

## Development of a Personalized Makeup Recommendation and AR Simulation System Based on Personal Color Analysis

Mi-Young Song\*, Yong-Sun Kim\*\*, Sangmi Im\*\*\*

\*Professor, Dept. of BroadcastContents, Suwon Women's University, Suwon, Korea

\*\*Professor, Dept. of BeautyArt, Suwon Women's University, Suwon, Korea

\*\*\*Professor, Dept. of Game Content, Korea University of Media Arts, Sejong, Korea

### [Abstract]

This study proposes a personalized makeup system that analyzes users' personal color types based on skin color data obtained from facial images, recommends suitable color makeup, and enables virtual application in an augmented reality (AR) environment.

The proposed system detects facial regions and key facial landmarks from input facial images and selects regions of interest (ROI) for stable skin color analysis. The extracted color data are normalized and transformed into CIE  $L^*a^*b^*$  based feature values through a color space conversion process, which are then used to quantitatively analyze skin tone characteristics. The analyzed features are utilized to determine the user's personal color type through personal color classification criteria and classification methods, and suitable color makeup is recommended according to the identified type.

The recommended makeup colors are applied to facial images through an AR-based synthesis process, allowing users to preview virtual makeup results. This enables users to compare and evaluate makeup applications suitable for their personal color before actual application.

This study complements the existing personal color analysis methods that rely on experts' experience and subjective judgment by introducing a quantitative analysis approach based on image data. Furthermore, it proposes an integrated digital beauty system that connects personal color diagnosis, makeup recommendation, and AR simulation functions.

Future research will focus on improving color correction methods to enable stable skin color analysis under various lighting conditions and shooting environments. In addition, by securing diverse user datasets, the performance of personal color classification and the quality of AR makeup application will be further enhanced.

▶ **Key words:** Personal Color, Skin Color Analysis, AR Makeup, Color Space Conversion, CIE  $L^*a^*b^*$ , Facial Landmark, Personalized Recommendation System

- 
- First Author: Mi-Young Song, Corresponding Author: Mi-Young Song
  - \*Mi-Young Song (songmy@swc.ac.kr), Dept. of BroadcastContents, Suwon Women's University
  - \*\*Yong-Sun Kim (sunny@swc.ac.kr), Dept. of BeautyArt, Suwon Women's University
  - \*\*\*Sangmi Im (sswit@gw.pro.ac.kr), Dept. of Game Content, Korea University of Media Arts
  - Received: 2026. 08. 05, Revised: 2026. 08. 31, Accepted: 2026. 09. 04.

## [요 약]

본 연구에서는 사용자의 얼굴 영상으로부터 획득한 피부 색상 데이터를 활용하여 퍼스널 컬러를 분석하고, 분석 결과에 적합한 색조 메이크업을 추천하며 AR 환경에서 가상 적용할 수 있는 개인 맞춤형 메이크업 시스템을 제안한다.

제안 시스템은 입력된 얼굴 영상에서 얼굴 영역과 주요 특징점을 검출하고, 안정적인 피부 색상 분석을 위해 관심 영역(ROI)을 선정한다. 이후 추출된 색상 데이터는 정규화 및 색 공간 변환 과정을 통해 CIE  $L^*a^*b^*$  기반의 특징값으로 변환되며, 이를 활용하여 피부톤의 색상 특성을 정량적으로 분석한다. 분석된 특징값은 퍼스널 컬러 판별 기준과 분류 방법을 통해 사용자의 퍼스널 컬러 유형 결정에 활용되며, 해당 유형에 적합한 색조 메이크업 색상을 추천한다.

추천된 메이크업 색상은 AR 기반 합성 과정을 통해 얼굴 영상에 적용되어 사용자가 가상 메이크업 결과를 확인할 수 있도록 한다. 이를 통해 사용자는 자신의 퍼스널 컬러에 적합한 메이크업 적용 결과를 사전에 확인하고 비교할 수 있다.

본 연구는 기존 전문가의 경험과 주관적 판단에 의존하던 퍼스널 컬러 분석 과정을 영상 데이터 기반의 정량적 분석 방식으로 보완하고, 퍼스널 컬러 진단부터 메이크업 추천 및 AR 시뮬레이션까지 연계한 통합형 디지털 뷰티 시스템을 제안한다.

향후 연구에서는 다양한 조명 조건과 촬영 환경에서도 안정적인 피부 색상 분석이 가능하도록 색 보정 방법을 개선하고, 다양한 사용자 데이터를 확보하여 퍼스널 컬러 판별 성능과 AR 메이크업 적용 품질을 향상시키고자 한다.

▶ **주제어:** 퍼스널 컬러, 피부 색상 분석, AR 메이크업, 색 공간 변환, CIE  $L^*a^*b^*$ , 얼굴 랜드마크, 개인 맞춤형 추천 시스템

## I. Introduction

최근 뷰티 산업은 단순한 제품 추천을 넘어 사용자의 피부색과 개인 특성을 반영하는 개인 맞춤형 서비스 방향으로 확대되고 있다. 특히 인공지능(AI), 컴퓨터 비전, 증강 현실(AR) 기술의 발전은 사용자의 얼굴 정보를 분석하고, 이에 적합한 화장품과 메이크업 결과를 제공하는 새로운 형태의 뷰티 서비스 구현을 가능하게 하고 있다. AI 기반 화장품 추천 시스템과 AR 가상 메이크업 기술은 실제 제품을 사용하기 전에 다양한 색상과 스타일을 확인할 수 있다는 장점으로 인해 온라인 뷰티 플랫폼에서 활용 가능성이 높아지고 있다[10-12].

퍼스널 컬러는 개인의 피부색, 눈동자 색, 모발 색 등 고유한 색채 특성을 분석하여 조화로운 색상 조합을 제안하는 개념으로, 메이크업 및 이미지 스타일링 분야에서 중요한 기준으로 활용되고 있다. 기존 퍼스널 컬러 진단은 전문가의 경험과 주관적인 판단에 의존하는 경우가 많았으나, 최근에는 디지털 영상 분석과 색채 분석 기술을 적용하여 피부 색상 정보를 정량화하고 퍼스널 컬러 유형을

분류하려는 연구가 진행되고 있다[1-5]. 이러한 접근 방식은 진단 과정에서 발생할 수 있는 개인별 판단 차이를 줄이고, 보다 객관적인 색채 분석 환경을 제공한다는 점에서 의미가 있다.

퍼스널 컬러 분석의 일관성을 높이기 위해서는 안정적인 얼굴 영역 검출과 피부 색상 추출 과정이 요구된다. 최근 얼굴 인식 및 랜드마크 검출 기술의 발전으로 얼굴의 주요 특징점을 기반으로 피부색 분석에 필요한 영역을 설정할 수 있으며, 피부 영역 내 관심 영역(Region of Interest, ROI)을 활용한 색상 분석 방법도 다양한 분야에서 연구되고 있다[6-9]. 또한 얼굴 랜드마크 정보는 AR 기반 가상 메이크업에서 적용 영역을 정렬하고 추적하는 데 활용될 수 있다[13].

