

17-02 スクウェアパッキングによる石畳テクスチャの生成法

宮田 一乗

東京工芸大学・芸術学部

伊藤 貴之

日本アイビーエム（株）・東京基礎研究所

1. はじめに

スクウェアパッキングとよばれる閉領域の充填パターン生成法を用いて、指定された閉領域を覆う石畳テクスチャを生成する手法を提案する。

本手法では、まず、与えられた路面形状領域の内部に引力と斥力を持つ四角形粒子を発生させて、路面を構成している石材の充填パターンを生成させる。その後、生成された充填パターンに従って石材テクスチャを生成し、石畳テクスチャの生成を行っている。

2. 石畳と入力データ

日本の山間で見受けられる石畳の多くは、山にある石を数枚重ねて一番上に平らな石を敷いて作られており、敷かれている石の大きさや形はランダムである。このような大きさや形状がランダムな石畳を作ろうとするならば、例えば、指定された路面をポロノイ分割して石の敷き詰めパターンを作ればよい。本手法により生成される石畳は、以上のような自然石を多用した石畳を想定したものではなく、ある程度大きさの定まったタイルのような石を敷き詰めて作られる石畳を作ることを目的としている。

石畳を生成するための入力データとしては、路面の外郭形状と敷き詰める石の大きさを幾何データとして与え、石の表面の粗さや色などの属性データを別途指定する。

3. スクウェアパッキングについて

スクウェアパッキング[1]とは、引力や斥力を持つ四角形粒子を、力学シミュレーションによって与えられた領域内部に最密充填する手法である。

この手法ではまず、領域形状と、粒子の整列方向を表すベクトル場（図1(a)参照）を入力し、領域内部に適当な密度で粒子を発生させる（図1(b)参照）。続いて、近接粒子間の引力や斥力を算出し、運動方程式を用いて粒子の移動量を算出する。この粒子移動処理を反復することで、粒子が整列方向ベクトル場に沿いながら最密充填した状態（図1(c)参照）を得ることができる。本手法では、粒子Aから粒子Bへの斥力を、Aを原点としたときのBの位置の関数（図2参照）で算出する。斥力の等値曲線は四角形に近い形状となり、この内部まで近隣粒子が接近することを防いでいる。

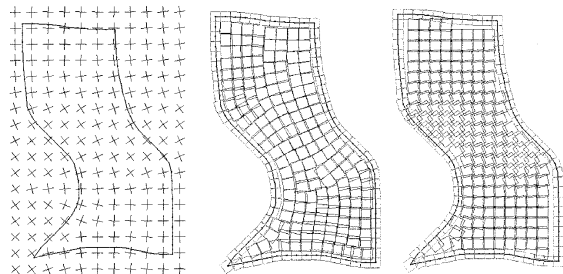


図1 スクウェアパッキングの実行例。左から(a)入力データ、(b)粒子の初期配置、(c)粒子の最密充填結果。

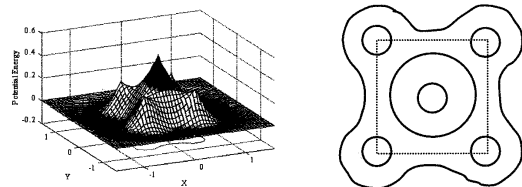


図2 粒子の引力や斥力の算出に用いる関数。左から(a)3D表示、(b)等値曲線表示。

A Method of Generating Pavement Textures using Square Packing Technique.

Kazunori Miyata† and Takayuki Itoh‡

†Tokyo Institute of Polytechnics

‡IBM Research, Tokyo Research Lab.

