

## 자율신경계 반응에 의한 감성 평가 연구

### Research on Emotion Evaluation using Autonomic Response

황민철\*\* · 장근영\*\* · 김세영\*\*

Min-Cheol Whang\*\*† · Geun-Young Chang\*\* · Sei-Young Kim\*\*

상명대학교 미디어학부\*

Dept. of Media Technology, Sangmyung University

E2C 감성공학연구소\*\*

Emotion Engineering Research Center, E2Corporation

**Abstract** : Arousal level has been well defined by autonomic responses. However, entire emotion including both valence and arousal level is often questioned to be completely described by only autonomic responses. This study is to find the autonomic physiological parameters which were used emotion evaluation. 15 undergraduate students were asked to watch eight video clips from diverse movies and comedy shows for experiencing emotions. The subjectively experienced emotion were grouped by three factors. Two dimensional emotion model having the pleasant-unpleasant and arousal-non arousal factors were mapped with three physiological responses(GSR, PPG, SKT). The results may suggest that PPG and GSR may be used as arousal index while SKT may pleasant index. And the complex relation of physiological responses to emotional experiences are discussed.

**Key words** : autonomic responses, physiological responses, GSR, PPG, SKT

**요약** : 감성을 구성하는 중요한 요소인 각성은 자율신경계 반응으로 잘 측정될 수 있음이 보고되고 있다. 그러나 자율신경계 반응만으로 각성차원과 쾌차원으로 구성된 전체감성을 측정할 수 있을지는 의문이다. 본 연구는 자율신경계 반응으로 전체 감성을 평가할 수 있는지 그 생리적 변수는 무엇인지를 분석하였다. 15명의 대학생을 대상으로 실험 목적을 위하여 제작된 8개의 동영상으로 다양한 감성을 유발했으며 자율신경계의 대표적 생리신화인 맥파(PPG), 피부저항(GSR), 피부온도(SKT)를 측정하였다. 자극제시후 주관적 감성평가를 실시하였다. 주관적 감성경험은 크게 3가지 요인으로 구성된 것으로 확인되었으며, 그 중에서 2개의 요인과 생리적 지표를 대응시키는 방안이 탐색되었다. 그 결과, 생리적 지표는 신체적으로 흥분할수록 감성경험에 따라 더욱 분명한 차이를 드러내지만 흥분수준이 낮은 경우에는 생리적인 지표만으로는 감성경험을 예측하기 어려웠다. 흥분과 평온함을 제외한 다른 감성 요인은 생리적인 지표와 직접 대응이 쉽지 않은데, 이는 상관관계가 없어서가 아니라 모든 생리지표와 감성 간에 복합적인 관계가 있기 때문이었다. 특히 SKT는 흥분-평온함만을 반영하는 GSR, PPG와는

† 교신저자 : 황민철(상명대학교 미디어학부)

E-mail : whang@smu.ac.kr

TEL : 02-2287-5293, 019-386-5293

달리 불쾌-유쾌 경험과도 상관이 있는 것으로 나타났다. 따라서 SKT 지표와 불쾌-유쾌 감성 차원의 대응 가능성이 논의되었다.

주제어 : 자율신경계 반응, 감성, GSR, PPG, SKT, 2차원 감성모델

### 1. 서론

인간의 감성을 생리적 변수로 체계화하려는 학술적 노력이 활발하다. 생리적 반응은 중추신경계 반응과 자율신경계 반응에서 유발되는 생리반응에 의한 생체신호를 정의하려는 시도가 있어 왔다[6]. 생리 반응을 측정하기 위해 피부에 온갖 센서를 부착하여야 하는 불편함과 부담감을 갖게 한다. 특히 중추신경계 반응을 나타내는 뇌파는 머리에 센서를 부착하는 부담감을 가지게 한다. 안경이나 머리띠와 같은 측정 장치로 부담감을 최소화 하지만 머리에 센서를 부착하는 부담감은 여전히 존재한다. 측정 부담감을 최소화 하여 공학적 응용의미를 높일 수 있는 방법은 손이나 발에서 측정할 수 있는 자율신경계 반응이다[7]. 자율신경계 반응에서 측정할 수 있는 감성은 각성 차원과 쾌차원에서 정의할 수 있는 감정적 요소이다. 그림 1과 같이 Larson과 Diener[3]는 인간의 감성을 쾌-불쾌와 각성-이완의 2차원화하여 정의하였다. 각성의 정도와 쾌-불쾌 정도에 따라 4개의 감성 영역이 정의되어진다.

