

자율신경계 반응의 적응적 TDP(Time Dependent Parameters)

추출을 통한 감성 인식 개인화에 대한 연구

Research on individualizing emotion recognition by autonomic nervous response using adaptive TDP(Time Dependent Parameters)

김종화*, 황민철**, 우진철***, 김치중***, 김용우***, 김지혜***,
박영충****, 정광모****

* 상명대학교 뇌정보통신연구소, ** 상명대학교 디지털미디어학과,

*** 상명대학교 컴퓨터과학과, **** 전자부품연구원 지능형홈플랫폼연구센터

ABSTRACT

본 논문에서는 생리신호를 이용한 감성인식의 정확도를 높이기 위한 개인화 방안에 대해 연구하였다. 이전연구 결과인 TDP(Time Dependent Parameters)를 이용한 감성인식방법은 자율신경계 반응을 4 단계로 세분화 하여 감성인식의 정확도를 높일 수 있었다. 하지만 평균 정확도는 향상된 반면 개인별로 정확도의 개인차가 발생하였다. 본 연구는 개인차를 줄이기 위해서, 개인의 반응에 따라 감성인식을 위한 룰베이스가 변화하는 적응적 TDP 알고리즘을 개발하였다. 시각자극을 이용한 감성유발 실험결과를 분석하여 감성인식 개인차가 감소하였는지 확인하였다. 실험은 4 명을 대상으로 하였으며 한 명당 24 번의 시각 자극을 제시하여 96 개의 데이터가 수집되었다. 데이터는 자율신경계 반응과 주관적 감성을 측정하였다. TDP 를 이용한 분석과 적응적 TDP 분석방법으로 감성을 인식한 결과를 비교한 결과 평균 정확도는 증가하지 않았지만 전반적인 정확도 수준은 상승하는 것을 확인하였다. 그러므로 적응적 TDP 를 이용할 경우 개인차를 줄일 수 있다는 것을 확인하였다.

Keyword: Adaptive TDP, Autonomic Nervous Response, Emotion recognition

1. 서론

감성컴퓨터는 사람과 컴퓨터의 양방향 인터랙션을 가능하게 해 주기 때문에 다양한 연구가 이루어지고 있다. 감성컴퓨터가 사람의 감성을 이해하기 위해서는 감성인식기술이 필요하다. 감성인식기술은 다양한 방법이 존재하지만 주로 생리신호를 측정하여 감성을 판단하는 방법이 주로 사용된다. 감성인식에

사용되는 생리신호는 주로 맥파, 피부긴장도, 피부온도, 얼굴 근육의 움직임, 뇌파 등이 사용된다. 생리신호를 분석하는 방법은 연구에 따라 다양하게 이루어 졌다. 기존의 생리신호를 이용한 감성인식은 뇌파, 안면근전도, 그리고 자율신경계의 반응이 주로 분석되었다[1-7]. 이중 측정용이성이 뛰어나고 실시간으로 빠르게 분석이 가능한 자율신경계 측정을 통한 감성인식에 대한 연구가 활발하다.

최근에는 자율신경계 반응의 변화 정도를 분석하는 것이 아니라 반응의 형태까지 함께 분석하여 감성인식의 정확도를 높이기 위해, TDP(Time Dependent Parameters)에 대한 연구가 진행되었다[8]. TDP란 자극으로 인해 감성유발이 되어 자율신경계 반응이 발생했을 때, 자극시점을 기준으로 'Delay', 'Activation', 'Half Recovery', 'Full Recovery'로 구분하고 시간간격을 측정하는 것을 의미한다. 하지만 이전 연구에서 TDP의 정확도를 분석한 결과 개인차가 발생하였다.

