

## 사용자 맞춤형 컬러 콘택트렌즈 추천 서비스 앱 개발

신지우<sup>1</sup> · 진하늘<sup>2</sup> · 신수빈<sup>2</sup> · 이경미<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>엔테크서비스(주)(NTS)

<sup>2</sup>덕성여자대학교 컴퓨터공학과

## Personalized recommendation application for colored contact lens

Jiwoo Shin<sup>1</sup> · Haneul Jin<sup>2</sup> · Subin Shin<sup>2</sup> · Kyoung-Mi Lee<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>N Tech Service, Seongnam-si, Gyeonggi-do 13590, Korea

<sup>2</sup>Department of Computer Science, Duksung Women's University, Seoul 01369, Korea

### [요 약]

인터넷의 발전에 따라 사람들이 자신들의 외모를 꾸미기 위한 미용 관련 용품들을 포함한 화장법을 인터넷으로 공유하면서 이목을 끌고 있다. 뷰티 유튜버(YouTuber)나 블로그에서 소개되는 화장에서 컬러 소프트콘택트렌즈(이하 컬러렌즈)는 화장의 과정 중에 빠지지 않는 필수적인 항목이다. 그러나 컬러렌즈는 사람의 눈에 직접적으로 닿기 때문에 위생적인 문제에 예민해서 구매 전에는 직접 착용해볼 수 없기 때문에 자신에게 맞는 컬러렌즈를 구매하는데 어려움을 겪고 있다. 본 논문에서는 사용자가 컬러렌즈를 구매할 때 사용자의 요구에 맞춰 원하는 컬러렌즈를 선택할 수 있도록 도움을 주는 앱을 제안한다. 제안하는 앱은 사용자로부터 입력된 사진에서 필요한 데이터를 추출하고 퍼지 알고리즘을 이용하여 사용자에게 맞춤형 컬러렌즈를 추천한다.

### [Abstract]

With the development of the Internet, cosmetics and cosmetics-related products for people to do makeup their looks are becoming popular with the Internet. Colored soft contact lenses ("colored lenses") in cosmetics introduced on the YouTuber or blog are essential items that do not fall during the makeup process. However, since color lenses are directly touching human eyes, they are sensitive to hygienic problems and can not be worn directly before purchasing, so users have difficulty in purchasing color lens suitable for them. In this paper, we propose an application that helps the users to select the desired color lens according to the users' requirement when purchasing the color lens. The proposed application extracts the necessary eye data from the input user's photographs, conducts a fuzzy algorithm on the extracted data, and recommends customized color lenses to the user.

**색인어** : 컬러 소프트콘택트렌즈(컬러렌즈), 퍼지, 모바일 애플리케이션(앱), 사용자 맞춤형, 추천

**Key word** : Colored Soft Contact Lens(Color Lens), Fuzzy, Mobile Application, Personalization, Recommendations

<http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2019.20.9.1717>



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.

Received 22 July 2019; Revised 05 August 2019

Accepted 15 September 2019

\*Corresponding Author; Kyoung-Mi Lee

Tel: +82-2-901-8348

E-mail: [kmlee@duksung.ac.kr](mailto:kmlee@duksung.ac.kr)

## 1. 서론

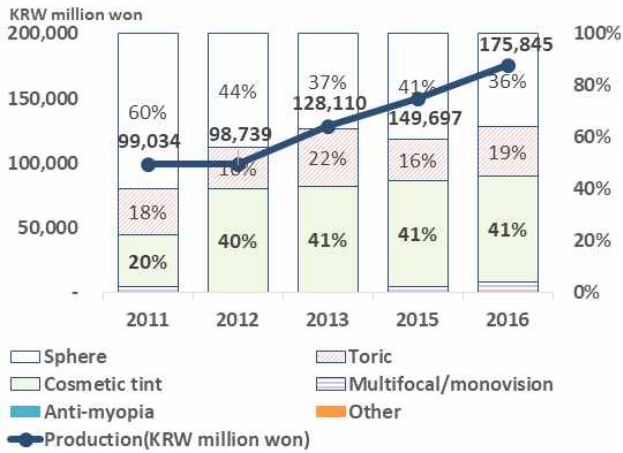


그림 1. 국내 소프트콘택트렌즈 생산액과 디자인별 판매비율  
 Fig. 1. Soft contact lens production amount and sales ratio of soft contact lens by design in Korea

화장품과 함께 뷰티 제품에서 절대 빠질 수 없는 제품은 단연 ‘컬러 소프트콘택트렌즈(이하 컬러렌즈)’이다. 한국보건산업진흥원의 의료기기산업분석보고서에 따르면(그림 1) 2016년 국내 소프트콘택트렌즈 생산액은 약 175,845백만원으로, 2012년부터 연평균 15.85%의 생산액 증가를 보여주고 있다[2-5]. 더욱이 Multi-sponsor Surveys International limited liability company (LLC)에서 2011년부터 2016년까지 실시한 한국의 소프트콘택트렌즈 디자인별 판매 현황을 보면(그림 1), 컬러렌즈는 2012년부터 꾸준히 전체 판매량의 40% 이상의 비중을 차지하고 있으며, 2016년엔 디자인 종류 중 가장 큰 판매량을 보이고 있다[6-10].

