

肌マイクロスコープを用いた肌微細構造パラメータの診断

番場 文枝¹ 猪股 真美¹ 伊藤 貴之¹ 豊田 成人² 大高 瞳² 笹本 裕美^{2*}

概要. 化粧品にはその様々な質感により肌を美しく演出する効果がある．肌の印象の違いは肌表面形状に起因しており，その効果を把握するために肌の微細構造と質感印象評価の関係を調べる必要がある．本報告では，肌マイクロスコープという専用カメラで撮影した肌の実写画像から肌微細構造パラメータを診断する一手法を示す．本手法では実写画像に対し二値化処理を適用し，続いてテンプレートマッチングに類似した手法で黒領域を探索することで，毛穴半径・皮溝幅・皮溝角度依存性を診断する．

1 はじめに

化粧品は女性にとって不可欠な商品であり，今日では多くの商品が販売されている．肌の質感印象と肌の表面形状の関係性を調べることはメーキャップ化粧品の効果を知る上でとても重要とされている．しかし，現在の印象評価では実際のモデルに化粧品を塗布して撮影した写真を使った伝達方法が主である．この方法では多くのバリエーションを再現するのはコストがかかるとともに，工学的な変化に大きな影響がある肌微細形状の要因は考慮されにくい．

そこで我々は，コンピュータグラフィクス(CG)を用いて微細形状を考慮した肌を生成し，肌の微細構造の違いによる肌質感変化のシミュレーションシステム[1]の開発に取り組んでいる．CG画像の採用によって，従来よりも多彩な肌の印象評価が可能になると考えられる．本報告では上述の我々の研究のうち，肌撮影専用カメラの一種である肌マイクロスコープ(図1参照)で撮影した実写画像から，微細構造に関する数値を測定する手法を提案する．現時点での我々の実装では，まず肌の撮影画像を二値化して，続いてテンプレートマッチングに類似した手法で黒領域を検出し，これを毛穴や皮溝と判断する．以上の処理によって検出された毛穴や皮溝から，毛穴半径・皮溝幅・皮溝角度依存性に関する測定値のヒストグラムを生成する．



図 1. 肌マイクロスコープ.

2 肌微細構造パラメータの診断

本報告で提案する肌微細構造パラメータの診断手法は，実写画像を二値化した画像から円形領域を検出する，という単純な処理に基づいている．

2.1 二値化

まず入力画像に適応的二値化処理を適用する．各座標における R,G,B 値の総和が閾値以上の場合は黒画素に，さもなければ白画素に変換する．現時点では我々の経験に基づいて閾値を固定しているが，将来的には判別分析などの諸手法を適用して動的に閾値を設定できるようにしたい．

2.2 毛穴検出

続いて，二値化後の白黒画像に対して円形の黒領域を検出し，これを毛穴とみなす．ここでは図2(左)に示すように，円形の黒領域をテンプレートとして，テンプレートマッチングに類似した以下の手法で円形の黒領域を探索する．

1. 円領域(直径 $2r$) を画像内の全ての領域に走査させて，各位置において以下を実行する．
 - (a) 円領域内部における黒画素数を集計する．
 - (b) 円内部における黒画素数が閾値以上であれば，その円を毛穴と判別し，中心座標と円直径を記録する．
 - (c) 毛穴と判別された円内部の黒画素を白画素に変換する．この変換は毛穴位置を除いた皮溝検出のために必要である．
2. 直径 $2r = 2r - 1$ として 1. に戻る．
3. 円の大きさがユーザ指定の最小値になるまで 1. と 2. を繰り返す．

以上により，各毛穴の中心座標，直径を記録する．

2.3 皮溝検出

続いて，毛穴以外の画素において細く伸びる黒領域を検出し，これを皮溝とみなす．ここでは図2(右)

に示すように、16 方向の黒い線分のいずれかを引いた円をテンプレートとして、テンプレートマッチングに類似した以下の手法で細長い黒領域を探索する。

1. テンプレートを画像内の全ての領域に走査させて、各位置において以下を実行する。
 - (a) テンプレートに引かれた黒い線分上における黒画素数を集計する。
 - (b) 黒画素数が閾値以下であれば、その領域は皮溝ではないと判別し、1. に戻る。
 - (c) さもなければ、その領域は皮溝であると判別する。テンプレートの平行移動によって皮溝の太さを推定し、テンプレートの中心座標、およびテンプレート上の線分の角度とともに記録する。

