

라즈베리파이를 이용한 맞춤형 천연화장품 제조 서비스

김하경*, 유새연*, 유주혜**, 정제원*

*성신여자대학교 정보시스템공학과

**성신여자대학교 융합보안공학과

zhdlqkddnf0407@gmail.com, saeyeon989898@gmail.com, wngp0805@gmail.com, jungjewon38@gmail.com

Customized Natural Cosmetics Manufacturing Service using Raspberry Pi

Ha-Keyong Kim*, Sae-Yeon Yoo*, Joo-Hye Yoon**, Je-Won Jung*

*Dept. of Information Systems Engineering, Sung-Shin University

**Dept. of Convergence Security Engineering, Sung-Shin University

요 약

커스터마이징 제품에 대한 니즈가 늘어감에 따라 화장품 시장도 맞춤형 화장품에 대한 수요가 증가하고 있다. 하지만 제작 이전의 진단 과정은 제공되지 않아 구매 실패로 이어지는 사례가 많다. 따라서 고객 맞춤 제품을 제작하기에 앞서 전용 진단 기기를 제공하여 셀프 진단 서비스를 구현하고자 한다. 이에 따라 본 논문은 피부 진단 기기를 이용하여 피부를 측정하고, 측정 결과 기반의 피부 분석을 통해 사용자에게 맞는 맞춤형 화장품을 제조하는 기기를 개발하여 서비스를 제공하고자 한다. 본 서비스는 집에서 빠르고 간편하게 본인의 피부를 진단하고 분석된 결과를 참조하여 자신과 가장 적합한 천연화장품을 바로 만들어줌으로써 소비자의 시간·공간적 제약을 없애는 것을 목표로 한다.

1. 서론

4 차 산업혁명은 인공지능(AI), 빅데이터, 사물인터넷(IoT) 등 ICT 기술의 융합을 통한 사회의 혁명적 변화를 지칭한다. 화장품 업계 또한 ICT 기술과 만나며 스마트 뷰티 시장이 빠르게 성장하는 추세이다. 스마트 뷰티 시장의 가장 뚜렷한 트렌드는 ‘개인 맞춤형 화장품’이다. 이는 소비의 가치가 사용자의 욕구로 맞춰지면서 소비자는 더이상 획일화된 제품이 아닌 차별화된 개인 맞춤형 서비스를 필요로 한다는 것을 의미한다. 또한, 최근 코로나 19 사태로 인하여 집 안에서의 시간을 다채롭게 보내기 위한 ‘홈코노미(home+economy)’가 유행함에 따라 외출을 하지 않고 집안에서 모든 것을 해결할 수 있는 소비 형태가 강세를 보이고 있다. 이러한 소비 트렌드에 발맞춰 본고는 전통적인 뷰티 기술에 ICT 기술을 결합한 커스터마이징 기반의 홈 뷰티 서비스를 제시한다.

먼저 다음과 같은 논문[1]은 피부 측정 기구를 이용하여 피부를 진단하고 머신 러닝을 통해 피부 상태 분석 결과를 제시하였다. 논문[2]는 뷰티 디바이스와 사용자의 피부 진단·관리 애플리케이션 제작 방안에 대한 비즈니스 플랫폼 모델을 제시하고 있다. 이에 본 논문에서는 언급된 논문과의 차별점을 두어 피부

분석에서 그치지 않고, 사용자에게 맞는 화장품을 추천함과 동시에 직접 제조함으로써 소비자의 시간·공간적 제약을 해소하는 맞춤형 화장품 솔루션을 제공하고자 한다.

본 시스템은 세 가지 주요 기능으로 나눌 수 있다. 첫째, 라즈베리파이 제로(Raspberry Pi Zero)를 활용한 피부 진단 기기에서 피부 측정 기능을 제공한다. 유·수분 측정 센서와 카메라 모듈을 부착해 사용자의 피부를 측정한다. 둘째, 측정한 유·수분 수치와 촬영한 피부 이미지를 OPEN CV 를 활용해 분석 후 어플리케이션을 통해 분석 결과를 보여준다. 셋째, 분석 결과를 기반으로 사용자는 맞춤형 화장품을 제조한다.

본 논문의 궁극적인 목표는 기존 뷰티 어플리케이션에 피부 진단 기기 그리고 천연 화장품 메이커 기기를 포괄적으로 제공하는 스마트 뷰티 서비스를 구축하는 것으로, 뷰티 테크 시장의 전문서비스 영역과 경계를 대중화하여 사용자가 맞춤형 피부진단 관리를 할 수 있는 시스템 설계에 중점을 둔다.

