

## 다양한 외부 자극에 따른 생체 정보 변화와 감정 분류 연구 동향

김기환<sup>1</sup>, 이훈재<sup>2</sup>, 이영실<sup>2</sup>, 김태용<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>동서대학교 일반대학원 컴퓨터공학과, <sup>2</sup>동서대학교 소프트웨어융합대학 컴퓨터공학부

### Research trends on Biometric information change and emotion classification in relation to various external stimulus

Ki-Hwan Kim<sup>1</sup>, Hoon-Jae Lee<sup>2</sup>, Young Sil Lee<sup>2</sup>, Tae Yong Kim<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Computer Engineering, Dongseo University Graduate School

<sup>2</sup>Div. of Computer Engineering, College of Software Convergence, Dongseo University

**요약** 현대인들은 불안정한 소득과 타인과의 갈등 등 다양한 요소로 인하여 정신건강 관리가 필요하다는 주장이 있다. 최근에는 웨어러블 장비에 심전도(Electrocardiogram, ECG)를 측정할 수 있는 장비가 보급되고 있으며, 해외의 경우 의학적 보조수단으로 활용된 사례를 볼 수 있다[14]. 이와 같은 기능을 활용하는 것으로 대표적인 감정(기쁨, 슬픔, 분노 등)을 객관적인 수치로 구별하는 연구들이 진행되고 있다. 그러나 대부분의 연구는 제한적인 환경에서 복잡한 생체 신호를 수집하는 것으로 정확도를 높이고 있다. 따라서 각각의 자극에 대한 생체 정보의 변화와 판별에 가장 많은 영향을 미친 요소를 살펴본다.

• 주제어 : 웨어러블 장비, ECG, EEG, 감정

**Abstract** Modern people argue that mental health care is necessary because of various factors such as unstable income and conflict with others. Recently, equipments capable of measuring electrocardiogram (ECG) in wearable equipment have been widely used. In the case of overseas, it can be seen as a medical assistant [14]. By using such functions, studies are being conducted to distinguish representative emotions (joy, sadness, anger, etc.) with objective values. However, most studies are increasing accuracy by collecting complex bio-signals in a limited environment. Therefore, we examine the factors that have the greatest influence on the change and discrimination of biometric information on each stimulus.

• Key Words : Wearable devices, ECG, EEG, Emotion

Received 08 January 2019, Revised 25 March 2019, Accepted 31 March 2019

\* Corresponding Author Tae-Yong Kim, Division of Computer Engineering, Dongseo University, 47, Jurye-ro, Sasang-gu, Busan, Korea.  
E-mail: tykimw2k@dongseo.ac.kr

## I. 서론

최근에는 1인 가구의 증가로 일과 삶의 균형을 선호하는 사람들이 늘어나고 있다. 그러나 1인 가구의 증가가 사회적으로 정신건강 문제에 더 많은 관심을 가져야함을 주장하고 있다[1]. 그러나 국내의 경우 워라벨 세대는 불안정저소득이 정신적 불안을 생성하는 정신적 건강이 물질적 풍요로움과 비례되는 현상으로 조사되었다[2]. 이에 의식에 대한 대다수 심리학자들은 의식을 “실행” 결정과 ‘감정 표현’ 시스템에 영향을 미치는, 입력된 감각에서 나오는 “전역 방송”이라고 한다[3]. 따라서 인지과학에서 자의식과 의식은 수치상 정의 가능한 영역으로 바라보고 있다. 이와 같은 정의를 바탕으로 생체 정보를 활용하여 사람의 감정을 판별하는 연구가 활발하게 진행되고 있으며, 몇몇 연구에서는 웨어러블 장비를 통해 심리상태를 판별을 시도하였다[15-18].

본 논문에서는 시각, 청각, 촉각 등 다양한 외부 자극에 사람의 생체 정보 변화를 분석한 논문을 비교한다. 또한 각각의 서로 다른 연구방식에서 감정 판별에 가장 많은 영향력을 준 요소와 서로 다른 논문들에서 발견할 수 있는 공통점을 확인한다.