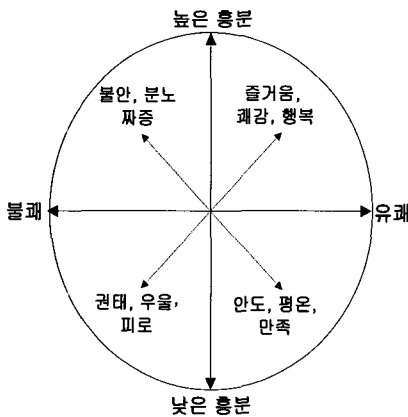


그림 1. Larson과 Diener의 감성모형(1992)

4개의 감성영역은 여러 개의 감정 요소로 구성되어 있다. 감정요소를 자율신경계 반응에 의한 생리 신호로 측정 평가하지만[4] 감성을 평가하는 시도는 미약하다. 2차원 영역인 감성을 생리적 반응으로 방법이 제안되어 연구되어 오고 있다[10]. 긍정적인 자극과 부정적인 자극에 의해 유발되는 생리적 각성의 패턴에는 차이가 작업수행 효율의 영향을 주고 있다[1]. 또한 황민철 등[10]은 연산·공포 자극을 이용한 이전 연구에서 자율신경계 반응의 생리적 지표와 특정한 감성 경험 간의 관계를 확인한 바 있다. 그러나 자율신경계 반응이 감성을 구성하는 차원 중에 각성차원뿐 아니라 쾌 차원까지 측정할 수 있는가에 대한 문제가 제기된다. 그러므로 본 연구는 자율신경계 반응을 이용한 2차원으로 구성된 다양한 감성을 평가를 할 수 있는지를 연구하였다.

### 2. 연구방법

본 연구에 참여된 피험자는 시각과 청각 장애가 없는 21~29세, 대학생이었으며 인원은 15명이었다. 본 연구에서 생리적 각성을 유발시키기 위해 사용된 자극은 여러 영화에서 본 연구 목적으로 제작된 동영상 크립(clip)이었다. 동영상은 모두 8개였으며, 각각은 코미디 프로그램(코미디하우스), 귀여운 울동을 하는 동요(올챙이와 개구리), 아이를 버려야 하는 어머니(AI), 숲의 풍광 속에서 펼쳐지는 대화(반지의 제왕), 급박한 추격전(반지의 제왕), 장렬한 죽음(반지의 제왕), 불쾌하고 기이한 경험(이 레이저 헤드), 정신지체 아버지와 딸의 대화(아이 엠 샘)을 담고 있었다. 이 동영상에 대한 주관적 감성을 평가한 결과 각각의 자극은 유쾌, 슬픔, 평온,

흥분, 혐오 정서를 유발하는 것으로 확인되었다. 각 자극은 2분 50초 내외의 상영시간으로 표준화하였다.

피험자가 위치하게 되는 피실험실은 방음이 되는 완전히 밀폐된 공간으로서 온도를 24-26℃로 조절하고, 조명은 동영상 관람 시에는 어둡게, 감성평가 지 응답 시에는 밝게 조절했다. 피험자의 자극제시 시에 영향을 주지 않도록 실험자는 실험실 외부에 위치하여 모니터와 스피커가 연결되어 있는 PC를 통해 자극제시와 정서 평가 척도 응답절차를 통제했다.

생체신호를 측정하기 위해 Biopac Tel100 system을 이용하였고, 측정된 생체신호는 피부온도(SKT ; skin temperature), 피부저항(GSR ; galvanic skin response), 맥파(PPG ; photo plethysmo graphy)이었다. 오른손으로는 감성평가에 응답해야 했으므로 측정위치는 SKT 센서는 왼손 중지 지골에, GSR 센서는 왼손 검지·약지 지골에, PPG 센서는 왼손 엄지 지골이었다. 생체 신호의 변화량은 AcqKnowledge Software를 이용하여 분석하였다. SKT는 단순회귀분석(linear-regression)을 통해서 추출된 기울기를 사용하였으며, GSR은 분석범위 안에서의 최대 고점(peak), PPG는 동영상 감성자극 제시기간 중 가장 변화량이 컸던 30초간의 진폭 평균을 추출하였다. 추출된 변수들은 각 축에 의한 정서 자극별로 쌍대 t-test를 실시하여 차이유무를 확인하였다.

감성 평가 척도는 유쾌-불쾌, 긴장-이완, 흥분-차분, 즐거움-우울, 안심-불안, 행복-분노, 만족-불만, 안정-스트레스, 기쁜-슬픈의 9가지 정서차원에 7점 척도로 응답하도록 구성되었다.

