

피부 화장품 및 의약품 효능 평가를 위한 피부영상 매칭에 관한 연구

A Study on Skin Image Matching for Efficacy Evaluation of Skin Cosmetics and Medical Supplies

조성찬, 이기정, 황보택근
경원대학교

Cho Sung-Chan, Lee Ki-Jung, Whangbo Taeg-Keun
Kyungwon Univ

요약

최근 기능성 화장품법이 공포되면서 피부 관련 화장품 및 의약품의 효능 측정 및 정확성 향상에 관한 연구가 필요하게 되었다. 특히 피부개선 정도를 확인하기 위해서는 피부의 정확한 위치를 비교하여야 하는데 현재까지는 사람의 눈을 통해 수동적으로 영상을 매칭하여 평가하는 실정이다. 이로 인해 비교 영상끼리의 매칭 정확성이 떨어지며 개선정도 측정 또한 정확하게 이루어 지지 않고 있다. 본 연구는 피부개선 정도 평가의 정확성을 높이기 위한 영상의 자동 매칭 시스템을 제안한다. 첫째로 피부 영상의 특징을 모공 및 주름으로 정의하여 모공 및 주름이라 예상되는 후보영역들을 추출하고, 각 추출된 영역의 모멘트를 이용하여 모공과 주름을 구분한다. 그 후 구분된 각 영역들 질량 중심점을 계산하여 계산된 중심점들 간의 벡터값을 계산한다. 이렇게 각 영상에서 계산된 벡터값의 유사성을 비교하여 기 획득된 피부 영상과 참조 영상의 매칭을 수행한다. 본 알고리즘의 우수성은 실험을 통해 평가하였다.

Abstract

As the recent announcement of the functional cosmetics law, the need of studies on efficacy evaluation of skin related cosmetics and medical supplies has grown. Especially to identify skin improvement, we have to compare the exact parts of the skin, however up to now it is compared only by image matching that is appeared to the human eye. This study proposes the automatical image matching system for improving the accuracy of evaluation a skin improvement. Firstly we define the feature of the skin pores and wrinkles, and extract anticipation region from skin images. And then, we calculate moments for each extracted regions and classify them as pores and wrinkles. After that, we calculate the vector by computing centroids between each regions. Through this process, we compare the vector similarities and perform the matching between existing image and reference image. To verify the efficiency of the algorithm, several experiments are conducted.

I. 서론

최근 기능성 화장품 법이 공포됨에 따라 피부 관련 화장품 및 의약품 효능의 측정 방법 및 정확성 향상에 대한 연구가 필요하게 되었다. 효능 측정 방법으로는 주차별로 획득된 피부 영상을 서로 비교하는 방법이 있다. 하지만 피부 영상은 측정하는 위치에 따라 빛의 영향을 크게 받아 현재까지 사용되고 있는 육안으로 매칭 위치를 판별하는 방법으로는 그 정확도가 떨어진다. 따라서 본 논문에서는 화장품 효능 및 평가의 정확도를 높일 수 있도록 피부 영상 자동 매칭 알고리즘을 제안한다.

본 논문에서 제안하는 시스템은 피부 영상을 모공과 주름으로 분리하고 모공이라 판단되는 영역을 모멘트 비교를 통해 추출한다. 그 후 추출된 모공 영역의 질량 중심 값 위치를 비교함으로써 영상간의 매칭을 실시하는 시스템(그림 1)을 제안한다.

시스템은 총 3단계로 구성된다. 첫 번째 단계는 특징 추출을 위한 영상전처리 단계로 입력영상과 참조영상의 매칭에 영향을 주는 모든 요소들을 제거하는 단계이다. 두 번째 단계는 영상의 특징을 추출하는 단계로써 영상의 특징을 모공과 주름으로 정의하고 주름이라 판단되는 영역을 제거하는 단계이다. 마지막 단계로 참조영상과 입력영상의 모공영역의 질량중심점 좌표간의 에러를 계산하여 영상을 매칭한다.