## II. 관련연구

### 2.1 심리 자각의 정의

자각 능력은 타인의 마음을 읽는 이 불완전한 능력을 그저 자기 자신에게 적용하는 것이며, 대표적인 근거로 데카르트의 철학을 말한다[4]. 현대에는 자의식을 인지과학으로 “우리가 다른 사람들의 행동과 계획을 파악하는 데 사용하는 감각 정보만으로 이루어지는 것”이라 정의하며, 구체적으로 의식과 정보를 기억하고 관리할 수 있는 능력이 “마음에 떠오르기 직전” 다양한 많은 대상 중에 발생하는 손실과 이득을 계산하고 결정하는 심상과 마음의 소리를 통한 과정임을 말하고 있다[4]. 즉, 심리 상태는 수치적으로 표현이 가능하며, 본인이 인지하는 상태와 항상 같을 수는 없다는 유추를 할 수 있다.

### 2.2 ECG를 이용한 감정에측 모형 종류

심박변이도(Heart Rate Variability, HRV) 검사는 체

내 자율신경계의 활성도를 측정할 수 있는 비침습적 검사 방법이다. 심박변이도를 측정하는 방법은 심전도(ECG) 혹은 광혈류 측정계(Photo PlethysmoGraph, PPG)를 사용하여 시간 영역 분석(Time Domain Analysis)과 주파수 영역 분석(Frequency Domain Analysis)으로 나누어 Kubios를 사용하여 계산한다[12]. [표 1]을 통해 각 영역별로 대표적인 요소로 분류하였다.

Table 1. HRVs[12]

Domain	Input variable
Time Domain Analysis	SDNN
	RMSSD
Frequency Domain Analysis	HF
	LF
	VLF
	LF/HF
	Total Power

시간 영역 지표는 전체 심박변이를 확인에는 심장박동 간격의 표준편차(standard deviation of NN, SDNN), 단시간에 인접한 심장박동 간격 차이로 평균 편차(root mean square of successive differences, RMSSD)를 사용하여 분석할 수 있다[13]. 주파수 영역 지표는 교감신경 혹은 부교감신경 조절여부를 HF(High frequency band), LF(Low frequency band), VLF(Very low frequency band), LF/HF, Total Power 등을 통해 확인할 수 있다.

## III. 서로 다른 자극에 대한 분류

영상, 시각, 청각, 촉각 등의 자극들은 서로 다른 신호이며, 이에 대한 생체반응도 완벽하게 일치 할 수는 없다. 이에 생체 신호를 사용하여 감정 분류를 시도한 논문들을 비교해 보았다.

### 3.1 영상에 대한 심리 측정

최진영, 김형신 논문은 기쁨, 슬픔, 짜증, 평온의 감정의 키워드를 가진 YouTube 동영상 9명의 실험자들에게 시청시키고 광혈류측정기(PPG; Photo Plethysmo Graphy)센서로 심박변이도(HRV; Heart rate Variability)

를 연속으로 기록하여 영상에 대한 몰입 정도와 감정 변화를 주관적 문항으로 이루어진 설문지로 확인하였다[5]. 해당 논문의 실험은 주파수 영역의 심박변이도 분석 방법을 활용하였다.

실험 결과 [그림 1]과 같이 심박 수에 따른 변화를 활용하여 감정을 구분하거나 [그림 2]와 같이 교감신경과 부교감신경의 활성도를 VLF, LF, HF의 주파수 영역을 평가하여 감정에 따른 판별하였다. 논문의 결론에서는 PPG 센서에 의존하면 복합적인 감정을 명확하게 판단하지 못하지만 사용자 상황 정보 및 기타 생체 데이터를 사용하면 신뢰도 및 정확도 향상이 가능할 것이라 보았다.

