

# 의자형 심탄도 측정시스템을 이용한 시청각 자극 기반의 무구속 스트레스 분석 연구

김병주, 노윤홍, 정도운\*  
 동서대학교  
 e-mail:dujeong@dongseo.ac.kr\*

## A Study on Audio-visual Stimulation Based Unconstrained Stress Analysis using Chair-type BCG Measurement System

Byeong-Ju Kim, Yun-hong Noh, Do-Un Jeong  
 Dongseo University

### 요 약

본 논문에서는 일상생활 중 지속적으로 심장 상태를 모니터링 할 수 있는 무구속 의자형 심탄도 측정시스템을 개발하였다. 또한 구현된 시스템에서 측정된 생체신호를 이용하여 주관적인 감정자극의 스트레스를 분석하기 위한 연구를 수행하였다. 수준을 분석하고자 하였다. 실험은 시스템에 착석하여 실시간으로 시청각 자극 실험을 수행하였고, 심박수와 심박변이도의 시간영역 및 주파수영역 파라미터를 확인하였다. 확인된 심박변이도의 파라미터는 시청각 도중 기술한 인간의 감정들을 체계화하여 2차원 공간에 여러 감정들의 관계를 나타낸 제임스 러셀(J. Russell)의 감정모델을 주관적인 감정 자극에 의한 스트레스 지표 나타내어 비교 분석하였다. 실험결과는 RMSSD, LF/HF 파라미터가 스트레스 수준 분류에 사용될 수 있는 잠재력을 가지고 있음을 증명한다.

### 1. 서론

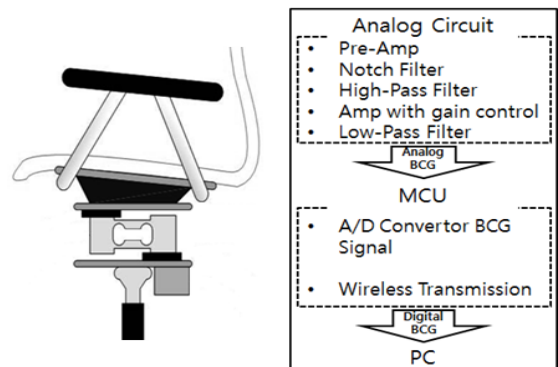
현대인들은 일상생활에서 많은 스트레스에 노출되어 있고 스트레스에 대한 관심이 높아짐에 따라 심전도 신호를 이용하여 스트레스 상태를 파악하려는 연구가 많이 이루어지고 있다[1].

본 논문에서는 기존에 연구된 착용형 심전도 계측 시스템에서 벗어나 무구속적으로 심장의 상태를 파악할 수 있는 의자형 심탄도 측정시스템을 구현하였으며, 이를 이용하여 실시간으로 스트레스를 분석하기 위한 실험을 수행하였다. 실험에서는 구현된 의자형 심탄도 측정시스템에 착석하여 실시간으로 시청각 자극 실험을 수행하였으며, 심박수와 심박변이도의 시간영역 및 주파수영역 파라미터를 추출하였다. 또한 시청각 자극에 따른 주관적인 감정을 제임스 러셀의 감정모델에 나타내어 추출된 파라미터와의 비교 분석을 통해 스트레스 분석의 가능성을 확인하고자 하였다.

### 2. 무구속 의자형 심탄도 측정시스템

심탄도는 심장의 수축과 이완에 따른 탄도를 계측한 신호로써 심전도와 유사한 심장의 활동상태를 나타내는 인덱스를 가지고 있다. 하지만 심전도의 측정과는 달리 전극을 환자의 신체에 부착할 필요가 없기 때문에 환자의 심장 상태를 장소에 구애받지 않고 장시간에 걸쳐 신호의 모니터링이 가능한 점이 심탄도에 가장 큰 장점이다.

본 논문에서는 무구속 의자형 심탄도 측정시스템을 구현하기 위하여 먼저, 의자의 상부와 하부 사이에 로드셀(SB-150L, Cas. Co. Ltd)을 부착하였다. 또한 로드셀에서 출력된 미세한 신호에서 심탄도 신호를 검출하기 위하여 아날로그부를 구성하였다. 아날로그부는 미세한 신호를 증폭시키기 위한 전치 증폭기와 필터회로로 구성되어 있다. 아날로그부에서 검출된 심탄도 신호를 디지털로 변환하고 PC로 데이터를 전송하기 위하여 ATmega8L에서 10bit의 ADC해상도에 150Hz의 샘플링율을 갖는 신호로 변환하고 Bluetooth를 통하여 PC로 무선 전송이 가능한 마이크로프로세서부를 구현하였다. 구현된 무구속 의자형 심탄도 측정시스템의 구성도를 그림 1에 나타내었다.



