



## 사용자의 피부 색상에 기반한 파운데이션 색상 자동추천

### Foundation Color Recommendation based on User's Skin Color

윤여수\*, 박현준\*\*†

Yeo-Su Youn and Hyun Jun Park†

\*청주대학교 컴퓨터정보공학과, \*\*청주대학교 소프트웨어융합학부

\*Department of Computer Information Engineering, Cheongju University

\*\*Division of Software Convergence, Cheongju University

#### 요약

파운데이션(foundation)은 기초화장품 중 하나로 색조화장을 효과적으로 하기 위해 피부 톤을 균일하게 만들어주는 역할을 한다. 본인에게 어울리는 파운데이션 색상 선택은 매우 중요하지만 각 제품마다 색상과 밝기가 다르므로 화장 경험이 부족한 사람들에게는 이를 찾는 것은 까다롭다. 따라서 본 논문에서는 사용자의 피부 색상을 기반으로 파운데이션의 색상을 자동으로 추천하는 방법을 제안한다. 제안하는 방법은 먼저 전처리과정으로 영상 크기 조정, 양방향 필터 사용, 화이트 밸런스 조정, 색공간 변경을 수행한다. 이후 사용자의 얼굴을 검출하여 사용자의 피부색을 추출하고 이를 바탕으로 사용자에게 적합한 파운데이션 색상을 결정한다. 제안된 방법을 평가하기 위해 다양한 영상을 대상으로 실험을 하였고, 제안된 방법은 효과적으로 사용자에게 적합한 파운데이션 색상을 추천해주는 것을 확인하였다.

**키워드**: 화장품 추천, 추천 알고리즘, 파운데이션, 영상 처리, 얼굴 색상 검출

#### Abstract

Foundation is one of the basic cosmetics, and it makes the skin tone even in order to make the color makeup effective. Choosing an appropriate foundation color is very important, but the color and brightness of each product are different, so it is difficult to find it for people who have not enough makeup experience. Therefore, in this paper, we propose a method of automatically recommending foundation color based on user's skin color. The proposed method performs image size adjustment, bidirectional filter use, white balance adjustment, and color space change in the preprocessing step. After that, the face of the user is detected to extract the skin color, and the foundation color suitable for the user is determined based on the extracted skin color. To evaluate the proposed method, we experimented with various images, and it confirmed that the proposed method effectively recommends the suitable foundation color for the user.

**Key Words**: Cosmetics Recommendation, Recommendation Algorithm, Foundation, Image Processing, Facial Color Detection

Received: Feb. 4, 2019  
Revised: Aug. 6, 2019  
Accepted: Aug. 6, 2019  
†Corresponding authors  
hyunjun@cju.ac.kr

## 1. 서론

파운데이션은 피부색을 균일하게 정돈하여 잡티를 덮는 목적으로 셰이딩(shading), 하이라이터(highlighter), 블러셔(blusher) 등과 같은 색조화장 전에 하는 기초화장 중 하나이다. 또한 사용자가 본인과 맞는 색상의 파운데이션을 바를수록 색조화장을 효과적으로 할 수 있는 역할을 한다. 그렇지만 파운데이션은 각 제품마다 다양한 색상과 밝기를 가지고 있기 때문에 화장에 경험이 많은 사람들도 본인에게 어울리는 색상을 가진 파운데이션을 찾기 쉽지 않다.

파운데이션의 색상은 사람의 인상을 좌우 할 수 있는 만큼 본인과 맞는 색상을 선택하는 것이 중요하다. 만약 본인에게 알맞지 않는 색상의 파운데이션을 발랐을 시 어두운 인상을 나타낼 수도 있고 반대로 사용자의 얼굴 색상이 하얗게 떠 보일 수 있다. 이렇듯 색상을 잘못 선택한다면 사용자가 원하지 않는 피부색을 띄게 된다.

본인에게 알맞은 색상의 파운데이션을 선택하기 어려운 이유 중 하나는 본인의 피부색을 정확히 파악하지 못함에 있다. 피부색은 색상이 붉고 노란 정도에 따라 결정되는데, 이는 주변 환경의 조명상태에 따라, 잡티의 유무에 따라 파악하기 쉽지 않다. 그렇기 때문에 본인의 피부색에 알맞은 파운데이션 색상을 선택하는 것은 어려운 일이다.

