

영상기반 심박변이도 분석 기술을 활용한 힐링 콘텐츠 평가

류문욱*, 이준성, 심광현
한국전자통신연구원

*moonwook@etri.re.kr, jslee0708@etri.re.kr, shimkh@etri.re.kr

Healing contents evaluation using video-based heart rate variability analysis

Moonwook Ryu*, Jun Seong Lee, Kwanghyun Shim

요 약

COVID-19 대유행으로 많은 국민들이 스트레스를 호소하고 있으며, 이에 따라 스트레스를 완화하기 위한 힐링 콘텐츠들이 소개되고 있다. 하지만 접촉식 센서에 기반한 힐링 콘텐츠의 효과성 검증은 센싱의 거부감과 긴장감으로 정확한 측정이 어려운 상황이다. 이를 해결하기 위해 본 논문은 영상기반 심박변이도 분석 기술을 활용하여 콘텐츠 체험 전/후의 스트레스를 평가하는 방법을 제안한다.

I. 서 론

전세계적인 COVID-19 대유행으로 정부는 강화된 사회적 거리두기를 실시하고 있으며, 격리 대상자 뿐만 아니라 국민들도 고립, 외출 자제 등 사회생활이 제한되었고, 사회적 격리 기간이 연장되며 우울감이나 무기력증을 호소하는 국민들이 증가하고 있다.[1] 이에 따라 COVID-19 스트레스를 완화하기 위한 콘텐츠들이 개발되고 있으며, 그 효과성을 설문 분석을 통해 검증하는 연구들이 진행되고 있다.[2]

일반적으로 객관적인 스트레스 평가를 위하여, 코티졸 호르몬, 피부전도도(GSR: galvanic skin respsns), 심박변이도(HRV: Heart Rate Variability)와 같은 생체신호들이 활용되고 있으며, 특히 심박변이도는 스트레스로 인해 유발되는 자율신경계의 변화(교감신경과 부교감신경의 활성도)를 측정할 수 있어 스트레스 평가도구로 많이 활용 되고 있다.[3] 하지만 접촉식 센서 부착 및 측정에 대한 거부감으로 사용자의 생리적·심리적 반응이 평상시와 다른 결과를 나타낼 수 있어, 스트레스 완화 콘텐츠 평가를 위해서는 좀더 자연스러운 측정 방법이 필요하다.

최근 영상을 기반으로 심박수 및 심박변이도를 측정하는 기술들이 연구되고 있다. 웹캠(webcam)과 같은 일반 카메라로 사용자의 얼굴을 획득한 후, 심장 박동에 의해 변화하는 얼굴 혈색 정보로부터 사용자의 심박(Heart Rate) 신호를 획득[4] 할 수 있으며, 이를 기반으로 심박변이도 까지 추정하는 연구들이 발표되고 있다.[5]

본 논문에서는 영상기반 심박변이도 측정 기술을 활용하여, 자연스럽게 스트레스 완화 콘텐츠의 효과를 검증할 수 있는 방법을 제안한다.

II. 본론

그림 1 은 본 논문에서 제안하는 영상기반 심박변이도 분석 기술을 활용한 힐링 콘텐츠 구성도이다. 힐링 콘텐츠는 기본적인 심리안정과정에 따라, "기본 안정화-긍정성 증진" 과정으로 구성되어 있으며, 사용자의

심리상태를 분석하기 위해 힐링 콘텐츠 체험 전/후 과정에서 영상 기반 심박변이도를 측정하였다.