본 논문에서는 감성인식의 개인차를 감소하기 위한 방안으로 적응적(Adaptive) 알고리즘을 적용한 적응적 TDP 알고리즘을 개발하고자 하였다. 적응적 알고리즘이란 하나의 고정된 기준값으로 상황을 판단하는 것이 아니라 과거에 측정된 데이터와 현재 측정하고 있는 데이터를 함께 분석하여 측정대상에 가장 적합한 기준값을 능동적으로 변경하는 알고리즘을 의미한다[9, 10].

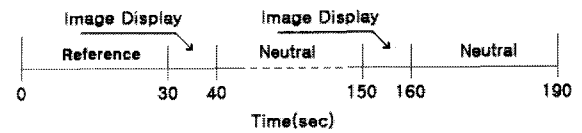
2. 연구방법

본 연구에서는 실시간으로 분석 가능한 적응적 TDP 알고리즘을 개발하였다. 그리고 TDP 알고리즘과 적응적 TDP 알고리즘의 감성인식 정확도를 비교하여 감성인식률 차이를 분석하여 적응적 TDP 알고리즘의 감성인식률에 대한 개인차 영향을 분석하였다. 분석을 위한 감성데이터는 감성유발 전후에 측정된 생리신호에서 분석한 감성과 주관적 감성간의 차이를 비교하였다.

2.1. 감성유발 실험

감성유발 실험은 시각에 문제가 없는 4명의 대학생(평균 26.5세)을 대상으로 하였다. 실험은 실험참여자에게 60cm 거리의 모니터를 주시하게 하고, 그림 1에 제시된 시간 간격으로 4장의 이미지를 제시하였다. 이 과정으로 한 명의

실험참여자당 6번을 반복하였으며 매 실험마다 다른 이미지를 무작위로 보여주었다. 생리신호의 수집은 자율신경계 반응을 측정하는 센서인 PPG(Photoplethysmogram), GSR(Galvanic Skin Response), SKT(Skin Temperature)를 이용하였으며, 주관적 감성은 4장의 이미지를 본 후 '긍정', '중립', '부정'으로 응답하게 하였다. 이를 통해 총 96개(6회 반복*4장의 이미지*4명의 피실험자)의 데이터를 수집하였다.



[그림 1] 이미지 제시 시간 간격

2.2. TDP 알고리즘

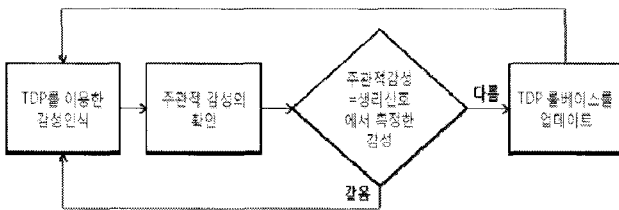
TDP를 이용하여 감성을 평가할 수 있는 룰베이스를 이전연구에서 구현하였다[8]. 이전연구에서는 시각자극을 통한 감성유발 실험을 통해 10명의 피실험자에게 주관적 응답과 자율신경계반응을 분석하였다. 그리고 주관적 응답과 자율신경계반응의 TDP 간에 ANOVA(Analysis of variance)를 수행하여 유의성을 나타내는 변수만을 선택하였다. 각 변수들의 평균반응시간에서 표준편차를 가감하여 룰베이스 모델을 개발하였다. 개발된 룰베이스의 감성인식 정확도는 64%~78%로 분석되었다.

2.3. 적응적 TDP 알고리즘

감성인식의 개인차를 감소시키기 위한 방법으로 적응적 알고리즘을 적용한 룰베이스 모델을 그림 2와 같이 개발하였다. 적용된 적응적 알고리즘은 과거 분석한 생리신호와 현재 분석된 생리신호 데이터를 바탕으로 현재 사용자에게 맞는 룰베이스를 즉각적으로 수정 가능하게 하였다.

