

テクスチャ統合による広領域テクスチャの生成

Creation of the wide-area texture which used texture synthesis

○ 中石 雅之*, 小林 義和**, 白井 健二**

○ Masayuki Nakaishi*, Yoshikazu Kobayashi**, Kenji Shirai**

*日本大学大学院, **日本大学

*Graduate School, Nihon University, **Nihon University

キーワード: 表面テクスチャ(surface texture), イメージキルティング (image quilting)
テクスチャ合成(texture synthesis)

連絡先: 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原 1 番地

日本大学大学院 工学研究科 情報工学専攻 生産システム工学研究室 中石雅之,

Tel: (024)956-8824, Fax: (024)956-8863, E-mail: m_nakaishi@ushiwaka.ce.nihon-u.ac.jp

1. 緒言

自動車、精密機器などの工業製品の表面には表面テクスチャと呼ばれる微細で不規則な凹凸形状が人工的に付加されているものが多い。テクスチャは意匠性だけでなく微細な凹凸形状が滑り止めになるなど、製品の視覚的な付加価値や機能性を向上させるために広く利用されている。テクスチャは微細で複雑な形状であるため、エッチングやブラッシング代替具などにより生成されていた。そのため、同形状の再現は困難である。近年、トライボロジーにおける

表面創成分野の発展とともに、表面テクスチャ生成のためのアルゴリズムが考案され、CAD(Computer Aided Design)を用い、テクスチャを設計できるようになり、テクスチャ形状の表現力は高まってきている。しかしながら、多数のサンプリング点を要する3次元のテクスチャにおいては、データ量が膨大になり、テクスチャの設計および表現は非常に困難である。

そこで本研究では、2次元画像を3次元画像に生成するため顕微鏡型表面形状測定器による3次元表面形状データを用いて、広領域の画像生成プログラムの開発を目的としている。

2. システム構成

図1に表面形状測定器の外観を示す。本装置は、測定部と制御部に分かれている。測定部は、観測用カメラ、X、Y、Zステージ及び各ステージコントローラにより構成される。制御部は、パーソナルコンピュータにより構成される。カメラにより測定した画像は、画像処理ボードを介してPCに入力され、画像処理プログラムにより全焦点画像及び高さデータを作成する。

データの測定は顕微鏡型のカメラで行っているため、広領域を測定することができない。狭領域の画像から広領域の画像を生成するには、画像の合成手法であるスティッチングを用いて、広領域テクスチャを生成する。スティッチングは画像間に重複領域を持たせ観測画像を複数重ね合わせることで、一つの画像とする手法である。

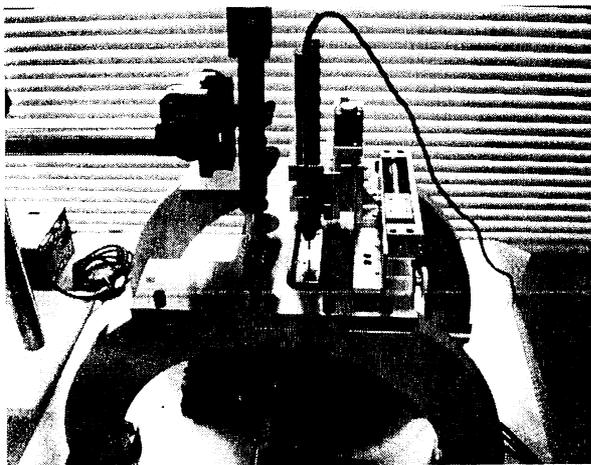


図1 表面形状測定器

3. 表面形状の観測

データの測定は顕微鏡型のカメラで行っているため、広領域を測定することができない。図2は例として百円硬貨の表面形状の

観測による出力データを示す。左側は対象表面の画像データであり、右側は対象の高さデータである。顕微鏡型カメラと電動Zステージを上下に動かしながら測定された複数枚の連続撮影した画像を、焦点合成することにより全焦点画像を出力する。また、Zステージの移動した高さの調節データを使用することにより、狭領域の全焦点画像だけではなく、256の階調に色づけされた高さデータを得ることができる。図2の例においては光の当たり方などの影響により乱れたデータとなった。

