

# 肌接写画像から抽出した特徴量ヒストグラムに基づく肌微細構造のCG表現

古川 ひとみ (指導教員：伊藤 貴之)

## 1 概要

肌の状態を診断する手段として、ビデオマイクロスコープ用の専用カメラを用いて肌の接写画像を撮影する方法がある。だがこの方法では、撮影時の肌状態を目視確認できるだけであり、乾燥や加齢などに伴う肌状態の変化を推定することが難しい。そこで本研究では、肌の接写画像から肌微細構造に関する各種の特徴量を抽出し、それにもとづいて多様な肌状態をCGで再現する研究に取り組んできた [1]。本研究では肌接写画像から抽出される特徴量をより忠実にCGで再現するために、肌接写画像から特徴量ヒストグラムを抽出し、これを入力して肌微細構造を生成する手法を提案する。

## 2 関連研究

肌微細構造をCGで再現する手法の例として、いくつかの角度から撮影された高精細画像を用いる Ghosh らの手法 [2] が知られている。これに対して我々の手法 [1] は、ビデオマイクロスコープで撮影した1枚だけの画像から、皮溝や毛穴といった肌微細構造に関する各種特徴量を推定して肌を再現する。特徴量を調節することによって、乾燥や加齢などに伴う肌状態の変化を自在に表現できる点が特徴としてあげられる。ただし従来の実装では、各特徴量の平均値や乱雑度のみを入力情報としていたため、肌接写画像の特徴を必ずしも適切に再現しているとは言い切れなかった。

## 3 提案手法

本研究全体の処理手順を図1に示す。本研究で提案する各処理の改良内容について以下に示す。

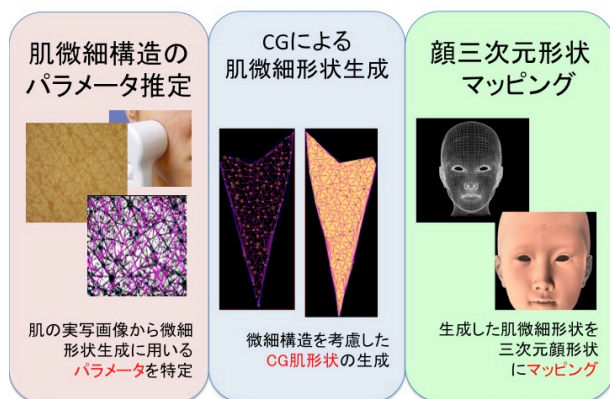


図 1: 本研究の処理手順

### 3.1 肌微細構造の特徴量推定

本手法では、肌接写画像から肌微細構造の生成に必要な特徴量を推定する。肌微細構造は一般的に網目模様を構成する部分を皮溝、皮溝で囲まれた丘の部分を皮丘、皮溝の交点に存在する毛穴で形作られている。特徴量の推定では、適応二値化を施した白黒画像に円や線を用いたテンプレートマッチングを適用すること

で、毛穴と皮溝を抽出している。

従来の手法では、これらの特徴量の平均値や乱雑度を参照して肌微細形状を生成していた。この手法では、乾燥や加齢による毛穴の開きや皮溝の流れを、特徴量の平均値や乱雑度のみで制御して形状表現した。しかし従来の手法による結果では、特徴量の分布は実写画像に忠実とはいえない。そこで、抽出した毛穴や皮溝に関する特徴量のヒストグラムを生成し、それらの頻出度を反映させた肌微細形状を生成する。現時点の実装でヒストグラムを生成している特徴量を表1に示す。

表 1: ヒストグラムとして抽出する特徴量

毛穴	半径 (8 から 25 段階)
皮溝	角度 (15 段階), 幅 (20 段階)