컬러렌즈를 구매하는데 있어 가장 고려되는 요소를 알아보기 위해 안경업계 전문 리서치 기관인 Real Optical Research에서 2018년에 실시한 실태조사에 따르면, ‘컬러’가 39%, ‘디자인’이 18%, ‘가격’이 13.7%, ‘브랜드’가 9%를 차지해 컬러렌즈는 브랜드보다는 컬러와 디자인에 영향을 크게 받는 것으로 나타났다[11]. 이렇게 소비자는 컬러와 디자인을 컬러렌즈 구매의 중요한 요소로 여기지만, 컬러렌즈가 예민한 신체 부분인 ‘눈’에 직접 착용하는 제품이기 때문에 옷이나 다른 액세서리처럼 편하게 착용해 나에게 맞는 컬러와 디자인인지 확인해보기가 곤란하다. 그래서 렌즈의 간단한 정보만 가지고 렌즈를 구입하였을 때 자신의 눈과 맞지 않는 불만이 자주 발생하게 된다. 이러한 불만을 때문에 이미 2012년에 아큐브에서는 사용자가 선택한 렌즈를 사용자의 눈에 입혀 이미지로 보여주는 앱을 개발하였다. 그러나 단순히 렌즈를 사용자의 눈에 입혀서 이미지만 보여주는 것이므로, 실제로 착용하였을 때와 차이가 클 수 있다는 우려 때문에 앱의 신뢰도가 떨어졌다.

본 논문에서는 ‘사용자에게 어울리는 컬러렌즈를 추천해 주는 앱’을 제안한다. 소비자인 ‘사용자’에게 좀 더 초점을 맞추기

위해 카메라로 사용자 자신의 눈을 찍으면 눈 정보(홍채 크기, 눈길이, 눈 가로세로의 비율)를 추출하여 분석해서 사용자에게 어울리는 렌즈를 추천해 주는 사용자 맞춤형 서비스이다. 실제 사용자의 데이터를 바탕으로 추천해 주는 것이기 때문에 앱에 대한 만족도와 신뢰도를 높일 수 있을 것이다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 기존의 컬러렌즈 관련 앱을 살펴보고, 3장에서는 사용자 맞춤형 컬러렌즈 추천 알고리즘을 제안한다. 사용자 눈의 홍채 직경과 색상에 맞는 컬러렌즈를 추천하기 위해 퍼지 알고리즘을 이용한다. 4장에서는 제안하는 퍼지 알고리즘을 이용한 사용자 맞춤형 추천 앱을 소개한다. 제안하는 앱의 메뉴 구성도, 데이터 설계 및 다양한 기능에 대해 설명한다. 마지막으로 5장에서는 향후 연구 및 결론을 맺는다.

## II. 관련 연구

### 2-1 기존의 컬러렌즈 관련 앱 조사

최근 미용에 관심이 높아진 소비자들을 위해 컬러렌즈를 제조/판매하는 회사들이 많아졌다. 대표적인 회사들로는 렌즈미, 오렌즈, 아큐브, 렌즈타운 등으로 각 회사별로 모바일 앱을 출시하여 자사들의 컬러렌즈를 홍보하고 있다. 이들 중에서 대표적으로 렌즈미와 오렌즈 회사의 앱인 ‘렌즈미’와 ‘오렌즈’ 앱을 살펴본다.

#### 1) 렌즈미

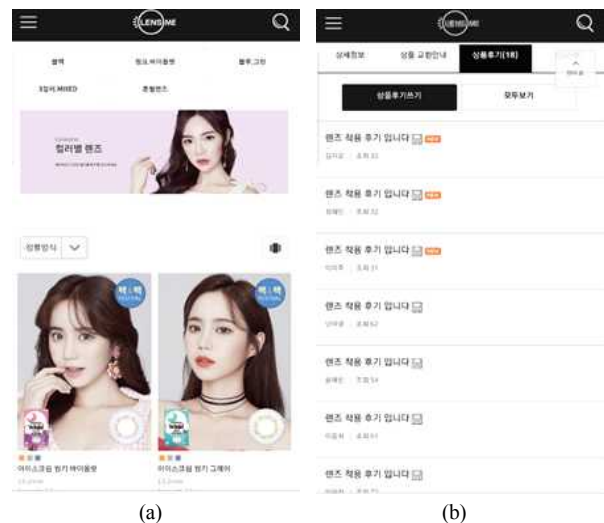


그림 2. ‘렌즈미’ 화면 : (a) 렌즈 목록, (b) 고객 후기  
 Fig. 2. Screen of ‘LensMe’ : (a) List of lens items, (b) Customers’ reviews

‘렌즈미’는 자사의 렌즈 정보를 나열해 주는 앱 서비스로 렌

즈 이름과 색상으로 원하는 자사 렌즈를 검색하는 서비스를 제공한다. 하지만 ‘렌즈미’는 사용자별로 차별화된 렌즈를 제공하는 소비자 맞춤형 서비스가 아닌 그림 2(a)와 같이 렌즈의 정보를 단순히 나열하는 데 그쳐서 일방향의 정보 나열이라는 한계점을 갖는다. 이로 인해 소비자는 해당 렌즈가 본인에게 어울리는지 여부를 판단하기 어렵고 이는 렌즈 초기 사용자에게는 치명적인 단점이 될 수 있다. 또한 ‘렌즈미’의 고객 후기 서비스는 실 사용자의 사용 후기를 텍스트로 나열하여 소비자가 한눈에 고객들의 렌즈 후기를 확인하기 어렵다는 한계가 존재한다(그림 2(b)).

