

複数のパターンを用いた連続テクスチャ生成法

1F-03

佐藤 学 金子 豊久 栗山 繁

豊橋技術科学大学 情報工学系

1. はじめに

最近, 3次元コンピュータグラフィック (3DCG) はコンテンツをつくる技術として広く用いられるようになってきた. 特に, リアルなモデルを生成するには, テクスチャマッピングが有効であることは広く認識されている. マッピングに用いられるイメージは, クリエイタによって制作された作品や, カメラで撮影された画像などから得ることができる.

テクスチャを作る元となるサンプルイメージのサイズがマップする対象物体のサイズより小さい場合, どのようにサンプルイメージを拡大するかについての問題が最近注目されている [1-6]. 例えば動物にはユニークなテクスチャを持つものも多いが, それを他の動物や 3次元モデルの表面に転写したいときにこの問題に当面する. 適当に基本のテクスチャを張り付け方法ではつなぎ目や反復が目立つ事が多い.

こうした問題に対して, 近年, サンプルイメージの統計的な性質を反映したテクスチャを生成する手法が提案されている. Wei ら [3,6] や Turk [5] は, 入力としてサンプルイメージだけを使用し, 簡単なアルゴリズムで特徴を保持し 3次元物体表面につなぎ目のない連続したテクスチャを生成することができる方法を提案し, いろいろな 3次元物体への応用例を示した.

しかし, これらの手法では 1つの入力イメージをサンプルとして使用し, 物体の全ての表面に 1つのサンプルイメージと類似したテクスチャを生成することが可能であるが, 複数のイメージを入

力として用いる事は考えられてない.

本研究では, 従来のテクスチャ生成手法を拡張し, 2種類のサンプルイメージを入力として用い, サンプルイメージの模様の特徴と模様構造の接続性を保証しつつ, 色や模様が連続的に混合するテクスチャの生成手法を提案する.

2. Single Resolution Texture Synthesis

Wei らが提案した手法 [3] は, 入力としてサンプルイメージだけを要求し, 簡単なアルゴリズムで, 特徴を保持しながらサンプルイメージより大きなテクスチャを生成することができる. この手法の基礎となるアルゴリズムが Single Resolution Texture Synthesis 法である (図 1).

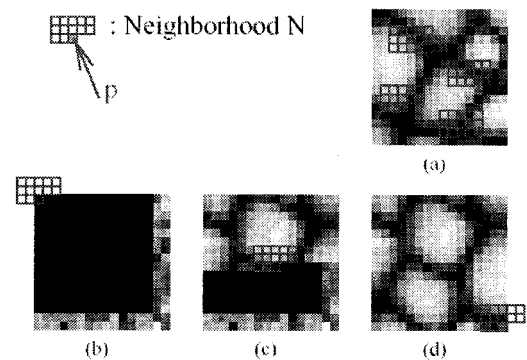
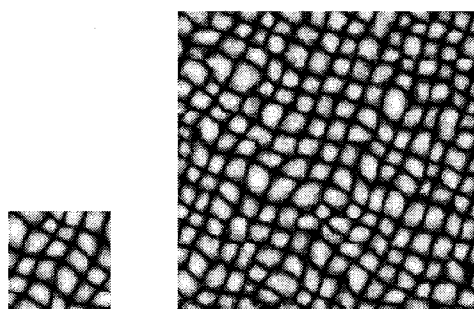


図 1: Single Resolution Texture Synthesis

図 1(a)は, サンプルとなる入力イメージである. そして (b)から (d)は, 徐々に出力イメージが生成される様子を示しており, (b)は最初, (c)は中間, (d)

は最後のピクセル色を決定している。出力イメージの各ピクセル p の色は、ピクセル p に隣接するエリア $N(p)$ と、入力イメージのパターンを比較して決定する。つまり、入力イメージの全エリアに対してテンプレートマッチングを行い、最も類似度の高いエリアの中心ピクセルの色が、決定しようとしているピクセル p の色とする。

図 2 に、Single Resolution Texture Synthesis 法での生成例を示す。



サンプルイメージ

生成されたテクスチャ

図 2 : Single Resolution Texture Synthesis 生成例

3. 本手法の概要

従来手法では、1つの入力イメージをサンプルとして使用し、似たテクスチャを生成することが可能であるが、複数のイメージを入力として用いることは考えられていない。そこで、従来のテクスチャ生成手法を拡張し、2種類のサンプルイメージを入力として用い、サンプルイメージの模様の特徴と模様構造の接続性を保証しつつ、色や模様が連続的に混合するテクスチャの生成手法「ブレンディング生成手法」を提案する。

