

# 뇌파를 활용한 화장품 제형별 선호도 예측

천혜란<sup>1,2</sup>, 권구상<sup>3</sup>, 황한정<sup>1,2\*</sup>

고려대학교 전자정보공학과<sup>1</sup>

고려대학교 인공지능 스마트융합기술 융합전공<sup>2</sup>

아모레퍼시픽 R&D 센터<sup>3</sup>

## Preference Prediction of Different Cosmetic Formulations Based on Electroencephalography

Hye-Ran Cheon<sup>1,2</sup>, Gusang Kwon<sup>3</sup>, Han-Jeong Hwang<sup>1,2\*</sup>

Department of Electronics and Information Engineering, Korea University, Sejong, Republic of Korea<sup>1</sup>

Interdisciplinary Graduate Program for Artificial Intelligence Smart Convergence Technology,

Korea University, Sejong, Republic of Korea<sup>2</sup>

Amorepacific R&D Center, Yongin, Republic of Korea<sup>3</sup>

\*hwanghj@korea.ac.kr

### Abstract

In this study, we investigated the correlation between the preference of different cosmetic formulations and brain activity measured using electroencephalography (EEG). EEG data were measured while twenty-nine subjects applied three positive (P1, P2, P3) and one negative (N) cosmetic formulations to the inside of the forearm, respectively. In terms of the subjective preference measured by a questionnaire, the negative formulation (N) showed a significantly lower preference than those of positive formulations. Significant correlations were found on sensorimotor areas closely associated with formulation applications in delta and alpha bands. Furthermore, stronger correlations were found when using only P1 and P2 formulations showing better subjective preferences than P3 formulation. The result could be used to develop a cosmetic recommendation system to propose customized cosmetic products in terms of the formulation.

### 1. 연구 배경

화장품은 다양한 제형의 형태로 존재한다. 화장품을 피부에 바르면 제품의 효과와 상관없이 제형의 질감과 관련된 감정이 유발된다. 예를 들어, 특정 제형은 부드러움이나 촉촉함과 같은 긍정적 느낌을 주기도 하고, 다른 제형은 기름지거나 끈적임 같은 부정적 느낌을 주기도 한다. 최근에는 화장품을 바를 때 유발되는 감정을 측정하고, 소비자의 선호도를 파악하여 제품 개발 및 마케팅에 사용하기도 한다.

화장품을 바를 때 유발되는 감정을 측정하기 위해 전통적으로 설문지와 설문조사가 주로 사용되어왔다. 그러나 이 방법은 화장품 제형과 관련된 감정의 실시간 반응을 검출할 수 없으며, 응답자의 기억에 의존하기 때문에 주관적이다. 이러한 이유로 연구자들은 신경생리학적 데이터를 사용하여 감정을 측정하는 새로운 방법을 제안하였다[1,2]. 신경생리학적 특성을 이용하면 응답자가 인지하지 못하는 경우에도 감정을 측정할 수 있으며, 보다 객관적이고 정량화된 감정 관련 데이터를 얻을 수 있다. 특히, 뇌파(electroencephalography: EEG)는 다른 신경생리학적 데이터 측정 방법에 비해 시간 해상도가 높아 특정 자극에 대한 반응을 빠르게 인식할 수 있고, 저렴한 비용과 낮은 공간적 제약으로 인해 많이 사용되고 있다. 이러한 장점을 기반으로 일부 연구에서 뇌파를 통해 화장품 제형과 관련된 감정을 측정하였으나, 사용자의 주관적 설문조사 응답 결과를 배제하고 뇌파만을 이용하여 사용자의 감정을 추정하였다[3]. 따라서, 본 연구에서는 뇌파를 이용하여 화장품 제형 차이에 따른 뇌의 활동성 변화를 측정하고, 측정 뇌파와 사용자의 주관적 응답과의 상관관계 확인을 통해 신경생리학적 데이터 기반 사용자 맞춤형 화장품 개발에 기여하고자 한다.