2) 오렌즈

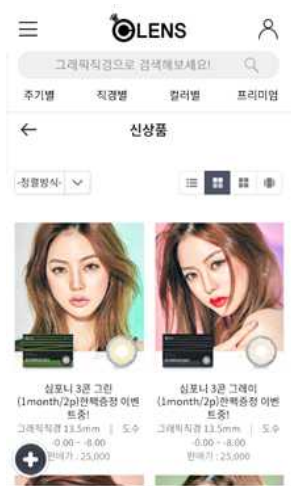


그림 3. ‘오렌즈’ 화면 : 품목 화면  
 Fig. 3. Screen of ‘O-Lens’ : List of lens items

‘오렌즈’ 역시 렌즈 제조사가 자사의 렌즈 판매를 위해 개발한 앱 서비스이다. ‘렌즈미’와 유사하게 기본적인 렌즈 검색과 후기 기능을 제공한다(그림 3). 하지만 ‘오렌즈’ 역시 렌즈 제조사에 독립적인 서비스를 제공하는 것을 목적으로 개발되어서 소비자에게 ‘오렌즈’에서 제조한 렌즈의 검색 결과만을 제공하며 타사 렌즈에 대한 검색을 위해서는 타사 앱 설치를 요구하는 등 렌즈 제조사의 앱이라는 한계점을 갖는다.

2-2 기존 렌즈 회사 앱 분석

2-1장에서 살펴본 것처럼 기존의 컬러렌즈 관련 앱들은 해당 회사의 컬러렌즈만을 다루고 상품을 단순 나열하며 검색은 렌즈 이름이나 색상으로만 할 수 있어서, 사용자가 직접 자신에게 맞는 컬러렌즈를 찾아가는 과정이 필요하다. 이러한 검색 과정이 오래 걸릴수록 검색의 수고가 늘어나고 인터넷을 통한 컬러렌즈 구매에 대한 요구가 떨어지게 된다. 또한 렌즈 후기는 렌즈별로 통합되어 정리되어 있지 않아 렌즈에 대한 평가를 쉽게 파악하기 어렵다.

기존 컬러렌즈 관련 앱의 한계점을 보완하기 위해서 본 논문에서는 사용자로부터 눈 정보를 입력받아 분석하여 사용자 별 맞춤형 렌즈를 추천해주는 서비스를 제공하고자 한다. 이를 바탕으로 원하는 렌즈를 사용자의 눈 사진과 합성하는 렌즈 가상 착용 서비스를 제공하여 소비자의 렌즈 구매 만족도를 향상시킨다. 사용자가 원하는 렌즈를 검색할 수 있도록 여러 렌즈 회사의 렌즈정보를 취합하여 다양한 회사의 렌즈검색이 가능하도록 하며, 렌즈 이름 대신 렌즈 색상이나 직경 등을 조건으로 검색할 수 있는 기능을 제공하여 원하는 렌즈 검색에 수반되는 수고를 최소화한다. 표 1은 기존 컬러렌즈 관련 앱의 문제점과 본 논문에서 제안하는 앱의 차이점을 보여주고 있다.

표 1. 기존 서비스와 제안하는 서비스의 차이  
 Table 1. Differences between existing and proposed services

Existing services	Proposed service
Lens information separated by lens manufacturers	A collection of all lens information, regardless of manufacturers
Inconvenient lens search	Lenses search by various conditions(colors, diameter, etc)
Simple list of lens reviews	One-shot screen review
Lack of personalized service	Personalized service adaptable for user's eyes

III. 제안하는 사용자 맞춤형 컬러렌즈 추천 퍼지 알고리즘

컬러렌즈의 직경길이는 성인의 검열폭(눈 가로길이)과 각막 크기(홍채 수평방향 직경길이), 동공, 안검장력 등을 고려하여 결정하고 있다[12]. 그런데 검열폭이나 홍채 등은 개개인마다 서로 다른 크기를 가지고 있다[13]. 따라서 사용자의 컬러렌즈 구매에 가장 큰 영향을 미치는 디자인에 따라 렌즈를 선택하기 위해 본 논문에서는 눈의 기하학적 정보인 눈길이와 홍채 직경의 상대적 길이를 이용하여 맞춤형 컬러렌즈를 추천하는 퍼지 알고리즘을 제안한다.

3-1 사용자 눈 타입 결정

먼저 퍼지 알고리즘에 사용되는 이상적인 눈 가로길이와 홍채 직경길이를 계산한다. 이상적인 얼굴의 비율은 헤어라인에서 눈꼬리까지, 눈꼬리에서 눈앞머리까지, 눈앞머리에서 반대 눈앞머리까지, 눈머리에서 눈꼬리까지 눈꼬리에서 헤어라인까지 5 등분되므로[14], 이상적인 눈 가로길이는 얼굴 가로길이의 1/5로, 이상적인 홍채 직경길이는 눈 가로길이의 1/2의 비율을 따른다는 결과를 활용하여 다음을 계산한다.

$$\begin{aligned}
 & \text{눈 가로길이 차이}(Eye\_diff) \\
 & = \text{이상적인 눈 가로길이} - \text{실제 눈 가로길이} \\
 & \text{홍채 직경길이 차이}(Iris\_diff) \\
 & = \text{이상적인 홍채 직경길이} - \text{실제 홍채 직경길이}
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

식 (1)을 이용하여 눈 가로길기와 홍채 직경길이를 상대적으로 비교하여 사용자의 눈이 소속된 타입을 결정한다. 그림 4는 사용자 맞춤형 컬러렌즈를 추천하기 위해 설계된 퍼지 제어규칙을 보여주고 있다. 눈 가로길이 차이(*Eye\_diff*)와 홍채 직경길이 차이(*Iris\_diff*)를 각각 ‘작음(small)’, ‘보통(moderate)’, ‘큼(big)’으로 표현하여 총 9개의 제어규칙을 정의하고 있다.