이 논문은 2018학년도에 청주대학교 산업 과학연구소가 지원한 학술연구조성비(특별연구과제)에 의해 연구되었음.  
This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

본 논문에서는 본인의 피부색을 정확히 파악하지 못하는 사용자에게 파운데이션을 추천해주는 방법을 소개한다. 메이크업 아티스트의 의견에 따르면 피부색과 비슷한 색상을 가진 파운데이션을 선택하는 것이 좋다고 한다. 따라서 제안하는 방법은 사용자의 피부색을 추출하여 그 색과 흡사한 색을 지닌 파운데이션을 찾아 사용자에게 알맞은 파운데이션 색상을 자동으로 추천해주는 것이다.

## 2 파운데이션 색상 추천 방법

제안하는 방법은 먼저 사용자의 얼굴이 포함된 영상을 받아 전처리 과정을 거치고 얼굴을 인식하여 사용자의 피부 색상을 추출한 후 피부색상과 흡사한 색상의 파운데이션을 추천해준다.

### 2.1 전처리과정

사용자의 얼굴이 있는 영상을 받아 그림 1과 같은 전처리 과정을 거친다.

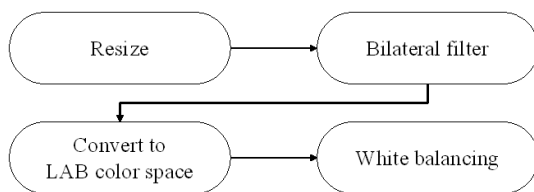


그림 1. 전처리과정

Fig. 1. Preprocessing steps

본 논문에서 영상의 크기는 얼굴이 검출될 정도의 크기면 되기 때문에 처리속도를 높이기 위하여 영상의 크기를 반으로 축소시킨다. 축소시킬 때 사용된 보간법은 OpenCV 라이브러리에 있는 cv.INTER\_AREA[2]를 사용하였다. 이는 픽셀 영역 관계를 사용하여 resampling 하는 보간법으로 혼신 왜곡을 완화시켜준다. 축소된 영상에서 주파수를 낮춰주고 노이즈 제거 및 에지를 보존시켜주기 위해 양방향 필터(bilateral filter)[3]를 사용한다. 이는 얼굴 검출과 피부색을 추출하는데 영향을 미친다. 사용자의 피부 색상이 조명상태에 따라 정확히 검출되지 않을 수 있음을 염두에 두어 화이트 밸런스(white balance)[4] 값을 조절해준다. 화이트 밸런스 값의 조정으로 인해 사용자의 피부색을 추출하는데 더 정확한 색상 값을 획득할 수 있다. LAB[5] 색공간은 휘도 값을 포함하기 때문에 색상을 비교할 시 밝기도 같이 비교할 수 있으므로 시각으로 인식한 색상의 차이와 흡사하게 표현할 수 있다. 그렇기 때문에 영상의 색공간을 RGB에서 LAB로 변경한다.

### 2.2 피부 색상 검출

전처리가 끝난 후 Haar-like feature[6]를 이용하여 사용자의 얼굴을 검출한다. 그림 2는 검출된 얼굴영역을 36개의 정사각형 영역으로 분할한 모습을 보여준다.

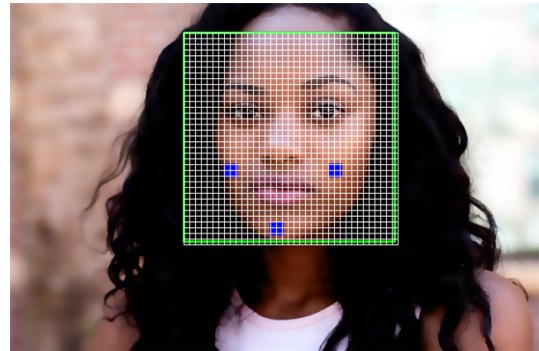


그림 2. 분할된 영역과 관심 영역

Fig. 2. Partitioned region and region of interest

영상에서 검출된 사용자의 얼굴에 잡티나 이물질이 피부색을 추출할 영역에 존재할 수 있으므로 본 논문에서는 검출된 얼굴 영역을 그림 2와 같이 분할하여 추출할 피부색의 영역을 설정했다. 피부색을 추출할 영역으로 양 볼과 턱 부분을 선택하여  $2 \times 2$  크기의 관심영역으로 지정하였다. 해당 관심영역들의 피부 색상 값을 각각 평균하여 3개의 평균값을 가지게 하였고 3개의 평균값을 한 번 더 평균하여 사용자의 피부 색상으로 정의하였다.