그러나 기존 연구들은 퍼스널 컬러 진단, 피부색 분석, 화장품 추천, 가상 메이크업 기술을 각각 독립적인 관점에서 접근하는 경우가 많다. 일부 연구는 피부 색상 기반 퍼

스널 컬러 분류에 집중하고 있으며, 일부 연구는 메이크업 추천 또는 가상 메이크업 적용에 초점을 맞추고 있어 각 분석 결과를 실제 메이크업 색상 추천과 AR 환경으로 연계하는 통합적인 접근에는 한계가 있다. 또한 진단 결과를 실제 메이크업 색상 추천으로 연결하고, 이를 AR 환경에서 사용자에게 시각적으로 제공하는 통합적인 접근은 지속적인 연구가 필요한 분야이다.

이에 본 연구에서는 얼굴 영상으로부터 얼굴 랜드마크 정보를 추출하여 피부색 분석을 위한 ROI를 설정하고, 해당 영역에서 추출한 피부 색상 정보를 기반으로 퍼스널 컬러를 분석한다. 또한 분석된 퍼스널 컬러를 기반으로 개인에게 적합한 메이크업 색상을 추천하고, 얼굴 랜드마크 정보를 활용하여 추천된 메이크업을 AR 환경에서 시뮬레이션하는 시스템을 제안한다.

제안 시스템은 얼굴 검출 및 랜드마크 기반 피부색 ROI 설정, 피부색 특징 추출 및 퍼스널 컬러 분석, 퍼스널 컬러 기반 개인 맞춤형 메이크업 색상 추천, AR 기반 가상 메이크업 적용으로 구성된다. 얼굴 랜드마크는 피부색 분석을 위한 ROI 설정과 AR 메이크업 적용 영역의 정렬 및 추적에 활용된다. 퍼스널 컬러 분류는 얼굴 랜드마크 자체가 아닌 ROI에서 추출한 피부색 특징을 기반으로 수행하며, 분석 결과는 메이크업 색상 추천 및 AR 가상 메이크업 적용을 위한 기준으로 활용한다.

이를 통해 본 연구는 얼굴 랜드마크를 활용하여 피부색 분석을 위한 ROI를 설정하고, ROI에서 추출한 피부색 정보를 기반으로 퍼스널 컬러를 분류하며, 분석 결과에 따른 개인 맞춤형 메이크업 색상을 추천하고 이를 AR 환경에서 시각화하는 통합 시스템을 구축하고자 한다. 또한 본 연구의 차별성은 개별적인 색채 분석이나 AR 기술 자체의 신규정보보다는 피부색 ROI 설정, 퍼스널 컬러 분석, 메이크업 색상 추천 및 AR 가상 적용의 과정을 하나의 시스템으로 연계하여 구현한 데 있다.

## II. Preliminaries

최근 뷰티 분야에서는 인공지능(AI), 컴퓨터 비전, 증강 현실(AR) 기술을 활용하여 얼굴 영상과 색채 정보를 분석하고, 사용자 특성에 적합한 개인 맞춤형 서비스를 제공하기 위한 연구가 진행되고 있다. 이러한 연구는 크게 (1) 퍼

스널 컬러 진단 기술, (2) 얼굴 랜드마크 및 피부 영역 분석 기술, (3) 분석 결과를 활용한 가상 메이크업 및 뷰티 추천 기술 분야로 구분할 수 있다.

퍼스널 컬러 분석 분야에서는 영상으로부터 획득한 피부 색상 정보를 정량화하고, 이를 기반으로 개인의 색채 특성을 분류하기 위한 다양한 방법이 연구되고 있다. 또한 얼굴 랜드마크 검출과 AR 기반 가상 메이크업 기술이 발전하면서 피부색 분석을 위한 영역 설정과 메이크업 적용 영역의 정렬 및 추적 등으로 활용 범위가 확대되고 있다.

### 1. Personal Color Diagnosis Research

퍼스널 컬러 진단은 피부색, 모발색, 눈동자 색 등 개인이 가진 고유 색채 특성을 분석하여 조화로운 색상 조합을 제안하는 방법이다. 기존에는 전문가의 경험과 시각적 판단에 의존하는 방식이 주로 사용되었으나, 최근에는 영상 처리 기술과 데이터 분석 방법을 활용하여 피부 색상 정보를 정량화하고 개인의 색채 유형을 자동으로 분류하려는 연구가 진행되고 있다.

항석형 외[1]는 얼굴 영상에서 피부 영역을 추출하고 색상 정보를 분석하여 사용자에게 적합한 화장품을 추천하는 뷰티 서비스를 제안하였다. 해당 연구는 퍼스널 컬러 분석 결과를 화장품 추천 및 가상 메이크업 기능과 연계하였다는 점에서 의미가 있으나, 주로 피부 색상 중심의 분석에 초점을 두었다는 한계가 있다.

안예은 외[2]는 얼굴 색상 데이터 분석을 기반으로 퍼스널 컬러 진단과 가상 메이크업 적용을 수행하는 시스템을 연구하였다. 얼굴 영역 검출과 색상 특징 분석을 통해 개인 색채 유형을 분류하고, 이를 메이크업 시각화 과정과 연결하였다. 최영미 외[3]는 피부 색상과 파운데이션 색상 간의 관계를 분석하여 퍼스널 컬러 유형별 화장품 색상 기준을 제시하였다.

문성준 외[4]는 Lab 및 HSV 색상 공간을 활용하여 얼굴 영상의 색채 특징을 분석하고 색상 기반 분류 방법을 제안하였다. 또한 임서현 외[5]는 다양한 학습 기반 분류 모델을 비교하여 퍼스널 컬러 진단을 위한 적합한 분석 방법을 검토하였다.

이러한 연구들은 얼굴 영상 기반 색상 분석을 통해 퍼스널 컬러 진단 과정의 객관화와 자동화를 시도하였으며, 분석 결과를 화장품 추천 서비스로 확장하는 기반을 마련하였다. 그러나 대부분의 연구는 피부 색상 분석 및 퍼스널

컬러 분류에 중점을 두고 있어, 분석 결과를 구체적인 메이크업 색상 추천과 AR 기반 가상 메이크업으로 연계하는데에는 추가적인 연구가 필요하다.

## 2. Face Landmark and Skin Region Extraction

### Research

개인 맞춤형 메이크업 추천을 위해서는 안정적인 피부 색상 데이터를 확보하는 과정이 중요하다. 이에 따라 얼굴 랜드마크 검출, 피부 영역 분할, 관심 영역(Region of Interest, ROI) 추출 기술을 활용하여 피부 영역을 안정적으로 설정하고 색상 정보를 분석하기 위한 연구가 진행되고 있다.

Yu-Ching 외[6]는 다양한 얼굴 방향과 촬영 조건에서도 안정적인 얼굴 정렬을 수행하기 위해 다수의 얼굴 랜드마크를 활용한 분석 방법을 제안하였다. 해당 연구는 주요 특징점을 기반으로 얼굴 영역을 정렬하고 특징점의 위치를 활용할 수 있음을 보여주었다.

Zheng 외[7]는 다양한 피부톤과 촬영 환경에서 안정적인 피부 특징 검출을 위해 딥러닝 기반 피부 분석 방법을 연구하였다. 피부 영역 내 주요 특징을 자동으로 추출하는 영상 분할 기술을 적용하여 피부 분석 과정의 자동화 가능성을 제시하였다.

