

# 近傍のサンプル分布を考慮した高速なモンテカルロレンダリング

松元 翔矢<sup>†</sup> 古川 翔大<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 鹿児島工業高等専門学校

## 1. はじめに

コンピュータグラフィックスの描画方法の1つにモンテカルロレンダリングがある。このモンテカルロレンダリングでは、画素ごとに候補となる色を、乱数を用いて複数サンプルする。得られた色サンプルを合成することで、最終的な出力画像を得る。しかし、これらの色サンプルは乱数を用いて得られるため、サンプル数が少ない場合には出力画像にノイズが重畳してしまう。

この問題に対しDelbracioらは、Ray Histogram Fusion (RHF)と呼ばれるノイズ除去手法を提案した[1]。この手法では、色サンプルのヒストグラムを用いて着目画素とその周辺画素との類似度を求める。その類似度に基づき、周辺画素と着目画素のヒストグラムを合成することで画像を平滑化する。しかしながらこの手法においても、ヒストグラムに生じる推定誤差の影響により、オブジェクトのエッジや詳細部までも平滑化されボケが生じる。

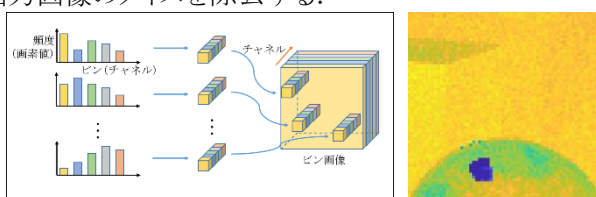
本研究では、色サンプルのヒストグラムを近傍画素の情報により整形することで、ノイズの重畳を抑制した高精度なモンテカルロレンダリング手法を提案する。

## 2. 提案手法

提案手法では、色サンプルのヒストグラムを画像のようなデータ構造に変換する。ここで、各画素におけるビンごとの頻度を画素値として表したものをビン画像と呼ぶ(図1)。したがって、ビン画像はビンの数と同じ枚数作成される。ビン画像中に重畳するノイズは、モンテカルロレンダリングを行った際の外れ値と考えられ、インパルス性雑音と類似している。そのため本研究では、このインパルス性雑音に有効とされる中央値フィルタを用いてビン画像ごとにノイズの除去を行う。ノイズ除去後のビン画像  $h_{\text{recon}}$  は、以下の式で表わせる。

$$h_{\text{recon}}(x) = \text{Median}\{\mathcal{S}\}, \mathcal{S} = \{h(y) \mid |y-x| \leq r\}$$

$h(y)$ はビン画像中のピクセル $y$ における頻度値である。また、 $r$ は中央値フィルタの半径である。この $h_{\text{recon}}$ を用いてヒストグラムを再構成し、RHFと同様の処理により、出力画像のノイズを除去する。



(a) 作成過程

(b) ビン画像

図1 ビン画像

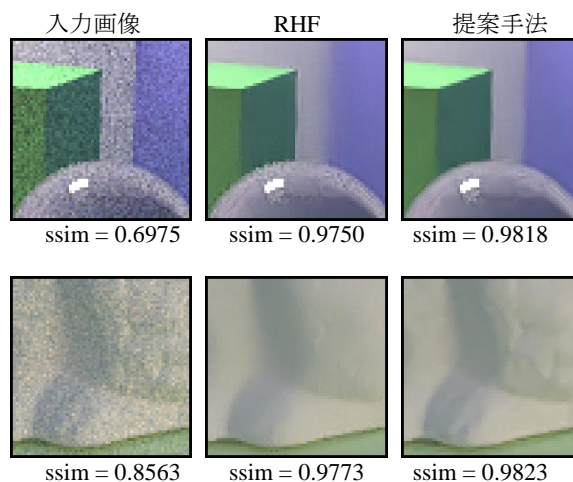


図2 ノイズ除去の結果。1行目は Cornell-Box, 2行目は Stanford-Bunny の結果である。

## 3. 結果

実験には2つのシーンを使用した。それぞれのシーンにおける結果を図2に示す。Cornell-Boxの背景に着目すると、提案手法の方がRHFに比べてボケ具合が少ないことがわかる。また、前側のガラス球のノイズも除去できている。

Stanford-Bunnyにおいて、RHFではオブジェクトの詳細なテクスチャまでも平滑化され失われているのに対し、提案手法ではテクスチャが保存されており大きな改善が見られた。

## 4. おわりに

本研究では、高速なモンテカルロレンダリングとして、レンダリング画像のノイズ除去手法を提案した。ヒストグラムに対し、領域に基づく中央値フィルタを適用した上でヒストグラムを再構成した。その結果ヒストグラムの推定精度が向上し、レンダリング画像におけるノイズ除去の品質も向上した。

今後の課題は、中央値フィルタに代わるノイズ除去手法の開発である。ヒストグラムに重畳するノイズはインパルス性雑音に類似しているが、完全に一致しているとは言い難い。そのため、重畳するノイズの特性をより考慮した手法の開発が出力画像の品質向上に必要である。

## 参考文献

- [1] Mauricio Delbracio, et al., "Boosting Monte Carlo Rendering by Ray Histogram Fusion," ACM Trans. Graph., Vol. 33, No. 1, pp. 8:1–8:15, February 2014.