### 2.3 파운데이션 색상 추천

본 논문에서는 총 54개의 파운데이션 색상을 사용한다. 사용된 파운데이션 색상은 추출된 사용자 피부색상과 비교하기 위해 LAB 색 공간( $LAB_{foundation}$ )으로 변경한다. 그림 3은 본 논문에서 사용한 파운데이션 색상들을 나타낸다.



그림 3. 사용된 파운데이션 색상

Fig. 3. Used foundation color

파운데이션 색상을 고를 때는 본인의 피부색과 유사한 톤을 찾는 것이 중요하므로 파운데이션의 색상을 추천해주는 방법으로써 사용자의 피부색의 값과 가장 차이가 적은 파운데이션의 색상 값을 찾는 알고리즘을 이용한다. 식 (1)을 이용하여 본 논문에서 사용하는 54개의 파운데이션 색상 값들과 추출한 사용자의 피부 색상의 차이 값들 중 최솟값을 찾는다.

$$\text{result} = \underset{\text{foundation}}{\operatorname{argmin}} \sqrt{\begin{pmatrix} (L_{\text{user}} - L_{\text{foundation}})^2 \\ (A_{\text{user}} - A_{\text{foundation}})^2 \\ (B_{\text{user}} - B_{\text{foundation}})^2 \end{pmatrix}} \quad (1)$$

계산하여 나온 최솟값에 해당하는 파운데이션 색상을 찾아 사용자에게 추천해준다. 그에 따라 사용자의 피부색과 유사한 색상의 파운데이션을 추천해 줄 수 있다.

### 3. 실험 및 결과 분석

본 논문에서는 Intel i5-5200U 2.20 GHz CPU, 8GB RAM 사양 PC의 Visual Studio Code에서 Python과 OpenCV 라이브러리를 이용하여 제안 방법을 구현하였다.

제안된 방법으로 실험한 영상7은 총 13장이며 각각 1280 × 720의 해상도를 가지고 있다. 또한 모든 영상들은 사용자의 얼굴이 하나 이상 포함되어 있다.

그림 4는 제안하는 방법의 전처리과정을 거친 이미지 결과들을 하나씩 보여준다. 사용자 얼굴이 존재하는 영상을 입력 받아 크기를 조절하였고 양방향 필터를 거친 후 화이트 밸런스 값을 조정하여 LAB 색공간으로 변경해 주었다. 전처리과정을 통해 얼굴 인식 및 피부색상을 추출하기에 적합한 영상을 생성하는 것을 확인하였다.

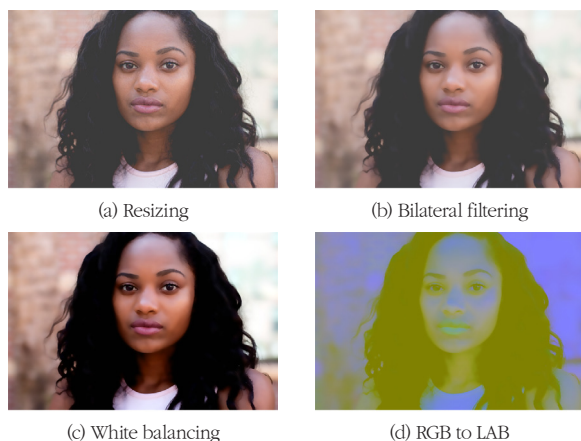


그림 4. 전처리 결과 예시

Fig. 4. Example of preprocessing result

그림 5와 6은 각각 LAB 색공간으로 변경 전, 전처리과정을 거치기 전의 히스토그램과 거친 후의 히스토그램을 나타낸다. 빨간색, 파란색, 초록색 선은 각각 영상에서의 RGB 색상을 나타내며 그래프의 x축은 픽셀 값, y축은 픽셀의 개수를 나타낸다. 조명이 알맞은 이미지의 경우 히스토그램이 중앙에서 좌우로 고루 퍼져 있게 되는데 전처리과정을 거친 후의 RGB 값들이 전처리 과정을 거치기 전의 RGB 값들보다

전체적으로 골고루 퍼진 모습을 확인할 수 있다.