그림 1. 영상 심박변이도 분석 기술 기반 힐링 콘텐츠 구성

스트레스 평가는 사회심리학적 측정도구를 이용하는 심리적 방법, 스트레스의 원인이 되는 요소를 지표로 평가하는 환경적 방법, 스트레스로 인해 변화하는 생체신호를 측정하는 생체적 방법들을 활용하고 있다. 특히, 생체적 방법 중 심박변이도는 자율신경계의 교감신경과 부교감신경의 활성정도를 분석할 수 있으며, 일반적으로 스트레스 상황인 경우 심박변이도는 규칙적이며 일정한 형태를 나타내며, 안정 상태인 경우 불규칙하고 복잡한 형태로 나타난다. 때문에 심박변이도는 손쉽게 객관적인 스트레스 정도를 파악할 수 있어 다양한 스트레스 분석 연구에서 많이 활용되고 있다.[6]

심박변이도는 심박 사이의 피크 간격(RR-Interval)으로 측정할 수 있으며, 시간 영역에서는 스트레스에 대한 생리적 회복탄력성을 반영하는 SDNN(Standard Deviation of the NN interval), 부교감신경계의 활성도를 반영하는 RMSSD(the square Root of the Mean Squared Differences of successive NN interval) 를 분석할 수 있으며, 주파수 영역에서는 부교감신경계 활성도를 볼 수 있는 HF(High Frequency, 0.15~0.4Hz) 장기 측정에서 교감신경계의 활성도를 볼 수 있는 LF(Low Frequency, 0.04~0.15Hz), 자율신경계의 전체적인 균형 정도를 볼 수 있는 LF/HF 비(LF/HF ratio)를 분석할 수 있다. [7]

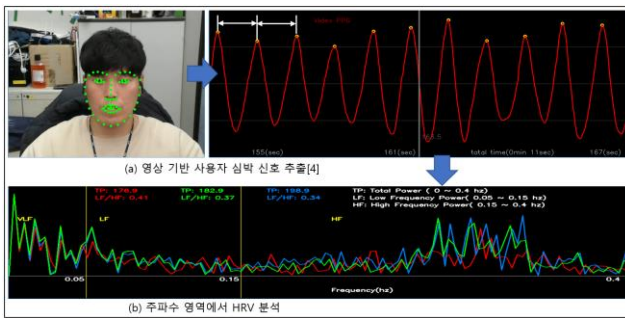


그림 2. 영상 기반 심박변이도 측정

본 논문에서는 사용자의 스트레스를 평가하기 위해 LH/HF 비를 사용하였으며, 그림 1 과 같이 힐링 콘텐츠 체험 전/후에서 영상기반의 심박 추정 알고리즘[4]를 활용하여 심박 신호를 추출한 후, 주파수 영역에서 아래 수식과 같이 HRV 를 분석하였다.

$$\text{LH/HF Ratio} = \frac{\text{PSD (0.04 ~ 0.15Hz)}}{\text{PSD (0.15 ~ 0.4Hz)}}$$

힐링 콘텐츠는 그림 1. 과 같이 크게 "기본 안정화-긍정성 증진" 과정으로 구성하였으며, 기본 안정화 과정은 근육이완훈련과 착지훈련을 기반으로 콘텐츠를 구성하였다. 근육 이완 훈련은 손과발, 팔과어깨, 다리 파트로 나누어 개발하였으며, 파트별 동작에 따라 긴장상태의 근육을 이완시키며 심리적 안정을 꾀하였다. 착지 과정은 땅에 발을 딛는 것을 느낄 수 있도록, 발을 들었다가 내려놓는 동작으로, '현재'를 느낄 수 있도록 구성하였다. 긍정성 증진 과정은 즐거웠던 기억을 떠올리며, '웃음' 으로 긍정심리를 이끌어 내도록 콘텐츠를 구성하였다. 콘텐츠와 사용자간 동작 인터랙션은 영상 기반의 자세 추출 기술[8]을 사용하였다.



그림 3. 힐링 콘텐츠 세부 구성

힐링 콘텐츠 평가를 위하여 다음과 같이 시스템을 구성하였다. 입력 영상은 로지텍 BRIO 4K PRO 웹캠을 이용하여 640x480 의 해상도로 획득하였으며, 힐링 콘텐츠 및 심박수 추정 알고리즘은 I7-7700, 32GB 사양의 컴퓨터에서 실행되었다.