### 2. 연구 방법

본 연구에는 총 29명의 건강한 피험자가 실험에 참여하였으며, 긍정적인 감정을 유발하는 3개의 제형(P1, P2, P3)과 부정적인 감정을 유발하는 1개의 제형(N)을 포함한 4개의 제형이 사용되었다. 정확한 위치에 제형을 전달하기 위해 실험 전 피험자의 왼쪽 팔 안쪽의 4곳에 위치를 표시하였다. 실험자가 피펫(pipette)을 이용하여 각 제형을 정해진 위치에 전달하면, 피험자는 기준선(baseline) 보정을 위해 5초의 안정상태 후 오른손을 사용하여 제형을 30초 동안 바르도록 지시받았다. 실험은 무작위 순서로 제형별 5회 반복 수행되었다. 각 시행(trial)이 끝나면 피험자는 7점 척도의 설문조사를 통해 해당 제형의 선호도를 평가하였다.

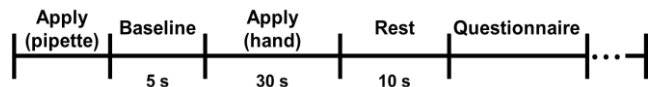


그림 1. 실험 패러다임

뇌파는 Cognionics 사의 건식 뇌파 측정 장비(CGX Quick-20r)를 사용하여 측정되었다. 국제 10-20(international 10-20) 전극 배치법에 따라 19개의 두피 전극을 부착하였고, 접지/기준 전극은 왼쪽 귓볼에 부착하였다. 측정된 원신호는 공통 평균 기준 도출법(common average reference: CAR)을 통해 공통잡음 성분을 제거하였으며, 0.5 - 55 Hz 구간에 대해 대역 통과 필터(band-pass filter)를 적용하였다. 필터링된 데이터는 피험자가 제형을 바르기 시작한 시점을 기준으로 각 시행별 -5 - 20초 구간에 대해 분할(epoching)하였고, 독립 성분 분석(independent component analysis: ICA)을 기반으로 뇌파 측정 시 유입된

동잡음을 제거하였다. 외부 잡음으로 인해 P3 채널은 분석에서 제외하였으며, 피험자별로 잡음이 심한 채널은 추가적으로 제외하였다(Sub 27: P8, O1; Sub 29: O1). 모든 전처리 후에도 잡음 제거가 되지 않은 뇌파 데이터(epoch)는 추가적으로 분석에서 제외하였다.

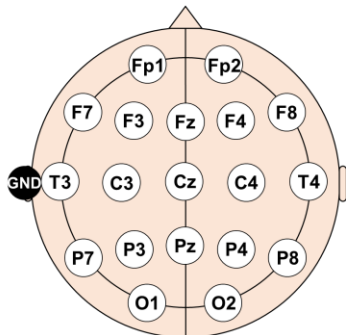


그림 2. 실험에 사용한 뇌파 측정 전극 배치도

6개의 다른 주파수 대역(delta: 1 – 4 Hz, theta: 4 – 8 Hz, alpha: 8 – 12 Hz, beta: 12 – 30 Hz, gamma: 30 – 55 Hz, all freq: 0.5 – 55 Hz)에 대해 사건 관련 (비)동기화(event-related (de)synchronization: ERD/ERS) 분석을 수행하여 각 주파수 대역 및 채널에 대한 설문조사 기반 선호도와 ERD/ERS 값 사이의 상관관계를 확인하였다. 분석에 사용한 ERD/ERS 값과 선호도는 긍정적 제형(P1, P2, P3)에서 부정적인 제형(N)의 값을 각각 빼는 방법으로 보정하였다.

### 3. 연구 결과

그림 3은 각 제형의 설문조사 기반 평균 선호도를 나타낸다. 부정적 제형(N)은 긍정적 제형(P1, P2, P3)에 비해 유의미하게 낮은 선호도를 보였으며, 특히 P1, P2 제형과 큰 차이를 보였다(RM-ANOVA:  $F(3, 115) = 22.71$ , Bonferroni corrected  $*p < 0.05$ ,  $**p < 0.01$ ,  $***p < 0.001$ ).

