

## バイラテラル距離に基づくノンフォトリアリス ティックレンダリング

王, 濤

<https://doi.org/10.15017/1398383>

---

出版情報 : Kyushu University, 2013, 博士 (工学), 課程博士  
バージョン :  
権利関係 : Fulltext available.



氏 名 : 王 濤

論文題名 : バイラテラル距離に基づくノンフォトリアリスティックレンダリング

区 分 : 甲

## 論 文 内 容 の 要 旨

ノンフォトリアリスティックレンダリング(以下 NPR と略記)は、写真のような現実感を求める写実的な画像ではなく、油絵や貼り絵等アート風の画像のように、作者の意図を反映するような画像を生成する CG 技法である。NPR 技術を利用して、フォトリアリスティックレンダリングでは表現することが困難な、手描きの温かな質感や味わいといったものを表現することができる。NPR 技術を大きく分類すると二次元的手法と三次元的手法とがある。二次元 NPR においては、点描画やステンドグラス風画像のような非写実的な画像に関する生成手法が数多く発表されている。

点描画とは、絵画などにおいて線ではなく点の集合や非常に短いタッチで表現する技法である。写実的な画像をもとに NPR 技術で点描画を生成する場合、点を配置するとともに、点の色や形などの性質を設定して点描画の特性を表す。従来の点描画手法では、エッジや輪郭などに近い部位の点を鮮明に描画することが困難であるという問題がある。

また、点描画とは別の二次元 NPR 技術として、ステンドグラス風画像を生成する手法もよく提案されている。実際のステンドグラスは、ガラス片を繋ぐ鉛線によって、領域の輪郭を現す。各ガラス片は多くの場合、凸多角形や滑らかな曲線で構成される。従来のステンドグラスの NPR 技法では、入力写真の再現性が低く、セルの大きさが均一で表現能力が乏しいという問題がある。

本論文では、画像の輪郭の保存性が従来法よりも高い点描画やステンドグラス画像を生成するために、点間のバイラテラル距離を用いる NPR 技法を提案する。先ず点描画について、エッジの乱れが少ないポアソンディスクサンプリング(PDS)法として、暗い画素から順番にサンプリングしていく画素値順 PDS を提案する。これによって、入力画像のエッジに適応して点が配置される。配置された点からのバイラテラル距離に基づいて、エッジに沿って歪んだ楕円(非等方円)を描いて非等方点描画を生成する。

また、ステンドグラス風画像の生成では、入力画像の各場所での色の変化に応じて、セルの面積が色が平坦な所では大きく、色変化が激しい所では小さくなるように 4 分木分割で母点を求めて、それらの母点からのバイラテラル距離による非等方ボロノイ分割でセルを生成する。次に、孤立セルをなくすために、最小全域木を利用してセル境界を連結する。また、一般的な非等方ボロノイ分割法が応用できない線画に対し、線画の距離変換値に基づく非等方分割ボロノイ法を用いて、ボロノイセルの境界が入力線画の線に一致するようにバイラテラル距離を重み付きに拡張し、セルサイズを距離値に応じて適応的に変える線埋め込みステンドグラス画像の生成手法を提案する。

本論文では、第 1 章の導入に続いて第 2 章では、モノクロ濃淡画像から点描画を生成するノンフォトリアリスティックレンダリング(NPR)のために、画素値順によるポアソンディスクサンプリング(PDS)法を提案し、ランダム順サンプリングよりもエッジの保存性

が高いことを示す。また、点描画を元の濃淡画像に戻す逆点描処理として、各点を母点として画像をボロノイ分割し、ボロノイセルの面積に比例した色を塗る方法を述べる。このボロノイ分割について、各点から最近点までの距離を重みとする重み付きボロノイ分割のほうが、重みなしのボロノイ分割よりも元画像の再現性が高いことを示す。

第3章では、第2章に述べた画素値順 PDS に基づき、エッジに沿う各点間のバイラテラル距離を考え、適応的に非等方円を描く手法を提案する。本提案法では、一般の点描画と違って、元画像のエッジに近い点の形状は丸ではなく、エッジに従って適応的に変形される。提案法の非等方円は等方円よりも元画像の保存性が高いことを示す。

第4章では、スタンドグラス風画像に関して、物体の輪郭の保存性などの入力画像の再現性およびガラス片の総数と形状について考え、入力画像を4分木分割して母点を求めることによって、セルサイズと形状を入力画像の色変化に適応させて、バイラテラル距離による非等方ボロノイ分割でスタンドグラス画像を生成する手法を提案する。また実際のスタンドグラスのように孤立セルをなくすために、最小全域木を利用してセル境界を連結する処理も付け加える。

第5章では、2値の線画に対し、線からの距離変換を求めて、距離値に基づくバイラテラル距離による非等方 PDS で点を配置し、それらを母点として画像を非等方ボロノイ分割する NPR 法を提案する。このとき、ボロノイセル境界が入力線画の線に一致するように、バイラテラル距離を重み付きに拡張する。また、無駄なセルを省くために PDS の半径を距離値に比例して大きくする。この適応的セルサイズ重み付き非等方ボロノイ分割を濃淡画像やカラー画像にも応用する。

第6章は結論であり、本研究の総括および今後の課題について述べる。