<i>Iris_diff</i> \ <i>Eye_diff</i>	small	moderate	big
small	B	B	A
moderate	C	B	A
big	C	C	C

그림 4. 사용자 맞춤형 서비스를 위한 퍼지 제어규칙  
Fig. 4. Fuzzy control rules for personalized service

A 타입  $Eye\_diff < 0$   
 $Iris\_diff \geq 0$

A 타입은 실제 눈 가로길기가 얼굴 가로길이에 어울리는 이상적인 길이보다 크다. 또한, 눈 가로길이에 어울리는 이상적인 홍채 직경길이에 비해 실제 홍채 직경길이가 상대적으로 작다. 따라서 A 타입의 사용자일 경우 컬러렌즈의 그래픽 정도를 좀 크게 키워주는 방향으로 추천하여 이상적인 직경을 만족할 수 있도록 한다. 본 논문에서는 1.5배로 크게 키워준다.

B 타입  $Eye\_diff \geq 0$   
 $Iris\_diff \geq 0$

B 타입은 실제 눈 가로길기가 얼굴 가로길이에 어울리는 이상적인 길이에 근사하거나 작다. 또한, 눈 가로길이에 어울리는 이상적인 홍채 직경길이에 비해 실제 홍채 직경길이 또한 근사하거나 작다. 따라서 B 타입의 사용자일 경우 컬러렌즈의 그래픽 정도를 너무 크지 않게 키워주는 방향으로 추천하여 이상적인 직경을 많이 넘지 않도록 한다. 본 논문에서는 1.3배로 크기를 키워준다.

C 타입  $Iris\_diff \leq 0$

C 타입은 눈 가로길이 차이(*Eye\_diff*)에 무관하게 실제 측정된 눈 가로길이에 어울리는 이상적인 홍채 직경길이에 비해 실제 홍채 직경길이가 상대적으로 크다. 따라서 C 타입의 사용

자일 경우 컬러렌즈의 그래픽 정도를 최대한 작게 키워주는 방향으로 추천하여 사용자의 눈에 비해 너무 크지 않도록 한다. 여기서는 1.0배, 즉 홍채의 직경길이와 같은 크기의 렌즈 그래픽을 추천한다.

### 3-2 사용자 눈 타입에 따른 직경길이 결정

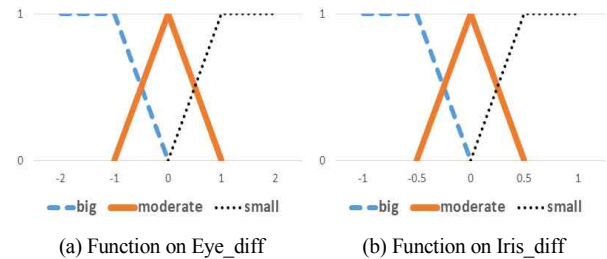


그림 5 사용자 맞춤형 서비스를 위한 퍼지 소속함수  
Fig. 5. Fuzzy membership functions for personalized service

3-1에서 설명했듯이 이상적인 눈 가로길기와 홍채 직경길이에 대한 사용자의 눈 타입이 결정되면, 각 타입에 소속된 정도(식(1))의 값에 따라 렌즈 직경길이도 다르게 반영한다. 그림 5는 눈 가로길이 차이(*Eye\_diff*)와 홍채 직경길이 차이(*Iris\_diff*)의 정도에 대한 퍼지 소속함수(membership function)를 보여주고 있다.

예를 들어, 사용자의 측정된 눈의 가로길이가 24.8mm, 홍채 직경길이가 11.7mm, 얼굴 가로길이가 120mm라고 하자.

$$Eye\_diff = \left(120 \times \frac{1}{5}\right) - 24.8 = -0.8$$

$$Iris\_diff = \left(24.8 \times \frac{1}{2}\right) - 11.7 = 0.7$$

따라서 이 사용자는 그림 4에 의해 A 타입에 해당한다. 다음은 두 입력변수인 *Eye\_diff*와 *Iris\_diff*에 대한 퍼지 소속함수를 계산한다. 그림 5(a)에 따라 이 사용자의 눈 가로길이는 80% 확률로 big과 20% 확률로 moderate를 만족한다{big, 0.8, moderate, 0.2}. 또한 그림 5(b)에 따라 홍채 직경길이는 100% 확률로 small을 만족한다{small, 1}. 두 입력변수의 퍼지 소속함수 값 사이의 퍼지 제어규칙은 다음과 같이 최솟값을 사용한다.

규칙 1: 만약 {big, 0.8}과 {small, 1}이라면, 0.8과 1 두 수 중 최솟값은 0.8 이다.

규칙 2: 만약 {moderate, 0.2}와 {small, 1}이라면, 0.2와 1 두 수 중 최솟값은 0.2 이다.

이제 퍼지 제어규칙들을 반영하여 크게 키울 렌즈의 그래픽 크기는  $(0.8 \times 1.5 + 0.2 \times 1.3) / (0.8 + 0.2) = 1.82$ 이다. 따라서 이 사용자에게 어울리는 맞춤형 컬러렌즈의 직경은 다음과 같다.

$$12.4 \leq x \leq 11.7 + 1.82$$

즉, 이 사용자에게 이상적인 홍채 직경길이인 24.8mm / 2 =

12.4mm를 만족하면서 실제 홍채 직경길이인 11.7mm에 최대로 키울 수 있는 크기인 1.82를 더해준 13.52mm를 최대 그래픽 직경길 이로 정한다.