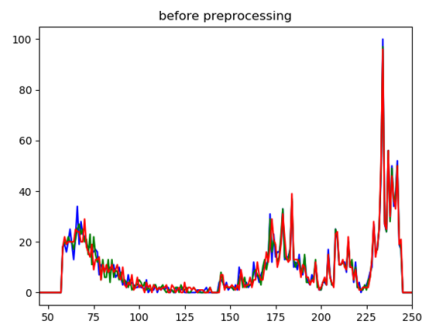


그림 5. 전처리 전 영상의 RGB 히스토그램

Fig. 5. RGB histogram before preprocessing

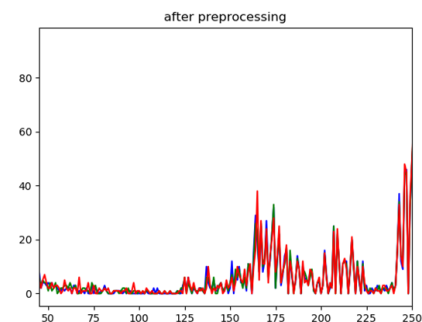


그림 6. 전처리 후 영상의 RGB 히스토그램

Fig. 6. RGB histogram after preprocessing

그림 7은 사용자의 영상에서의 얼굴 영역을 검출하고 피부색을 추출하기 위해 관심영역을 설정한 모습을 보여준다. 사용자의 얼굴 영역을 36×36개의 영역으로 분할하여 양 볼과 턱 부분의 영역을 각각 2×2크기만큼 잡아주었다. 각 영역의 값들을 평균한 값들을 평균하여 사용자의 피부색상으로 정의하였다. 영역을 분할함으로써 피부색을 추출하기 위한 관심영역을 효과적으로 설정할 수 있음을 확인하였다.

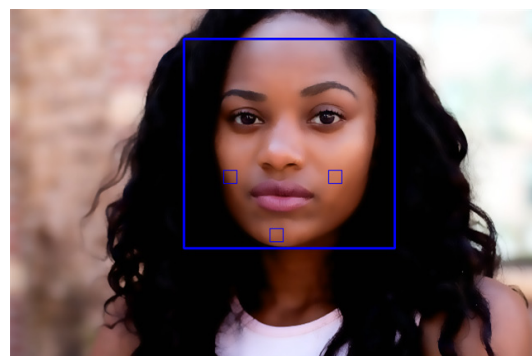


그림 7. 피부색 검출을 위한 관심영역 설정

Fig. 7. Setting ROI for skin color detection



그림 8, 9에서는 제안된 방법을 이용하여 사용자에게 맞는 파운데이션 색상을 추천해주는 결과를 보여준다. 어두운 피부색상을 지닌 사용자는 어두운 색상의 파운데이션을, 밝은 색상을 지닌 사용자는 밝은 색상을 지닌 파운데이션을 추천받는다. 그림 9의 (f) 영상은 3개의 얼굴 영역을 포함하고 있어 각 사용자에게 맞는 색상을 따로 표현해 주었다.