각 동영상 제시 전에는 생리적 평정을 되찾기 위한 단계로 1분씩을 제공했다. 생리적 지표가 정상인 것을 확인한 후에 동영상을 제시하였다. 동영상 자극제시와 감성평가 척도 응답제시는 Power Point 슬라이드로 진행되었으며, 실험자의 직접 지시는 없었다. 각 동영상 자극제시 직후 자신의 감성을 평가하도록 했다.

### 3. 분석

#### 3.1 주관적 감성지표의 체계화

주관적 감성지표를 체계화하기 위해 요인분석을 실시하였다. 최대우도 추출법(maximum likelihood)에 의해 추출된 요인을 직교회전(varimax rotation)에 의해 분석한 결과, 3개 요인이 추출되었다. 이 3개 요인은 전체 주관감성 척도 변량의 78.1%를 설명하는 것으로 나타났다(회전 후 누적설명변량).

표 1. 주관적 감성지표 요인분석 결과(괄호 안은 설명변량)

	감성요인 1 (39.6%)	감성요인 2 (26.6%)	감성요인 3 (16.6%)
만족-불만	0.907		
행복-분노	0.848		
안심-불안	0.798		
안정-스트레스	0.640		
기쁜-슬픈		0.996	
즐거움-우울		0.849	
유쾌-불쾌		0.739	
흥분-차분			0.992
긴장-이완			0.602

- \* Extraction Method : Maximum likelihood
- \* Rotation Method : Varimax with Kaiser Norm
- \* Rotation converged in 4 iterations

첫 번째 요인은 만족-불만, 행복-분노, 안심-불안, 안정-스트레스 척도를 포함하는 요인으로서 이 요인은 Larson과 Diener(1992)의 감성차원으로 명확히 분류되지 않는 감성요인이었다. 본 연구에서는 이를 만족감-좌절감 감성요인으로 대표 분류하였다.

두 번째 요인은 기쁜-슬픈, 즐거움-우울, 유쾌-불쾌 척도를 포함하고 있었는데, 이는 전체적으로 Larson과 Diener[3]가 분류한 유쾌-불쾌 차원에 해당되었다.

세 번째 요인은 흥분-차분, 긴장-이완 척도를 포함하였는데, 이는 Larson과 Diener[3] 모형에서는 각성수준 차원에 해당되는 것으로 해석되었다.

그러므로 Larson과 Diener[3]의 감성 두 차원에 만족감-좌절감 차원이 추가되었음을 알 수 있었다.

3.2 감성-생리지표 상관관계 분석 결과

표 2에서 제시된 바와 같이, 분석된 감성의 3가지 요인과 생리지표 간의 상관관계를 분석한 결과, 유의한 상관관계가 확인되었다. 구체적으로 만족-좌절 요인은 SKT, PPG와는 부적인 상관관, GSR과는 정적인 상관관계를 보였으며, 유쾌-불쾌 요인 역시 SKT, PPG와 부적 상관, GSR과는 정적인 상관을 보였다. 그러나 흥분수준 요인은 SKT와는 유의한 관계가 발견되지 않았으며, GSR과는 부적상관, PPG와는 정적 상관을 보였다. 이 결과에 의하면, GSR과 PPG는 흥분수준 요인을 직접 반영하는 지표로 사용할 수 있으며, SKT는 흥분수준 요인뿐만 아니라 유쾌-불쾌 감성요인을 반영하는 지표임을 알 수 있다.

표 2. 주관적 감성요인과 생리지표 간의 상관계수와 유의도

		SKT	GSR	PPG
만족-좌절 요인	상관계수	-0.263**	0.354**	-0.356**
	Sig.(2-tailed)	0.004	0.000	0.000
유쾌-불쾌 요인	상관계수	-0.247**	0.296**	-0.23*
	Sig.(2-tailed)	0.006	0.001	0.011
흥분수준 요인	상관계수	0.172	-0.351**	0.313**
	Sig.(2-tailed)	0.06	0.000	0.001

\*\* Correlation is significant at the 0.01 level(2-tailed).  
\* Correlation is significant at the 0.05 level(2-tailed).

3.3 자극에 따른 주관적 감성평가와 생리신호의 차이분석

자극에 따른 주관적 감성평가의 차이를 살펴보았다. 그 결과 모든 주관적 감성요인에서 자극에 따른 유의한 차이가 확인되었다. [만족-좌절 요인 : F(7, 119)=36.12, p<.001, 유쾌-불쾌 요인 : F(7, 119)=53.17, p<.001, 흥분수준 요인 : F(7, 119)=35.76, p<.001]

Duncan 방법에 의한 사후검증을 통해 유쾌-불쾌 요인에서 가장 큰 차이를 보인 자극과 흥분수준 요인에서 가장 큰 차이를 보인 자극을 기준으로 8개

동영상 자극을 분류했다.