2. 본론

2-1 시스템 구성도

그림 1 은 본 시스템의 전반적인 구성을 도식화한 시스템 구성도이다. 구현하고자 하는 홈 뷰티 서비스는 크게 피부 진단기기, 어플리케이션, 그리고 화장품 메이커 기기로 이루어져 있다. 서비스 이용자는 앱을 통해 화장품의 재료를 직접 선택하여 화장품을 제조하거나, 피부 진단 결과를 바탕으로 맞춤형 화장품을 추천받아 제조할 수 있다. 먼저 직접 배합하는 경우 사용자가 선택한 화장품 재료 조합을 데이터베이스에 저장한다. 추천 배합의 경우 사용자는 라즈베리파이 제로, 유·수분센서, 라즈베리파이 제로 W 5MP 초소형 카메라 모듈 파이 캠, 파이 모노크롬 OLED 모듈로 이루어진 진단 기기를 이용하여 피부를 측정한다. 측정된 유·수분 값과 촬영된 피부 이미지의 영상처리 분석 결과는 APP 데이터베이스에 저장된다. 화장품 메이커 기기는 라즈베리파이 4B+, L298 모터 드라이버 모듈, 수중 펌프 모터, DC 모터로 이루어져 있으며 데이터베이스에 저장된 정보를 이용하여 맞춤형 화장품 제조를 수행한다.

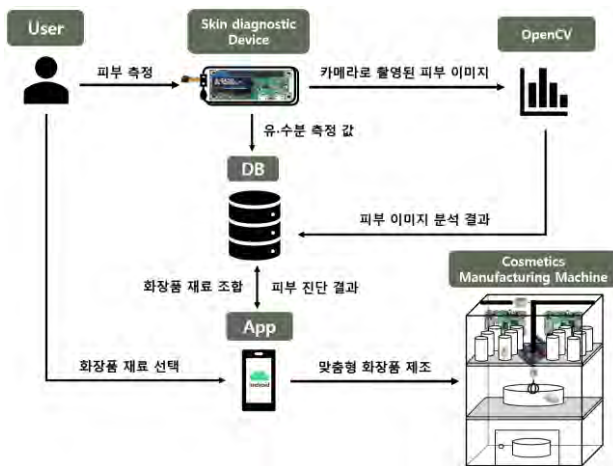


그림 1 시스템 구성도

2-2 시스템 기능

본 논문의 시스템 기능은 피부 진단 기기를 이용한 피부 측정 기능, OPEN CV 영상처리 기술을 활용한 피부 상태 분석 기능, 분석 후 화장품 제조 기능으로 3 가지를 제시한다.

첫째, 피부 진단 기기는 유·수분 측정 센서와 카메라가 부착된 라즈베리파이 제로(Raspberry Pi Zero)에 전원을 인가하면 작동한다. 유·수분 측정 센서로 측정하는 값은 저항값이다. 알고리즘을 통해 저항값을 0~100%의 범위에 속하는 값으로 변환하여 결과 값을 어플리케이션에 전달한다. 카메라로는 사용자의 피부 사진을 찍는다. 라즈베리파이는 안드로이드와 연동하여 카메라 화면을 실시간으로 화면에 스트리밍하고 앱에 ‘사진찍기’ 버튼을 클릭하면 사

진이 찍혀 이미지가 앱의 데이터베이스에 저장된다.

둘째, OPEN CV 영상 처리를 통해 사람의 피부 상태 수치를 분석한다. 먼저 데이터베이스에 저장된 사용자의 피부 사진을 불러온다. 이때 사용된 피부사진은 총 2 장이다. 먼저, 1 장은 Contour 를 통해 이미지 윤곽선을 검출하는 방식으로 주름 비율을 도출했다. 다른 1 장은 이미지의 BGR 값 중 B, G 값의 표준 편차를 구한 뒤 이미지 픽셀 값이 해당 표준편차보다 낮으면 잡티로 계산한다. 또한, BGR 이미지를 HSV 로 변환한 뒤 R 값의 범위를 지정한 이미지 마스크 따로 추출하여 전체 피부에서 여드름 비율을 도출한다. 정보가 도출되면 이 수치 정보를 어플리케이션의 데이터베이스에 저장한다.

