

C. G. を目的とした人体皮膚の特徴抽出 (2)

6K-1

— 皮膚テクスチャの生成 —

三船 英明 岡田 謙一 横山 光男 北川 節

慶應義塾大学

0. はじめに

コンピュータグラフィックスにおける人体皮膚の生成に当たり、第36回全国大会において、実写画像から特徴量を抽出し、それらより皮膚を生成する方法を提案して、その際の2次元FFTの有効性を述べたが¹⁾、皮膚の濃淡画像からでは簡単な特徴量の抽出はできなかった。そこで我々は、①皮膚のカラー画像のRGB各成分に対して、2次元FFTを施しその特徴量より生成する②皮膚の実写画像の色分布を基に生成する③各種の統計量から特徴量を把握し生成する、という3種類の方法から皮膚テクスチャの生成を図り、比較的良好な結果を得たので報告する。またこれらの3手法に加えて、しわや凸凹などの部分的特徴を付加する方法とテクスチャの持つ距離感の変化法についての検討も行った。

1. 2次元FFTを利用した皮膚テクスチャの生成

前回の報告で、濃淡画像に対する2次元FFTから特徴を把握したが、皮膚テクスチャを生成する上で、テクスチャとして扱われるものがRGBの輝度であることから、よりその特徴を明確にするためにカラー画像のRGB各成分に対してFFTを施した。その結果、以下のような特徴を見出した。

- ・皮膚テクスチャのR成分の変化は、殆どなくとも良い。
- ・皮膚テクスチャのGB成分は、横方向より縦方向の輝度変化が激しい。
- ・低周波成分からだけで良好な画像が再生可能。

こういった特徴を活かすように、次のような手法で皮膚テクスチャを生成した。

- ① 実写画像から得られた肌色のフラットなパターンを作成する。
- ② 実験から必要と思われる低周波成分のデータを乱数的に作成する。
- ③ ①の画像のFFTデータに②のデータを付加する。
- ④ 逆変換により画像を再生する。

このようにして得られたテクスチャは、付加する周波数成分により、多様な変化を持ち、任意の大きさのテクスチャを生成することができる。

2. 輝度(色)分布に基づく皮膚テクスチャの生成

テクスチャを作る上で、データを定式化することが理想的だが、ここでは実写皮膚の輝度分布を統計的な近似法でn次式に近似し、これを利用して皮膚を生成することを試みた。我々はまず実写皮膚画像の各成分ごとに輝度の出現確率を求め、それをn次の回帰曲線で表し乱数的に配置する方法を取った。この方法では輝度の分布から皮膚らしさを求めているので、乱数的な輝度の配置では皮膚の肌理を表すような細かい特徴を表現するには至らなかったが、テクスチャが実際の皮膚に近い色を持っていることから、比較的皮膚らしい画像を生成できた。

輝度分布を利用することで皮膚テクスチャの定式化が簡単に行え、今後輝度の配置に対する考慮がなされれば、更に質感のあるテクスチャを生成できるものと考えられる。

3. 統計量に基づく皮膚テクスチャの生成

テクスチャの生成に当たり、各種統計量(平均、分散、2次統計量、RGB間の相関関係など)を用いて特徴を把握し、これらからテクスチャの生

成法を構築することを考える。

実際の皮膚画像の場合には、FFTおよび2次元統計量からRGB各成分に対して、R成分は単一で輝度変化が余りなく、GB成分については、横方向の輝度変化を小さくする必要があることが分かる。またGB成分の輝度に対する相関係数が比較的高いことから、GとBの値は相関関数（一次回帰）を使うことで、片方を決めればもう一方を生成することができる。また輝度平均、分散などはその数値を基準値と覚えておく。こういった特徴を活かしテクスチャの生成法を考えた。次にその生成法を述べる。

- ・RGB各成分に対してそれぞれ別の構築法をとる。
- ・R成分の輝度は実写皮膚画像から参照した単一色を用いる。
- ・G（あるいはB）成分の個々の点の輝度は、
 $\langle \text{平均} \rangle + \langle \text{分散} \rangle * \langle \text{重み} \rangle * \langle \text{乱数} \rangle$
 で作成する。

上述の変化を与えるために、まず縦方向のデータを一列作成する。その際、縦方向の変化を大きくするために、重みを正・負交互に配置する。

横方向には、変化を少なくするために、隣の点の輝度を利用する。ここでは、任意の確率で隣の点の輝度と同じにしたり、変化をつけたりする。

- ・得られたG（あるいはB）成分に対して、相関関数から対となるB（あるいはG）成分を計算する。

このような生成法では、任意の大きさのテクスチャを手続き的に生成できる。但し、統計量が簡単ではない場合に困難となるが、皮膚テクスチャでは、良好な結果を得た。

4.部分的特徴量の付加

しわや凸凹などの部分的な特徴量の付加には①FFT空間上での特徴量の加算、②部分特徴量に応じて基のテクスチャの輝度を变化させる方法、などの操作が考えられる。これらの操作は、良好な結果を得るために試行的操作を繰り返す必要が

あるが、いずれについても意図した結果を得ることができた。

5.テクスチャに対する距離感の変化

テクスチャマッピングを考える上で、テクスチャがどの位の距離から見たものであるかという点が問題になってくる^[2]。任意距離から撮影した実写皮膚画像に対して2次元FFTを施した結果、遠距離画像に対する高周波成分の欠如が見られることから、1節で述べたFFTによるテクスチャの生成において、付加していく高周波成分の有無により距離感の異なる画像を生成することができた。またデプスバッファ法に基づき、奥行き方向の距離の変化に対して、 $1/z$ の割合でテクスチャの領域を縮めるようなストカスティック・サンプリングを利用することで、あらかじめテクスチャに距離感の変化を与えることもできた。但し、いずれの方法も得られた画像に対する距離感は、感覚的な観測者の主観に頼らざるを得ない。

6.まとめ

本稿では人体皮膚の実写画像の統計量を解析し、これを利用してテクスチャモデルを生成する手法をいくつか提案し、皮膚テクスチャの生成において良好な結果を得た。また、テクスチャ自身に部分的な特徴量を付加したり、距離感の変化を与えることが可能となった。テクスチャのモデル化に際し、実写画像を用いることで、従来行われてきた直感的な物体（テクスチャ）のモデル化に対して、簡便にモデルを作成できることが分かり、皮膚に似た比較的ランダムな他のモデルに対しても、このような手法が利用できると思われる。

<参考文献>

- [1] 三船ら、"C. G. を目的とした人体皮膚の特徴抽出"、第36回情報処理学会全国大会講演論文集、1Z-7、p.2081-2082(1988)
- [2] 長沼ら、"コンピュータグラフィックスにおける人体皮膚の表示について"、第36回情報処理学会全国大会講演論文集、1Z-6、p.2079-2080(1988)