

離散要素テクスチャ合成における局所パターン編集手法

上田 翔太 井尻 敬

† 芝浦工業大学工学部 〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5

E-mail: {al17017, ijiri}@shibaura-it.co.jp

あらまし 離散要素テクスチャ合成とは、離散的に分布する要素により構成されるテクスチャを合成する手法のことである。これまで多くの離散要素テクスチャ合成に関する手法が提案されている。しかし、一度離散要素テクスチャを生成したのちの微修正（特定要素を置き換えや要素分布の粗密の修正など）は、実際のデザイン時には重要であるもののあまり議論がなされていなかった。そこで本研究では、合成後の離散要素テクスチャに対し、要素間の関係を利用して局所的な編集を行える手法を提案する。具体的には、ユーザが、合成したテクスチャ内の隣接する要素に対して編集を施すと、同様の編集がテクスチャ全体へ動的に適用される枠組みを提案する。これにより、少ない局所編集操作により、離散要素テクスチャの編集が可能となる。提案法の有用性を示すため、局所的編集操作によりデザインされた複数のテクスチャデザイン例を紹介する。

キーワード 離散要素テクスチャ, テクスチャ合成, 対話的デザイン

1. はじめに

離散要素テクスチャとは、離散的に分布する要素より構成されるテクスチャのことであり、離散要素テクスチャ合成とは、与えられた小さなサンプルに似た見た目を持つように離散要素テクスチャを合成する手法である。

離散要素テクスチャ合成は重要な課題であり、石畳の合成[1]、ストロークの合成[2]、2次元[3]や3次元パターン[4]の合成など、多くの研究がなされている。しかし、既存手法のほとんどが、サンプルに似た要素分布を作成することに注目したものであり、テクスチャ合成後の編集については議論がなされていない。そのため、既存手法では、一度テクスチャ合成を行った後に、特定の2要素を近づける、特定要素の大きさを変えるなどの微修正を行うことは困難であった。

そこで本研究では、一度テクスチャを合成した後、要素間の関係を利用して局所的な編集を行える手法を提案する。具体的な局所編集手順は次のとおりである。テクスチャの合成後、ユーザは、合成したテクスチャから隣接する2要素を選択し、その2要素について、移動・拡大縮小・回転・置き換えといった編集を行う。するとシステムは、選択された2要素と同じ要素の組をテクスチャ中から検索し、発見した組に対して同じ編集を適用する。この編集法により、少ない編集作業で多様な離散要素テクスチャのデザインが可能になる。図1にデザイン例を示す。この例では、初めに合成した離散要素テクスチャ（図1a, b）に対し、特定要素を近づける、特定要素を大きくするという処理を施し、粗密のついたテクスチャを生成している。

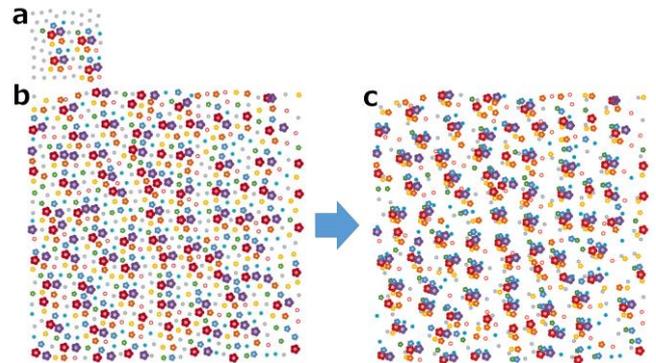


図1. 離散要素テクスチャに局所編集を施した例。

2. 提案手法

2.1. 離散要素テクスチャ表現

本研究では、離散的な要素の分布により構成される離散要素テクスチャを扱う。ここで、離散要素とは、大きさ・位置・回転角・画像IDを持った画像データとする。提案手法では、初期合成時および局所編集後、離散要素を頂点とみなしドロネー三角形分割を計算する。この三角形分割の辺から各要素の隣接要素を取得する。

2.2. ユーザインタフェース

図2に提案手法によるデザイン過程を示す。提案システムでは、要素が並んだパレットと、Lloydアルゴリズム[5]により生成された一様ランダムな分布がユーザに提示される(a)。ユーザは、分布上に要素を配置し、サンプルテクスチャを作成する(b)。サンプル配置後、ユーザが生成ボタンを押すと、システムは、サンプルに似た特徴を持つテクスチャを自動生成する(c)。次にユーザは、この初期合成されたテクスチャ

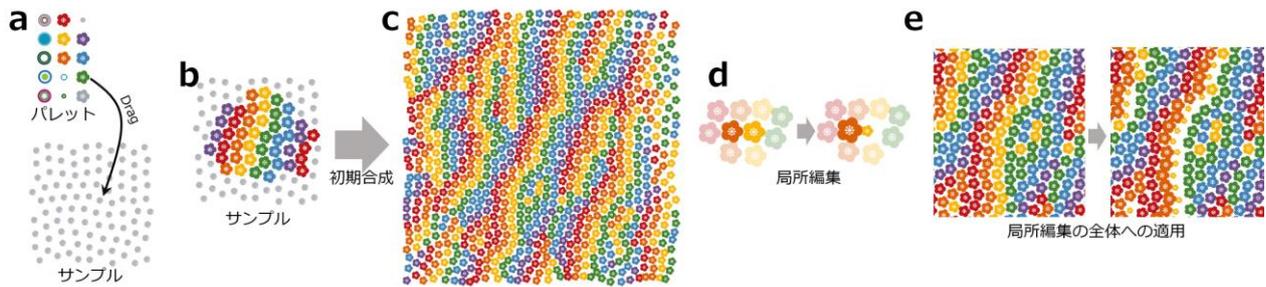


図 2. ユーザインタフェース.