本手法は、以下の手順から構成される。

- (1) 各ピクセルに対する「生成係数」を決定する。

- (2) 複数のサンプルイメージに対して、隣接するピクセル群への最良のマッチングをそれぞれ検索し、色を選出する。
- (3) 生成係数を用いて、選出した色を混ぜ合わせ、出力すべきピクセル色を決定する。
- (4) 全ピクセルに対して色を決定する。

まず、前準備として各ピクセルに対する「生成係数」を決定する。生成係数の値は、元に行っているサンプルイメージや生成しようとしているテクスチャの特徴などによって任意に決定することができる。次に、Weiらのテクスチャ生成手法[3]により、各サンプルイメージに対して、決定しようとしているピクセルに隣接するエリアへの最良のマッチングをそれぞれ検索し、色を選出する。そして、それぞれ選出した色と生成係数を用いて、出力すべきピクセル色を決定する。全てのピクセルに対して色を決定すると、テクスチャが完成する。

4. ブレンディング生成手法

2つのサンプルイメージ I_{baas} , I_{sub} を入力として用いた時を例に説明する。

ブレンディング生成手法は、生成係数を「 I_{baas} から選出した色を使用する割合 (ブレンド値)」として用い、色を混ぜ合わせることでテクスチャを生成する手法である。

まず、各イメージサンプル I_{baas} , I_{sub} に対して、隣接するピクセル群への最良のマッチングをそれぞれ検索し、色を選出する。次に、生成係数をブレンド値として用い、選出した色を混ぜ合わせる。

5. 生成係数

あるテクスチャを生成したい場合、求める結果に応じてピクセルに対する生成係数を決定する必要がある。生成係数は、決定しようとするピクセル色に対するサンプルイメージの影響度を表すも

のである。生成係数をサンプルイメージ I_{base} の影響度と考えた場合、生成係数が大きいほど (1.0 に近いほど)、 I_{base} で選出された色に近い色が出力される。

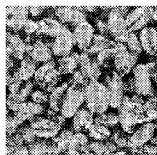
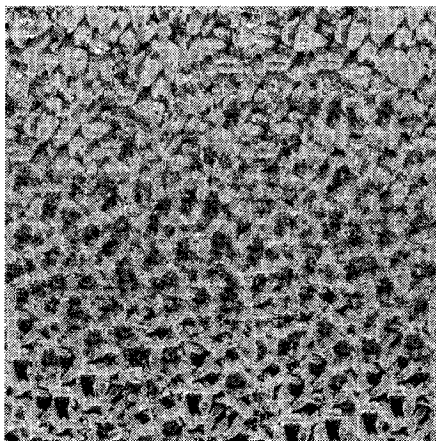
6. 生成結果

6.1 上から下へ変化するテクスチャの生成

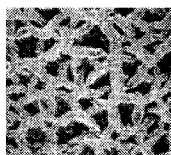
ビットマップの上側から下側へ変化をするテクスチャを生成したい場合、あるピクセル $P(x,y)$ における生成係数は、座標軸 Y の座標値 y がビットマップの高さ $Height$ に近づくにつれ小さくすればよく、生成係数 μ は式(1)で計算することができる。

$$\mu(x,y) = 1 - y/Height \quad (1)$$

図 3 に、ブレンディング生成手法を用いた生成例を示す。



base



sub

図 3：ブレンディング生成手法(1)

図 4 に、図 2 に示したサンプルイメージと図 3 の base イメージにより生成した例を示す。図 5 に、図 2 に示したサンプルイメージと図 3 の sub イメージにより生成した例を示す。

6.2 生成係数の非直線変換

式(1)によって生成係数を設定すると、座標軸 Y に対して直線的な値を持つことになるが、生成係数を非直線的に変換し遷移の様子を制御する方法が考えられる。

図 6(b)に示す直線的生成係数に加えて、(a)と(c)に示す 2 つの非直線変換を試みた。図 6(a)のような係数変化であれば、色や模様は中間で緩やかに変化する。また、(c)のようであれば、色や模様は中間で急激に変化する。動物の表面テクスチャは非直線的に遷移するものも多く、この方法の適用が考えられる。

6.3 計算時間

図 3,4,5,6 に示した 256x256 サイズの画像を生成に要した計算時間は、PC (Pentium4 1.8GHz) で 15 分程度であった。

7. まとめ

本研究では、従来のテクスチャ生成手法を拡張し、2 種類のサンプルイメージを入力として用い、サンプルイメージの模様の特徴と、構造の接続性を保証しつつ、連続的に混合するテクスチャの生成手法を提案した。

今後の課題として、生成速度の高速化や、3 次元表面への生成手法の提案などが挙げられる。

参考文献

- [1] G. Turk. Re-tiling polygonal surfaces. Computer Graphics (Proceedings of SIGGRAPH 92), 26(2):55-64, July 1992.
- [2] E. Praun, A. Finkelstein, and H. Hoppe. Lapped textures. Proceedings of SIGGRAPH 2000, pages 465-470, July 2000.

