

얼굴근전도와 얼굴표정으로 인한 감성의 정성적 평가에 대한 연구

*황민철 **김지은 *김철중

*한국표준과학연구원 인간공학연구그룹

**충남대학교 심리학과

Abstract

Facial expression is innate communication skill of human. Human can recognize their psychological state by facial parameters which contain surface movement, color, humidity and etc. This study is to quantify or qualify human emotion by measurement of facial electromyography (EMG) and facial movement. The measurement is taken at the facial area of frontalis and zygomaticus. The results is indicative to discriminate the positive and the negative respond of emotion and to extract the parameter sensitive to positive and negative facial-expression. The facial movement according to EMG shows the possibility of non-invasive technique of human emotion.

1. 서론

인간의 얼굴표정은 문화, 인류, 교육, 나라를 초월한 인간의 감성표현 수단이다. 오래전부터 인류는 언어 대신에 얼굴표정으로 자기 의사를 표현하는 수단으로 사용하여 왔다. 인간 행동 반응을 연구하는 생리심리학자는 오래 전에 미문명지 아프리카의 한사람에 대한 얼굴표정을 문명화되고 전혀 접촉하지 않은 서구사람에게 제시한 결과 얼굴표정에 대한 그 사람의 감성평가를 정확히 할 수 있었다(Carlson, 1994). 그러므로 얼굴표정은 사회적 어느 요소에도 영향을 덜 받는 인간 본래의 의사표현 수단이라고 할 수 있다. 얼굴의 표면움직임, 색, 온도, 습도 등은 의사전달을 위한 중요한 요소들이다. 의사전달요소는 인간의 감성표현을 위한 생리적 요소로 가정하고 생리적 요소에 의한 감성평가를 위한 연구가 최근 진행중이다. 인간의 코 온도를 적외선 센서로 탐지하여 정신적 스트레스를 평가하여 작업장의 안전관리를 하고 있는 연구가 그 예이다.

인간의 표정을 정의하는 중요한 변수는 얼굴표면의 움직임이다. 그 움직임과 수반하는 얼굴근전도는 중요한 생리적 변수라고 할 수 있다. 얼굴근전도의 감정 표현에 따른 변화를 측정하여 인간감정에 대한 연구가 수행되고 있다. 인간감성과 중요한 연관을 보이는 근육은 이마부위의 frontalis와 볼부위의 zygomaticus로 나타났다 (Schwartz, et al., 1979).

얼굴움직임은 자극에 따른 변화이지만 얼굴을 인위적으로 표면을 움직일 수도 있는 것이 다른 생리적 반응과 다른 형태를 띠고 있다. 또한 얼굴표정이 다른 생리기능도 어느 정도 관장하고 있는 것이 일반적 견해이다. 예를 들어, 인위적으로 얼굴표정을 웃는 상태를 유지하면 뇌파의 양상이 긍정적 정서에 의한 반응으로 변화하는 것을 알 수 있었다 (Andreassi, 1995). 이 연구 결과는 인위적 얼굴표정은 인간이 자연스럽게 표현되는 얼굴표정과 정량적 차이는 있겠지만 정성적 반응은 같다고 할 수 있다.

그러므로 본 연구는 인간의 얼굴표정에 의한 인간감성을 평가하기 위해 인위적 얼굴표정에 의한 근전도와 움직임을 정량화를 시도하여 인간감성과의 상관성을 관찰하였다.