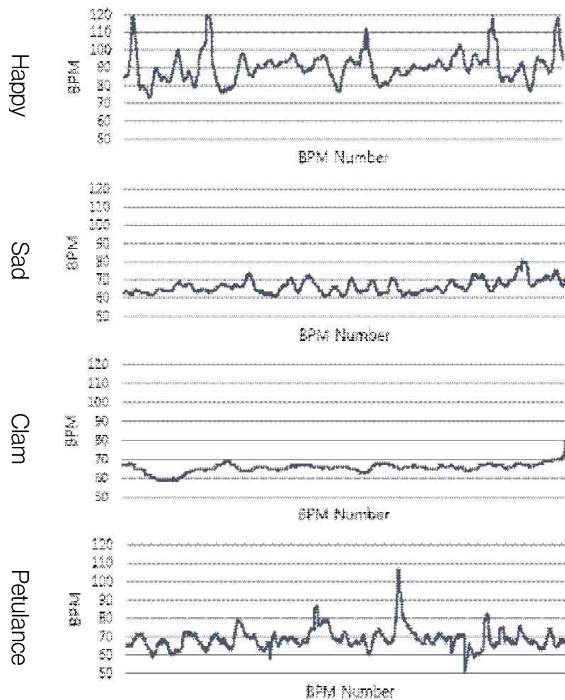


Fig. 1. Heart rate variability[5]

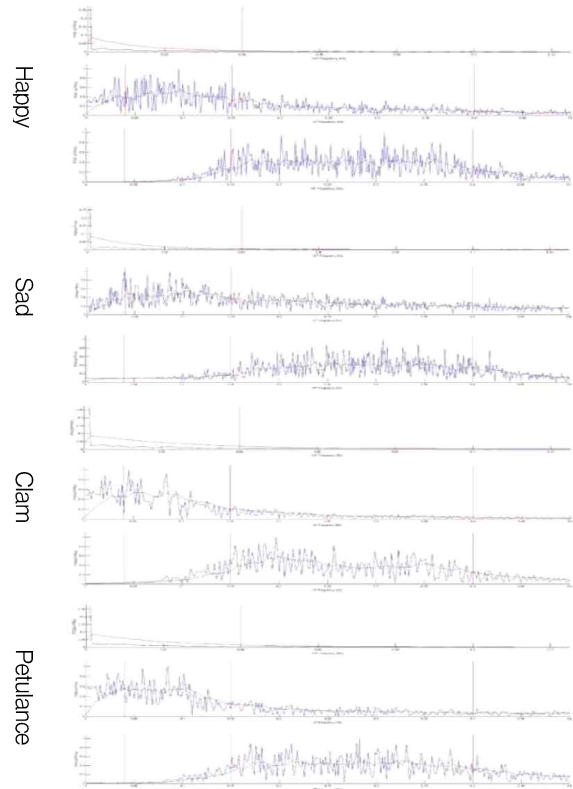


Fig. 2. PSD for VLF, LF, HF[5]

### 3.2 청각에 대한 심리 측정

박성수, 이진창 논문은 긍정 혹은 부정적인 성향을 가진 6분가량의 192k BPS 클래식 음악을 50명에게 감상시키고 ECG 데이터를 인공지능 모델에 학습시켜 심박변이도 입력 변수에 대한 상대적인 중요도를 측정하였다[6]. 그 결과 [표 2]처럼 MeanRR(심장박동 최고치(R peak) 사이 간격의 평균값), SDNN, RMSSD 순으로 나타났다.

Table 2. Relative importance of input HRVs[6]

Input variable	Relative importance(%)
MeanRR	35.6%
SDNN	20.4%
RMSSD	15.6%
HF(%)	4.8%
LF/HF	4.2%
VLF(%)	4.1%
LF(%)	3.6%
Total Power	3.4%
VLF	3.2%
HF	3.0%
LF	2.1%

### 3.3 시각에 대한 심리 측정

박상선 외 3명의 논문은 특정 장소의 사진을 보여주면서 10초간 해당 사진을 설명을 하고 3분간 사진에 대한 스토리텔링을 말하는 것으로 평가를 5점 척도에 의해 평가하였다[7].



Fig. 3. Experiment of figure(a) and device(b)

해당 논문의 실험은 BPM 정보를 [표 3]처럼 수집 이에 대한 상세 정보로 [그림 4]를 볼 수 있다. 그러나 [그림 4]의 감정 변화와 생체 정보의 불일치성을 확인할 수 있다.