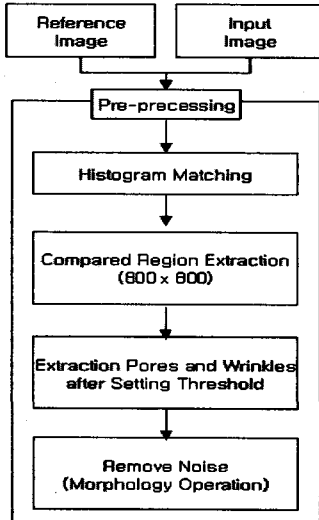


▶▶ 그림 1. 전체 프로세스

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 피부 영상 매칭을 위한 영상의 전처리 단계에 대해 살펴보고 3장에서는 영상의 특징을 추출하는 알고리즘을 설명한다. 4장에서는 추출된 특징

을 바탕으로 영상을 매칭하는 알고리즘에 대해 설명한다. 마지막으로 5장에서는 결론 및 향후 연구에 대해 논의하고자 한다.

II. 전처리 단계



▶▶ 그림 2. 이미지 전처리

그림 2는 영상 매칭을 위한 영상의 전처리 단계의 블록 다이어그램이다. 첫 단계로 참조영상과 입력영상에 대한 히스토그램 매칭을 하여 두 영상간 빛의 영향을 최소화 한다. 그 후 비교영역을 추출하여 영역 내의 모공과 주름을 추출한다. 마지막으로 매칭에 영향을 줄 수 있는 잡음을 제거한다.

2.1 히스토그램 매칭

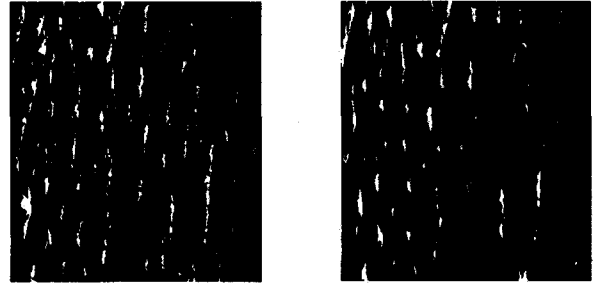
일반적으로 피부 영상은 빛의 영향을 많이 받아 약간의 위치 오차로도 전혀 다른 영상이 만들어 지며 이로 인해 영상 매칭 시 문제점이 발생하게 된다. 이를 해결하기 위한 방법으로 두 영상의 히스토그램을 분석하고 색상 분포를 유사하게 분포한다[1]. 그 후 비교할 영역을 중앙을 중심으로 일정한 크기로 추출한다.

2.2 주름 및 모공 후보영역 추출 후 잡음 제거

이 단계에서는 추출된 영역을 식 (1)에서 표현된 바와 같이 픽셀의 밝기 값을 일정한 임계값을 기준으로 분리하고 일정 이하 임계값이면 주름 및 모공이라 판단하고 추출한다.

$$\begin{aligned}
 & \text{if } image(r, c) < threshold (= 3.5) \\
 & \quad image(r, c): \text{skin pores or wrinkles} \\
 & \quad \quad \quad image(r, c) = 255 \\
 & \quad \quad \quad \text{else} \\
 & \quad \quad image(r, c): \text{background} \\
 & \quad \quad \quad \quad \quad image(r, c) = 0 \\
 & \text{where } image(r, c): \text{pixel value where } (r, c) \quad (1)
 \end{aligned}$$

그림 3은 위와 같은 방법으로 추출된 결과 영상을 보여준다.



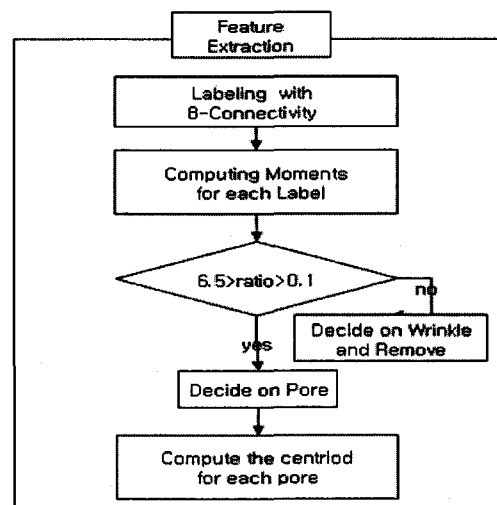
▶▶ 그림 3. 모공 및 피부영역 추출 결과

이렇게 추출된 모공 및 주름 영상은 영상 매칭에 영향을 줄 수 있는 작은 영역들을 포함하고 있기 때문에 이들을 잡음이라 판단하고 모폴로지 연산[2][11]을 통해 제거하며 그 결과는 그림 4와 같다.