### 3-3 직경길 이와 색상을 반영한 렌즈 추천

컬러렌즈의 직경길 이를 계산했으면, 위와 같은 원리로 사용자에게 어울리는 컬러렌즈 색상을 계산한다. 즉, 먼저 컬러렌즈와 사용자의 눈 이미지의 색상에 대한 채도와 명도를 추출한다. 각 컬러렌즈와 사용자 눈 이미지의 채도와 명도의 차이에 대해 그림 4와 같은 퍼지 제어규칙과 그림 5과 같은 퍼지 소속함수를 정의한다. 두 입력변수의 제어규칙에 따라 맞춤형 컬러렌즈의 색상 범위를 정의한다.

마지막으로 앞에서 정의한 사용자 맞춤형 직경길 이와 색상에 어울리는 컬러렌즈를 수치화하여 추천한다. 본 논문에서는 직경길 이 정도를 70%, 색상 정도를 30%를 반영하여 사용자에게 맞는 컬러렌즈를 찾았으며, 상위 5개의 컬러렌즈를 사용자에게 가장 맞는 컬러렌즈로 추천한다.

## IV. 사용자 맞춤형 컬러렌즈 추천 서비스 앱( '모아 렌즈' ) 개발

### 4-1 제안하는 사용자 맞춤형 컬러렌즈 추천 앱 시스템 설계

본 장에서는 기존 컬러렌즈 관련 앱의 한계를 극복하기 위해 제안하는 사용자 맞춤형 컬러렌즈 추천 앱('모아렌즈')의 시스템 설계에 대해 소개한다. 제안하는 '모아렌즈' 앱의 목표는 사용자에게 어울리는 컬러렌즈를 추천하여 컬러렌즈 선택을 도와주어 고객만족도를 올리는 것에 있다.

#### 1) 시스템 구성 및 메뉴 구조

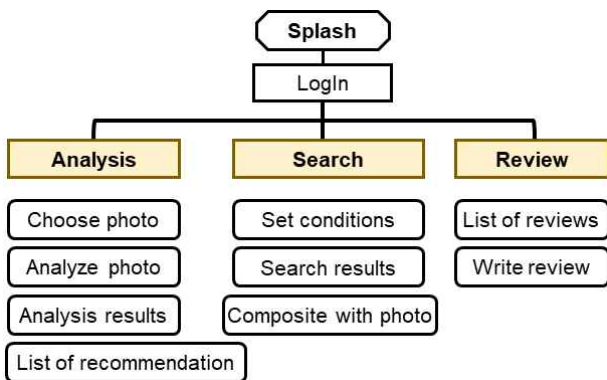


그림 6. 메뉴 구성도  
Fig. 6. Menu structure of the proposed system

제안하는 '모아렌즈' 시스템의 구성은 그림 6과 같다. 앱의

첫 화면인 스플래쉬 화면을 지나 로그인 화면에서 간단한 로그인을 하면 메인 화면으로 넘어간다. 메인 화면에서는 '내눈분석', '렌즈찾기', '렌즈후기' 화면으로 접근할 수 있다.

'내눈분석' 화면에서는 먼저 사용자의 두 눈이 잘 보이는 사진을 등록한다. 등록된 사진을 분석하여 사용자의 눈 타입을 수치화 및 시각화함으로써 사용자가 한 눈에 내게 맞는 렌즈 목록을 볼 수 있도록 안내한다. 사용자가 렌즈를 선택하면 등록된 사진에 선택한 컬러렌즈를 합성하여 보여주는 '렌즈합성' 화면으로 넘어갈 수 있다.

'렌즈찾기' 화면에서는 회사별 컬러렌즈 데이터를 통합하여 사용자에게 제공한다. 사용자가 원하는 컬러렌즈 색상과 직경 등 여러 조건들을 토대로 원하는 컬러렌즈만 추출하여 목록으로 보여준다.

'렌즈후기' 화면에서는 사용자가 자신이 원하는 렌즈의 후기를 검색하고 크게 3가지 항목(건조, 발색, 홀라)별로 1점부터 5점까지의 점수를 확인할 수 있다. 또한 사용자가 직접 자신이 사용한 렌즈의 후기를 작성하면 서버를 통해 평점에 반영된다.

#### 2) 데이터베이스 설계

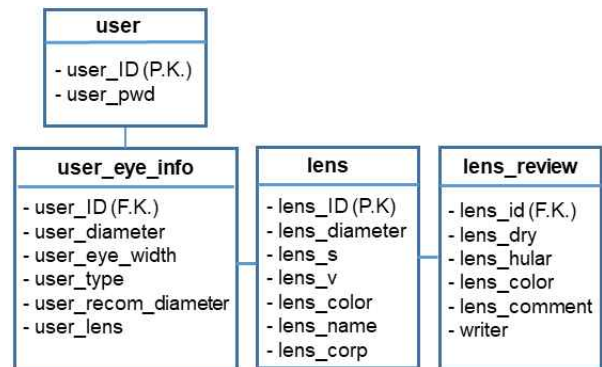


그림 7. 데이터베이스 ERD  
Fig. 7. ERD of the proposed system

제안하는 시스템은 로그인, 회원가입, 렌즈후기 열람 및 등록, 컬러렌즈 데이터를 필요로 하는 서비스를 위해 웹 서버를 통해 데이터베이스를 연동시켰다. 웹서버WampServer를 거쳐 PhpMyAdmin를 이용하여 안드로이드에 데이터베이스 MySQL을 연동하여 구현하였다.