개발된 적응적 TDP 알고리즘은 시스템 시작 시에는 앞서 개발한 TDP 룰베이스를 적용한다. 그리고 TDP 룰베이스로 인식한 감성과 주관적

감성과의 편차를 측정한다. 측정결과 차이가 발생하면, 발생한 개인차를 룰베이스에 적용하고 별도의 데이터베이스에 기록한다. 이 과정을 반복하여 개인에 적합하게 편차수정이 이루어지며, 수정된 정보는 감각변수 데이터베이스에 저장된다. 또한 저장된 감각변수를 이용하여 지속적으로 공통 룰베이스를 수정하여 최소한의 수정만으로 개인화가 가능한 공통 룰베이스 모델을 개발할 수 있었다.



[그림 2] 개인화를 위한 적응적 TDP 알고리즘

3. 분석 및 결과

주관적 응답에서 감성을 느낀 이미지들에 대해 룰베이스를 이용하였을 때의 감성인식 정확도를 표 1, 2 와 같이 분석하였다. 표에서 제시된 감성인식 정확도는 식 1 과 같이 부정감성과 긍정감성의 분석결과의 합인 TDP 에 의해 인식된 감성의 수를 주관적 감성응답의 수로 나누었다.

$$\text{감성인식정확도} = \frac{\text{TDP 에 의해 인식된 감성의 수}}{\text{주관적 감성응답 수}} * 100 \quad (1)$$

표에 제시된 바와 같이 적응적 알고리즘을 적용한 경우 적용하지 않은 분석결과와 비교하여 정확도가 낮게 나온 피실험자 B 와 D 에서 정확도가 증가하였다. 하지만 피실험자 C 의 경우 정확도의 변화가 없었으며, 가장 정확도가 높게 나왔던 피실험자 A 의 경우 정확도가 감소하였다. 피실험자별로 경향을 제시하기 위해 그림 2 와 같이 그래프로 분석하였다. 그림 2 에 나타난 바와 같이 적응적 TDP 를 적용할 경우 피실험자 A 의 경우 정확도가 감소하였고, C 의 경우 TDP 의 적용과 차이가 없었다. 하지만 B 와 D 의

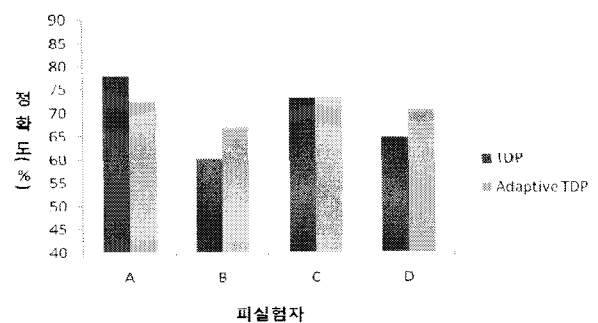
경우 정확도가 증가하였다. 이는 TDP 분석에 이용된 룰베이스가 A 에 가장 적합한 것이었으며, 개인화를 할 경우 오차 발생으로 인한 룰베이스의 업데이트의 결과로 정확도의 감소가 발생한 것으로 보인다. 이는 일정기간의 룰베이스의 학습과정이 지나면 초기의 정확도 수준으로 증가할 것으로 예상된다. 그리고 TDP 를 적용하면 개인별로 정확도에 차이가 발생하는 것과 달리 적응적 TDP 를 적용할 경우 정확도의 개인차가 줄어들어 든다는 점을 추가로 발견하였다.