Table 3. The estimated total emotion data result value[7]

Picture	HRV	Verbal	Emotion Value	Inferred Emotion	Survey Emotion
Gyeongbokgung Palace	4.50	2.50	3.50	Neutral	Neutral

해당 연구 결과의 상세 정보를 살펴보면 시간 흐름에 따른 BPM과 언어 가중치를 혼합하여 감정 분류를 간소화하였으나 ECG, EEG 등의 정보를 활용한 감정 분류 모델보다 정확도가 떨어진다고 명시하였다.

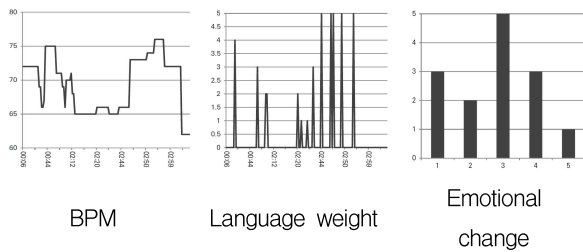


Fig. 4. Experimental results over time[7]

### 3.4 온도에 따른 생체 신호 심리상태 감지

김민수 외. 논문은 운전자가 겨울 온선시트 난방모드와 온풍난방 모드를 [그림 5]처럼 매 10분마다 운전자의 안면부를 열화상 카메라로 촬영하여 주관적인 심리 의견과 EEG, ECG를 활용한 객관적인 생리 반응을 연구하였다[8]. 해당 실험에서 생체 신호는 ECG는 RR 간격 변화량을 이용하여 LR/HF변화량을 측정하고 EEG는 알파파, 베타파의 변화량을 측정하였다.

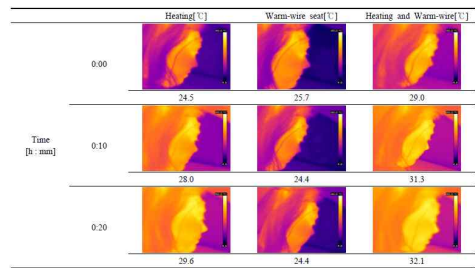


Fig. 5. Thermal image in case of heating[8]

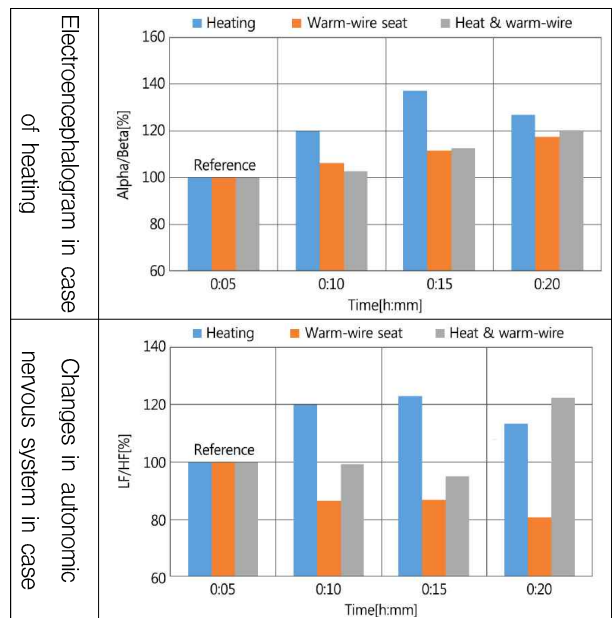


Fig. 6. each of experiments data[8]

연구 결과 [그림 6]과 같이 대부분의 실험자가 온열감에 대한 생리적 반응이 ECG, EEG에서 일치하는 현상이 나타나고 대부분의 실험자들이 건조함에 따른 불편감이 관측되었다. 이를 통하여 온도변화에 따른 스트레스 변화량을 확인할 수 있었다.