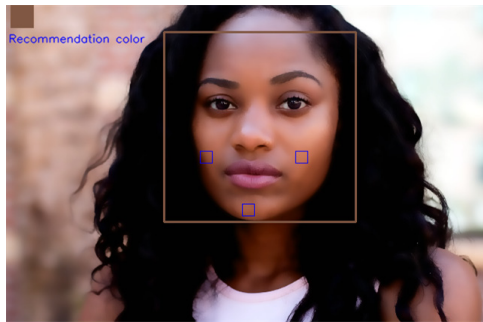


그림 8. 추천된 파운데이션 색상  
Fig. 8. Recommended foundation color

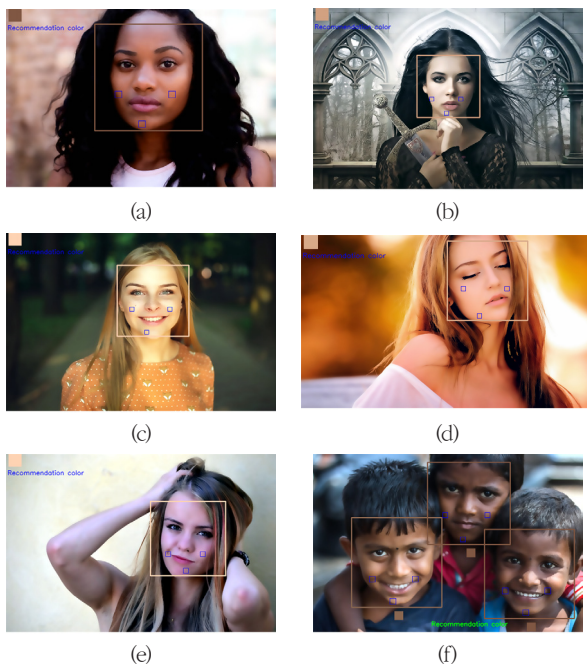


그림 9. 다양한 영상의 실험결과  
Fig. 9. Experimental results of various images

표 1은 본 실험에 사용된 사용자들의 피부색상과 추천한 파운데이션 색상 값과 두 색상의 차이를 나타낸다. 각 열은 사용자의 피부 색상과 파운데이션 색상, 추출한 두 색상의 차이 값을 나타내고 위에서부터 8개의 행 값들은 그림 9의 값들을, 나머지 행 값들은 본 논문의 실험에 사용된 다양한 영상에 대한 실험 결과이다. 영상 (f)에는 3명의 사용자가 있으므로 왼쪽의 사용자부터 (f1), (f2), (f3) 으로 값을 표기하였다.

추출된 사용자의 피부 색상은 양 볼과 턱의 LAB 색상 값의 평균값을 나타낸 것이다. 평균값은 소수점 둘째 자리에서 반올림하였다. 추천한 파운데이션 색상은 본 논문에서 사용한 파운데이션 색상들 중 사용자의 피부색상과 차이 값이 작은 파운데이션의 LAB 색상 값을 의미한다. 추출한 두 색상의 차이 값은 사용자의 피부색상과 파운데이션 색상을 식(1)을 사용하여 계산한 결과 값이다. 추출된 피부 색상과 마찬가지로 계산하여 나온 결과 값은 소수점 둘째 자리에서 반올림하였다.

표 1. 사용자의 피부색상과 추천된 파운데이션 색상의 차이값  
Table 1. Difference between user's skin color and recommended foundation color

No.	Extracted skin color (L, A, B)	Recommended foundation color (L, A, B)	Color difference
(a)	(116.9, 154.7, 154.8)	(104, 142, 147)	2.4
(b)	(172.1, 134.7, 141.2)	(179, 142, 152)	1.8
(c)	(224.2, 133.3, 154.5)	(223, 139, 150)	4.3
(d)	(191.9, 150.6, 154.8)	(187, 141, 151)	2.3
(e)	(151.9, 149.8, 121.4)	(167, 148, 155)	14.5
(f1)	(65.7, 137.4, 137.1)	(104, 142, 147)	14.8
(f2)	(68.2, 139.2, 138.3)	(119, 139, 146)	14.4
(f3)	(115.6, 141.2, 145.1)	(104, 142, 147)	2.3
	(177.3, 136.2, 137.3)	(187, 141, 151)	3.7
	(175.6, 144.9, 147.9)	(178, 144, 152)	2.0
	(174.0, 144.7, 148.3)	(178, 144, 152)	2.2
	(213.6, 134.9, 147.5)	(214, 137, 152)	1.7
	(220.1, 136.5, 126.4)	(223, 139, 150)	9.8

실험 결과에 따라 제안된 방법은 사용자에게 알맞은 파운데이션 색상을 적절하게 추천해주는 것을 확인할 수 있다. 번호 (e)와 (f1), (f2)의 색상 차이 값은 다른 영상의 차이 값에 비해 큰 값을 나타낸다. 이는 실험에서 사용된 파운데이션의 색상 종류가 충분하지 않아 사용자의 피부색과 흡사한 파운데이션을 찾지 못하였거나, 해당 사용자의 피부색과 흡사한 파운데이션이 존재하지 않는 경우일 수 있다.