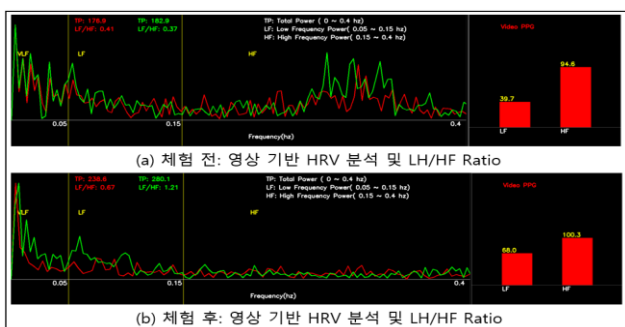


그림 4. 영상기반 심박변이도 분석 결과

그림 4 는 COVID-19 스트레스를 겪고 있는 청소년 지원자의 힐링 콘텐츠 체험 전/후의 HRV 분석 결과이다. 힐링 콘텐츠 체험전 0.42 에서 체험후 0.68 로 상승하며, 힐링 콘텐츠가 스트레스 완화에 도움이 되는 것을 확인 할 수 있었으며, 전체 체험자 67 명에 대해 평가하였을 때 체험자 55 명인 82%가 스트레스가 완화된 경향을 확인 할 수 있었다.

III. 결론

본 논문에서는 영상기반 심박변이도 측정 기술을 활용하여, 자연스럽게 스트레스 완화 콘텐츠의 효과를 검증할 수 있는 방법을 제안하였다. 기존의 힐링 콘텐츠 평가는 대부분 접촉식 센서를 활용하여 평가하였기에 사용자에게 거부감이 발생할 수 있었다. 하지만 제안한 방법은 추가 장비 없이 사용자의 상태를 평가 할 수 있어, 긴장감이 유발 될 수 있는 센서 부착 없이 자연스러운 평가에 활용 될 수 있을 것이다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 문화체육관광부 및 한국콘텐츠진흥원의 2021 년도 문화기술 연구개발 사업으로 수행되었음 (과제명 : 심신안정·스트레스 완화를 위한 기능성 콘텐츠 플랫폼 개발, 과제번호 : R2020060003)

참 고 문 헌

- [1] S.-Y. Kim, "코로나 바이러스감염증-19 유행으로 인한 스트레스와 삶의 질, 긍정심리자본에 관한 융합적 연구," 한국융합학회논문지, vol. 11, no. 6, pp. 423- 431, Jun. 2020.
- [2] Green J, Huberty J, Puzia M, Stecher C, "The Effect of Meditation and Physical Activity on the Mental Health Impact of COVID-19- Related Stress and Attention to News Among Mobile App Users in the United States: Cross-sectional Survey", JMIR Ment Health 8(4),2021
- [3] 조영창, 김민수. "스트레스 평가를 위한 심박변이도, 전기피부반응 및 피부온도특성", 한국 산업정보학회 논문지, 20(3), 11-18, 2015
- [4] 유문옥, 박지영, "비접촉식 생체신호 기반 얼굴인증기술 향상". 한국통신학회 학술대회논문집, 910-911, 2017
- [5] P. Li, Y. Benzeeth, K. Nakamura, R. Gomez, C. Li and F. Yang, "An Improvement for Video-based Heart Rate Variability Measurement", 2019 ICSIP, pp. 435-439, 2019
- [6] 박정옥, "생체지표를 이용한 통근 스트레스 측정 및 분석" 교통연구, 20(1), 79-95, 2013
- [7] 김병수, 민정아, "스트레스 클리닉에서 HRV 의 활용과 해석" 범문예듀케이션, 2015
- [8] Soonchan Park, Sang-baek Lee, Jinah Park, "Data augmentation method for improving the accuracy of human pose estimation with cropped images", Pattern Recognition Letters, 136,244-250, 2020