그림 2와 같이, 감성 2차원 모델에서 제시된 차원에 대응하여 자극을 분류하였다. 그 결과, ① 가장 불쾌-흥분을 유발한 자극 1개, ② 가장 불쾌-이완을 유발한 자극 1개, ③ 가장 유쾌-이완을 유발한 자극 1개가 분류되었다. 그러나 유쾌-흥분을 유발하는 자극은 뚜렷하게 나타나지 않았다.

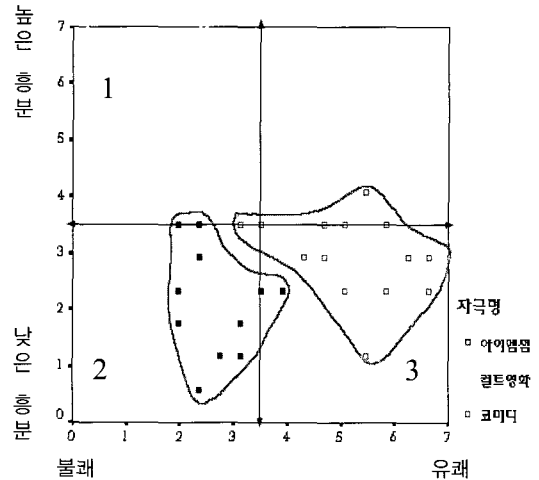


그림 2. 주관적 감성평가 요인에 따른 자극 분류

이렇게 분류된 3개 자극에 대한 감성생리신호의 차이를 확인하기 위해서 각 차원을 기준으로 쌍대 분석(T-test)을 실시하였다. 표 3에서 제시한 바와 같이, 동일한 불쾌 차원에서 ① 높은 흥분 대 ② 낮은 흥분 자극 간에는 GSR과 PPG 변수가 유의한 차이를 보였다. 반면에 동일한 낮은 흥분 차원에서 ② 불쾌 자극 대 ③ 유쾌 자극 간에는 유의한 생리적 지표의 차이가 발견되지 않았다. 그러나 ① 높은 흥분-불쾌 자극과 ③ 낮은 흥분-유쾌 자극 간에는 모든 생리 지표에서 유의한 차이가 발견되었다.

표 3. 주관적 감성차원에 따른 생리신호의 차이 검증결과

	①-②		②-③		①-③	
	t값	유의도	t값	유의도	t값	유의도
GSR	-4.098	0.001	-0.192	0.849	3.691	0.001
PPG	2.624	0.014	0.696	0.492	-2.353	0.027
SKT	1.764	0.089	-0.595	0.557	-2.338	0.033

### 4. 결론 및 논의

주관적 감성경험은 부분적으로 생리적 반응을 직접적으로 반영하는 것으로 나타났다. 특히 흥분상태와 이완상태의 차이는 생리적 반응과 주관적 감성경험에 모두 직접적으로 반영되었다. GSR과 PPG는 이 지표를 가장 잘 반영하는 지표임이 확인되었다. 이는 연산·공포자극을 사용한 이전 연구[10]에서도 확인된 바 있다. 그러나 유쾌-불쾌 상태의 차이는 보다 복합적으로 나타났다. 모든 생리지표가 이 차원과 상관관계를 보였으나, 실제 자극조건을 대비시켜 차이검증을 실시한 결과, 이완된 상태에서의 유쾌-불쾌 조건의 생리적 차이는 발견되지 않았다. 유감스럽게도, 본 연구에 사용된 자극 중에서 유쾌한 흥분을 유발했다고 인정될만한 자극이 없었기 때문에 흥분상태에서의 유쾌-불쾌 축의 비교는 할 수 없었다. 이를 종합하면 다음과 같은 결론을 내릴 수 있다.