[3] L.-Y. Wei and M. Levoy. Fast texture synthesis using tree-structured vector quantization. Proceedings of SIGGRAPH 2000, pages 479-488, July 2000.

[4] A. A. Efros and W. T. Freeman. Image Quilting for Texture Synthesis and Transfer. Proceedings of SIGGRAPH 2001, pages 341-346, August 2001.

[5] G. Turk. Texture synthesis on surfaces. Proceedings of SIGGRAPH 2001, pages 347-354, August 2001.

[6] L.-Y. Wei and M. Levoy, Texture Synthesis Over Arbitrary Manifold Surfaces. Proceedings of SIGGRAPH 2001, pages 355-360, August 2001.

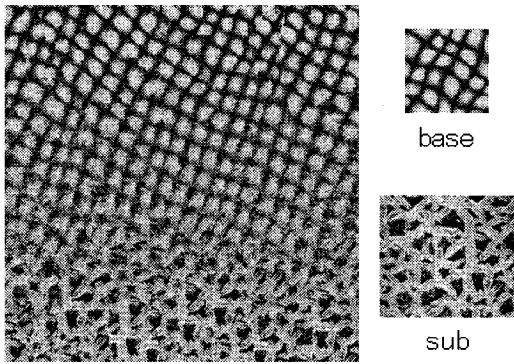


図 4 : ブレンディング生成手法(2)

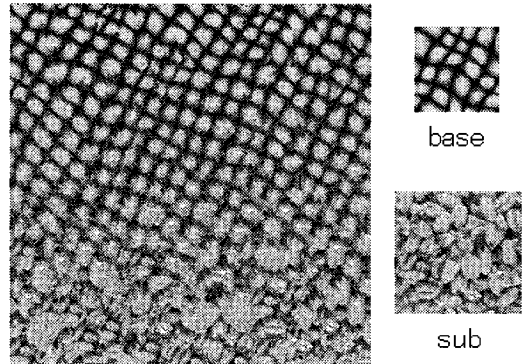


図 5 : ブレンディング生成手法(3)

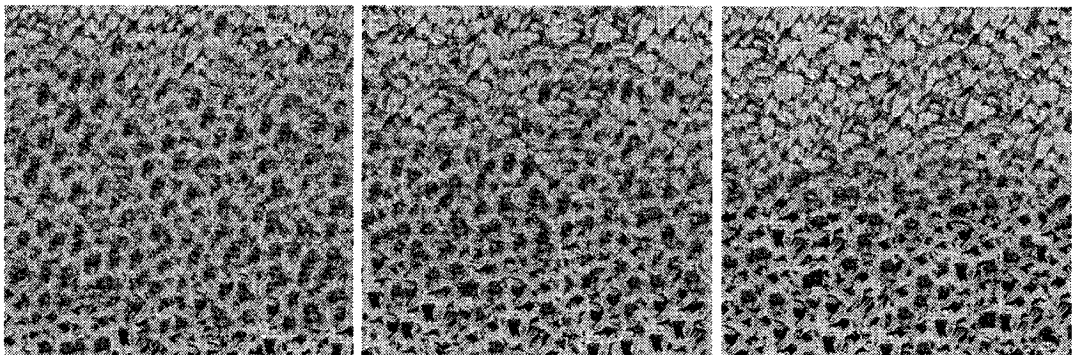
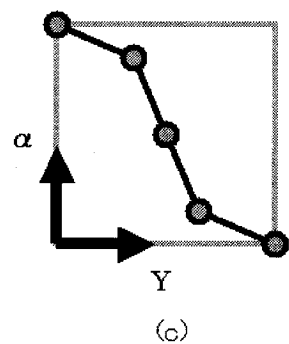
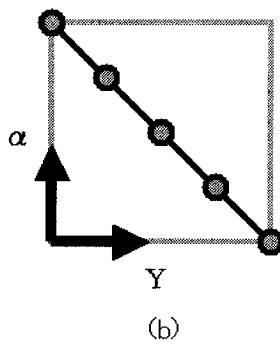
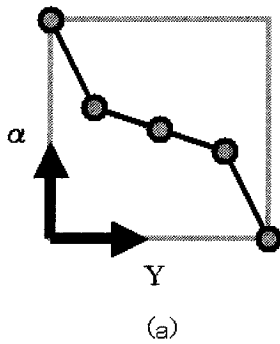


図 6 : 生成係数の非直線変換