조용현[8]은 피부 영상 분석을 위한 ROI 추출 방법과 색상 및 질감 정보를 결합한 피부 영역 분할 방법을 제안하였다. 해당 연구는 안정적인 피부 영역 확보가 색상 기반 피부 분석에 중요한 요소임을 보여준다. 또한 김동인 외[9]는 조명 변화와 그림자 환경에서 발생하는 피부색 검출 오류를 개선하기 위한 얼굴 분석 방법을 연구하여 다양한 환경에서 피부 영역을 추출하는 방법을 제시하였다.

기존 연구들은 얼굴 랜드마크와 피부 영역 분석 기술을 발전시키며 피부색 정보를 안정적으로 획득하기 위한 방법을 제안하였다. 이러한 기술은 피부색 분석을 위한 ROI 설정에 활용될 수 있으며, AR 기반 메이크업 적용 영역의 정렬 및 추적에도 활용될 수 있다. 이를 기반으로 퍼스널 컬러 분석 및 가상 메이크업과 같은 다양한 응용 서비스로 확장될 수 있다.

## 3. Virtual Makeup and Beauty Recommendation

### Research

가상 메이크업 기술은 사용자가 실제 화장품을 사용하기 전에 얼굴 영상에 다양한 메이크업 효과를 적용하여 결

과를 확인할 수 있도록 하는 기술이다. 최근에는 얼굴 인식, 랜드마크 추적, 영상 합성 및 AR 기술을 기반으로 메이크업 적용 영역을 정렬하고 가상 메이크업 결과를 제공하는 방향으로 발전하고 있다.

오유진 외[10]는 인공지능 기반 뷰티 가상 테스터 및 추천 시스템을 제안하여 얼굴 영상 분석과 가상 메이크업 적용을 결합한 개인 맞춤형 서비스 방법을 연구하였다. 해당 연구는 화장품 적용 결과를 사전에 확인할 수 있는 가상 체험 환경을 제공하였다는 점에서 의미가 있다.

Santhosh 외[11]는 딥러닝과 컴퓨터 비전 기술을 활용하여 얼굴 특징과 피부톤 정보를 분석하고, 사용자 특성에 적합한 메이크업 추천 및 Virtual Try-on 시스템을 연구하였다. Pushpan 외[12]는 AR 기반 Virtual Try-on 기술을 분석하고 얼굴 추적과 영상 합성을 활용한 가상 메이크업 적용 방법을 제시하였다.

송미영 외[13]는 얼굴형 분석과 모바일 AR 기술을 결합한 가상 메이크업 도구를 개발하였다. 얼굴 윤곽 특징을 기반으로 얼굴형을 분류하고, 분석 결과에 적합한 메이크업 효과를 적용하여 얼굴 구조 기반 메이크업 추천 가능성을 제시하였다.

기존 가상 메이크업 및 뷰티 추천 연구는 얼굴 추적과 AR 렌더링 기술을 활용하여 가상 메이크업을 제공하는 환경을 구축하였다. 그러나 대부분의 시스템은 피부톤, 퍼스널 컬러 또는 특정 메이크업 영역에 초점을 맞추고 있으며, 피부색 기반 퍼스널 컬러 분석 결과를 메이크업 색상 추천과 AR 가상 메이크업으로 연계하는 통합적인 접근은 상대적으로 부족한 실정이다.

이에 본 연구에서는 기존 퍼스널 컬러 중심 분석 방식의 한계를 보완하기 위해 얼굴 랜드마크 정보를 활용하여 피부색 분석을 위한 ROI를 설정하고, 해당 영역에서 추출한 피부 색상 정보를 기반으로 퍼스널 컬러를 분석한다. 분석된 퍼스널 컬러는 개인에게 적합한 메이크업 색상을 추천하기 위한 기준으로 활용하고, 얼굴 랜드마크 정보를 이용하여 추천된 메이크업을 AR 환경에서 가상으로 적용한다. 최종적으로 피부색 분석을 위한 ROI 설정 → 피부색 특징 추출 및 퍼스널 컬러 분석 → 퍼스널 컬러 기반 메이크업 색상 추천 → AR 가상 메이크업 적용의 과정을 통합한 개인 맞춤형 메이크업 추천 및 AR 시뮬레이션 시스템을 제안한다.

### III. Proposed Personal Color-Based AR Makeup Recommendation System

퍼스널 컬러 진단 기반 개인 맞춤형 AR 색조 메이크업 추천 및 시뮬레이션 시스템의 전체 구조는 [그림 1]과 같다. 제안 시스템은 카메라를 통해 입력된 얼굴 영상으로부터 얼굴 영역을 검출하고, 얼굴 랜드마크 정보를 이용하여 피부색 분석을 위한 ROI를 설정한다. 이후 ROI에서 추출한 피부 색상 정보를 CIE Lab 색 공간으로 변환하여 피부색 특징을 생성하고, 이를 기반으로 사용자의 퍼스널 컬러 유형을 분석한다. 분석된 퍼스널 컬러에 따라 사용자에게 적합한 색조 메이크업 색상을 추천하고, 얼굴 랜드마크 정보를 이용하여 추천 결과를 AR 환경에서 가상으로 적용한다. 이를 통해 사용자가 자신의 피부 색상 특성에 적합한 메이크업 결과를 시각적으로 확인할 수 있도록 구성하였다.



Fig. 1. Face Type Analysis Process

#### 1. Face Image Acquisition from Camera

입력 단계에서는 카메라를 이용하여 사용자의 얼굴 영상을 획득한다. 촬영 환경에 따른 색상 변화와 분석 오차를 줄이기 위해 얼굴이 화면 중앙에 위치하도록 안내하는 가이드 UI를 제공하며, 일정한 촬영 거리와 얼굴 방향을 유지하도록 유도한다.

입력 영상은 이후 얼굴 검출 및 피부색 분석 과정의 입력 데이터로 사용되며, 일관된 분석을 위해 영상 해상도 및 입력 조건을 설정한다. 다만 조명 및 촬영 환경에 따른

피부색 변화는 완전히 제거하기 어려우므로, 다양한 촬영 환경에서의 색상 보정 및 측정 정확도에 대한 정량적 검증은 향후 연구에서 수행할 예정이다.

#### 2. Face Detection and Landmark-based ROI Extraction

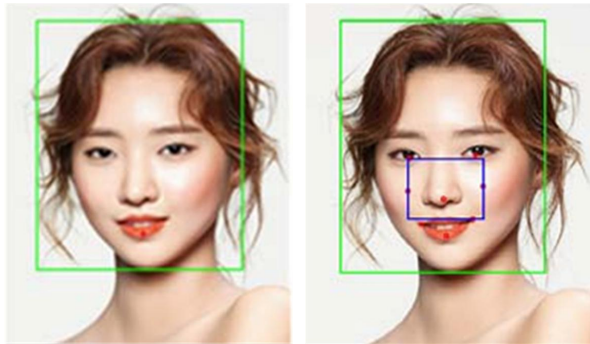
입력된 얼굴 영상에서 퍼스널 컬러 분석에 필요한 피부 색상 정보를 추출하기 위해 얼굴 검출과 랜드마크 기반 ROI(Region of Interest) 설정을 수행한다. 먼저 입력 영상에서 얼굴 영역을 검출하고, 검출된 얼굴의 주요 특징점 위치를 분석한다[그림 2(a)].

