

視覚混合と補色対比を考慮した点描画風画像生成法

A Generation Method for Pointillistic Images Considering both Optical Mixture and Complementary Color Contrast

杉田 純一†
Junichi Sugita

高橋 時市郎†
Tokiichiro Takahashi

1. まえがき

点描画は新印象派の画家達によって確立された絵画技法の1つである。点描画では、線ではなく、点の集合や非常に短いタッチで表現する。新印象派の点描画の最大の特徴は、視覚混合という光学現象[1]を巧みに利用している点である。視覚混合とは、鮮やかな色を並置することにより、網膜上で加法混色を起こす効果を言う。視覚混合により、絵具を混ぜることで、彩度が低下するのを避けることができる。さらに、補色対比と言う技法[1]も工夫して使っている。この技法は、補色を並置させることにより、非常に鮮やかな色彩の効果を生むことができる。

筆者らは、既に、写真等の入力画像から視覚混合と補色対比の両方を考慮した点描画風の画像を自動生成する手法を提案した[2]。しかし、この手法では、補色で描画される点がキャンバスに均等に配置されていた。実際の点描画では、補色はキャンバスに均等に描かれていることは少ない[1]。補色を配置する数で陰影を表現したり、彩度の高い領域に補色を多く配置することで、補色対比の効果が際立つように工夫しているように見受けられる。

そこで、本稿では、これらの表現を再現する第一歩として、入力画像の彩度を利用して、彩度の高い領域ほど補色で描画する点を多く配置し、彩度の低い領域は、少なく配置する手法を提案する。

2. 点描画風画像生成法の概要

提案手法は(1)点を配置する位置を決定するプロセスと、(2)配置した位置での点の色を決定するプロセスの2段階からなる。点の色は入力画像の色の類似色または補色が選択される。3章では、補色と類似色で描画される点の配置法を説明し、4章では、入力画像の色から、補色と類似色を求める方法を説明する。

3. 点の配置法

点の配置には Poisson Disk Sampling を用いる。まず、補色で描画される点の位置を決定する。前述したように、入力画像の彩度の高い領域ほど点を配置する数を増やすために、入力画像の彩度の値を基に、Poisson Disk の半径 r の大きさを変更する。これを Weighted Poisson Disk Sampling (WPDS) と呼ぶことにする。次に、類似色で描画される点の位置を決定する。

3.1 WPDSによる補色の配置

半径 r の円を考え、その中心となる点をランダムに配置する。既に配置された点の集合を $\{S_k\}$ とし、次に配置し

ようとする点を S_j とする。既に配置された任意の点 $S_i \in \{S_k\}$ と点 S_j を中心とする円の半径をそれぞれ r_i, r_j とする。このときの点 S_j の半径 r_j を式(1)により求める。

$$r_j = \frac{255 - f_j}{255} \times (r_{\max} - r_{\min}) + r_{\min} \quad (1)$$

ここで、 f_j は画素 j の彩度の値 ($0 \leq f_j \leq 255$)、 r_{\max} は Poisson Disk の半径の最大値、 r_{\min} は最小値であり、 r_j は $r_{\min} \leq r_j \leq r_{\max}$ の範囲を取る。

2点 S_i と点 S_j の間の距離を d_{ij} とする。この時、 $d_{ij} > \alpha(r_i + r_j)$ ならば点 S_j を配置可能とし、 $d_{ij} < \alpha(r_i + r_j)$ ならば点 S_j を配置することは不可能とする。

この処理を、画面内にそれ以上円が配置することができなくなるまで繰り返す。ここで α の値を変更することで、円の重なり具合を制御することができる。

こうして決定した点に、入力画像の補色を割り当てる。

3. 2 Poisson Disk Samplingによる類似色の配置

補色の配置が決定したら、次に、入力画像の類似色で描画する点の配置を決定する。類似色の配置には通常 Poisson Disk Sampling を用いる。

前節の WPDS によって既に配置された点の集合 $\{S_k\}$ の半径 r をすべて r_{\min} に置き換える。次に、 $r=r_{\min}$ で Poisson Disk Sampling を行い、WPDS で配置した点の隙間を埋める。ただし、決定した順序で円を描画すると、補色が最初に描画されてしまうので、順序をシャッフルした後、描画する際、円を楕円に置き換え、画素勾配方向に描画することで点描画風画像を生成する。実際の点描画では円ではなく、楕円に近い形で点が描かれることが多いからである。

4. 色の選択法

点の配置が決定したら、続いて、各点の色を決定する。

まず、視覚混合の効果を実現するために、入力画像の色から類似色を求める。次に、補色対比の効果を実現するために、入力画像の色から補色を求める。ここでは、双六角錐モデルの HSL 色空間で処理を行う。