셋째, 어플리케이션에 전달된 유·수분 수치와 피부 상태 수치를 사용자는 진단이 끝난 후 바로 확인이 가능하다. 이후 이 수치를 기반으로 사용자는 화장품을 추천받게 된다. 혹은, 사용자가 자신의 피부 상태를 스스로 판단할 수 있다면 재료들을 직접 선택할 수 있다. 사용자가 어플리케이션의 ‘배합하기’ 버튼을 누르면 선택된 재료들이 라즈베리파이 서버로 소켓을 통해 이동한다. 모터 드라이버모듈에 연결된 여러 개의 워터펌프들은 각자 재료들에 할당되어 있다. 라즈베리파이로 재료들이 전달되면 해당 재료들에 맞는 워터펌프 모듈만 작동하여 재료를 용기에서 추출한다. DC 모터가 달린 믹서기를 사용하여 추출된 재료들을 섞고 다시 한 번 워터펌프를 사용하여 최종 용기에 화장품을 담는다.

2-3 모바일 흐름도

그림 2-1 는 전반적인 모바일 흐름 과정을 도식화한 것이다. APP 을 시작하면 첫 화면으로 로그인 창이 나타난다. 사용자는 여기서 메인 서비스에 로그인하거나 회원가입 서비스로 이동 할 수 있다. 메인 화면에 들어가면 화면 상단에 모든 사용자들이 많이 조합한 화장품 정보가 나와 있고, 하단에는 APP 에서 사용할 수 있는 주요 기능들이 모여있다. ‘피부 진단하기’ 는 진단하기 버튼을 누르면 피부측정기와 소켓 통신을 시작한다. 그리고 기기로부터 받은 유·수분 및 잡티 측정값을 백분율 형태로 저장하는데 이때 저장된 값은 화장품 추천 배합하기 기능에서 사용된다. ‘화장품 직접 배합하기’ 는 사용자가 직접 제형 및 재료, 향을 선택해 화장품을 만들 수 있다. ‘화장품 추천 배합하기’ 는 사용자가 입력한 나이, 피부타입, 관심항목과 ‘피부 진단하기’ 기능을 통해 저장된 진단 결과 값을 가지고, 그림 2-2 와 같은 천연 재료 배합 비율 알고리즘을 거쳐 사용자 추천 화장품을 만들어준다. 알고리즘은 다음과 같이 동작한다.

다.

첫째, 사용자의 유·수분 및 잡티 항목 데이터를 불러와 천연 재료와 재료 배합률을 결정한다. 천연 재료는 각 항목당 두 개씩 존재하며 이는 본 논문에서 선정한 재료 중 랜덤으로 선택된다. 천연 재료 선정 기준은 해당 항목에 대한 피부 개선을 도와주는 재료로 하였으며 표 2-1 과 같다. 재료 배합률은 표 2-2 와 같이 0~100 까지의 피부 점수를 나쁨/보통/좋은 세 단계로 나눈 값을 기준으로 설정하였다.

수분	알로에, 꿀
유분	달팽이, 유자
잡티	병풀, 백차

표 2-1 천연 재료 선정 기준

0 ~ 33%	피부 상태 나쁨
34 ~ 67%	피부 상태 보통
68 ~ 100%	피부 상태 좋음

표 2-2 재료 배합률 기준

둘째, 사용자의 수분 데이터를 이용해 화장품 농도를 결정한다. 수분수치가 높은 사용자의 경우 화장품의 농도가 연해지고, 반대로 낮은 사용자일 경우엔 농도가 진해진다.

이렇게 제조된 화장품은 'MY RECIPE' 에서 피드백 기능을 통해 화장품 만족도를 평가할 수 있다. 또한, 사용자들은 자신의 피부 진단 결과 및 화장품 제조 내역을 그래프로 확인할 수 있다. 피부 진단 결과에 나타날 피부 나이의 지표가 된 데이터는 설문조사를 통해 수집하였다. 설문조사 데이터를 분석하여 연령대별로 나누고 피부 측정 결과 평균값을 도출한 후, 이를 토대로 연령대별 피부나이 평균 기준을 산정하였다. 'MY SKIN' 은 사용자의 피부타입, 관심항목을 변경할 수 있다. '천연원료 상세보기' 는 각 천연재료의 성분과 효능을 볼 수 있다.