から隣接する 2 要素をマウスにより選択する.すると, 選択した 2 要素とその周辺が拡大表示され, 2 要素に対し『移動・拡大縮小・回転・置き換え』といった編集を行える (d). ボタンを押して編集を完了させると, システムはこの編集をテクスチャ全体に反映させる (e).

2.3. アルゴリズム

初期テクスチャ合成. 提案システムは, サンプルテクスチャが与えられると, 離散要素テクスチャ合成を行う. 本研究では, このテクスチャ合成を, 既存手法 [2] に基づいた手法により実現する. まずシステムは, Lloyd アルゴリズム [6] により一様かつランダムな要素分布を生成する. 次に, サンプルテクスチャに現れる要素をランダムに選択し, 要素分布の各頂点へコピーする. この時, サンプル内の要素の画像 ID の割合が保持されるように, ランダムな選択を実施する. 最後に, テクスチャ中の全要素を一つずつ訪問し以下の置き換え処理を行う. i) 着目要素について, その近傍と最も類似した近傍を持つ要素をサンプルテクスチャより検索する. ii) 着目した要素を発見した要素で置き換える. この全要素に対する置き換え処理を 10 回繰り返すことで, テクスチャ合成を行う.

局所編集の適用. ユーザは, 編集対象として隣接する要素の組を選択し, それに対して編集を行う. この編集が指定されると, システムは, 編集対象の組と同じ画像 ID を持つ隣接した要素の組をテクスチャ中から検索する. 続いて, 発見した各組に対して, ユーザの行った編集を適用する. ただし, 削除・回転・拡大縮小操作はそのまま適用し, 移動操作については発見した組の距離に比例するように移動量を調整する.

3. 結果とまとめ

提案システムの有用性を示すため, 複数の離散要素テクスチャの作成を行った. 図 1 および図 3 に生成例を示す. 図 1 は, 小花柄と呼ばれるテクスチャで, サイズの異なる花要素が粗密のある分布を作ることで構成される. 提案手法では, 花の要素が一様に分布するテクスチャを生成し, 特定の要素の削除, 要素ペアを近

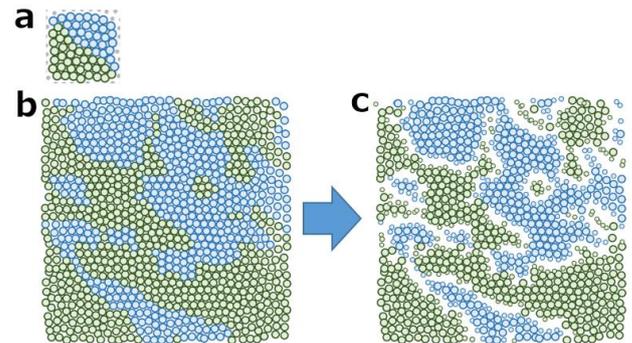


図 3. テクスチャのデザイン例.

接させる, 等の局所編集によりテクスチャを生成した. また, 図 3 は, 迷彩柄のようなテクスチャをデザインした例である. これらの例は, 初期テクスチャ合成後, 約 5 分 20 回程度の局所編集によりデザインされたものである.

まとめ. 本研究では, 合成後に局所的な編集を指定できる離散要素テクスチャ合成の手法を提案した. 提案手法のプロトタイプシステムを用いてテクスチャ合成と編集を行った結果, 5 分程度の操作で, 局所的な粗密のあるテクスチャデザインを行えることを確認した. 本研究では隣接する 2 要素の組に対する局所編集を取り扱ったが, 今後はこれを 3 個以上の要素など, より一般的な局所パターンを扱えるように拡張したい. また, 提案手法の 3 次元への拡張も将来課題の一つである.

文 献

- [1] Kazunori Miyata, Takayuki Itoh, Kenji Shimada: "A method of generating pavement textures using the squarepacking technique", In *Proceedings of SIGGRAPH*, Vol. 96, pp. 387–396, 1990.
- [2] Pascal Barla, Simon Breslav, Joelle Thollot, Francois Sillion, and Lee Markosian: "Stroke Pattern Analysis and Synthesis", *Computer Graphics Forum*, Vol. 25, No. 3, pp. 663–671, 2006.
- [3] Zainab AlMeraj, Craig S Kaplan, and Paul Asente: "Patch-based geometric texture synthesis." In *Proceedings of the Symposium on Computational Aesthetics*, pp. 15–19, 2013.
- [4] Chongyang Ma, Li-Yi Wei, and Xin Tong: "Discrete element textures", *ACM Transactions on Graphics (TOG)*, Vol. 30, No. 4, pp. 1–10, 2011.
- [5] Stuart Lloyd: "Least squares quantization in pcm" *IEEE transactions on information theory*, Vol. 28, No. 2, pp. 129–137, 1982.