2. 실험 방법

인간감성을 유발시키기는 세밀하고 엄격한 실험적 환경을 고려해야 한다. 또한 실험자가 원하고자 하는 감성을 자연스럽게 유발시키기는 매우 어려운 일이었다. Dimberg(1988)은 피실험자의 감성을 자연스럽게 유발하기 위해 피실험자가 상상하도록, 여러 상황을 설명하는 문구를 사용하였다. 피실험자가 문구가 낭독될 때 그 낭독된 내용의 상황으로 자신을 일치되도록 하여 감성을 유발하는 것이다. 이 방법은 피실험자를 자연스럽게 유발할 수 있지만 피실험자의 각성도 수준에 따라 매우 다른 정도의 감성이 유발되는 약점을 가지고 있다. 본 연구에서는 감성의 중요한 요소 중에 하나인 피실험자의 각성수준을 배제하기 위해 인위적 얼굴표정을 피실험자 감성유발로 이용하였다. 왜냐하면 얼굴표정이 자극에 의한 수동적 생리반응인 반면에 다른 생리적 반응을 관찰할 수 있는 능동적 생리반응이기 때문이다. 얼굴표정은 이마부위의 *frontalis*와 볼부위의 *zygomaticus* 근육 움직임이 인간감성의 부정과 긍정을 관찰한 것으로 알려지고 그 변화 또한 얼굴의 다른 부위에 비해 민감하게 변화하는 것으로 알려졌다 (Tassinary, et al., 1989). 얼굴근전도를 측정하기 위해 전극 위치를 *frontalis*와 *zygomaticus* 부위에 전극을 그림 1과 같이 배치하였다. 코끝과 이마 중심을 측정을 위한 각 부위의 reference로 설정하였다. 그림 1에서 보는 바와 같이 전극의 위치변화가 무표정과 웃는 표정간에 나타남을 보여준다. 그림 2는 실험장치를 도식화한 내용이다. 피실험자는 카메라 앞에 위치하고 고정된 의자에 앉아서 카메라를 주시하게 하였다. 카메라는 삼성 BW-360ED CCD 카메라를 사용하였다. 이 카메라는 이미지처리를 위해 Imaging Tech사의 151 Series의 이미지 digitizer와 Global Lab Image (Data Transaction) processing system과 연결되어 PC에 이미지데이터를 저장하도록 되어있고 동시에 얼굴 근전도 측정을 위해 Biopack사의 근전도 측정장치와 A/D board와 연결되어 또한 PC에 근전도 데이터를 저장하도록 하였다.

피실험자는 여자 10명, 남자 10명을 실시하였다. 평균연령은 약 20세이고 모두 건강은 양호하였다. 인위적 표정을 위해 얼굴표정을 위한 연습을 실시하였다. 반복연습을 통해 얼굴표정을 짓는 것에 대해 익숙할 수 있도록 하였다. 얼굴표정은 실험자가 피실험자에게 주문하는 형태로 하였다. 얼굴표정은 웃는 얼굴, 찡그리는 얼굴, 역겨운얼굴, 슬픈얼굴, 화난얼굴, 무표정얼굴을 구분하여 실시하였다. 웃는 얼굴과 찡그리는 얼굴은 긍정 및 부정표정의 대표적인 분류이고 나머지 얼굴표정은 부정자극의 분야의 세밀한 표정을 위한 분류이다.

3. 데이터 분석

이미지 데이터 분석을 통한 얼굴움직임 분석은 다음과 같다. 카메라를 통하여 얻어진 이미지는 digitize한후, Image processing을 실시하였다. 이미지 filtering를 통하여 noise를 제거하였다. 이 이미지는 전극을 부착된 얼굴이미지를 나타내고 있다. 얼굴움직임은 전극의 중심점의 움직임으로 측정하였다. 전극 중심점의 움직임에 대한 좌표를 측정하여 얼굴표면움직임을 결정하였다. 좌표는 이미지단위는 픽셀로 나타내고 그 원점은 이미지 frame의 오른쪽 모서리점 이다. 얻어진 XY좌표는 *frontalis*부위의 3점과 *zygomaticus*부위의 3점이며 각 표정에 따른 좌표변화를 분석하였다. 얻어진 좌표는 각 점을 연결한 길이를 식 (1)과 같이 계산하였다.

$$s_i = \sqrt{(x_{j+1i} - x_{ji})^2 + (y_{j+1i} - y_{ji})^2} \quad (1)$$

x, y는 각 점의 좌표점이고 i는 변의 수를 나타낸다. 즉 변의 수가 각 부위별 3개이므로 I는 1부터 3을 포함한다. j는 각 점의 좌표를 나타내며 0부터 2까지의 정수 범위를 가진다. 얻어진 거리 s는 각각의 각도를 가진다. 원점을 중심으로 시계방향의 각도를 나타낸다. 그러므로 이미지 데이터로부터 전극중심점을 잇는 거리와 각도를 갖게 되었다.