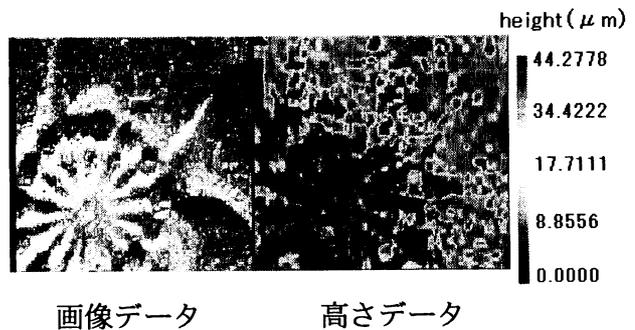


図2 表面形状の観測

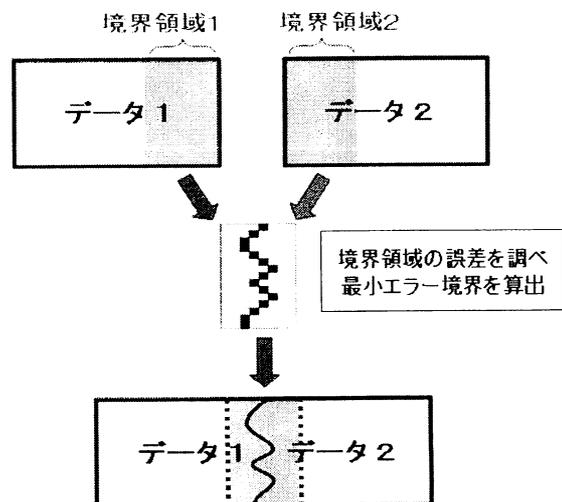


図3 イメージキルティングの概要

4. イメージキルティング

イメージキルティングは、重なる境界領域に対し、高さの誤差を算出し、その値が最小となる境界線を求めることで、両データを接合する手法である。図3にイメージキルティングの概要について示す。

この手法の手順は、重なる境界領域に対し、高さデータの誤差とそれに基づいた誤差値を算出する。次に、誤差値が最も小さい経路を最小コスト経路として設定する。この経路を利用し、データ1とデータ2を繋ぎ合わせることで、最小エラー境界を生成する。これにより境界に発生する不連続を除去する。データ間の境界領域における

エラー e_p の算出には(1)の式を用いる。

$$e_p = (O_p^1 - O_p^2)^2 \quad (1)$$

ここで、 p はピクセル座標であり、 O_p^1 と O_p^2 は両オーバーラップ領域における高さデータ値である。誤差値 E の算出には、(2)の式を用いる。

$$E_{k,l} = e_{k,l} + \min(E_{k-1,l-1}, E_{k-1,l}, E_{k-1,l+1}) \quad (2)$$

ここで、 k, l はピクセル座標を表す。 \min は引数の中の最小値を算出する関数である。すべてのピクセル座標においてエネルギー

$E_{k,l}$ を算出後、最小エラー経路を辿り、縫い合わせるように境界領域を繋ぎ合わせる¹⁾²⁾。図4に示す合成したテクスチャの接合部では、図4左側に示す平均による接合のように、データ間の誤差により接合部に不連続が発生してしまう。イメージキルティングによる接合では、図4右側に示す接合部に誤差が少なく自然な境界を生成できる²⁾。

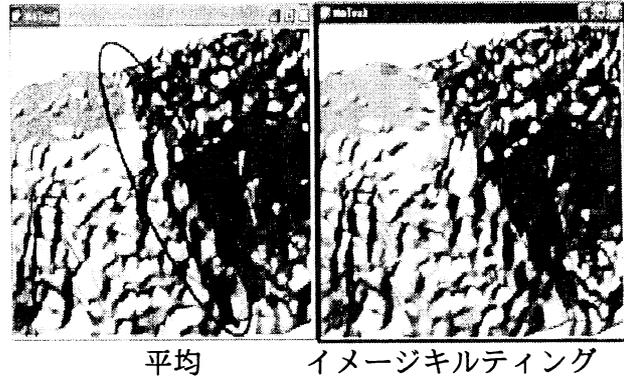


図4 データ間の接合部

5. 広領域テクスチャ画像の生成

図5にテクスチャを用いた画像の生成手順を示す。ソーステクスチャと入力画像を用いて、入力画像をブロック単位に分割しブロックごとにソーステクスチャの中からブロックの大きさに類似度を求め、求めた類似度の最も近いソーステクスチャ部分を出力画像に貼り付ける。この作業を繰り返して、貼り付けた画像同士に境界領域を持たせ、境界領域をイメージキルティングによって接合することにより接合部の不連続をより自然にすることが出来る。