▶▶ 그림 4. 잡음 제거 결과

III. 특징 추출



▶▶ 그림 5. 특징추출단계 흐름도

본 논문에서는 피부 영상이 모공 및 주름, 배경으로 이루어져 있다고 정의하고 이 중 모공 영역만을 추출한다. 그림 5에

서 보여지는 바와 같이 전처리 후의 영상을 8-연결성으로 labeling 한 후 이들의 모멘트를 구한다[2][4]. 그 후 구해진 모멘트의 값이 일정 범위 내이면 이를 모공이라 판단하고 추출한다[3]. 마지막으로 매칭 영역 검색을 위한 모공 영역들의 질량 중심을 구한다.

3.1 labeling 및 모멘트 계산

전처리된 영상은 다음 단계에서 8-연결성으로 labeling 한 후 모멘트 값을 계산한다. 그 후 계산된 모멘트 값의 정도에 따라 모공과 주름을 구별한다.

STEP1 : 각 영역의 모멘트 계산

식 (2)를 이용하여 가로 및 세로방향의 모멘트를 계산한다.

$$\begin{aligned} \mu_1 &= \frac{1}{p} \sum_{i=1}^p (x_i - m_x)^2 \\ \mu_2 &= \frac{1}{q} \sum_{j=1}^q (y_j - m_y)^2 \end{aligned} \quad (2)$$

where $p = \sum_{i \in Label} 1, q = \sum_{j \in Label} 1$

$(x, y) = \{(x, y) | (x, y) \in Label\}$

M_x, M_y : the mean of column and row value

STEP2 : 계산된 모멘트의 비율을 계산하여 주름 및 모공으로 구분

STEP1로부터 계산된 모멘트 값의 비율을 식(3)을 통해 계산하며 일정 범위 이내이면 모공이라 판단하고 범위에서 벗어나면 주름이라 판단하여 제거한다. 그림 6은 주름을 제거하고 모공만 추출된 결과를 보여준다.



▶▶ 그림 6. 주름 제거 및 모공 추출 결과

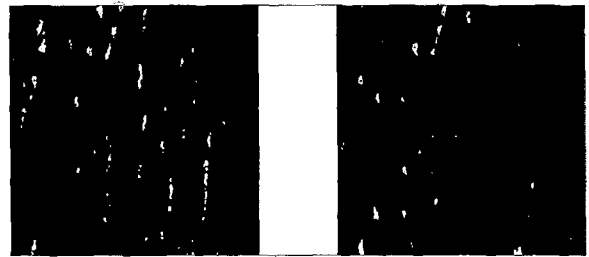
3.2 질량중심 계산

전 단계로부터 추출된 모공 영역의 질량중심을 식(4)를 통해 계산한다. 질량중심은 각 영역의 가로방향 및 세로방향의 좌표의 평균 계산을 통해 계산된다. 그림 7은 무게중심을 대표적으로 3개 추출한 결과를 보여준다.

$$\begin{aligned} c_x &= \frac{\sum_{i \in Label} (x(x, y) \in L)}{\sum_{i \in L} 1} \\ c_y &= \frac{\sum_{i \in Label} (y(x, y) \in L)}{\sum_{i \in L} 1} \end{aligned}$$

where $L : Label$
(4)

C: Centroid



▶▶ 그림 7. 질량중심 계산 결과

IV. 영상 매칭

영상의 특징 추출 후 영상 매칭을 실시하게 된다. 두 영상의 중심점 간의 에러를 계산하고[6] 수치화 하며 수치화된 에러들을 바탕으로 이동 및 회전을 하여 위치 보정을 하여 영상 매칭을 수행한다[5].