근전도 데이터는 표정을 지은 후 5-10초동안 측정하였다. 근전도 파형을 rectify 시킨 후



그림 1. 얼굴근전도 측정을 위한 전극 배치 및 무표정과 웃는얼굴

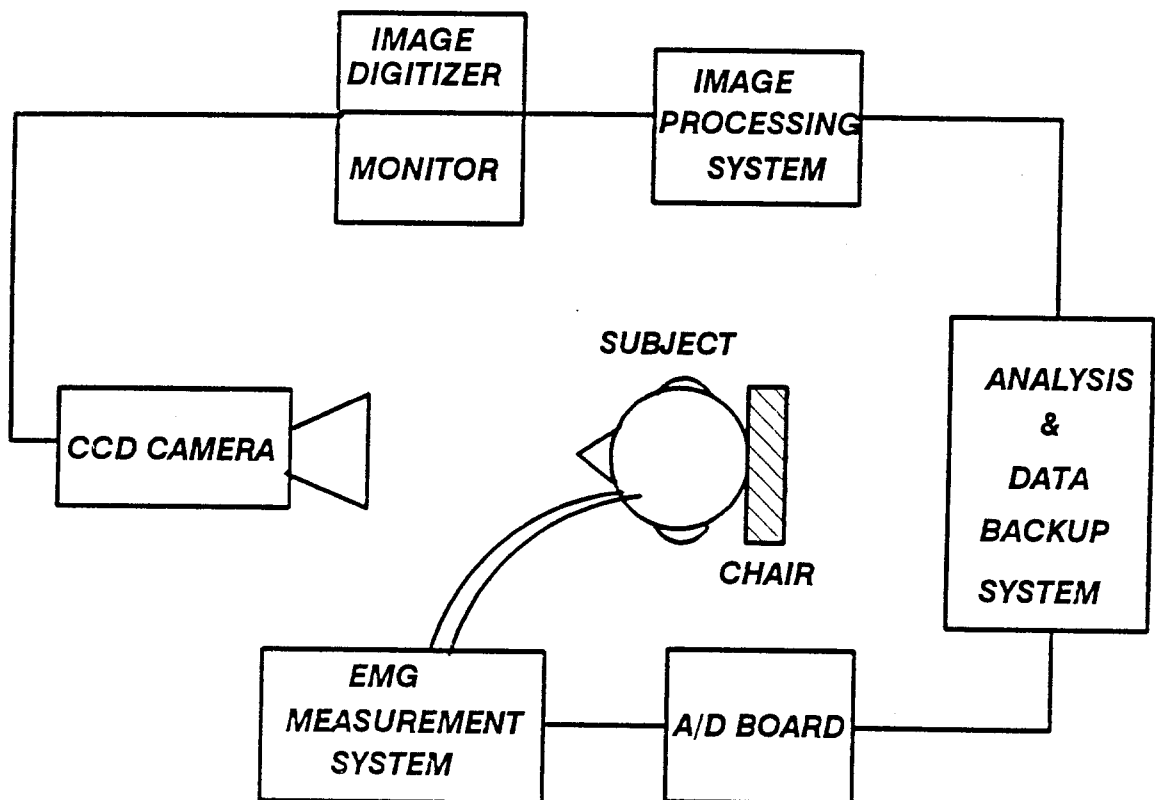


그림 2. 실험장치

그 면적을 구하였다. 그러므로 면적이 크면 그만큼 근육의 사용이 크다고 할 수 있다. 얼굴움직임에 따른 얼굴의 부위의 움직임과 근전도 변화를 t test를 실시하여 각 표정간 통계적 유의한 차이에 대해 분석하였다.