그림 7은 '모아렌즈'에서 사용된 데이터베이스의 ERD(entity-relationship diagram)를 보여주고 있다. 회원인 사용자를 저장하는 user 테이블과 회원의 분석된 눈 정보를 저장하는 user\_eye\_info 테이블이 있다. user\_eye\_info 테이블에서는 user 테이블의 user\_id를 외래키로 사용하고 있다. 또한 사용자에게 제공하기 위한 컬러렌즈 정보를 저장하는 lens 테이블과 해당 컬러렌즈의 리뷰들을 저장하기 위한 lens\_review 테이블이 있다. lens\_review 테이블에서는 lens 테이블의 lens\_id를 외래키로 사용하고 있다.

4-2 '모아 렌즈' 개발 결과

1) 내 눈 분석

'모아렌즈'에 분석할 사진을 등록하는 방법은 크게 두 가지로 기존의 갤러리에서 가져오는 방법과 카메라로 직접 찍어서 등록하는 방법이 있다(그림 8(a)). 그림 8(b)와 그림 8(c)는 각각 갤러리에서 가져온 사진과 카메라로 촬영한 사진을 보여주고 있다. 특히, 카메라로 촬영 시 카메라 화면에 안내선이 제시되고 그 안내선 안으로 눈이 위치하여 촬영하도록 유도한다.

사진이 등록되면, Google Cloud Vision API를 통해서 사진에 중요한 점들을 찍어 사용자의 왼쪽 눈과 오른쪽 눈 각각의 가로 길이, 세로길이, 홍채 직경길이를 측정한다. 그림 9(a)는 측정된

눈 정보와 3-1장에 의한 사용자 눈 타입, 3-2장에 의한 추천 렌즈 직경을 보여주는 화면이다. 그림 9(b)는 III장에서 제안한 추천 피치 알고리즘을 이용하여 사용자에게 추천된 직경을 가진 렌즈들의 목록화면을 보여주고 있다.

2) 렌즈 찾기

'모아렌즈'에서는 사용자에게 기존의 회사별 데이터들을 통합하여 제공한다. 사용자가 자신이 원하는 컬러렌즈 색상별, 직경별, 착용기간별 조건으로 검색이 가능하도록 한다(그림 10). 조건 검색을 통해 나온 컬러렌즈 목록에서 하나를 선택하면 해당 렌즈와 등록된 사진을 합성하여 사용자에게 보여줌으로써 구매를 위한 선택에 도움을 준다.

