

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† 伊藤 貴之† 豊田 成人†† 小田 康太郎††

†お茶の水女子大学 理学部 情報科学科 〒112-0012 東京都文京区大塚 2-1-1

††株式会社資生堂 資生堂リサーチセンター 〒224-8558 神奈川県横浜市都筑区早渕 2-2-1

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。そこで我々は、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]。

本報告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

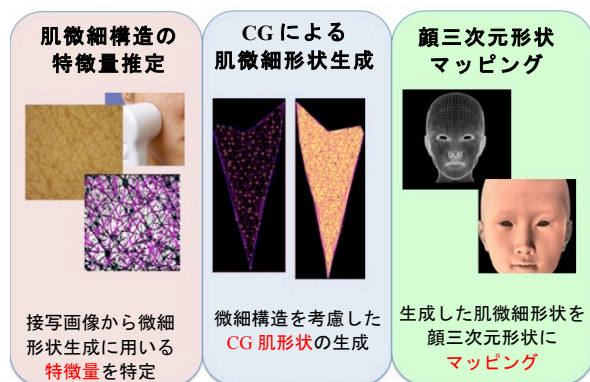


図1 本研究の処理手順

Representation of Human Skin by Computer Graphics Based on Feature Value Histogram Extracted from Real Skin Photographs

†Hitomi Furukawa, Takayuki Itoh, Ochanomizu University
††Naruhito Toyoda, Kotaro Oda, Shiseido Co. Ltd.,

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

3.1. 肌微細構造の特徴量推定

我々の手法では、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。本報告では特に肌の印象に関わってくる、肌のキメを形作る皮溝、大きさによって見え方の変わる毛穴の特徴量推定をすることで、多様な肌状態の特徴を推定する。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、乾燥や加齢によって開いた毛穴や一方に流れた皮溝の量を反映することなくCG形状生成をすることとなる。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(8~25段階)
皮溝	角度(15段階)、幅(20段階)

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2~5に示す。

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、一様分布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。

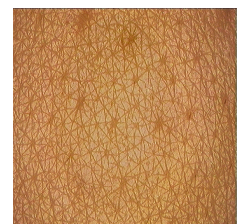
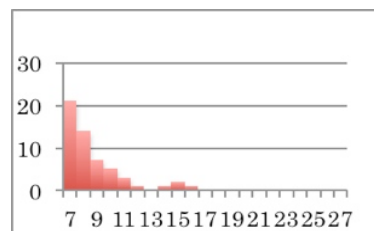


図2: 毛穴の数が少なく、キメが細かい肌

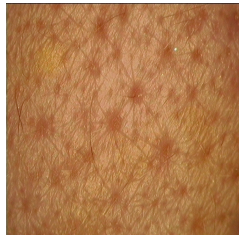
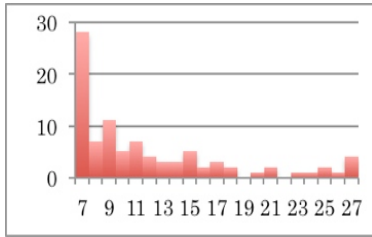


図 3: 大きい毛穴が目立つ肌

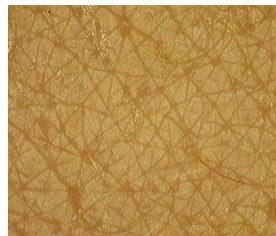
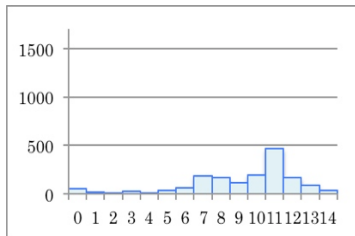


図 4: 皮丘が均等な三角形を構成する肌

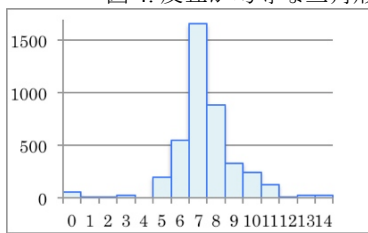


図 5: 皮溝が一方に流れている肌

3.2. CG による肌微細形状生成

我々は既に、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、本報告では平均値・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 <input type="checkbox"/> 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 <input type="checkbox"/> の入力情報	毛穴平均距離, 毛穴半径ヒストグラム 皮溝角度ヒストグラム, 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例を図 6 に示す。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のみが入力されており、皮溝角度ヒストグラムおよび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。

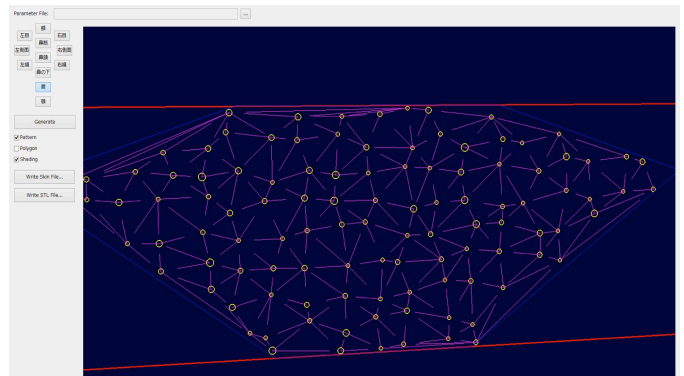


図 6: 提案手法によるパターン生成例

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

本報告では、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、毛穴半径ヒストグラムのみでなく、皮溝角度ヒストグラム、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。

また特徴量推定でさらなる精度向上の為、毛穴と皮溝を検出する際にテンプレートマッチングを用いる手法の再検討と、三次元形状マッピングで、将来的にリアルタイムレンダリングが必要となった際のマッピング手法の再検討なども課題として挙げられる。

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.