4. 결과

표정의 긍정 및 부정반응을 나타내는 대표적 반응이라고 할 수 있는 웃는 얼굴과 찡그리는 얼굴에 대한 차이는 통계적 유의성을 보였다. 그 외의 표정에 대한 통계적 유의성은 보이지 않았다. 슬픈 표정, 역겨운 표정, 화난표정은 피실험자의 얼굴표정의 변화성이 크다고 할 수 있다. 그러나 눈의 윤곽선이나 입의 끝부위 등의 얼굴의 특징을 나타내는 윤곽선의 변화에 의한 변화를 살펴보면 일정한 패턴을 유지한다 (Kato, et al., 1995). 본 연구 결과로서 제시한 표정에 대한 EMG 결과는 표 1과 같다. frontalis와 zygomaticus의 표정에 따른 EMG 변화를 t 검증에 의하여 통계적 유의성을 살펴보았다.

표 1. 웃는표정, 찡그린표정, 무표정대한 EMG변화비교

	F value(p value)	tukey 검증
frontalis	13.2 (.0001) ***	웃음 } 찡그림 } 무 } }-----
zygomaticus	6.68 (.006) **	웃음 } 찡그림 } 무 } }-----

Frontalis에서 무표정, 웃는표정, 찡그리는 표정간에 EMG 변화가 유의하게 나타났다(p = 0.0001). 웃는표정과 무표정간에 유의한 차이가 없으나 찡그리는 표정과 웃는표정, 찡그리는 표정과 무표정간에는 유의한 차이를 보이고 있다. Zygomaticus에서 무표정, 웃는표정, 찡그리는 표정간에 통계적 유의한 차이를 보이고 있다 (p=0.01). 특히 웃는표정과 무표정간에 유의한 차이를 보이지만 그 외 표정간에는 유의한 차이를 보이지 않는다.

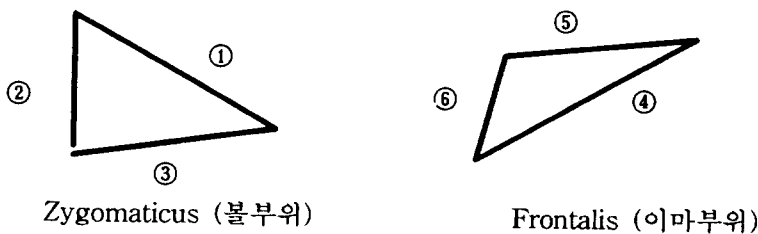


그림 3. 얼굴부위의 움직임 측정을 위한 이마와 볼부위의 전극중심을 연결하여 얻어진 선분 및 삼각형,

다음의 표2는 각 표정간의 전극간의 거리에 대한 변화를 나타낸다. 변화량은 각 피험자간의 부착된 전극 거리가 다르기 때문에 전극의 길이 변화를 식(2) normalize 시켰다. 그러므로 길이변화율에 대한 표정간 변화에 대한 통계적 결과를 표2에서 나타내었다.

$$\text{길이변화율} = \frac{L_{\text{표정}} - L_{\text{무표정}}}{L_{\text{무표정}}} \quad (2)$$

표 2. 웃는표정, 찡그린표정, 무표정대한 부위별 움직임 변화비교

	F value(P value)	tukey 검증
찡그린 표정	2.57 (.03) *	② -0.0061 ⑤ -0.0266 ④ -0.0303 ⑥ -0.0480 ① -0.0522 ③ -0.0591
웃는표정	5.19 (.0002) ***	⑤ 0.0192 ① -0.0011 ③ -0.0037 ② -0.0098 ④ -0.0106 ⑥ -0.0693

얼굴의 표면움직임을 위해 그림3에서 정의한 것과 그림 1에서 그런 선분과 일치하면 선분의 번호① ② ③ ④ ⑤ ⑥ 이 어느 부위에 해당하는지 이해 할 수 있다. 찡그리는 표정에 대해 ②번의 거리 즉, 이마를 수직으로 가르는 부분의 거리가 가장 적게 변하고 ③번의 거리 즉, 이마를 수평으로 지나는 부분의 거리가 가장 많이 변하는 것으로 나타났다 (p=0.03). 웃는표정에 대해 ⑤번의 거리가 가장 변화가 적었으며 ⑥번의 거리에서 가장 변화가 큰 것으로 나타났다 (p=0.0002).