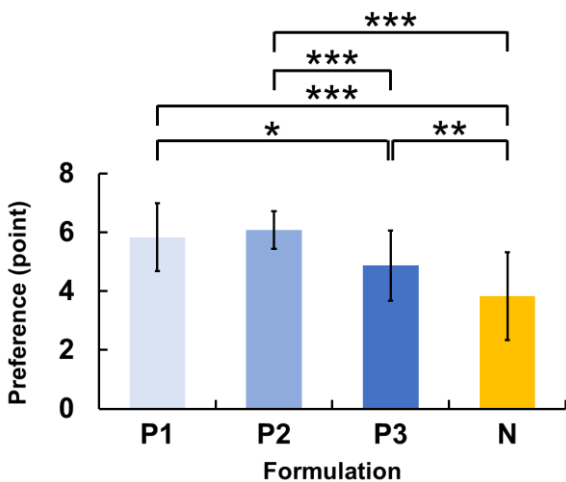


그림 3. 제형별 설문조사 기반 평균 선호도

그림 4는 주파수별, 채널별 상관분석 결과를 나타내며, 유의미한 상관관계가 나타난 채널은 빨간 점으로 표시하였다. 긍정적 제형(P1, P2, P3)을 모두 사용한 경우 delta 및 alpha 대역에서 감각 운동 영역의 C4 채널에 대해 유의미한 상관관계가 관찰되었다(delta:  $r = 0.241$ ,  $p = 0.024$ ; alpha:  $r = 0.260$ ,  $p = 0.015$ ). 설문조사 기반 선호도 측면에서 P3 제형에 비해 부정적 제형(N)과 더 큰 차이를 보였던

P1과 P2 제형만을 사용한 경우, delta 및 alpha 대역의 C4 채널에서 모든 긍정 제형을 사용할 때 대비 더 강한 상관관계를 관찰하였다(delta:  $r = 0.314$ ,  $p = 0.016$ ; alpha:  $r = 0.300$ ,  $p = 0.022$ ). 뿐만 아니라, delta 대역의 F3 채널( $r = -0.279$ ,  $p = 0.034$ ), alpha 대역의 Fp1 채널( $r = 0.346$ ,  $p = 0.008$ )에서도 유의미한 상관관계를 확인하였다.

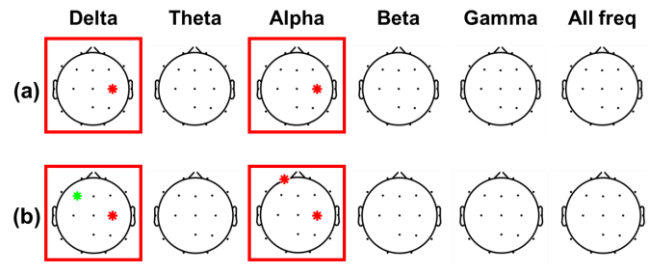


그림 4. 채널과 주파수 대역에 따른 상관분석 결과:

(a) P1+P2+P3, (b) P1+P2

본 연구에서는 뇌파 특성과 주관적인 선호도 평가 사이의 상관관계를 조사하였으며, 제형 적용과 관련된 감각 운동 영역의 C4 채널에서 유의미한 결과를 발견하였다. 또한, 선호도 점수 차이가 클수록 뇌파 특성과 더 강한 상관관계를 이루는 것을 확인하였다. 이러한 결과는 뇌파의 신경생리학적 특징을 기반으로 화장품 제형을 바르는 동안 유발되는 주관적 선호도를 예측할 수 있음을 시사한다. 본 연구 결과는 뇌파 기반의 개인별 화장품 추천 시스템 개발에 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

### 4. Acknowledgements

본 연구는 보건복지부의 재원으로 한국보건산업진흥원의 보건 의료 기술 연구 개발 사업 지원에 의하여 이루어진 것임(과제고유번호 : HP20C0083).

### 5. 참고 문헌

- [1] H. Ohira, and N. Hirao. "Analysis of skin conductance response during evaluation of preferences for cosmetic products." *Frontiers in Psychology*, Vol. 6, p. 103, 2015
- [2] Y. J. Wang, and M. S. Minor. "Validity, Reliability, and Applicability of Psychophysiological Techniques in Marketing Research." *Psychology & Marketing*, Vol. 25, No. 2, p. 197–232, 2008
- [3] D. Gabriel, E. Merat, A. Jeudy, S. Cambos, T. Chabin, J. Giustiniani and E. Haffen. "Emotional effects induced by the application of a cosmetic product: A real-time electrophysiological evaluation." *Applied Sciences*, Vol 11, p. 4766, 2021