また、肌接写画像から特徴量を抽出しヒストグラムを生成した例を図2から5に示す。

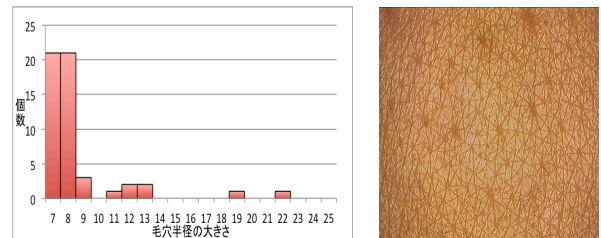


図 2: 毛穴の数が少なく、キメが細かい肌

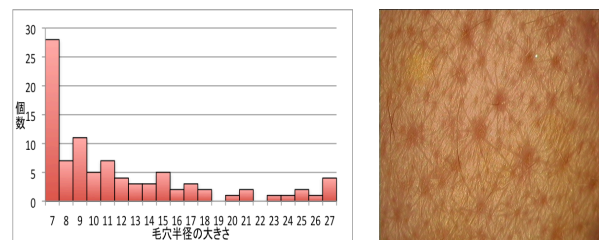


図 3: 大きい毛穴が目立つ肌

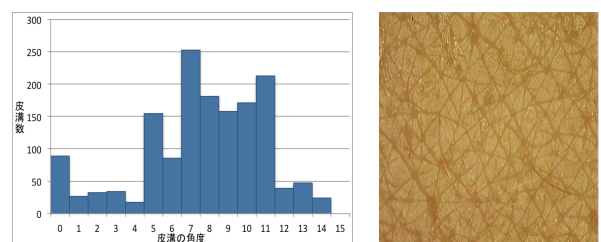


図 4: 皮丘が均等な三角形を構成する肌

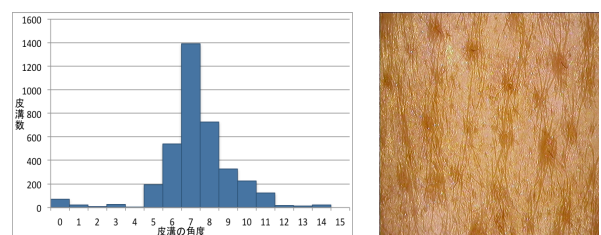


図 5: 皮溝が一方向に流れている肌

図 2, 3 は毛穴の半径を 21 段階にわけ、特徴量をヒストグラム化したものである。入力する肌接写画像から読み取れる半径の違いが、ヒストグラム上に反映されていることがわかる。

図 4, 5 は皮溝の角度を 15 段階に分け、特徴量をヒストグラム化したものである。皮溝の角度は、多峰性の形を取っているほど、キメの細やかな綺麗な肌であるといえる。このように肌接写画像の持つ特徴を捉えているヒストグラムが生成されることが分かる。

### 3.2 CG による肌微細形状生成

本研究は既に、毛穴・皮溝・皮丘に関する特徴量を入力情報として肌微細構造を再現し、CG 肌画像を生成する手法を提案している。この手法は入力された特徴量に即したパターンを生成し、生成されたパターンを分割することで細かいポリゴンを生成する。

従来の実装では、毛穴・皮溝・皮丘に関する特徴量の平均値や乱雑度を入力情報とし、パターンを構成する各頂点の位置に乱数を加算することで肌微細形状のばらつきを表現してきた。肌接写画像から抽出される特徴量をさらに忠実に再現するための改良手法として、本研究では平均値・乱雑度の代わりに 3.1 節で説明した特徴量ヒストグラムを入力値とする実装を提案する。ここで従来の実装と現在の実装の入力情報の違いを表 2 にまとめる。

表 2: 入力情報の比較

従来の入力情報	毛穴平均距離, 毛穴平均半径・乱雑度, 毛穴深さ・乱雑度, 毛穴可視率, 皮丘の高さ・皮丘の高さの乱雑度, 皮溝の角度依存性, 皮溝の深さ・深さランダム度, 皮溝全体の幅
現在の実装情報	毛穴平均距離, 毛穴半径ヒストグラム, 毛穴深さ・乱雑度, 毛穴可視率, 皮丘の高さ・皮丘の高さの乱雑度, 皮溝角度ヒストグラム, 皮溝の深さ・深さランダム度, 皮溝幅ヒストグラム