그림 2-1 모바일 흐름도

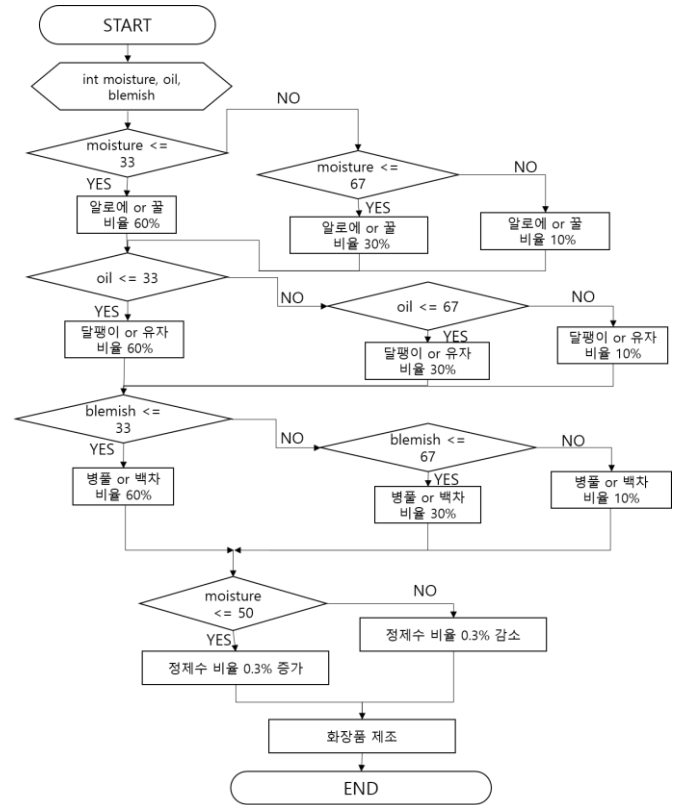


그림 2-1 천연 원료 배합 조절 알고리즘

2-4 H/W 흐름도

그림 3 은 측정 데이터에 따른 H/W 흐름도를 보여 준다. 기본적으로 본 작품의 각 기능은 사용자의 측정값을 기반으로 이루어지며, 사용자가 선택한 값으로 동작 또한 가능하다.

외부로부터 받아오는 입력 데이터로는 피부측정기의 유·수분 측정 센서 값(단위: Ω)과 카메라 모듈로 촬영한 피부 이미지이다. 해당 데이터들은 서버를 통해 어플리케이션의 데이터베이스에 저장된다. 사용자가 측정 값 기반의 추천 화장품 또는 직접 선택한 화장품의 배합 시작을 누르면 APP 과 화장품 메이커의 소켓통신이 시작되고 화장품 배합정보가 첫 번째 라즈베리파이로 전달되며 제조가 시작된다.

화장품메이커의 워터펌프 모듈은 재료의 추출을 담당하며 앞서 말한 측정 데이터의 분석 값, 사용자의 선택 값을 기반으로 동작 여부가 결정된다. 화장품메이커의 첫 번째 라즈베리파이에 연결된 재료의 추출이 완료되면 APP 과의 소켓통신이 종료되고 두 번째 라즈베리파이와의 소켓통신이 시작되어 나머지 재료들의 추출이 시작된다. 재료의 추출이 종료되면 재료의 혼합을 위해 기기의 윗부분에 위치한 DC 모터에 부착한 믹서기를 내려 재료의 혼합을 완료한 후 다시 DC 모터를 이용해 기기의 윗부분으로 올린다. 마지막으로 혼합이 완료된 화장품 추출이 끝나면 라즈베리파이끼리의 소켓통신이 종료되고 사용자는 맞춤형 화

장품을 받게 된다.