#### 4. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 파운데이션의 색상 선택에 어려움을 느끼는 사용자들에게 본인에게 어울리는 파운데이션 색상을 자동으로 추천해주는 방법을 제안하였다. 사용자의 얼굴이 포함된 영상을 받아 크기 조정, 노이즈 제거, 화이트밸런스 조정, LAB 색 공간으로 변환하는 전처리과정을 거친 후 사용자의 얼굴을 검출하였다. 검출된 사용자의 얼굴영역을 분할하여 양 볼과 턱 부근을 관심영역으로 지정해주었고, 해당 영역의 값들을 계산하여 사용자의 피부색으로 정의하였다.

추출한 사용자의 피부색과 본 논문에서 사용된 54가지의 파운데이션 색상들을 비교하여 피부색상과 가장 유사한 색상을 사용자에게 추천하였다. 총 13장의 영상을 이용하여 제안된 방법을 실험한 결과, 사용자에게 어울리는 파운데이션 색상을 효과적으로 추천해 줄 수 있음을 확인하였다.

향후 연구로 본 논문에서는 정면에서 보이는 사용자의 얼굴에서 피부색을 추출하는 방법을 사용하지만, 사용자의 얼굴 방향에 맞추어 피부색을 추출할 영역을 유동적으로 정의하는 방법에 대해 연구하고자 한다. 또한 보다 정확한 피부와 파운데이션 색상 차이를 추정할 수 있는 알고리즘을 연구할 것이다. 보다 다양한 파운데이션 색상 데이터를 이용한 딥러닝 기법을 통해 자동으로 사용자에게 파운데이션 색상을 추천해주고, 그와 함께 사용자가 선호하는 파운데이션 밝기 성향에 따라 한 단계에서 두 단계 정도 차이는 색상도 같이 추천해주는 방법에 대해 연구할 것이다.

## References

- [1] Y. Youn, "Foundation Color Recommendation based on User's Skin Color," *Proceedings of KIIS Spring Conference*, vol. 29, no. 1, pp. 67-68, April 2019.
- [2] S. Jeong and J. Bae, *Video Processing and Application to OpenCV*, Paju, Gyeonggi, 2017.
- [3] C. Tomasi and R. Manduchi, "Bilateral filtering for gray and color images," *ICCV*, vol. 98, no. 1, 1998.
- [4] F. Durand and J. Dorsey, "Fast bilateral filtering for the display of high-dynamic-range images," *ACM transactions on graphics (TOG)*, vol. 21, no. 3, ACM, 2002.
- [5] A. K. Jain, *Fundamentals of digital image processing*, Englewood Cliffs, NJ, 1989.
- [6] P. Viola and M. Jones, "Rapid object detection using a boosted cascade of simple features," *Computer Vision and Pattern Recognition*, pp. 511-518, 2001.

- [7] Pixabay, Available: <https://pixabay.com/ko/>, [Accessed: April 04, 2019]

## 저자 소개



**윤여수(Yeo-Su Youn)**

2015년~현재 : 청주대학교 컴퓨터정보공학과  
학사과정

관심분야 : Image Processing, Deep Learning, Computer Vision  
E-mail : yysol@cju.ac.kr



**박현준(Hyun-Jun Park)**

2011년 : 부산대학교 정보컴퓨터공학과 공학사  
2013년 : 부산대학교 컴퓨터공학과 공학석사  
2015년 : 부산대학교 전기컴퓨터공학과 공학박사  
2016년~현재 : 청주대학교 소프트웨어융합학부  
조교수

2018년~현재 : 한국정보통신학회 이사  
2019년~현재 : 한국지능시스템학회 이사

관심분야 : Neural Network, Machine Learning, Computer Vision,  
Image Processing  
E-mail : hyunjun@cju.ac.kr