- ① 생리적 지표는 신체적으로 흥분할수록 감성 경험에 따라 더욱 분명한 차이를 드러낸다. 역으로 흥분수준이 낮은 경우에는 생리적인 지표만으로는 감성경험을 예측하기 어렵다.
- ② 흥분과 평온함은 생리적인 지표와 가장 정확하게 대응되는 감성 요인이다. 다른 감성 요인은 대응이 쉽지 않은데, 이는 상관관계가 없어서가 아니라 모든 생리지표와 감성 간에 복합적인 관계가 있기 때문이다.
- ③ 그럼에도 불구하고, SKT 지표와 불쾌-유쾌 감성 간의 상관관계에 주목할 필요가 있다. SKT는 흥분-평온함만을 반영하는 GSR, PPG와는 달리 불쾌-유쾌 경험과도 상관이 있는 것으로 나타났다. 따라서 SKT 지표에서 흥분-평온함에 따른 변수를 제거할 수 있다면, 불쾌-유쾌 감성 차원의 추출이 가능할 수 있다.

그림 3은 Larson과 Diener[3]의 감성모형에 흥분-이완 축에는 GSR 지표를, 유쾌-불쾌 축에는 SKT

지표를 대입하여 이번 실험에 사용된 혐오자극(킬트영화)과 유쾌자극(코미디)에 대한 생리반응을 Mapping한 것이다. 그림에서 알 수 있듯이, 최소한 이 조건에서는 유쾌-불쾌 차원의 차이를 SKT가 적절히 반영하고 있다.

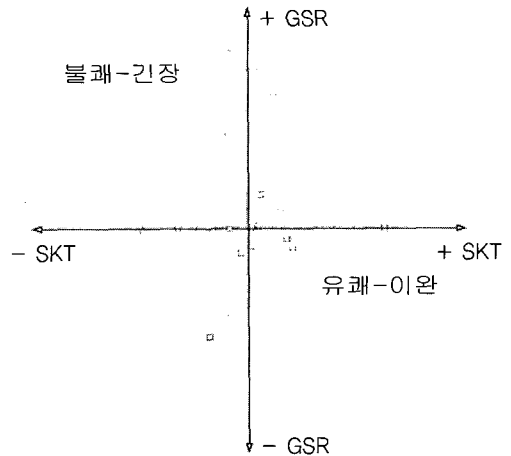


그림 3. 생리지표와 주관적 감성 경험의 대응모형

물론 이 두 자극 간에는 유쾌-불쾌의 차이뿐만 아니라 긴장-이완의 차이 역시 존재한다. 따라서 이 대응 모형은 보다 다양한 자극을 이용한 추후 연구에 의해 검증될 필요가 있다. 특히 본 연구에서는 흥분-유쾌 자극을 사용하지 못했지만, 흥분된 상태에서의 유쾌와 불쾌경험시의 생리적 차이를 확인할 수 있다면, 이 대응모형의 타당성에 대한 직접적인 검증이 가능할 것으로 기대된다.

### 참고문헌

- [1] Amster, H., & Wear, K. (2000). Emotionality of Context, Physical Arousal and Memory, Cognitive Neuroscience, San Francisco.
- [2] Palomba, D., Sarlo, M., Angrilli, A., Mini, A., & Stegagno, L. (2000). Cardiac responses associated with affective processing of unpleasant film stimuli, International Journal of

- Psychophysiology, 36, 45-57.
- [3] Larsen, R., Diener, E. (1992). Promises and Problems with the Circumplex Model of Emotion, In M.S. Clark, (Ed.), Review of personality and Social Psychology, 13: Emotion, Newbury Park, CA: Sage.
- [4] Backs, R. W., & Boucsein, W. (2000). Engineering Psychophysiology, Lawrence Erlbaum Associates (LEA), Mahwah, New Jersey.
- [5] Wear, K., & Amster, H. (2000). The Effect of Emotional Arousal on Memory for Verbal Material, Cognitive Neuroscience, San Francisco.
- [6] Whang, M.C., Lim, J.S., Boucsein, W. (2003). Preparing Computers for Affective Communication: Psychophysiological Concept and Preliminary Results, Human Factors, Vol 45, No. 4, 623-634.
- [7] Whang, M.C. (2004). The interactive systemic model of computer for affective communication. The 45th Annual Conference of Japan Ergonomics Society And Joint Symposium Ergonomics Society of Korea and Japan Ergonomics Society, 66-71.
- [8] Stemmler, G. (1989). The autonomic differentiation of emotions revisited: Convergent and discriminant validation. Psychophysiology, 26, 617-6
- [9] Isen, A. M. (1990). The influence of positive and negative affect on cognitive organization: Some implications for development. In N. L. Stein, B. Leventhal, and T. Trabasso (Eds.), Psychological and Biological Approaches to Emotion (pp. 75-94). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- [10] 황민철, 임좌상, 김혜진, 김세영 (2001). 각성의 유형이 생리반응에 미치는 영향. 한국감성과학회지, 4(2), 89-93.