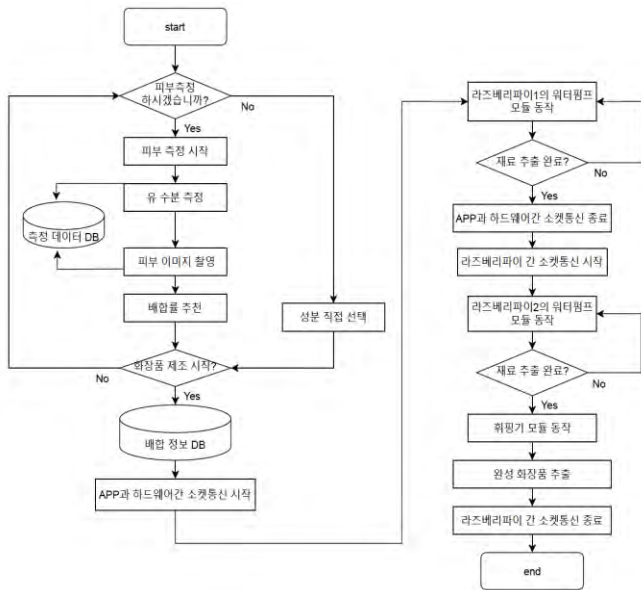


그림 3 하드웨어 흐름도

2-5 구현 결과

그림 3-3 은 개발 완료된 천연재료 피부 메이커의 전반적인 형태를 나타낸다. 제일 상단부에는 핵심 모듈이 모여있다(그림 3-1). 상단부는 안드로이드에서 받아온 데이터를 가지고 각 병에 담긴 재료들을 추출하여 워터펌프 모듈을 통해 중앙에 있는 빈 용기로 운반한다. 또한, 모터 드라이버를 사용하여 워터펌프 모듈에 인가하는 전압을 미세하게 조절해가며 재료의 양을 조절할 수 있다. 중앙부에는 용기에 담긴 재료를 거품기(그림 3-2)로 혼합한다. 거품기는 상단부에 위치한 DC 모터에 부착됐으며, 모터 속도 제어를 통해 정확히 용기 하단으로 내려오도록 설계하였다. 하단부는 최종적으로 완성된 화장품이 추출된다.

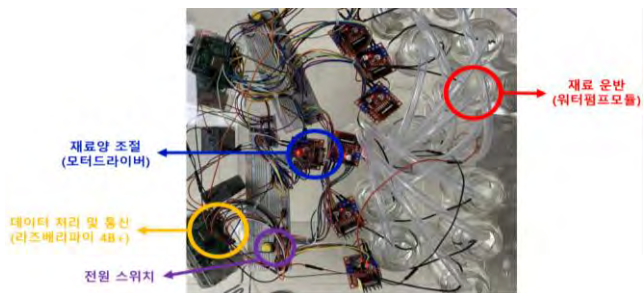


그림 3-1 메이커 기기 상단



그림 3-2 메이커 기기 중앙



그림 3-3 완성 제품

그림 3-4 는 개발 완료된 피부 진단기기의 전반적인 형태를 나타낸다. 피부 측정기의 외부에는 전원 버튼이 있어 버튼을 통해 기기를 작동시킬 수 있으며 OLED 모듈을 통해 측정된 유·수분 측정값을 확인할 수 있다. 기기의 내부는 유·수분 측정 센서와 카메라 모듈로 구성되어 있다. 유·수분 센서를 통해 사용자의 피부 유·수분 수치를 측정하고, 카메라 모듈을 이용한 피부 이미지를 촬영을 통해 피부 주름 및 기미의 정도와 피부 청결도를 얻을 수 있도록 설계하였다.

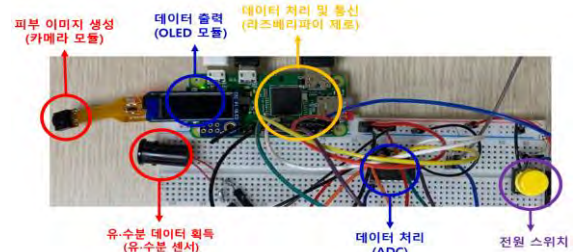


그림 3-4 피부 진단 기기

3. 결론

본 논문의 궁극적인 목표는 기존 피부측정기의 기능에 맞춤형 화장품 제조 기능을 더함으로써 가정에서 쉽게 피부 진단 및 관리를 하는 데에 있다. 본 논문에서 제시한 뷰티 시스템은 이러한 목표를 실제 구현한 개발 제품이다. 제시된 제품을 통한 커스텀이징 서비스를 고객에게 제공함으로써 기존 화장품 선택·구매를 위한 절차가 간소화될 수 있으며 코로나 시대를 맞이하여 홈코노미가 유행함에 따라 맞춤형 화장품 제조 기기는 집에서 삶의 질을 높이는 하나의 서비스 제공자로서의 역할을 기대할 수 있다.

[본 논문은 과학기술정보통신부 정보통신창의인재양성사업의 지원을 통해 수행한 ICT 멘토링 프로젝트 결과물입니다.]

참고문헌

[1] 김기영 「머신러닝 기법을 활용한 피부 유형 판단 도구 모델에 관한 연구」, 한국일러스트아트학회, 2018
 [2] 김병완 「뷰티테크기반 스마트디바이스용 피부진단·관리 솔루션 및 스마트패키징 비즈니스플랫폼 모델 연구」, 서원대학교 멀티미디어학과, 2018