

テクスチャ・シンセシス

コルキ ギッセーラ[†] 鈴木 潤也[†] 千種 康民[†] 服部 泰造[‡]
[†]東京工科大学 大学院バイオ・情報メディア研究科 [‡]東京国際大学

1 テクスチャ・シンセシスとは

テクスチャ・シンセシスとは、何らかの模様が描かれている小さな画像(テクスチャ)を元に、同じ模様の、より大きな画像を合成するアルゴリズムである。このテクスチャを、「パッチ」と呼ばれる複数の小さな正方形領域に分割し、何らかの方法で組み合わせることによって合成を行う。

最も簡単な方法は、何も考えずにパッチをランダムに組み合わせるといったものであるが、これでは良い結果が得られない。実際に、テクスチャ・シンセシスを実現するためのアルゴリズムは数多く存在するが、それと同時に多くの難題を抱えている。

本稿では、テクスチャ・シンセシスにおいて良い結果が得られ、かつ非常にシンプルなアルゴリズムを紹介する。

2 対象とする画像

テクスチャ・シンセシスは、コンピュータ・ビジョンの世界において、パターン解析を行う手法として活発に研究されている。

応用できる可能性があるものとしては、欠損画像の補完や、非可逆圧縮、動画圧縮などが考えられる。コンピュータ・グラフィックスの分野でも、3次元CGによる仮想的な物体の表面を自動生成するうえで応用可能であろう。

3 方法

従来の研究では、模様の種類として、図2の(R)のような“Regular”タイプと、図2の(S)のような“Stochastic”タイプの2種類のみ限定されていた。しかし、現実の世界に存在する模様は、図2の(I)のように“Irregular”タイプのもが存在する。

本研究では、図2の(I)のような模様にも対応できるようなアルゴリズムを適用する。

3.1 最小誤差による境界の切断

パッチの組み合わせを選択する際、同じような模様が繋がらないようにするため、重なり合う部分の誤差が小さなものの中からランダムに選択する(3.2アルゴリ

ズムの項で詳述する)。この際に問題になるのが、境界面の切断方法である。

図1 上部中央のように単純に垂直に切断すると境界線が目立つので、図1 右下のように重複面の誤差が最小となるピクセルを結び合わせた経路を探して切断し、重ね合わせる。

このとき、互いに重ね合わせるパッチをそれぞれ P_1, P_2 とし、それぞれのパッチにおける重複面を P_1^{ov}, P_2^{ov} としたとき、誤差の表面 e は以下の式(1)により定義される。

$$e = (P_1^{ov} - P_2^{ov})^2 \quad (1)$$

この表面において、誤差が最小となる切断面を見つける際、以下の式(2)で定義される累積最小誤差 E を、経路全体 ($i = 2..R$) について1行ずつ計算 ($j = 2..C - 1$) する。

$$E_{ij} = e_{ij} + \min(E_{i-1,j-1}, E_{i-1,j}, E_{i-1,j+1}) \quad (2)$$

最後に、 E の一番下の行 ($i = R, j = 1..C$) における誤差の最小値は、重複面における最小誤差の経路の終端を示す。これを上方向に辿っていけば切断すべき経路が求まる。この処理は、上下関係にあるパッチ間に対しても同様に適応可能である。

なお、左右関係かつ上下関係にあるパッチについては、垂直・水平それぞれの方向にある切断経路が交わる部分が出てくるので、該当箇所の経路についてはいずれか最小のものを選ぶものとする。

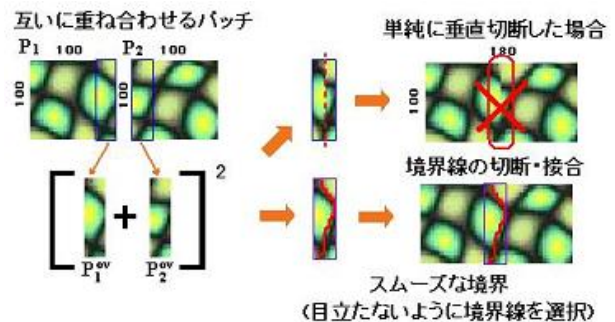


図1: パッチの重ね合わせ

3.2 処理手順

完全な処理手順は以下の通りである。

1. まず最初に、入力テクスチャからパッチを生成するため、パッチサイズ単位でテクスチャ全体を走査する(この際、重複面の幅を考慮する)。

Texture Synthesis.
 Gissela COLQUI[†], Junya SUZUKI[†], Yasutami CHIGUSA[†],
 Taizou HATTORI[‡],
[†]Tokyo University of Technology,[‡]Tokyo International University
 E-mail chigusa@cc.teu.ac.jp
 URL <http://www.teu.ac.jp/chiit/>