5. 결 론 및 토 론

EMG에 의한 부정감성과 긍정감성에 대한 평가를 가능하게 보여준다. 위의 결과에서 보면 찡그리는 표정과 무표정간의 유의한 변화는 Frontalis (이마부위)에서 웃는표정과 무표정간의 유의한 변화는 Zygomaticus (볼부위)에서 나타난다. 그러므로 EMG의 정성적 결과로서 볼부위의 EMG 변화는 긍정감성 표현에, 눈부위의 EMG의 변화는 부정감성 표현에 민감하다. 또한 두 부위간의 EMG 변화율은 긍정감성과 부정감성의 threshold 값을 대표하는 것으로 추정할 수 있다. 표면움직임도 유사한 반응을 보이는데 그중 가장 크게 변화하는 것은 두전극 사이의 거리가 가장 크게 변화하는 것을 알 수 있다. EMG 결과와 마찬가지로 부정자극 일 때 이마부위, 긍정자극 일 때 눈부위가 민감한 반응을 보인다. 이 결과는 생리신호의 측정의 비접촉식 측정에 대한 중요한 가능성을 보여준다. Zygomaticus와 Frontalis EMG가 표정에 대한 공부정평가의 민감한 변수

로 측정되지만 전극을 얼굴에 부착해야 하는 부담감이 있다. 이 부담감을 해소하기 위한 비접촉식 측정방법의 가능성을 본 연구결과에서 제시해 준다. 두 전극간의 거리는 얼굴이미지로 결정할 수 있는 것이기 때문에 얼굴표정을 카메라로 측정할 수 있고 그 데이터로 공부정 감성을 평가할 수 있기 때문이다. 본 연구에서는 2차원 이미지 데이터로 표정을 분석했지만 3차원으로 얼굴표정을 측정 분석한다면 표면 움직임을 좀더 세분화 할 수 있을 것이다. 다른 표정들(억겨운표정, 화난표정, 슬픈표정)에 대한 결과는 통계적 유의한 결과를 보이지 않았다. 그러나 감성에 대한 자발적 얼굴표정으로 인한 물리적인 움직임 보다는 자연스러운 얼굴표정을 유도한다면 좀더 섬세한

부분의 얼굴표정의 구분도 가능할 수 있다. 왜냐하면, 표정을 요구할 때 피실험자의 표정구현이 쉽지 않았기 때문이다. 자연스러운 감성유발방법을 강구하여 감성을 세밀하게 유도하여 감성평가를 하려는 것이 앞으로 연구과제로 남아있다.

6. 참 고 문 헌

Andreassi, J.L. (1995). Psychophysiology: Human behavior and physiological response. 3rd edition, Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, Hillsdale, NJ.

Carlson, N.R. (1994). Physiology of behavior. 5 edition, Allyn and Bacon, Boston, MA.

Dimberg, U., Thell, S. (1998). Facial electromyography, fear relevance and the experience of stimuli. *Journal of Psychophysiology*, 2, 213-219.

Kato, T., Oda, M., Yamaguchi, M.K., Akamatsu, S. (1995). Facial feature and configurations affecting impressions of faces. *Symbiosis of Human and Artifact*, edited by Anzai, Y., Ogawa, K., Mori, H., Elsevier Science, pp559-564.

Schwartz, G.E., Ahen, L., Brown, S.L. (1979). Lateralized facial muscle response to positive and negative emotional stimuli, *Psychophysiology*, 16, 561-571.

Tassinary, L.G., Cacioppo, J.T., Geen, T.R. (1989). A psychometric study of surface electrode placement for facial EMG recording: I. The brow and cheek muscle regions. *Psychophysiology*, 26.