2Q-04

化粧品パフの凹領域の検出手法の検討

西山翔大 †　　澤野弘明 †

† 愛知工業大学

1　はじめに

化粧品パフ（以下，パフ）は，原料の液体を筒状の容器に入れ，熱処理を施した後，固形化して製造される．製造過程で液体を容器に流し込む際に，空気の混入による気泡や，熱処理の際に生じる発泡ムラにより凹領域が発生することがある．パフ表面上に凹領域が現れたパフは，欠陥品として判別される．そのため，凹領域を出荷前に発見することが重要である．

工場出荷前のパフは，目視や大型の検査装置 [1] の画像処理技術により検査されている．目視検査では，見逃しや疲労による精度低下に加え，経験による精度のばらつきが生じる可能性がある．文献 [1] の検査装置を設置する場合には，製造工程から送られてくるパフを検査レーン上に一列に整列させ，6 台のカメラにより，パフ表面上の凹領域を検査している．大型検査装置の場合，専用の検査レーンを構築しなければならないことと，故障時には装置の取り替えが大掛かりになることから，中小企業にとって設備導入が容易ではない．直井らは既存の検査レーンに iPod touch を設置した画像処理による検査手法 [2] を実現している．既存の検査レーンを利用することで初期投資を容易にしている．そこで本研究では直井らの画像処理検査手法を応用した，パフの凹領域検出手法を提案する．本稿では，提案手法を実装して，パフの検出実験を行う．

2　提案手法

本節ではパフの凹領域検出手法について述べる．検出対象の凹領域は，気泡の混入と発泡ムラが原因で発生する．検出する凹領域は最大長約 3.3 mm 程度であり，発泡ムラの最大長は約 1.0 mm である．撮影環境を図 1 に示す．撮影環境は，室内の自然光下で，iPod touch をパフ表面に対して高さ h cm で垂直に固定する．背景とパフ領域の分離を容易にするために，背面にパフ表面と輝度値の差の大きい黒画用紙を敷き撮影する．

パフ表面に凹領域が生じる場合，凹領域の彩度は平坦な表面の彩度に比べて高い．パフ表面上の彩度の高低を利用して凹領域を検出する．提案手法では iPod touch から得られた，RGB 色空間の入力画像を利用する．図 2

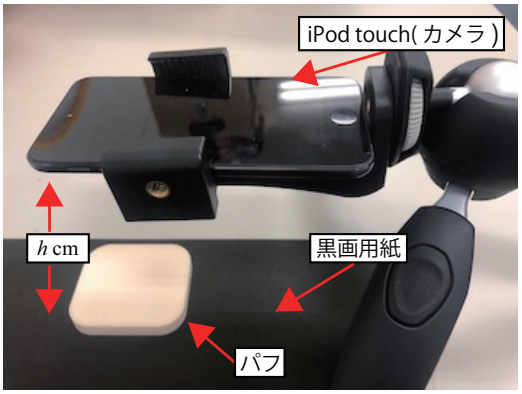


図 1: 撮影環境

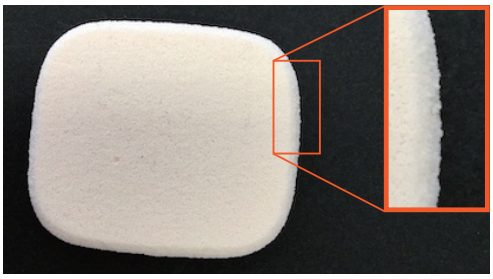


図 2: パフの淵付近

のようにパフの淵付近は凹凸があり欠陥の凹領域と同様に彩度が高い．そのため，まず淵付近を検査対象から除外する．入力画像を HSV 色空間の画像に変換する．HSV 変換した画像から．彩度のみを分離して彩度画像を得る．また，RGB 色空間の入力画像を大津の判別分析法により二値化して，二値画像をパフ領域における背景領域からの距離画像へ変換する．距離画像の最大画素値の p %を閾値として，閾値処理により淵付近を含まない領域のマスク画像を生成する．マスク画像を用いて彩度画像に対してマスク処理を行い，パフ領域と背景に分離する．パフ領域の彩度の平均値 m を求め，平均値 m に固定値 c を加算した値を閾値に使用して，彩度画像を二値化する．この二値画像に対して，ラベリング処理を施し，i 個の領域を得る．領域の面積 S_i が $r_{\min} \leq S_i \leq r_{\max}$ の場合，凹領域として検出する．

3　実験と考察

本節では検査対象に凹領域のあるパフの画像 11 枚に対して提案手法により凹領域検出し，考察する．画像サ

A study on a Detection Method of a Concave Region in a Cosmetic Puff
†Shota NISHIYAMA　†Hiroaki SAWANO
Aichi Institute of Technology