본 연구에서 얼굴 랜드마크는 퍼스널 컬러를 직접 분류하기 위한 입력값으로 사용하는 것이 아니라, 피부색 분석을 위한 ROI를 설정하고 AR 메이크업 적용 영역을 정렬·추적하기 위한 기준으로 활용한다.

피부색 분석을 위해서는 피부 이외의 영역과 색조 화장에 의한 색상 왜곡을 방지할 필요가 있다. 이에 본 연구에서는 얼굴 랜드마크를 기반으로 피부색 분석에 영향을 미치는 비피부 영역과 화장 영역을 구분하였다. 특히 눈 영역은 눈 랜드마크의 하단 경계 정보를 기준으로 제외 영역을 설정하여 눈, 눈썹 및 아이 메이크업에 의한 색상 영향을 최소화하였다. 볼 영역은 얼굴 중앙 돌출부와 주변 볼 랜드마크를 기준으로 피부 영역을 설정하여 메이크업 및 음영의 영향을 최소화하고 대표적인 피부색 정보를 확보하였다. 입술 영역은 입술 랜드마크의 경계를 기준으로 분리하여 분석 영역에서 제외함으로써 립 컬러 및 색조 화장에 의한 색상 왜곡을 방지하였다. 구체적인 ROI 선정 및 제외 기준은 [표 1]과 같다.

Table 1. Landmark-based ROI Processing Criteria for Skin Color Extraction

| Region       | Processing Criteria                                                                                | Purpose                                                                                            |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Eye Region   | The exclusion area is defined based on the lower boundary information of eye landmarks             | Removal of factors affecting skin color analysis, such as eyes, eyebrows, and eye makeup           |
| Cheek Region | The cheek area is extracted based on the facial central protrusion and surrounding cheek landmarks | Minimization of makeup and shadow effects and acquisition of representative skin color information |
| Lip Region   | The lip area is separated based on lip landmark boundaries and excluded from the analysis region   | Prevention of color distortion caused by lip color and cosmetic makeup                             |



(a) Face detection (b) Region of Interest (ROI)

Fig. 2. Face Detection and Region of Interest Extraction

선정된 ROI의 피부 픽셀 데이터는 RGB  $\rightarrow$  XYZ  $\rightarrow$  CIE Lab 색공간 변환을 통해 피부색 특징값으로 변환되며, 이후 퍼스널 컬러 분류를 위한 입력값으로 활용된다. 촬영 환경과 조명 조건에 따른 색상 변화는 피부색 측정에 영향을 줄 수 있으므로, 다양한 조명 환경에서의 색상 보정 및 측정 정확도에 대한 정량적 검증은 향후 연구에서 수행할 예정이다.

### 3. Skin Color Feature Extraction

본 단계에서는 입력된 얼굴 영상으로부터 퍼스널 컬러 분석에 필요한 피부색 특징을 추출한다. 얼굴 랜드마크를 이용하여 설정된 ROI에서 피부 픽셀의 RGB 데이터를 추출하고 대표 피부색을 산출한다. 이후 RGB 데이터의 정규화와 감마 보정을 통해 색상 정보를 선형화하고, 기존 색 공간 변환 방법에 따라 CIE XYZ 및 CIE Lab 색 공간으로 변환하여 피부색 특징 벡터를 생성한다.

전체 처리 과정은 ROI 설정, 평균 색상 계산, RGB 정규화 및 감마 보정, RGB-XYZ 변환 변환, XYZ-Lab 변환, Lab 특징 벡터 생성의 순서로 진행된다.

#### 3.1 Region of Interest (ROI) Definition

피부색 기반 퍼스널 컬러 분석의 정확도를 높이기 위해 얼굴 영상 내에서 피부 정보를 대표하는 관심 영역(ROI: Region of Interest)을 설정한다. 얼굴 전체 영역에는 머리카락, 눈썹, 눈, 입술 등 피부색 분석에 영향을 줄 수 있는 비피부 영역이 포함될 수 있으므로, 본 연구에서는 얼굴 랜드마크의 상대적 위치 정보를 활용하여 피부색 변화가 비교적 안정적인 영역을 분석 대상으로 선정한다.

ROI 영역은 얼굴 중앙부를 기준으로 이마, 좌·우 볼, 코 주변 영역으로 구성하며, 헤어라인, 눈썹, 눈, 입술 및 얼굴

외곽 등 피부색 분석에 영향을 줄 수 있는 영역은 제외한다.

ROI는 얼굴 영상 내부의 직사각형 영역으로 정의하며, 좌측 상단 좌표( $x_1, x_2$ )와 우측 하단 좌표( $y_1, y_2$ )를 이용하여 식 (1)과 같이 표현한다.

$$ROI = \{(x, y) \mid x_1 \leq x < x_2, y_1 \leq y < y_2\} \quad (1)$$

$$x_1 = ROI.left, \quad x_2 = ROI.right$$

$$y_1 = ROI.top, \quad y_2 = ROI.bottom$$

여기서 ( $x, y$ )는 ROI 내부의 픽셀 위치를 의미한다. ROI 영역 내의 픽셀 데이터는 이후 피부색 평균값 계산 및 색상 특징 추출 과정의 입력 데이터로 사용한다.

#### 3.2 Average Color Computation within ROI

설정된 ROI 영역은 피부색 정보를 분석하기 위한 기본 단위로 사용된다. ROI 내부에 포함된 각 픽셀의 RGB 값을 이용하여 해당 영역의 대표 피부색을 계산한다.

ROI 내부 전체 픽셀 수를  $N$ 이라 하고, 위치 ( $x, y$ )에 존재하는 픽셀의 RGB 색상 벡터를 다음과 같이 정의한다.

여기서  $R_{x,y}, G_{x,y}, B_{x,y}$ 는 해당 픽셀의 Red, Green, Blue 채널 값을 의미한다.

ROI 영역에서 추출된 평균 RGB 벡터  $\bar{C}$ 는 식 (2)와 같이 계산한다.

$$\bar{C} = (\bar{R}, \bar{G}, \bar{B}) = \frac{1}{N} \sum_{(x,y) \in ROI} C(x,y) \quad (2)$$

계산된 평균 RGB 값은 개별 픽셀의 색상 편차를 완화하고 해당 ROI의 대표 피부색을 나타내는 값으로 사용한다.

#### 3.3 RGB Normalization and Gamma Correction

카메라 영상에서 획득되는 RGB 값은 일반적으로 8비트 영상 기준 0~255 범위의 정수 형태로 표현된다. 따라서 이후 색 공간 변환 과정에서 일관된 계산을 수행하기 위해 평균 RGB 값을 0~1 범위로 정규화한다.

평균 RGB 벡터  $\bar{C}$ 에 대한 정규화 과정은 식 (3)과 같다.

$$C_n = \frac{\bar{C}}{255} \quad (3)$$

여기서  $C_n = (R_n, G_n, B_n)$ 은 정규화된 RGB 벡터이다.