現在の実装では、パターンを構成する毛穴を生成する際に、毛穴半径ヒストグラムに応じた確率で各毛穴の半径を割り当てる。また皮溝を生成する際には、皮溝の角度が皮溝角度ヒストグラムに応じた確率となるように生成し、さらに皮溝幅ヒストグラムに応じた確率で各皮溝の幅を割り当てる。

現在の実装によるパターン生成結果の比較を図 6 と図 7 に示す。図 5 の肌画像から得られた特徴量ヒストグラムを入力値とした。このパターンを細かく分割することでポリゴンを生成し、ポリゴン頂点に高さを割り当てることで形状を 3 次元化している。このようにして肌微細形状を生成して CG で再現する。なお現時点での実装では、毛穴半径ヒストグラムおよび皮溝角度ヒストグラムが入力されており、皮溝幅ヒストグラムの処理については現在も実装中である。

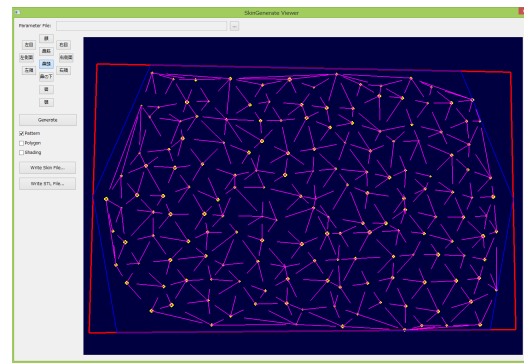


図 6: 従来の手法におけるパターン生成

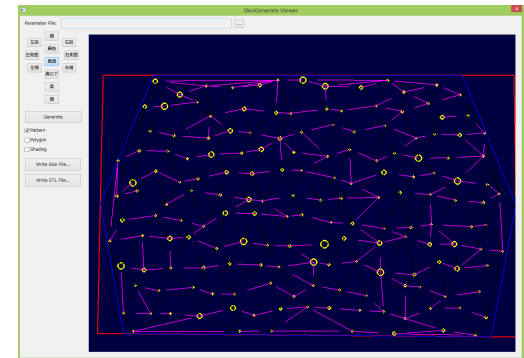


図 7: 本手法におけるパターン生成

### 3.3 顔三次元形状マッピング

前項で生成した肌微細形状と、顔全体を表現する 3 次元形状を入力とし、肌微細形状の各頂点を顔 3 次元形状にマッピングする。この処理は顔 3 次元形状に対して精細な変位マッピングを施すことに相当する。

## 4 まとめと今後の課題

本研究では、肌接写画像から抽出した毛穴・皮溝の特徴量をより忠実に CG で再現するために、毛穴・皮溝の特徴量のヒストグラムを生成し、それを参照して肌微細構造のパターンを生成する手法を提案した。また、毛穴半径ヒストグラムと皮溝角度ヒストグラムを入力したパターンを生成した例を示した。

今後の課題として、皮溝幅ヒストグラムを反映した肌微細形状を生成することを挙げる。

### 謝辞

本研究を進めるにあたり多数のご助言をくださいました。資生堂リサーチセンター豊田成人氏、小田康太郎氏に感謝の意を表します。

### 参考文献

- [1] F. Banba, T. Itoh, M. Inomata, M. Kurokawa, N. Toyoda, H. Otaka, H. Sasamoto, Micro-Geometric Skin Simulation for Face Impression Analysis, 芸術科学会論文誌, Vol. 13, No. 1, pp. 11-20, 2014.
- [2] A. Ghosh, G. Fyffe, B. Tunwattanapong, J. Busch, X. Yu, P. Debevec, Multiview Face Capture using Polarized Spherical Gradient Illumination, ACM Transactions on Graphics (Proceedings of SIGGRAPH ASIA), Vol. 30, No. 6, p. 129, 2011.