STEP 1 : 기준 포인트 선택

영상간의 에러 계산 전 식 (5)를 계산하여 기준 포인트를 선택하게 된다. 기준점은 위치의 에러를 구하기 위한 기준이 되는 포인트이다. 기준점은 참조영상의 가장 큰 label을 선택한다. 그 후 선택된 질량중심점 좌표를 바탕으로 입력영상의 일정 범위 안의 label을 검색한다. 검색된 label 중 크기가 가장 큰 label을 입력영상의 기준영역 후보라 가정하고 해당 label의 식 (4)를 통해 질량 중심을 구한다.

$$\begin{aligned} & \text{Descending ordering Label} \\ & \text{Find the biggest size label} = Label_{ref_1} \\ & (c_{x1_{ref}}, c_{y1_{ref}}) = Centroid(Label_{ref_1}) \\ & \text{Let } (c_{x_{boundary}}, c_{y_{boundary}}) \\ & = (c_{x1_{ref}} - 40 : c_{x1_{ref}} + 40, c_{y1_{ref}} - 40 : c_{y1_{ref}} + 40) \\ & \text{if } (c_{x_{boundary}}, c_{y_{boundary}}) \subset Label_{input\ image} \\ & \Rightarrow \text{Calculate } (c_{x1_{input}}, c_{y1_{input}}) \\ & = Centroid(Label_{input\ image}) \end{aligned} \quad (5)$$

STEP 2 : 비교 포인트 검색

두 영상의 기준 포인트가 선택되면 이 두 포인트를 기준으로 비교 포인트를 검색한다. 비교 포인트를 구하기 위해 우선 참조영상의 두 번째 및 세 번째 크기 label을 검색한다. 그 후 검색된 label에 해당하는 질량 중심을 기준으로 입력영상의 비교 포인트를 검색한다. 비교 포인트는 식 (5)에서 표현된 바와 같이 우선 기준 포인트간 위치 차이를 계산하고 이를 적용하여 입력영상의 영역을 검색하게 된다. 만일 입력영상의 검색된 영역 내에 다수의 label이 포함되면 각 label의 질량 중심 간의 거리를 구하고 이 중 참조영상에서 기준점과 해당 순번의 질량 중심 간의 거리와 가장 유사한 점을 선택하게 된다.

$$\begin{aligned}
 D_{x_{ref_input}} &= c_{x1_input} - c_{x1_ref} \\
 D_{y_{ref_input}} &= c_{y1_input} - c_{y1_ref} \\
 &= (c_{x2_input} + D_{x_{ref_input}} - 40) - (c_{x2_input} + D_{x_{ref_input}} - 40) \\
 &= (c_{y2_input} + D_{y_{ref_input}} - 40) - (c_{y2_input} + D_{y_{ref_input}} - 40)
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

where D : Difference

STEP 3 : 두 영상 에러 계산 및 매칭

마지막 단계로써 STEP1과 STEP2의 과정을 통해 추출된 각 영상의 질량 중심점 쌍 간의 에러를 계산하여 위치를 보정한다[7][8][9]. 에러는 Euclidian distance (식(6)) 및 arctangent (식(7))계산하여 구한다. 본 논문에서는 에러 계산을 위해 3쌍의 무게중심을 이용하였으며 오류 검사를 위해 1쌍의 무게중심점을 추가로 이용하였다.

$$\begin{aligned}
 \text{Let } error_{x_i}(c_{x_ref}, c_{x_input}) &= c_{x_{i_ref}} - c_{x_{i_input}} \\
 error_{y_i}(c_{x_ref}, c_{x_input}) &= c_{y_{i_ref}} - c_{y_{i_input}} \\
 &\text{where} \\
 c_{x_{i_ref}}, c_{y_{i_ref}} &: \text{the coordinate of } i^{\text{th}} \text{ biggest label} \\
 &\text{of reference image and input image distance} \\
 &= \sqrt{error_{x_i}(c_{x_ref}, c_{x_input})^2 + error_{y_i}(c_{x_ref}, c_{x_input})^2} \tag{6} \\
 \text{angle} &= \arctan \frac{error_{y_i}(c_{x_ref}, c_{x_input})}{error_{x_i}(c_{x_ref}, c_{x_input})} \tag{7}
 \end{aligned}$$

V. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 화장품 효능 평가 정확성 향상을 위한 피부영상 매칭 시스템을 제시하였다.