#### IV. 결론 및 고찰

[표 4]를 통해 각각의 자극에 대한 생체 정보 종류와 감정 확인 기준에 대하여 가장 영향력이 큰 성분을 나열해 보았다. 대부분의 실험에서 공통적으로 결과에 영향을 준 요소는 LF, HF로 교감신경 혹은 부교감신경 활성화에 따른 감정변화가 뚜렷하게 표현되었다고 하였다. 그러나 단일 요소로는 정확한 분별이 어려웠으며, 이를 보완하기 위하여 핵심적으로 사용된 정보가 Mean RR 혹은 Language weight이다. 즉, 단일 요소보다 복합 요소를 사용하는 것이 높은 확률의 정확도를 가지고 있다는 것이다. 그러나 만약 스마트 밴드와 같은 웨어러블 장비와 같은 제한된 생체 정보를 사용하여 감정 상태를 구분하려면 지금까지의 논문을 기준으로 볼 때 음성 정보에서 단어 빈도를 사용하거나 ECG의 주파수 성분을 활용하는 방법이 효과적일 것으로 추측된다.

Table 4. Feature comparison for each experiment

Case	Time domain	Frequency domain	Emotional check	Influential parameters
Video	BPM	VLF, LF, HF	Divided category	LF, HF
Music	MeanRR, SDNN, RMSSD	VLF, LF, HF, LF/HF, Total Power	Divided category	Mean RR
Figure	BPM, Language weight	-	speaks feelings	Language weight
Temperature	RR-interval	LF/HF, Alfa/Bata signal	speaks feelings	LR/HF

현재 웨어러블 장비를 활용하여 국제적 고급 의료서비스와 도시화에 따른 주거, 에너지 및 환경오염 등의 기초자료 연구가 진행되고 있다[9-11]. 국내에서도 사물 인터넷 기반 스마트시티 서비스 주요 현황 및 사례로 스마트 가로등, 스마트 교통정보, 스마트 파킹, 스

마트 쓰레기통, 스마트 방역서비스 등의 공공이익 서비스와 실증지원센터와 커뮤니티 활성화 등의 직업 및 생활증진 서비스를 지원하고 있다. 향후에는 AI, 클라우드를 활용하는 융합기술을 통해 사회적 문제 해결 및 맞춤형 일자리 창출 등 생활 증진에 많은 도움이 될 것이라 생각된다.

#### ACKNOWLEDGMENTS

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education (grant number: 2018R1C1B5043135), and it also supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education, Science and Technology (grant number: NRF-2016R1D1A1B01011908).

#### REFERENCES

- [1] 이현민, & 김옥진. (2018). 일인가구의 대인관계와 삶의 만족 및 우울의 구조적 관계. *Korean Journal of Social Welfare Studies*, 49(3), pp. 147-177.
- [2] Min, Kyungsun. (2018, Aug). Leisure and Life Satisfaction among the Work-Life Balance Generation. *Journal of the Korean society for Wellness*. 13(3), pp. 377-388.
- [3] Lee, Kyung-Hee. (2012, May). The Problem of Pain and Hunger in Descartes's Moral Theory - From Metaphysics of Mind to Moral Philosophy of Human beings. *Philosophical Investigation*. 31, pp. 33-54. Available : <http://www.dbpia.co.kr/Article/NODE01941264>
- [4] Alex Rosenberg. (2016, July). Why You Don't Know Your Own Mind. *The New Work Times*. Available : <https://www.nytimes.com/2016/07/18/opinion/why-you-dont-know-your-own-mind.html>
- [5] Jin-young Choi, Hyung-shin Kim. "Study on Heart Rate Variability and PSD Analysis of PPG Data for Emotion Recognition," *Journal of Digital Contents Society*, Vol.19, No.1, pp.103-112, Jan, 2018