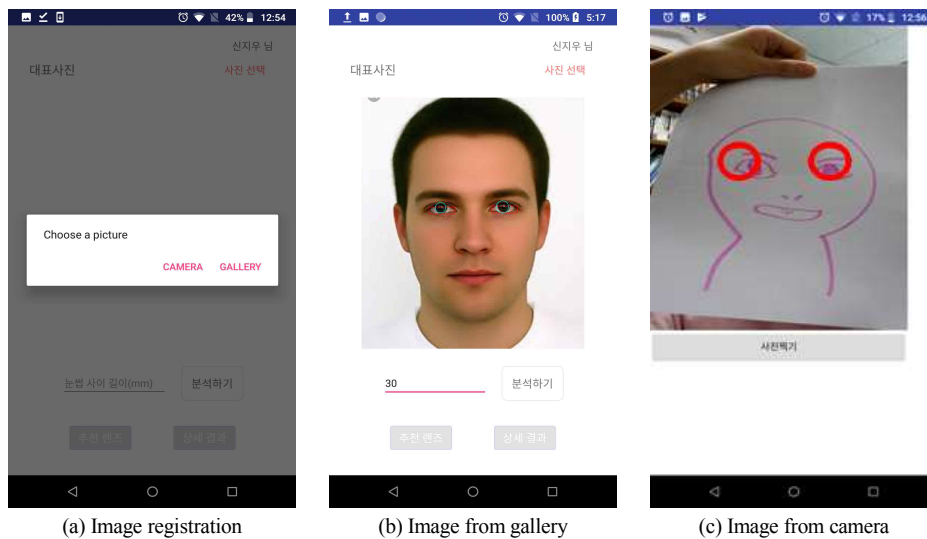


그림 8. 사진 선택  
Fig. 8. Choose a photo

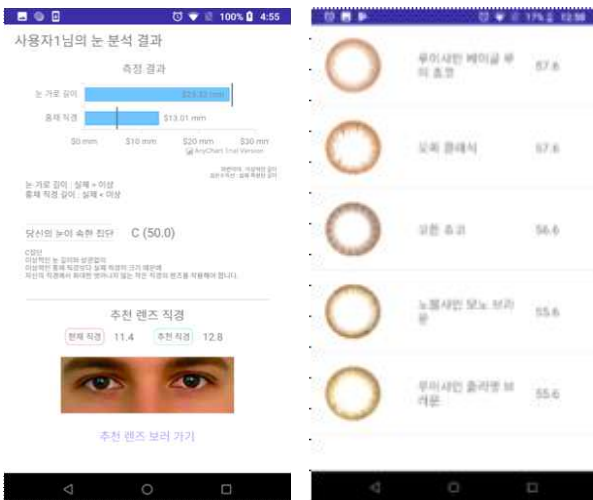


그림 9. 분석 결과 및 추천 렌즈 목록 화면  
Fig. 9. Analysis results and list of recommendation



그림 10. 검색 화면  
Fig. 10. Search with conditions

3) 렌즈 합성

렌즈합성 기능은 사용자의 사진과 렌즈 사진의 합성을 통해 렌즈 가상 착용 효과를 제공한다. 우선 사용자의 사진에서 사용자의 눈 좌측 상단 좌표와 우측 하단 좌표를 추출한 후, Hough 원 변환을 통해 좌표 범위 내에 존재하는 사용자의 홍채를 검출하고 사용자의 눈 좌표, 홍채 직경(radius) 및 중심점 좌표( $c_x, c_y$ )를 측정한다. 측정된 정보들을 바탕으로 사용자의 사진에서 홍채라고 판단되는 범위 내에서 렌즈 합성을 진행한다. 렌즈 합성 전 사용자의 홍채 좌표와 렌즈 사진의 좌표를 맞추기 위해 렌즈 크기를 사용자의 홍채크기와 동일하게 만들어 주는 전처리 과정을 거친다. 렌즈 합성(Compose Color)은 렌즈 사진의 색상 값( $\leq nsColor$ )과 사용자 사진의 홍채 색상 값(Iris Color)을 자연스러운 비율로 합하여 계산한다.

$$Compose\ Color = \alpha \times \leq nsColor + (1 - \alpha) \times Iris\ Color \quad (2)$$

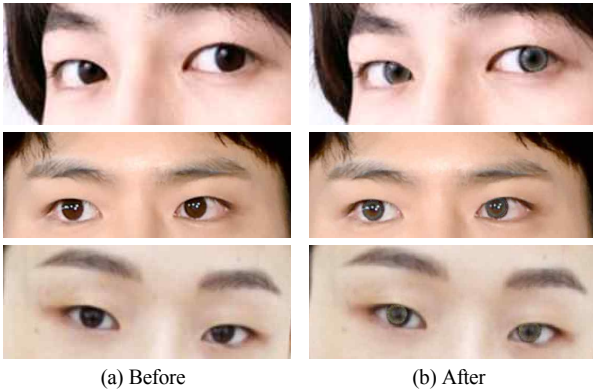


그림 11. 렌즈 합성 실험 결과  
Fig.11. Experimental results of Lens compose



그림 12. 렌즈 합성 결과 화면  
Fig.12. Screen of Lens compose result

본 논문에서는 렌즈 합성 가중치  $\alpha$ 의 기본값을 0.4로 사용한다. 또한, 보다 자연스러운 색상 합성을 위해 홍채 중심부로 갈수록 합성 가중치  $\alpha$ 를 감소시킨다. 렌즈 내 위치 ( $x, y$ )에 따른 합성 가중치  $\alpha_{x,y}$ 를 다음과 같이 계산한다.

$$\alpha_{x,y} = \frac{\sqrt{(c_x - x)^2 + (c_y - y)^2}}{radius} \times \alpha$$

계산된  $\alpha_{x,y}$ 를 식 (2)의  $\alpha$ 에 대해 적용하여 계산한 합성 색상 값(Compose Color)을 최종 합성 결과로 한다. 그림 11은 렌즈 합성 전과 후의 실험 결과 영상을 보여주고 있으며, 그림 12는 본 논문에서 개발한 ‘모아 렌즈’ 앱에서의 렌즈 합성 결과 화면을 보여주고 있다.

4) 렌즈 후기

사용자는 렌즈 후기 작성을 통해 렌즈에 대한 만족도를 수치화할 수 있다. 특히, 렌즈 후기 작성 시 렌즈 이름 자동완성 기능을 통해 본인이 착용한 렌즈 이름을 정확하게 알지 못해도 후기를 작성할 수 있다. 또한, 렌즈 선택에 중요한 요소를 ‘건조’, ‘발색’, ‘홀라’로 두고, 3개의 선택요소에 대한 5점 척도를 사용하여 후기를 작성토록 하였다(그림13(a)).

- 건조: 장기간 렌즈를 건조한 정도
- 발색: 렌즈 착용 시 그래픽 발색 정도
- 홀라: 렌즈 착용 시 렌즈가 중앙에서 벗어나는 정도

사용자의 선택요소에 대한 후기 평점은 서버에 저장되어 렌즈별 후기 데이터들을 요약하여 사용자에게 제공된다(그림 13(b)). 선택요소에 대해 수치화된 데이터를 제공하는 것은 사용자가 본인에게 가장 적합한 렌즈를 선택하는데 도움을 줄 수 있다.

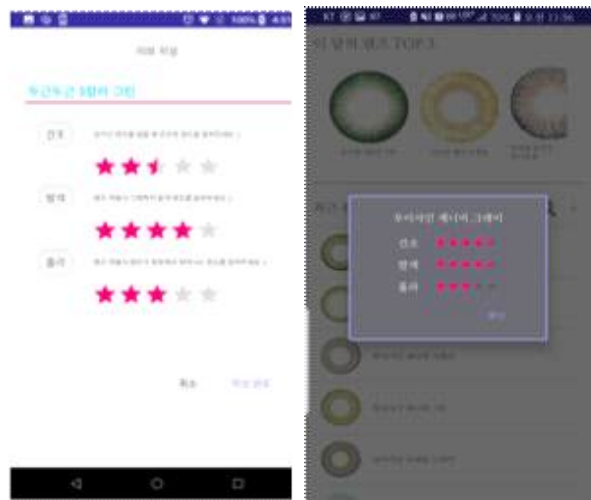





그림 13. 렌즈 후기 화면  
Fig. 13. Screen of Lens review

**표 2.** 기존 서비스와 제안하는 서비스(모아 렌즈)의 기능 비교  
**Table 2.** Functional comparisons of existing apps and the proposed app(MoiLens)