2. 16 種類のテンプレート全てに 1. を適用する。以上の処理により、各皮溝の中心座標、角度、太さを記録する。

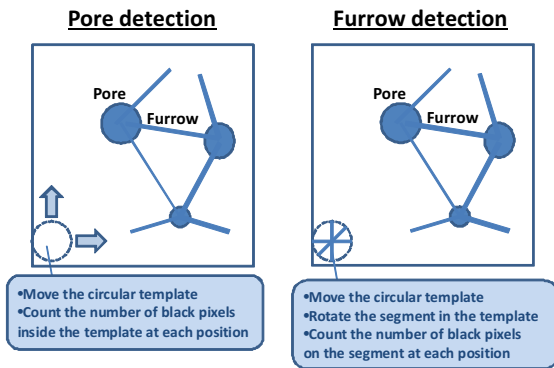


図 2. (左) 毛穴検出 . (右) 皮溝検出 .

3 実行例

本報告では、実写画像として代表的な特徴を持つ肌の実写画像サンプル 3 枚を入力として実験結果を生成した結果を示す。

健康な肌 特徴として、皮溝から生成される三角形が正三角形に近い形をしており均一であることが挙げられる。

乾燥肌 皮溝が一方向へ流れるため三角形を生成できていない場合が多い。

毛穴が目立つ肌 各々の毛穴の直径が広い。

上述のサンプル画像 3 枚に対して毛穴と皮溝を検出した結果を図 3 に示す。毛穴を水色で、皮溝をピンクで色分けしてある。乾燥した肌では毛穴が少なく皮溝も一方向に流れている様子が検出できている。

また、3 枚とも毛穴の位置、毛穴の大きさ、皮溝の位置を概ね捉えられている。

続いて、検出された皮溝を角度別皮溝数で集計し、ヒストグラム化したものを図 4 に示す。横軸は 16 種類の角度、縦軸はその角度における皮溝数を表している。乾燥肌では単峰性の分布、つまり特定の一方方向の皮溝が極端に多いことを表しており、乾燥肌の典型的な特徴が読み取れる。健康な肌、毛穴が目立つ肌では乾燥肌と比べ多峰性の分布を持ち、皮溝が流れていないことがわかる。

今後の課題として、実写画像から読み取れない立体的なパラメータの推定手法の確立や、リアルタイム処理を実現するための GPU 実装等があげられる。

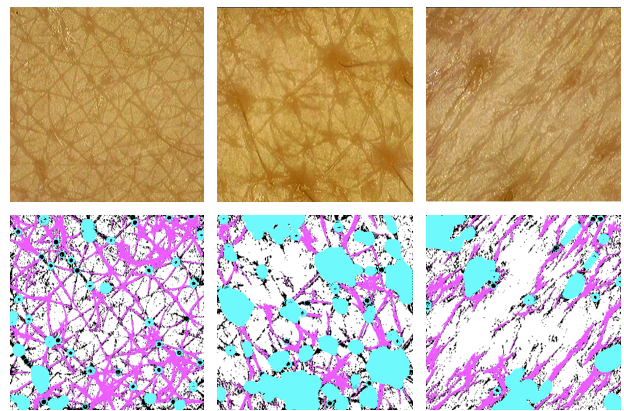


図 3. 実写画像と検出結果 . (左) 健康な肌 . (中) 毛穴が目立つ肌 . (右) 乾燥肌 .

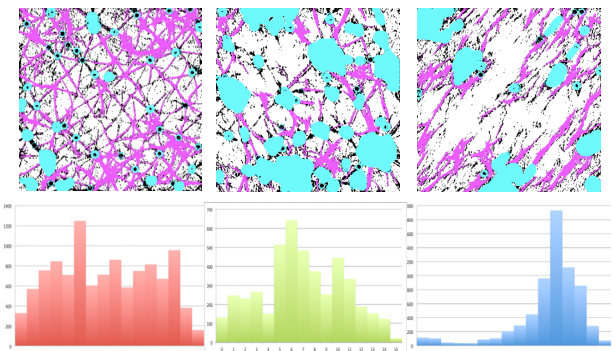


図 4. 角度別皮溝数のヒストグラム . (左) 健康な肌 . (中) 毛穴が目立つ肌 . (右) 乾燥肌 .

参考文献

[1] T. Itoh, F. Banba, M. Inomata, M. Kurokawa, N. Toyoda, H. Otaka, H. Sasamoto, Micro-Geometric Skin Simulation for Face Impression Analysis, NICOGRAPH International 2013.