- [6] Sung Soo Park, Kun Chang Lee. (2018). Analysis of the Relative Importance of HRV Metrics to Predict Emotion by Using Valence-Arousal Driven Neural Network. The Journal of Korean Institute of Information Technology, 16(4), 1-9.
- [7] Sangsun Park, Dongnyeok Jeung, Geeyoung Noh, Jundong Cho. (2014). A study on the human emotion infer in meaningful place using HRV signal and text mapping. 한국HCI학회 학술대회, , 253-260.
- [8] Min Soo Kim, Jong Soo Kum, Jong Il Park, Dong Gyu Kim, "Research on the Thermal Comfort Heating Mode Considering Psychological and Physiological Response of Automobile Drivers," Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 30, No. 3, pp. 149-157, Mar, 2018.
- [9] 김선중. (2017). 국내종합병원의 해외원격의료 활성화 요인에 관한 사례연구 (Doctoral dissertation, 서울대학교 대학원).
- [10] Patel, V., Mishra, P., & Patni, J. C. (2018, June). PsyHeal: An Approach to Remote Mental Health Monitoring System. In 2018 International Conference on Advances in Computing and Communication Engineering (ICACCE) (pp. 384-393).
- [11] UN Department of Economic and Social Affairs, "World Urbanization Prospects The 2014 Revision", pp. 7, (2014).
- [12] Tarvainen, M. P., Niskanen, J., Lipponen, J. A., Ranta-aho, P. O., & Karjalainen, P. A. (2014). Kubios HRV - heart rate variability analysis software doi:https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2013.07.024
- [13] Park, K., & Jeong, H. (2014). Assessing methods of heart rate variability. Korean J Clin Neurophysiol, 16(2), 49-54.
- [14] Malcolm Owen, "ECG feature in Apple Watch is already saving lives", appleinsider, Dec, 07, 2018. URL : https://appleinsider.com/articles/18/12/07/ecg-feature-in-apple-watch-is-already-saving-lives
- [15] Das, Priyanka, Anwasha Khasnobish, and D. N. Tibarewala. "Emotion recognition employing ECG and GSR signals as markers of ANS." 2016 Conference on Advances in Signal Processing (CASP). IEEE, 2016.
- [16] Shin, Dongmin, Dongil Shin, and Dongkyoo Shin. "Development of emotion recognition interface using complex EEG/ECG bio-signal for interactive contents." Multimedia Tools and Applications 76.9 (2017): 11449-11470.
- [17] Al-Galal, Sabaa Ahmed Yahya, Imad Fakhri Taha Alshaikhli, and Abdul Wahab Bin Abdul Rahman. "Automatic emotion recognition based on EEG and ECG signals while listening to quranic recitation compared with listening to music." 2016 6th International Conference on Information and Communication Technology for The Muslim World (ICT4M). IEEE, 2016.
- [18] Feng, Huanghao, Hosein M. Golshan, and Mohammad H. Mahoor. "A wavelet-based approach to emotion classification using EDA signals." Expert Systems with Applications 112 (2018): 77-86.

---

## 저자 소개

---

### 김 기 환 (Ki-Hwan Kim)



2015년 2월 : 동서대학교  
컴퓨터공학과(공학사)  
2017년 2월 : 동서대학교  
유비쿼터스 IT학과(공학석사)  
2017년 3월~현재 : 동서대학교  
컴퓨터공학과(박사과정중)  
관심분야 : 암호학, IoT, AI

### 이 훈 재 (Hoon-Jae Lee)



1985년 2월 : 경북대학교  
전기공학과(공학사)  
1987년 2월 : 경북대학교  
전기공학과(공학석사)  
1998년 2월 : 경북대학교  
전기공학과(공학박사)  
2002년 2월~현재 : 동서대학교  
컴퓨터공학과 교수

관심분야 : 정보 보안, 암호, 네트워크

이 영 실 (Young Sil Lee)



2006년 2월 : 동서대학교  
정보네트워크학과(공학사)  
2010년 8월 : 동서대학교  
유비쿼터스 IT학과(공학석사)  
2015년 8월 : 동서대학교  
유비쿼터스 IT학과(공학박사)  
2017년 4월~현재 : 동서대학교  
컴퓨터공학과 교수

관심분야 : 정보보안, 암호학, 네트워크, 헬스케어

김 태 용 (Tae Yong Kim)



1993년 2월 : 부경대학교  
전자공학과(공학사)  
2001년 3월 : 오카야마대학  
자연과학연구과(공학박사)  
2002년 3월~현재 : 동서대학교  
컴퓨터공학부 교수  
관심분야 : 무선통신 응용 및 보안,  
신호처리, 홀로그램, 가상현실