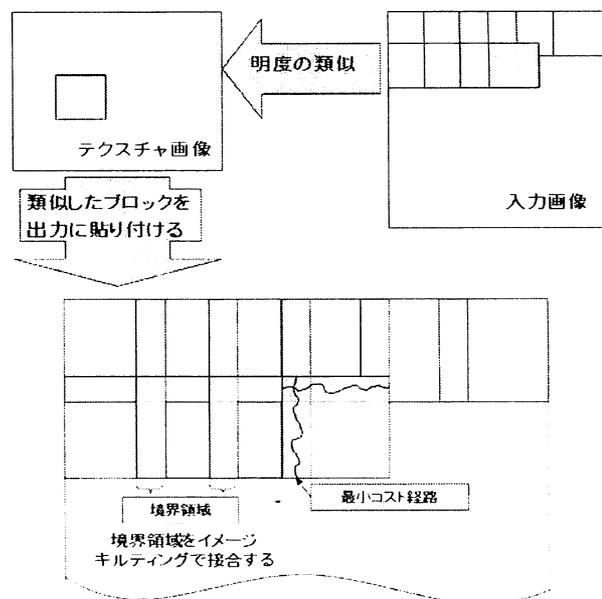


図5 テクスチャを用いた画像生成手順

図6に上記の方法を用いて生成した画像の例を示す¹⁾。これは、表面形状測定器によって撮影された紙やすりのテクスチャ画像と写真を用い、ブロックごとに写真とテクスチャ画像の類似を求め出力データに貼り付けたものである。ブロックごとの境界領域を持たせ、境界領域をイメージキルティングによって接合し、境界領域の不連続をより自然に接合する。これを繰り返すことにより出力画像を生成した。

今後、高さデータを用いて写真などの2次元画像を、3次元の画像として生成し、CADで表現する予定である。

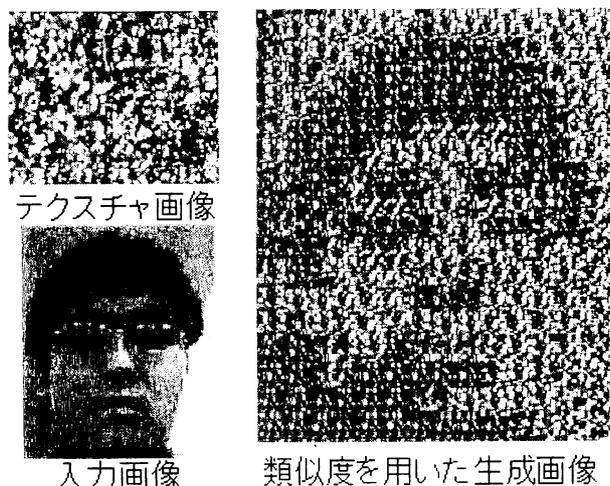


図6 テクスチャを用いた生成画像

6. 結言

6. 1 結論

広領域テクスチャ画像の生成を目的として画像生成プログラムの開発を行ない、以下の結論を得た。

- (1) 焦点合成を用いることにより、狭領域のテクスチャ及び高さデータを取得できた。
- (2) イメージキルティングにより境界領域の不連続をより自然に接合できた。

6. 2 今後の課題

実測の高さデータを用い3次元のテクスチャを作成する。

参考文献

- 1) A.A. Efros and W.T. Freeman. Image quilting for texture synthesis and transfer. In *SIGGRAPH 2001*, pp. 341-346, August 2001.
- 2) 川島真一, 小林義和, 白井健二: 広領域生成システムの開発と表面テクスチャへの適用に関する研究, 平成18年度第49回日本大学工学部学術研究報告会情報工学部会講演論文集 133-134(2006)