시스템은 첫째로 영상 매칭시 방해요소로 작용할 수 있는 조명의 영향 및 발생하는 잡음을 제거하였으며, 둘째로 전처리된 영상을 바탕으로 임계값을 할당하여 특징 후보 영역인 주름

및 모공 영역을 추출한다. 그 후 2차 모멘트 계산으로 주름 영역을 제거하고 모공 영역의 1차 모멘트 계산으로 특징점을 추출한다. 이렇게 추출된 특징점 간의 에러를 계산하여 영상의 위치를 보정, 매칭시키게 된다.

본 논문에서 제안한 알고리즘을 통해 피부 영상의 특징 추출 시 속도 및 정확도 면에서는 효율적인 결과를 얻을 수 있었지만 참조영상 및 입력영상의 매칭시에는 비교되는 영역의 수치의 근사화로 인한 완벽한 매칭이 이루어지지 않았으며 이를 개선하기 위한 향후 연구가 이루어져야 할 것이다.

참고 문헌

- [1] Ma Jianwei, Zhao Zhongming, Song Jianghong, Zeng Qingye, Tang Ping, "An automatic method of area change detection based on histogram matching and morphological operation in high spatial remote sensed imagery" Signal Processing, 2004. Proceedings. ICSP '04. 2004 7th International Conference on Volume 3,31 Aug.-4 Sept. 2004 Page(s):2680 - 2682 Vol.3
- [2] Talu, H.M. , Igci, E. , Tekin, M.E. , Sevtekin, H.S. , Genc, B.C., Heywood, M.I. "Reconfigurable computing implementation of binary morphological operators using 4-, 6- and 8-connectivity", Acoustics, Speech, and Signal Processing, 2000. ICASSP '00. Proceedings. 2000 IEEE International Conference on Volume 6,5-9 June 2000 Page(s):3386-3389 Vol.6 Digital Object Identifier 10.1109/ICASSP.2000.860127
- [3] Kumar. S. , Kumar, D.K. , Sharma, A. , McLachlan, N., "Classification of hand movements using motion templates and geometrical based moments" Intelligent Sensing and Information Processing, 2004. Proceedings of International Conference on 2004 Page(s):299 - 304
- [4] Wang, S. , Siskind, J.M., "Image segmentation with ratio cut" Pattern Analysis and Machine Intelligence , IEEE Transactions on Volume 25, Issue 6, June 2003 Page(s):675 - 690
- [5] Roning, J. , Riech, M. "Registration of nevi in successive skin images for early detection of melanoma" Pattern Recognition, 1998. Proceedings. Fourteenth International Conference on Volume 1,16-20 Aug. 1998 Page(s):352 - 357 Vol.1
- [6] Zhiyong Wang, Zheru Chi, Dagan Feng, Qing Wang, "LeafImage Retrieval with Shape Features," Lecture Notes in Computer Science, Vol.1929, pp.477-487, 2000.
- [7] Veltkamp, R., "Shape matching: similarity measures and algorithms," Technical Report UU-CS-2001-03, Utrecht University, the Netherlands, 2001.
- [8] Efrat, A. and Itai, A., "Improvements on bottleneck matching and related problems using geometry," The 12th Symposium on Computational Geometry, pp.301-310, 1996.
- [9] Alt, H., Behrends, B. and Blomer, J., "Approximate

- matching of polygonal shapes," *Ann. Math. Artif. Intell.*, Vol.13, pp.251-266, 1995.
- [10] The MathWorks-MATLAB and Simulink for Technical Computing <http://www.mathworks.com>
- [11] G Louverdis, M.I Vardavoulia, I. Andreadis, Ph. Tsalides, "A new approach to morphological image processing," *Pattern Recognition*, Vol.35, pp.1733-1741, 2002.