정규화된 RGB 값은 sRGB 영상 표현 과정에서 포함된 비선형 특성을 보정하기 위해 표준적인 역감마 변환을 적용한다. 이를 통해 색상 계산에 적합한 선형 RGB 공간으로 변환하며, 변환 과정은 식 (4)와 같이 나타낸다.

$$C_{lin} = \begin{cases} \frac{C_n}{12.92}, & C_n \leq 0.04045 \\ \left( \frac{C_n + 0.005}{1.055} \right)^{2.4}, & C_n > 0.04045 \end{cases} \quad (4)$$

변환된  $C_{lin}$  값은 이후 CIE XYZ 색 공간 변환을 위한 입력 데이터로 사용한다.

### 3.4 Color Space Conversion

선형 RGB 값은 기존 색공간 변환 방법에 따라 CIE XYZ 색 공간으로 변환한다. RGB 색 공간은 입력 장치의 특성에 따라 색상 값이 달라질 수 있으므로, 본 연구에서는 국제 표준 색 공간인 XYZ 변환을 적용한다.

선형 RGB 벡터  $C_{lin} = (R_{lin}, G_{lin}, B_{lin})$ 은 D65 백색점을 기준으로 정의된 변환 행렬을 이용하여 XYZ 좌표로 변환하며, 식 (5)와 같이 표현한다.

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.4124564 & 0.3575761 & 0.1804375 \\ 0.2126729 & 0.7151522 & 0.0721750 \\ 0.0193339 & 0.1191920 & 0.9503041 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R_{lin} \\ G_{lin} \\ B_{lin} \end{bmatrix} \quad (5)$$

여기서  $X, Y, Z$ 는 변환된 CIE XYZ 색 좌표를 의미하며, 해당 값은 이후 CIE Lab 색 공간 변환 과정의 입력값으로 사용한다.

### 3.5 Color Feature Vector Construction

앞 단계에서 변환된 XYZ 좌표는 퍼스널 컬러 분석을 위한 색상 특징을 생성하기 위해 CIE Lab 색 공간으로 변환한다. CIE Lab 색 공간은 밝기 정보와 색상 방향 정보를 구분하여 표현할 수 있으므로 피부색의 밝기 및 색상 특징을 분석하는 데 활용한다.

먼저 XYZ 좌표는 D65 표준 백색점을 기준으로 정규화하며, 식 (6)과 같이 계산한다.

$$X_n = \frac{X}{X_w}, \quad Y_n = \frac{Y}{Y_w}, \quad Z_n = \frac{Z}{Z_w} \quad (6)$$

여기서  $X_w, Y_w, Z_w$ 는 D65 백색점의 기준 XYZ 값이며,  $X_n, Y_n, Z_n$ 은 정규화된 XYZ 좌표를 의미한다.

정규화된 XYZ 값은 CIE Lab 변환 과정에서 XYZ와 Lab 색 공간 사이의 비선형 관계를 반영하기 위해 변환 함수  $f(t)$ 를 적용한다. 변환 함수는 식 (7)과 같이 정의한다.

$$f(t) = \begin{cases} t^{\frac{1}{2}}, & t > 0.008856 \\ 7.787t + \frac{16}{116}, & t \leq 0.008856 \end{cases} \quad (7)$$

변환 함수가 적용된 값을 이용하여 CIE Lab 색 공간의 세 가지 성분  $L^*, a^*, b^*$ 를 계산한다. 각 성분은 식 (8)과 같이 정의한다.

$$\begin{aligned} L^* &= 116 \cdot f(Y_n) - 16 \\ a^* &= 500 \cdot [f(X_n) - f(Y_n)] \\ b^* &= 200 \cdot [f(Y_n) - f(Z_n)] \end{aligned} \quad (8)$$

여기서  $L^*$ 는 색상의 밝기(lightness)를 나타내며,  $a^*$ 는 녹색(-)과 적색(+) 방향으로 변화를,  $b^*$ 는 청색(-)과 황색(+) 방향의 색상 변화를 의미한다.

최종적으로 생성된 Lab 기반 색상 특징 벡터는 식 (9)와 같이 정의한다.

$$F = [L^* \cdot a^* \cdot b^*] \quad (9)$$

여기서  $F$ 는 피부색 분석을 위한 색상 특징 벡터이며,  $L^*, a^*, b^*$ 는 각각 피부 밝기와 색상 방향 정보를 나타낸다. 생성된 특징 벡터는 사용자의 피부색 특징을 정량적으로 표현하며, 퍼스널 컬러 유형 분류의 입력 특징으로 사용한다.

## 4. Personal Color Classification

앞 단계에서 생성된 피부색 특징 벡터  $F = [L^* \cdot a^* \cdot b^*]$ 는 사용자의 피부 밝기와 색상 특징을 정량적으로 표현하는 입력 데이터로 사용된다. 본 단계에서는 해당 특징 벡터를 기반으로 피부의 색상 방향과 밝기 특징을 분석하여 사용자의 퍼스널 컬러 유형을 결정한다.

퍼스널 컬러 분류는 일반적으로 봄(Spring), 여름(Summer), 가을(Autumn), 겨울(Winter)의 4계절 유형으

로 구분하며, 본 연구에서는 피부색의 색상 방향과 밝기 정보를 기준으로 토탈톤과 쿨톤을 우선 판별한 후 각 톤 내에서 밝기 특성에 따라 세부 유형을 결정한다.

피부색의 색상 방향은 CIE Lab 공간의  $a^*$ ,  $b^*$  성분을 이용하여 분석하였다.  $a^*$ 는 녹색-적색 방향의 색상 성분을 나타내며,  $b^*$ 는 청색-황색 방향의 색상 성분을 나타낸다. 본 연구에서는 두 색상 성분의 상대적인 차이를 이용하여 피부색의 색상 경향을 나타내는 지표  $\Delta_{ab}$ 를 본 연구의 분석 지표로 정의하였다[식10].

$$\Delta_{ab} = b^* - a^* \quad (10)$$

여기서  $\Delta_{ab}$ 는 피부색의 상대적인 색상 방향을 나타내기 위한 본 연구에서 정의한 지표이며,  $\Delta_{ab}$ 의 값이 증가할수록 황색 방향의 상대적 영향이 커지는 것으로 판단하고, 값이 감소할수록 상대적으로 적색 방향의 영향이 크게 나타나는 것으로 판단한다.

본 연구에서는 퍼스널 컬러 분석가의 경험적 판단을 기반으로  $\Delta_{ab} = 5$ 와  $L^* = 64$ 를 퍼스널 컬러 분류를 위한 경험적 임계값으로 설정하였다. 해당 임계값은 기존 연구에서 인용한 표준값이나 통계적으로 최적화된 값이 아닌, 본 연구의 초기 분류 기준으로 설정한 값이다.

$$PC = \begin{cases} \text{Spring}, & \Delta_{ab} \geq 5 \text{ and } L^* \geq 64 \\ \text{Autumn}, & \Delta_{ab} \geq 5 \text{ and } L^* < 64 \\ \text{Summer}, & \Delta_{ab} < 5 \text{ and } L^* \geq 64 \\ \text{Winter}, & \Delta_{ab} < 5 \text{ and } L^* < 64 \end{cases} \quad (11)$$

식 (11)에서  $\Delta_{ab}$ 의 임계값을 기준으로 피부색의 색상 방향을 판단하여 토탈톤과 쿨톤을 구분하고, 이후  $L^* = 64$ 를 기준으로 피부 밝기 특성을 구분하여 봄·가을 및 여름·겨울 유형을 결정한다.