[표 1] TDP 를 이용한 인식의 정확도

피 험 자	부정감성		긍정감성		감성 인식 정확도
	주관적 감성	인식한 감성	주관적 감성	인식한 감성	
A	8	7	10	7	77.80%
B	6	3	9	6	60.00%
C	7	4	8	7	73.30%
D	8	6	9	5	64.70%

[표 2] 적응적 TDP 를 이용한 인식의 정확도

피 험 자	부정감성		긍정감성		감성 인식 정확도
	주관적 감성	인식한 감성	주관적 감성	인식한 감성	
A	8	6	10	7	72.20%
B	6	4	9	6	66.70%
C	7	4	8	7	73.30%
D	8	6	9	6	70.60%



[그림 3] 개인화를 위한 적응적 TDP 알고리즘

4. 결론 및 토론

감성컴퓨터의 기반 기술로 생리신호를 이용한 감성인식방법에 대한 연구가 다양하게 이루어져 왔다. 본 연구에서는 자율신경계 반응을 이용하여 감성을 인식 할 때의 정확도를 향상시키기 위해 적응적 알고리즘을 이용하였다. 본 연구에서 개발된 적응적 TDP 알고리즘은 기존에 이용하던 TDP 알고리즘의 개인차 문제를 해결하는 감성인식 기술로 분석되었다. 그리고 이미지를 사용한 ‘긍정’, ‘부정’ 감성 유발 실험을 통해 수집한 자율신경계 반응(맥파, 피부긴장도, 피부온도)과 주관적 감성을 수집하였다. 그리고 TDP 알고리즘과 적응적 알고리즘으로 각각 분석하여 감성인식 정확도를 측정하였다. 그 결과 정확도가 높았던 두 명의 피실험자(A, C)는 정확도가 일부 감소하거나 그대로 유지되었으며, 정확도가 낮았던 두 명의 피실험자(B, D)는 다른 두명과 비슷한 수준으로 상승되었다. 그러므로 적응적 TDP 알고리즘은 기존의 TDP 알고리즘을 사용할 때의 문제점인 감성인식의 개인차를 감소시킬 수 있었다. 향후 감성인식의 개인차뿐만 아니라 PCA (Principal Component Analysis)와 같은 신호처리 방법을 적용하여 감성인식 정확도도 향상된 적응적 TDP 알고리즘을 개발하고자 한다.

감사의 글

본 연구는 “센싱기반 감성서비스 모바일 단말기술개발” 과제에서 지원받았음

참고문헌

- [1] A. Krombholz, F. Schaefer, W. Boucsein(2007). *Modification of N170 by different emotional expression of schematic faces, Biological Psychology.* 76, 156-162.
- [2] C. E. Izard, J. A. A. Abe(2004). *Developmental Changes in Facial Expressions of Emotions in the Strange Situation During the Second Year of Life, Emotion.* 4, 251 -265.
- [3] M. Whang(2008). *The emotional computer adaptive to human emotion, Phillips Research: Probing Experience.,* 8, 209-219.
- [4] 김종화, 황민철, 우진철, 김종서, 최원민, 윤중삼, 황병철, *White Noise* 를 혼합한 음향의 이완효과에 관한 연구, 2008 추계 통합 감성 국제학술대회 2008.
- [5] 황민철, 장근영, 김세영(2004). *자율신경계 반응에 의한 감성평가 연구, 한국감성과학회지.* 7, 51~56.
- [6] W. Boucsein, *Electrodermal Activity*, Plenum Press, New York, 1992.
- [7] M. Whang, J. Lim, W. Boucsein(2003). *Preparing computers for affective communication: a psychophysiological concept and preliminary results., The Journal of the Human Factors and Ergonomics.* 45, 623~634.
- [8] J. Kim, M. Whang, J. Kim, J. Woo(2008). *The study on emotion recognition by time-dependent parameters of autonomic nervous response, Korean Journal of the science of emotion & Sensibility.* 11, 637-644.
- [9] L. Silvert, S. Delplanque, H. Bouwalerh, C. Verpoort, H. Sequeira(2004). *Autonomic responding to aversive words without conscious valence discrimination, International Journal of Psychophysiology.* 53, 135-145.
- [10] C. Zhang, C.-X. Zheng, X.-L. Yu(2009). *Automatic recognition of cognitive fatigue from physiological indices by using wavelet packet transform and kernel learning algorithms, Expert Systems with Applications.* 36, 4664-4671.