	LensMe	OLens	MoiLens
App. Icon			
User's eye information	X	X	O
Lens recommendation	X	X	O
Lens virtual wearing	X	X	O
Lens search	△	△	O
Quantification of review	X	△	O

## V. 결 론

본 논문에서는 렌즈가 눈에 직접 닿기 때문에 구매 전에 착용할 수 없다는 불편함을 해소하기 위해 사용자의 눈에 어울리는 컬러렌즈를 추천하고 가상 착용한 모습까지 제공하는 사용자 맞춤형 컬러렌즈 서비스 앱 ‘모아 렌즈’를 제안하였다. ‘모아 렌즈’는 영상처리를 이용해 사용자의 눈 정보를 추출하여, 눈의 가로길이 및 홍채 직경길이에 어울리는 렌즈를 추천한다. 또한 사용자는 추천된 렌즈를 가상으로 착용하여 본인에게 어울리는지 확인해 볼 수 있다. 여러 제조사의 렌즈들을 컬러렌즈 색상별, 직경별, 착용기간별 등 다양한 조건으로 검색할 수 있다. 렌즈에 대한 후기는 렌즈 선택 요소인 ‘건조’, ‘발색’, ‘홀라’에 대한 정량화된 수치 형태로 제공되고 있다. 표 2는 기존의 컬러렌즈 관련 앱과 제안하는 추천 서비스 앱의 기능을 비교하여 보여주고 있다.

향후 제안하는 사용자 맞춤형 서비스에 판매처 및 구매, 결제시스템을 추가할 계획이다. 이를 통해 사용자의 구매 패턴을 분석하고 선호하는 컬러렌즈 디자인 및 색상을 추천하거나 최저가 판매처 등의 정보를 제공할 계획이다.

## 감사의 글

본 연구는 2018년도 덕성여자대학교 교내연구비 지원에 의해 이루어졌습니다.

## 참고문헌

- [1] S.-H. Park, I.-S. Park, S.-R. Kim and M.-J. Park, "Relationship between the deposition of tear constituents on soft contact lenses according to material and pigmentation and adherence of staphylococcus aureus," *Journal of Korean Ophthalmic Optics Society*, Vol. 21, No. 2, pp. 109-117, 2016.
- [2] G.-S. Seo, *2014 Medical Device Industry Analysis Report*, Korea Health Industry Development Institute, 2014.
- [3] G.-S. Seo, *2015 Medical Device Industry Analysis Report*, Korea Health Industry Development Institute, 2015.
- [4] G.-S. Seo, *2016 Medical Device Industry Analysis Report*, Korea Health Industry Development Institute, 2016.
- [5] S.-B. Kim, *2017 Medical Device Industry Analysis Report*, Korea Health Industry Development Institute, 2017.
- [6] P. B. Morgan, *et al.*, "International contact lens prescribing in 2011," *Contact Lens Spectrum*, Vol. 27. pp. 26-31, 2012.
- [7] P. B. Morgan, *et al.*, "International contact lens prescribing in 2012," *Contact Lens Spectrum*, Vol. 28. pp. 31-44, 2013.
- [8] P. B. Morgan, *et al.*, "International contact lens prescribing in 2013," *Contact Lens Spectrum*, Vol. 29. pp. 30-35, 2014.
- [9] P. B. Morgan, *et al.*, "International contact lens prescribing in 2015," *Contact Lens Spectrum*, Vol. 31. pp. 24-29, 2016.
- [10] P. B. Morgan, *et al.*, "International contact lens prescribing in 2016," *Contact Lens Spectrum*, Vol. 32. pp. 30-35, 2017.
- [11] Real Optical Research, "Contact lens market conditions and consulting in 2018", *Korean Optical News*, 2018. Available: <http://www.opticnews.co.kr/news/articleView.html?idxno=30371>.
- [12] J.Y. Lee, D.J. Yook and J.Y. Lee, "A relationship between visible Iris diameter and palpebral aperture size : considered to solve uncomfortable feeling of soft contact lens," *Journal of Korean Ophthalmic Optics Society*, Vol. 19, No. 3, pp. 285-293, 2014.
- [13] J.-P. Kim and Y.-B. Cho, "Image processing of lesion in iris image using OpenCV," *Journal of Digital Contents Society*, Vol. 19, No. 11, pp. 2035-2040, 2018.
- [14] K.H. Yi and J.H. Kim, "A study on the facial shape of korean women," *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, Vol. 33, No. 6, pp. 938-948, 2009.





**신지우(Jiwoo Shin)**

2019년 : 덕성여자대학교 컴퓨터공학과(공학사)

2018년~현 재: 엔테크서비스(주)(NTS)

※ 관심분야 : 모바일, 알고리즘



**진하늘(Haneul Jin)**

2015년~현 재: 덕성여자대학교 컴퓨터공학과

※ 관심분야 : 데이터베이스, 모바일



**신수빈(Subin Shin)**

2015년~현 재: 덕성여자대학교 컴퓨터공학과

※ 관심분야 : 알고리즘, 모바일



**이경미(Kyoung-Mi Lee)**

1993년 : 덕성여자대학교 전산학과(이학사)

1996년 : 연세대학교 전산학과(이학석사)

2001년 : 아이오와 대학교 전산학과(전산학박사-지능형 멀티미디어)

2003년~현 재: 덕성여자대학교 컴퓨터공학과 교수

※ 관심분야 : 영상처리, 패턴인식, 멀티미디어, HCI 등