본 연구에서 적용한  $\Delta_{ab} = 5$ 와  $L^* = 64$ 의 임계값은 퍼스널 컬러 분석가의 경험적 판단을 바탕으로 설정한 초기 기준으로, 다양한 피부색 분포와 촬영 환경을 대상으로 통계적으로 검증된 절대적 기준은 아니다. 따라서 개인의 피부색 특성 및 촬영 환경에 따라 분류 결과에 차이가 발생할 수 있다. 이에 향후 연구에서는 다양한 피부색을 포함하는 피험자 데이터를 구축하고, 전문가의 퍼스널 컬러

판정 결과를 Ground Truth로 활용하여 해당 임계값의 적절성을 통계적으로 검증하고 최적화할 필요가 있다.

## 5. Personalized Makeup Color Recommendation

퍼스널 컬러 분석 단계에서 도출된 퍼스널 컬러 유형과 피부색 특징 정보는 사용자 맞춤형 색조 메이크업 색상을 결정하기 위한 기준 데이터로 활용된다. 본 단계에서는 분석된 퍼스널 컬러 유형을 기반으로 피부 톤과 조화를 이루는 메이크업 색상 정보를 선정하고, AR 메이크업 적용을 위한 색상 데이터를 구성한다.

본 연구에서는 색조 메이크업 요소를 립, 블러셔, 아이섀도우, 베이스 메이크업 영역으로 구분하며, 각 영역별 추천 요소는 [표 2]와 같다.

Table 2. Personalized Makeup Color Recommendation Components

| Makeup Component | Recommendation Description                                                                |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lip Color        | Determines lip makeup colors suitable for the user's personal color classification        |
| Blush Color      | Selects blush colors that harmonize with the user's skin color characteristics            |
| Eyeshadow Color  | Provides eyeshadow color information based on the analyzed personal color characteristics |
| Base Makeup Tone | Defines suitable base makeup tones considering the user's skin color information          |

퍼스널 컬러 유형에 따라 선정된 메이크업 색상 정보는 각 얼굴 영역에 가상으로 적용하기 위한 입력 데이터로 활용되며, 다음 단계의 AR 메이크업 시뮬레이션 과정에서 실제 얼굴 영상과 결합하여 시각화한다.

## 6. Personalized AR Makeup Simulation and Rendering

본 단계에서는 앞서 결정된 퍼스널 컬러 기반 메이크업 색상 정보를 입력 데이터로 활용하여 얼굴 영상에 적용하고, AR 환경에서 가상 메이크업 결과를 생성한다.

각 메이크업 요소는 얼굴 랜드마크 정보를 기반으로 적용 영역을 정렬·추적하며, 립, 블러셔, 아이섀도우, 베이스 메이크업 영역에 맞도록 색상 정보를 매핑한다. 이 과정에서는 얼굴의 위치 및 움직임 변화에 따라 메이크업 적용 영역의 위치와 형태를 조정한다.

가상 메이크업 렌더링 과정에서는 얼굴 랜드마크 기반 영역 정렬(alignment)과 메이크업 영역 변환(warping)을

수행한다. 또한 원본 얼굴 영상과 적용된 메이크업 색상의 이질감을 최소화하기 위해 색상 강도와 투명도를 조절하고, 최종 합성 단계에서는 알파 블렌딩(alpha blending)을 적용하여 원본 영상과 메이크업 영역이 자연스럽게 합성되도록 구성한다.

각 메이크업 요소는 독립적인 레이어 구조로 관리되며, 립, 블러셔, 아이섀도우 등의 색상 정보를 개별적으로 처리한 후 통합하여 최종 AR 메이크업 영상을 생성한다. 생성된 결과 화면은 퍼스널 컬러 분석 결과와 추천 메이크업 색상 및 적용 결과를 함께 제공하여 사용자가 개인에게 적합한 메이크업 결과를 시각적으로 확인할 수 있도록 한다.

#### IV. Implementation of Personal Color-Based AR Makeup System

본 연구에서는 퍼스널 컬러 분석과 AR 기반 가상 메이크업 기능을 결합한 개인 맞춤형 메이크업 추천 시스템을 구현하였다. 제안 시스템은 [그림 3]과 같이 퍼스널 컬러 진단, AR 메이크업, 사진 기반 메이크업 및 메이크업 정보 제공 기능으로 구성하였다. 사용자의 얼굴 영상으로부터 피부색 정보를 분석하고 얼굴 랜드마크 정보를 활용하여 피부색 분석 영역을 설정하며, 분석 결과를 기반으로 개인 특성에 적합한 색조 메이크업을 추천하고 AR 환경에서 적용 결과를 시각화하도록 구현하였다.

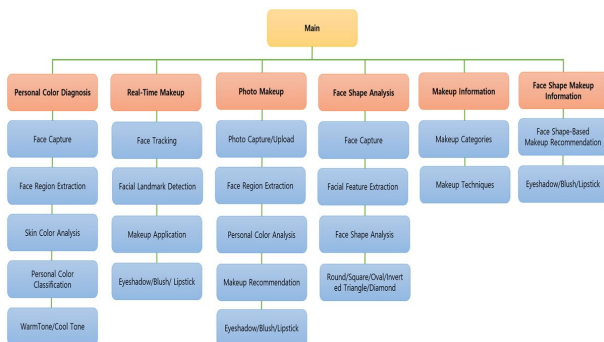


Fig. 3. Configuration of Personal Color-Based AR Makeup Recommendation System

[그림 4]는 구현된 시스템의 메인 화면을 보여준다. 사용자는 메인 인터페이스를 통해 퍼스널 컬러 진단, AR 메이크업, 사진 메이크업 및 메이크업 정보 제공 등 주요 기능을 선택할 수 있으며, 각 기능은 독립적인 모듈 형태로 구성하였다.