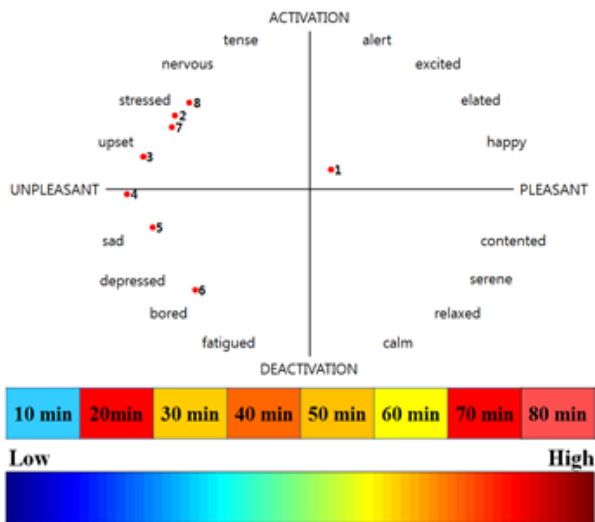
(그림 1) 무구속 의자형 BCG측정시스템의 구성도

### 3. 심박동 변이도를 이용한 스트레스 분석 방법

심박변이도 정보를 얻기 위해 구현된 시스템으로부터 획득된 심탄도 신호에서 심박동을 검출하였으며, 심박동간격 시계열 신호를 계산하였다. 또한 이 신호를 정규화 및 1차 스플라인 보간법을 이용한 전처리 과정을 수행함으로써 스트레스 분석에 사용되는 시계열 심박동변이도를 재구성하였다. 재구성된 심박동 변이도를 이용하여 주파수 영역의 파라미터인 HF, LF, LF/HF, 시간 영역의 파라미터들인 MeanRR, STDRR, RMSSD, NN50, pNN50를 추출하였다. 추출된 파라미터는 시청각 동영상 자극에 따른 주관적인 감정상태와 비교를 통하여 스트레스를 분석하고자 하였다.[2]

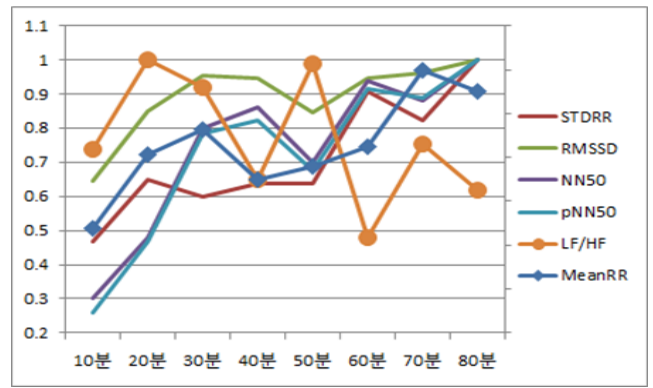
### 4. 실험 및 결과

본 연구에서 시청각 자극에 따른 스트레스의 변화를 분석하기 위한 실험을 수행하였으며 실험에 사용된 시청각 영화로는 스릴러 영화 “The Call”을 선정하였다. 영화는 총 80분간 시청하였으며, 분석을 위하여 10분 가격으로 나누어 제임스 러셀의 감정모델에 현재의 감정을 표시하도록 하였다. 실험자 5명의 데이터를 분석한 결과 영화에서 살인이 일어나는 영화의 20분 구간과 긴박한 상황이 연출되는 40분 구간, 영화의 클라이맥스 부분인 70, 80분 구간에서 실험자가 공통적으로 스트레스를 받았다는 것을 확인 할 수 있었다. 그림 2는 실험자의 러셀의 감정모델을 통해 실험자의 감정의 변화를 나타낸 그림과 실험자 5명의 공통적인 감정변화를 표로 나타내었다.



(그림 2) 시청각 자극에 따른 감정상태

그림 3은 실험자 5명의 시청각 자극에 따른 심박동 변이도에서 추출된 시간 및 주파수 영역 파라미터의 변화를 나타냈다. 실험결과 시간영역의 파라미터에서는 MeanRR과 주파수영역의 파라미터에서는 LF/HF이 시청각 자극에 따른 감정상태의 변화를 가장 잘 반영한 것을 확인 할 수 있었다. 나머지 변화에서는 감정에 따른 변화를 확인하기 어려웠다.



(그림 3) 시청각 자극에 따른 심박동 변이율의 파라미터 변화

### 5. 결론

본 연구에서는 무구속 의자형 심탄도 측정시스템을 이용하여 시청각 자극에 따른 개인의 주관적인 스트레스를 분석하였다. 실험결과 감정 모델을 통한 주관적인 감정과 시청각 자극에 따른 심박변이도의 변화가 거의 일치한다는 것을 확인 할 수 있었다. 특히, 시간영역의 파라미터의 MeanRR과 주파수 영역의 파라미터의 LF/HF가 자극의 변화를 잘 나타낸 것을 확인 할 수 있었는데, 그중에서도 LF/HF가 자극의 변화를 가장 잘 반영한 것을 확인 할 수 있었다.

향후 연구에서는 시간영역의 파라미터를 심도 있게 연구하여 시간영역에서의 스트레스변화를 이용해 일상생활 중에서 스트레스에 대한 연구가 이루어지도록 지속적인 연구를 수행하고자 한다.

### 감사의 글

본 논문은 중소기업청에서 지원하는 2013년도 산학협력 기술개발사업(No. C0094850)의 연구수행 및 2013년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(No. 2013R1A1A2011905)으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

### 참고문헌

[1] 양희경, 이정환, 이영재, 김경섭, 이강휘, 최희정, “HRV Evaluation under Stress Condition by Using Patch Type Bipolar Heart Activity Monitoring System” 감성과학, Vol. 12, No. 2, pp.161-168, June 2009.  
 [2] 조성연, 장진영, 김소정, 남상수, 김용석 “內關(PC6) 艾灸가 정신적 스트레스를 가한 성인의 심박변이도에 미치는 영향”, The Journal of Korean Acupuncture & Moxibustion Society, April 2010.