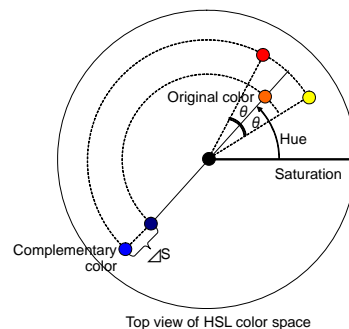


図1 色の選択法

† 東京電機大学大学院 工学研究科
Graduate School of Engineering, Tokyo Denki University

図 1 に示すように、類似色を求めるために、入力画像の色相の値を、乱数を用いて $\pm \theta$ の範囲内で変更する。また、補色を求めるために、入力画像の色相の値に π (180 度)加えて変更する。ただし、 $0 \leq \text{色相} < 2\pi$ である。

スーラを代表とする新印象派の画家は、絵具の混合による彩度の低下を避けるため、原色に近い鮮やかな色を並置させ、視覚混合により混色している。これに対応して、類似色と補色の彩度を $\angle S$ 上げることにした。

5. 実験結果

入力画像から点描画風画像を生成した。図 2(a)に入力画像を示す。同図(b)に入力画像から得られた彩度バッファを示す。白は彩度が高く、黒は彩度が低いことを示している。図 2(b)の彩度バッファの値を参照して、WPDS により、補色で描かれる点を配置した結果を同図(c)に示す。図 2(c)より、彩度が高い領域ほど補色で描画される点が多く配置され、彩度が低い領域ほど少なく配置されていることが分かる。図 2(d)に提案手法により生成した点描画風画像を示す。ここで、補色は $\alpha=1.0$ 、類似色は $\alpha=0.6$ とし、 $r_{max}=15$ 、 $r_{min}=3$ 、 $\theta=30$ 、 $\angle S=50$ として生成した。図 2(d)の拡大部を見ると、入力画像の類似色と補色が配置されていることが分かる。また、図 2(d)を遠くから見ると、色が混ざり合い、視覚混合の効果が実現できていることが分かる。

提案手法の効果を検証するために、補色を均等に配置した点描画風画像(従来手法[2]、図 2(e))と、入力画像の彩度によって補色の数を決定した点描画風画像(提案手法、図 2(d))の比較を行った。均等に補色が配置されている図 2(e)に比べ、同図(d)の方が、彩度が高い花卉の濃い部分に補色が多く配置され、彩度の低い葉の部分には補色が少なく配置されることにより、メリハリが利いた印象を受ける。

6. むすび

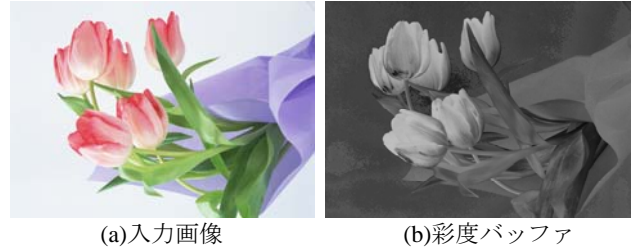
入力画像から視覚混合と補色対比を考慮した点描画風画像を生成する手法を提案した。入力画像の彩度が高い領域に補色で描画する点を多く配置するよう工夫した。

今回は、彩度の高い領域に補色を多く配置したが、それとは逆に、彩度の低い領域に多く補色を配置することも可能である。また、入力画像によっては、明るさを利用して、補色の配置を制御することも有効であると考えられる。今後は、これらの使い分けについて検討する。

また、実際の点描画では、物体の境界のコントラストを強調して描くことも多い。こうした技法も取り入れていく。

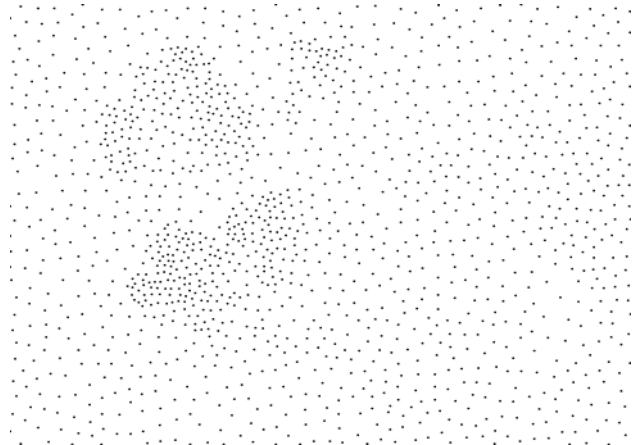
参考文献

- [1] ハーヨ・デュヒティング: 『ジョルジュ・スーラ 点に要約された絵画』, タツシユンジャパン (2000)
- [2] Junichi Sugita and Tokiichiro Takahashi: "A Generation Method for Pointillistic Images Considering both Optical Mixture and Complementary Color Contrast", NPAR2007 Posters (2007), (to appear)



(a)入力画像

(b)彩度バッファ



(c)WPDSによる補色で描画される点の配置



(d)提案手法による点描画風画像



(e)従来手法による点描画風画像

図 2 点描画風画像生成例