画像

(b) 推定結果

図 2: 正解値が未知の画像に対するパラメータ推測結果

5 考察とまとめ

表 1 を見ると、推定は概ね成功していると言える。**sigmaT** の B 成分に関して、真値との誤差は大きいがこれは B 成分が視覚的には変化を捉えづらいことによるものと考えられる。実際に、推定値を使ってレンダリングした画像は入力画像と視覚的には類似していることが確認できた。一方で、Todo らの手法を使った画像からの推測については表面に凹凸を感じない質感は再現できているが、色合いは似ていないものとなった。これは場所によって異なる色になるなど、2 つのパラメータの変更だけで表現できるものではない可能性が考えられる。局所的な推測や他のパラメータの検討が必要である。

今後は、最適化の手法として微分可能レンダリングのような別の手法を使うことも検討している。

参考文献

- [1] Wenzel Jakob. Mitsuba renderer, 2010. <http://www.mitsuba-renderer.org>.
- [2] Erum Arif Khan, Erik Reinhard, Roland W. Fleming, and Heinrich H. Bühlhoff. Image-based material editing. *ACM Trans. Graph.*, 25(3):654–663, July 2006.
- [3] Hideki Todo, Tatsuya Yatagawa, Masataka Sawayama, Yoshinori Dobashi, and Masanori Kakimoto. Image-based translucency transfer through correlation analysis over multi-scale spatial color distribution. *The Visual Computer*, 35:811–822, 2019.