4. 石畳テクスチャの生成について

石畳テクスチャは、スクウェアパッキングにより生成された敷石のパッキングパターン各閉領域に対し、以下の2段階の過程により生成される敷石テクスチャを個別に生成して得られる。

(1) 自由曲面による敷石形状の生成

まず、与えられた敷石の幾何データを用いて自由曲面を生成させて、敷石形状を生成する。本報告で提示している石畳テクスチャの例では、自由曲面として、図3に示すような16個の制御点から生成される3次ベジェ曲面を用いている。

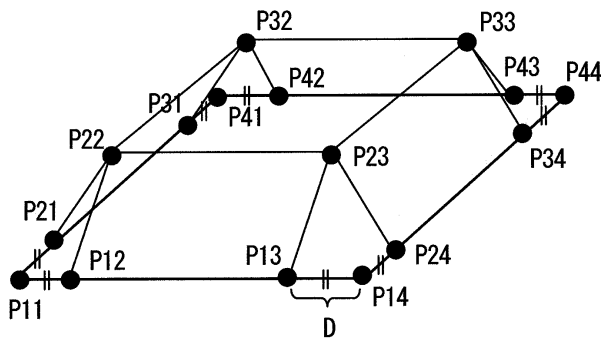


図3 敷石形状の定義に用いた制御点

ここで、図3の底面の矩形がスクウェアパッキングにより生成された各閉領域に対応している。中央部の4つの制御点(P22, P23, P32, P33)の高さと、両側からの制御点の隔たりDは、パラメータとして与えられる。

(2) フラクタル手法による微細形状の生成

前過程において生成された敷石形状の表面に、フラクタル手法を用いて微細な凹凸形状を付加して、最終的な敷石形状とする。ここで、表面の粗さをパラメータとして与えている。

5. 実験結果

図4に、入力された外郭形状(図4(a))と生成されたスクウェアパッキングのパターン(図4(b))、および石畳テクスチャ(図4(c))の例を挙げる。

処理時間は、ペンティアムIIの300MHzのPCを用い

て生成するテクスチャサイズが512×512の場合、スクウェアパッキングのパターンの生成に約3秒、石畳テクスチャを生成するのに約10秒であった。

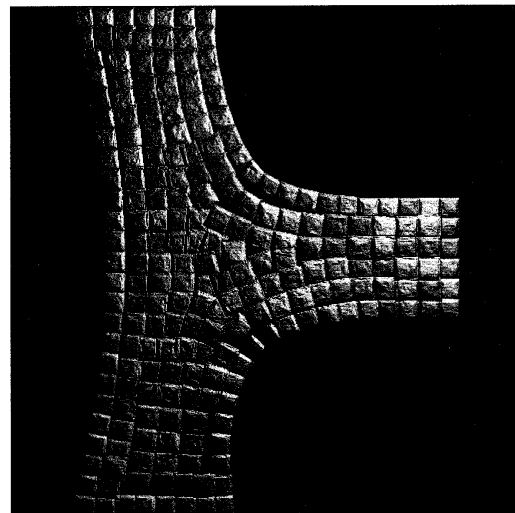
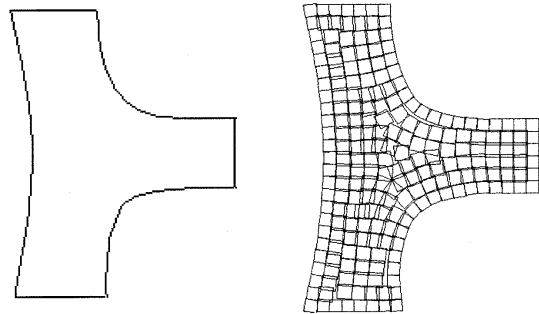


図4 実験例敷石形状の定義に用いた制御点。左上から順に(a) 入力形状、(b)生成されたパッキングパターン、(c)生成された石畳テクスチャ。

6. おわりに

外郭形状と数個のパラメータを入力するだけで、自動的に石畳テクスチャを生成する手法を報告した。今後は、本手法を有機的なテクスチャの生成法に応用していきたい。

参考文献

[1] 伊藤, 自動四角メッシュ生成手法の検討, シミュレーション, Vol. 18, No. 2, pp. 19-25, 1999.