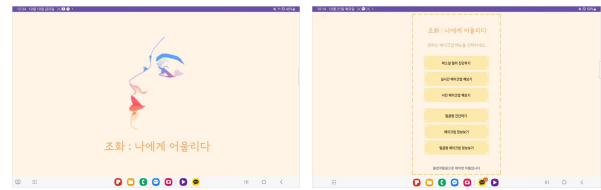
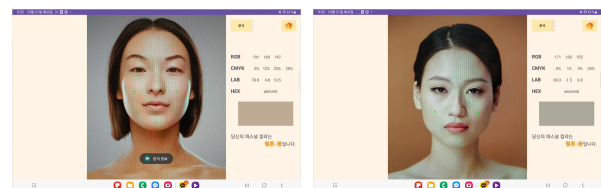
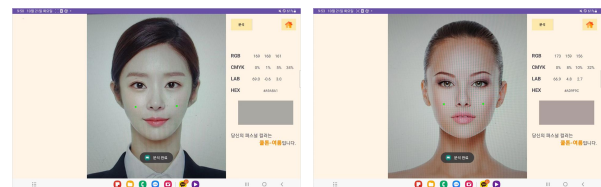


Fig. 4. Main Screen

퍼스널 컬러 진단 기능은 입력된 얼굴 영상에서 랜드마크 정보를 이용하여 설정된 피부 영역의 색상 정보를 추출하고, 분석된 색상 특징을 기반으로 사용자의 퍼스널 컬러 유형을 분류하도록 구현하였다. 본 시스템에서는 윙톤과 쿨톤을 기준으로 세부 유형을 구분하였으며, 윙톤은 봄(Spring)과 가을(Autumn), 쿨톤은 여름(Summer)과 겨울(Winter) 유형으로 분류하였다. [그림 5]는 퍼스널 컬러 분석 결과 중 윙톤-봄 유형과 쿨톤-여름 유형으로 진단된 결과 화면을 보여준다.



(a) Warm Tone - Spring



(b) Cool Tone - Summer

Fig. 5. Personal Color Diagnosis Results

AR 메이크업 기능은 카메라 입력 영상을 기반으로 얼굴 랜드마크를 검출하고, 얼굴 위치와 움직임 변화에 따라 메이크업 적용 영역을 정렬·추적하도록 구현하였다. 추적된 얼굴 영역에는 아이섀도우, 블러셔, 립 컬러, 파운데이션 등의 메이크업 효과를 가상으로 적용하였으며, 사용자는 다양한 색상과 메이크업 요소를 변경하면서 적용 결과를 확인할 수 있도록 구현하였다. 본 연구에서 얼굴 랜드마크는 퍼스널 컬러를 분류하기 위한 직접적인 특징으로 사용하지 않고, 피부색 분석을 위한 ROI 설정과 AR 메이크업 적용 영역의 정렬·추적을 위한 기준으로 활용하였다. 구현된 퍼스널 컬러 기반 메이크업 적용 결과는 [그림 6]과 [그림 7]에 제시하였다.

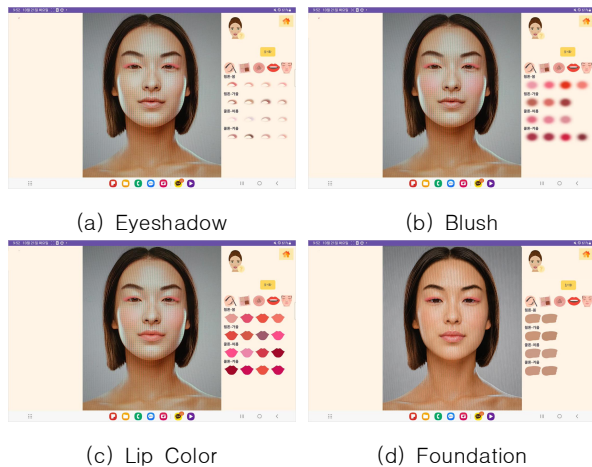


Fig. 6. Warm Tone (Spring) Personal Color-Based Makeup Recommendation Results

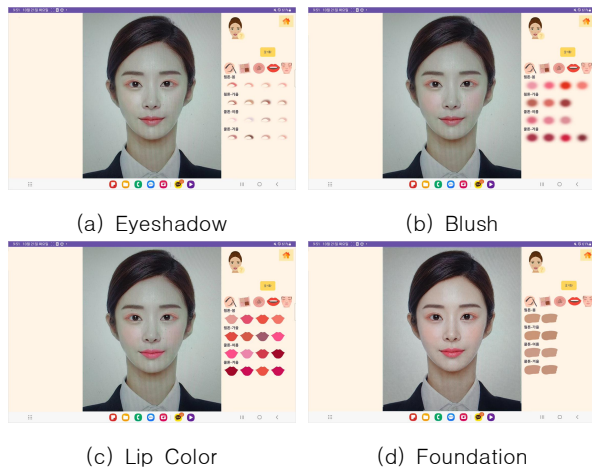


Fig. 7. Cool Tone (Summer) Personal Color-Based Makeup Recommendation Results

사진 메이크업 기능은 사용자가 촬영하거나 입력한 얼굴 이미지를 대상으로 퍼스널 컬러 분석을 수행하고, 분석 결과에 기반한 메이크업 색상 적용 결과를 제공하도록 구현하였다. 입력된 정적 이미지에서도 아이섀도우, 블러셔, 립 컬러, 파운데이션 등 각 메이크업 요소별 색상을 변경할 수 있으며, 다양한 메이크업 색상과 적용 결과를 비교할 수 있도록 구현하였다.

## V. Conclusions

본 연구에서는 퍼스널 컬러 분석을 기반으로 개인의 피부톤에 적합한 색조 메이크업을 추천하고, 이를 AR 환경에서 시각화할 수 있는 개인 맞춤형 메이크업 추천 및 시뮬레이션 시스템을 구현하였다. 제안 시스템은 얼굴 영상

에서 얼굴 랜드마크 정보를 활용하여 피부색 분석을 위한 ROI를 설정하고, 해당 영역의 피부 색상 정보를 추출하여 퍼스널 컬러를 분류한 후, 분석 결과에 따라 메이크업 색상을 제시하며, 얼굴 랜드마크를 기반으로 AR 메이크업 및 사진 기반 메이크업을 제공하도록 구성하였다.

본 연구의 구현 결과, 퍼스널 컬러 진단, 메이크업 색상 추천 및 AR 기반 가상 메이크업 기능을 하나의 시스템으로 통합할 수 있음을 확인하였다. 또한 얼굴 랜드마크 기반 피부색 ROI 설정부터 피부색 분석, 퍼스널 컬러 분류, 메이크업 색상 추천 및 AR 가상 적용까지의 과정을 연계하여, 퍼스널 컬러 분석 결과와 메이크업 적용 결과를 통합적으로 제공하는 시스템의 구현 가능성을 확인하였다.

기존 연구가 퍼스널 컬러 진단, 피부색 분석, 메이크업 추천 또는 AR 가상 메이크업 등 개별 기능에 중점을 둔 것과 달리, 본 연구는 피부색 분석을 위한 ROI 설정, 퍼스널 컬러 분류, 맞춤형 메이크업 색상 추천 및 AR 가상 메이크업 적용을 하나의 시스템으로 연계하였다는 점에서 차별성이 있다. 다만, 본 연구의 차별성은 개별 색공간 변환 방법이나 AR 기술 자체의 신규성보다는 기존 기술과 분석 방법을 활용하여 퍼스널 컬러 분석 결과를 메이크업 색상 추천 및 AR 가상 적용으로 연결한 통합 시스템의 구현에 있다.

본 시스템의 의미는 다음과 같다.

첫째, 퍼스널 컬러 분석 결과에 따른 메이크업 색상과 적용 결과를 제공함으로써 사용자가 자신의 퍼스널 컬러에 적합한 메이크업 색상을 가상으로 확인하고 비교할 수 있는 환경을 구현하였다.