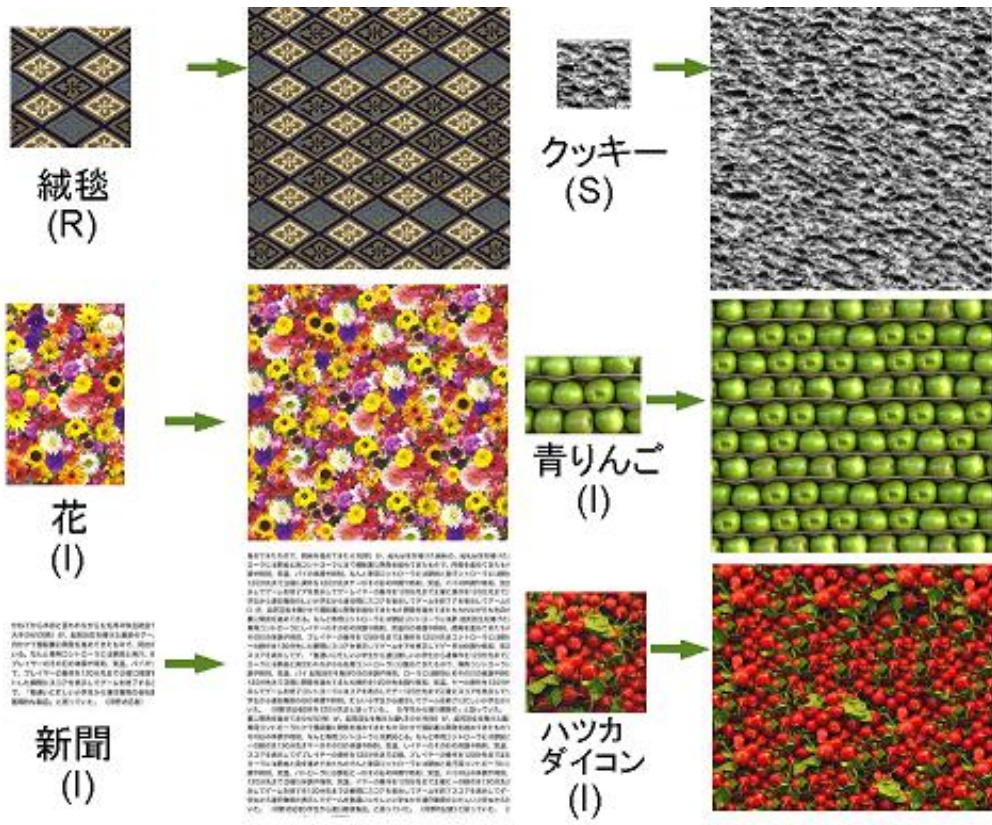


図 2: 合成結果 S: Stochastic, R: Regular, I: Irregular

2. 出力画像におけるそれぞれ位置において、互いに重なり合う部分の誤差が許容範囲内にあるものの中からランダムにパッチを選択する。
3. 出力画像におけるそれぞれの位置において、3.1 項で説明した最小誤差による境界の切断を試み、パッチ同士を接合する。

なお、パッチサイズはユーザが設定すべきパラメータの 1 つであり、入力テクスチャが持つ性質に依存する。このサイズは、テクスチャの特徴を捕らえるために十分に大きな値である必要があるが、入力テクスチャからなるべく多くのパッチを得られるように小さな値にする必要もある。

4 実験

本稿で紹介した手法の有効性を確認するため、5 種類の模様について評価実験を行った。実験結果を図 2 に示す。なお、本実験ではオーバーラップ幅をパッチサイズの 1/6 に設定し、誤差の許容範囲を 0.2% とした。なお、ユーザが設定すべきパラメータはパッチサイズと出力画像のサイズの 2 種類のみであるが、それぞれ 70x70 ピクセルと 420x420 ピクセルに設定した。

5 まとめ・課題

本稿の手法は非常にシンプルであり、さまざまなタイプのテクスチャに対応可能であることを実験で示した。本稿のアルゴリズムにおいては、設定すべきパラメータがほとんどないため、多くの用途にもちいることが可能である。しかし、テクスチャ・シンセシスのアルゴリズムは他にも多く存在するため、本研究は新規性に欠けている。今後の課題は、テクスチャ・シンセシスのアルゴリズムを応用し、これまでに見られない新しい分野を開拓していくことにある。

参考文献

- [1] A. A. Efros and T. K. Leung. "Texture synthesis by non-parametric sampling." In International Conference on Computer Vision, pages 1033-1038, Corfu, Greece, September 1999.
- [2] J. S. De Bonet. "Multiresolution sampling procedure for analysis and synthesis of texture images." In SIGGRAPH 97, pages 361-368, 1997.
- [3] D. D. Garber. "Computational Models for Texture Analysis and Texture Synthesis." PhD thesis, University of Southern California, Image Processing Institute, 1981.