Copyright ©2020 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

図 3: 距離画像

表 1: 本手法による 11 欠陥例の検出結果

正検出	過検出	未検出	適合率 (%)
11	0	0	100

イズは 2448 × 3264 pixel である．本実験のパラメータは，h=10.6, c=15, p=10, r_{min}=200, r_{max}=5,000 とした．

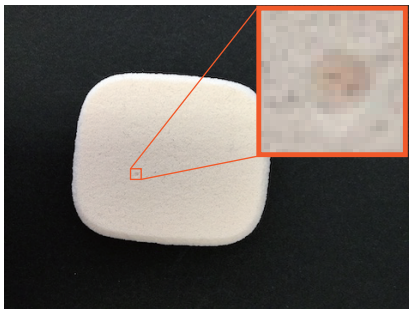
図 3 に淵を除去した際に使用した距離画像の例を示す．また，図 4, 5 に気泡による凹領域と発泡ムラによる凹領域の入力画像と，検出された領域の各拡大画像を示す．ここで提案手法により検出された凹領域を青で塗り潰している．図 4 (b) のように正検出された気泡による凹領域の幅と高さは，1.2 × 1.5 mm 程度の領域であった．正検出された気泡による凹領域の幅と高さの最小値は約 1.0×1.2 mm，最大値は約 3.0×3.2 mm であった．また，図 5 (c) のような，0.9×1.0 mm 程度の発泡ムラによる凹領域は，図 5 (d) のように検出された．

本実験の評価では，欠陥である凹領域を目視で判別して，対象領域のみを検出した場合を正検出，対象領域以外も検出した場合を過検出，欠陥領域が検出されなかった場合を未検出とした． また，撮影したパフ画像の合計枚数のうち正検出となった割合である適合率で評価した．表 1 に検出結果を示す．本実験の精度は適合率が 100 %であり，過検出と未検出が 0 %であるため，提案手法は凹領域検出に有効であるといえる．今後の課題として，検査レーンに iPod touch を設置して，オンラインで評価する仕組みの構築が挙げられる．

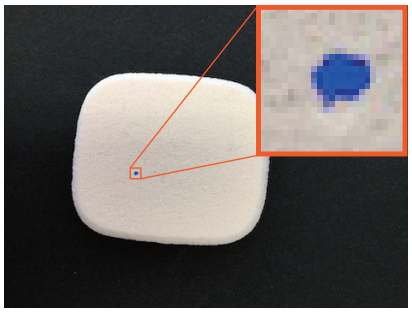
4 おわりに

本稿では，パフ表面上の気泡や発泡ムラによる凹領域の検出手法の検討を行った．提案手法の適合率は 100 %となり，凹領域検出の有効性が示された．今後の課題として，作業現場の検査レーン付近に iPod touch を設置し，オンラインで評価する仕組みの構築が挙げられる．

謝辞 本研究を遂行するにあたり，(株) ウォンツ，半田重工業 (株)，(株) イノアックコーポレーションから御助言を承りました．感謝いたします．

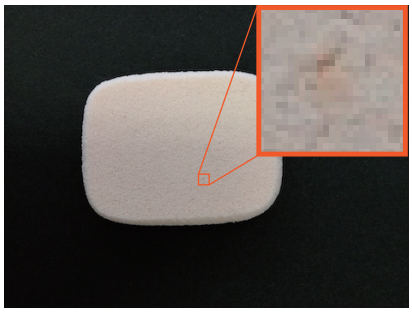


(a) 入力画像

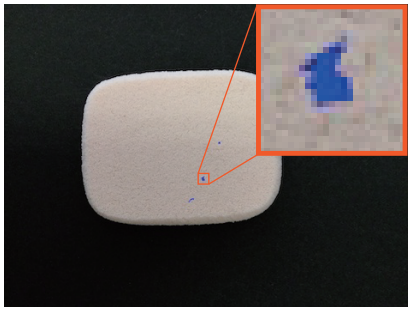


(b) 検出結果

図 4: 正検出結果 (気泡)



(c) 入力画像



(d) 検出結果

図 5: 正検出結果 (発泡ムラ)

参考文献

[1] 真田製作所: “納品実績　化粧品パフ検査装置”, http://www.sanada-ss.co.jp/gazou.html (confirmed in 2020)

[2] 直井翔汰, 林雅也, 澤野弘明, 松下剛幸, 新美彰崇: “シリンダロッドの傷検出手法の検討”, 平成 30 年度電気・電子・情報関係学会東海連大, 1 page (2018-9)

Copyright ©2020 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.