둘째, 피부 색상 정보를 CIE Lab 색공간 기반으로 정량화하고, 이를 퍼스널 컬러 분류 및 메이크업 색상 추천과 연계함으로써, 퍼스널 컬러 분석 결과를 기반으로 한 개인 맞춤형 메이크업 추천의 가능성을 제시하였다.

셋째, AR 및 사진 기반 메이크업 기능을 통해 다양한 색상과 메이크업 요소를 가상으로 적용하고 비교할 수 있도록 구현하여, 메이크업 적용 결과를 사전에 시각적으로 확인할 수 있는 환경을 제공하였다.

넷째, AR 기반 메이크업 시뮬레이션 결과를 활용하여 향후 SNS 콘텐츠, 뷰티 마케팅 및 이커머스 서비스 등 다양한 뷰티 콘텐츠 분야로 확장할 수 있는 가능성을 제시하였다.

그러나 본 연구는 시스템의 기능적 구현과 적용 사례를 중심으로 수행되었으며, 피부색 측정의 정확성, 퍼스널 컬러 분류 성능, AR 처리 성능 및 메이크업 추천 결과의 유효성에 대한 객관적·정량적 검증은 충분히 수행하지 못했다는 한계가 있다. 특히 퍼스널 컬러 분류에 사용된  $\Delta_{ab} = 5$ 와  $L^* = 64$ 의 임계값은 기존 연구에서 인용한 표준값이나 통계적으로 최적화된 값이 아니라, 퍼스널 컬러 분석가의 경험적 판단을 기반으로 본 연구에서 설정한 초기 기준값이다. 따라서 해당 기준은 다양한 피부색과 촬영 환경에 따라 달라질 수 있으며, 객관적인 분류 기준으로 활용하기 위해서는 충분한 피험자 데이터를 기반으로 한 통계적 검증이 필요하다.

향후 연구에서는 다양한 피부색과 촬영 환경을 포함하는 데이터를 구축하고, 전문가의 퍼스널 컬러 판정 결과와 비교하여 퍼스널 컬러 분류 결과의 정확성을 검증할 예정이다. 또한 표준 색상값과의 비교를 통한 피부색 측정 오차를 분석하고, AR 처리시간, FPS 및 추적 안정성 등을 측정하여 시스템의 처리 성능을 정량적으로 검증할 예정이다. 아울러 전문가 평가와 사용자 만족도 조사를 통해 추천된 메이크업 색상의 적합성과 AR 메이크업 결과의 자연스러움을 평가할 계획이다. 이를 기반으로 조명 환경 변화에 따른 색상 보정 방법과 다양한 사용자 환경에 대한 검증을 수행하고, 향후 3D 안면 매핑 및 고급 렌더링 기술을 적용하여 가상 메이크업의 정밀도와 시각적 현실성을 향상시키고자 한다.

## REFERENCES

- [1] S.-H. Hwang, M.-T. Lim, H.-T. Hwang, S.-J. Lee, S.-H. Kim, and S.-W. Hwang, "Development of a Web Service for Cosmetics Recommendation based on an Artificial Intelligence for User Personal Color Generation", Proceedings of the Korean Society of Computer Information Winter Conference, vol. 31, no. 1, pp. 461-463, Jan. 2023.
- [2] Y.-E. Ahn, G.-B. Lee, S.-H. Jeong, H.-S. Kim, and J.-H. Yoo, "Development of a Personal Color Diagnosis and Virtual Makeup Application Based on Facial Color Data Analysis", Journal of Korea Society of Image Arts & Sciences, vol. 22, no. 2, pp. 41-57, Feb. 2024.
- [3] Y.-M. Choi and S.-H. Bae, "A Study on Foundation Color Classification with the Application of Personal Colors", Asian Journal of Beauty and Cosmetology, vol. 22, no. 2, pp. 323-334, Jun. 2024.
- [4] S.-J. Moon, K.-S. Moon, and H.-H. Park, "Personal Color Analysis Using Color Theory and Image Processing", Proceedings of the Korean Institute of Broadcast and Media Engineers Conference, pp. 106-107, Jun. 2019.
- [5] S.-H. Lim, G.-W. Ji, M.-J. Ahn, and J.-S. Yoon, "Performance Comparison of Learning-Based Models for Personal Color Diagnosis", Proceedings of the Korean Computer Congress 2024, Korean Institute of Information Scientists and Engineers, pp. 2180-2182, Jun. 2024.
- [6] W. Yu-Ching, T.-H. Lan, J. Jhen-Yu, and A. T. S. Yeh, "Eighty-Three Facial Landmarks for Facial Image Alignment", Journal of Cosmetic Dermatology, vol. 23, no. 11, pp. 3788-3790, Nov. 2024.
- [7] Q. Zheng, A. Purwar, H. Zhao, G. L. Lim, L. Li, D. Behera, Q. Wang, M. Tan, R. Cai, J. Werner, D. Sng, M. van Steensel, W. Lin, and A. C. Kot, "Automatic Facial Skin Feature Detection for Everyone", Imaging and Multimedia Analytics at the Edge 2022, pp. 1-6, 2022.
- [8] Y.-H. Cho, "An Efficient Lesion Segmentation by Using ROI Extraction and Combination of Features in Digital Skin Images", Journal of Korean Institute of Intelligent Systems, vol. 30, no. 6, pp. 472-481, Dec. 2020.
- [9] D.-I. Kim, K.-S. Lee, G.-H. Han, and S.-H. Lee, "A Study on the Improvement of Skin Loss Area in Skin Color Extraction for Face Detection", Journal of the Korea Convergence Society, vol. 10, no. 5, pp. 1-8, 2019.
- [10] Y.-J. Oh, N.-E. Kim, R. Ha, "Artificial Intelligence-Based Beauty Virtual Tester and Recommendation System", Proceedings of the Korean Software Congress 2021, Korean Institute of Information Scientists and Engineers, pp. 1455-1457, Dec. 2021.
- [11] R. Santhosh and A. Thomas, "Enhancing Personalized Beauty with Deep Learning and Computer Vision: AI-Driven Makeup Recommendation and Virtual Try-On System", Proceedings of the National Conference on Emerging Computer Applications (NCECA), vol. 6, no. 1, 2025.
- [12] A. Pushpan and L. Varghese, "Virtual Try-on Using Augmented Reality", Proceedings of the National Conference on Emerging Computer Applications (NCECA), vol. 5, no. 1, pp. 314-320, 2023.
- [13] M.-Y. Song and Y.-S. Kim, "Development of Virtual Makeup Tool based on Mobile Augmented Reality" Journal of the Korean Society of Computer Information, vol. 26, no. 1, pp. 127-133, Jan. 2021.

## Authors



Mi-Young Song received Ph.D. degrees in Computer Engineering from Dongguk University, Korea. Dr.Song is a Professor of Broadcast Contents at Suwon Women's University.



Yong-Sun Kim received Ph.D. in the Department of clothing&textiles at Konkuk University in Korea. Dr.Kim is a Professor of beauty art at Suwon Women's University.



Sangmi Im, a Ph.D. candidate in Technology Art at the Graduate School of Advanced Imaging Science, Multimedia & Film, Chung-Ang University, is an Assistant Professor in the Department of Game Content at Korea University of Media Arts.