

# 실시간 뇌파분석을 이용한 집중상태 모니터링 시스템 구현

김강현\* · 노윤홍\* · 정도운\*

\*동서대학교

## Development of the Concentrated State Monitoring System Using Real-time EEG Analysis

Kang-Hyeon Kim\* · Yun-Hong Noh\* · Do-Un Jeong\*

\*Dongseo University

E-mail : bebekh1216@gmail.com, dujeong@dongseo.ac.kr

### 요 약

장시간 앉아 생활을 하는 직장인이나 학생들은 시간 경과에 따른 집중력 저하는 필수적으로 동반되며, 이를 모니터링하여 집중력을 향상시키기 위한 다양한 시도들이 연구되고 있다. 본 연구에서는 간편하게 착용이 가능한 무선뇌파측정 시스템기반의 실시간 집중력 모니터링 시스템을 구현하고자 하였으며, 이를 위하여 블루투스기반의 무선뇌파 측정시스템과 스마트폰 기반의 뇌파분석 어플리케이션을 개발하였다. 어플리케이션에서는 실시간 스펙트럼분석을 통해 집중력 파라미터를 추출하고 집중력의 저하를 인지하면 자동으로 피드백할 수 있도록 시스템을 구성하였다. 구현된 시스템의 평가를 위해 집중상태를 유발하고 각각의 상태별 뇌파스펙트럼 파라미터의 상관관계를 분석하였으며, 실험결과 본 연구에서 제시한 기법을 통해 실시간 집중상태 모니터링이 가능함을 확인하였다.

### 키워드

EEG, Concentration Index, FFT, Real-time Monitoring, Application

## I. 서 론

집중력이란 필요한 자료를 얻기 위해 관심을 두고 골몰하는 상태로써, 특정 자극, 작업에 의식을 쏟는 정신적인 힘을 말한다[1]. 집중력은 개인별 유지시간, 최대효율 등이 다르기 때문에 이를 관리해 주는 것이 중요한데, 장시간 착석 상태를 유지하여 업무를 진행할 경우 집중력이 감소하게 되어 작업 효율이 하락하게 된다. 장시간 앉은 상태로 작업을 해야 하는 직장인이나 학생들의 경우, 이러한 상태가 지속되면 단순한 업무부진으로 인한 업무 스트레스가 생활로 옮겨가게 되어 정신적인 건강과 삶의 질을 떨어뜨릴 수 있다. 따라서 본 논문에서는 이러한 집중력 감소를 예방하고 현재의 집중상태를 측정하고 분석할 수 있는 실시간 뇌파분석 기반의 모니터링 시스템을 구현하였다.

## II. 본 론

### 1. 뇌파의 측정

두뇌에 있는 신경세포인 뉴런간 상호 결합상태나 활동에 의한 전기적 움직임을 뇌파라 하는데, 신체 상태에 따라 각각 다르게 나타나며 뇌의 활동상태를 확인하는 가장 중요한 지표이

다. 뇌파는 약 20~200  $\mu V$ 의 진폭으로 나타나며, 출력 주파수에 따라 Delta, Theta, Alpha, Beta 등의 대역폭으로 구분되며 각 파형은 신체 상태에 따라 출력크기가 달라진다.

표 1. 뇌파의 종류 및 특성

종류	영역	형태 특성
Delta	0.5~4Hz	숙면상태
Theta	4~7Hz	졸린 상태, 산만함
Alpha	8~12Hz	이완 및 휴식 상태
Beta	13~30Hz	집중, 주의, 긴장, 흥분

본 시스템에서는 Theta wave 와 Beta wave 의 뇌파 대역을 사용하는데 연구, 개발의 종류에 따라 대역별로 임의 분류하여 사용하는 뇌파의 특성상 Beta wave를 세분화 하여 SMR wave, Mid\_beta wave, High\_beta wave 로 분할하여 사용하였다. 긴장, 흥분 시 크게 증가하는 H-Beta와 저주파 잡음이 상당수 존재하는 Delta는 변수 적용 시 오차 발생률이 크기 때문에 계산에서 제외하였고, 집중력이 높을 경우 증가되어 나타나는 SMR wave, Mid\_beta wave 와 집중상태에 따라 즉각적으로 출력세기가 변화

하는 Theta wave를 변수로써 활용하여 아래의 수식 1을 사용하였다[2][3].

표 2. Beta Wave 세분화 특성

종류	영역	형태 특성
SMR	12~15Hz	주의 상태
M_Beta	15~18Hz	집중, 활동 상태
H-Beta	18~30Hz	긴장, 흥분 상태

$$ConcentrationIndex = \frac{SMR + Mid\beta}{\theta} \quad (1)$$

2. 하드웨어 및 데이터 통신

본 연구에서는 사용자의 전두엽 부분에서 측정이 가능한 2채널 무선 뇌파측정기를 사용한다. 데이터 통신은 장치에서 호스트로 전송하는 범용 데이터 7바이트와 채널의 High 와 Low 2 바이트씩 총 11바이트를 하나의 패킷으로 취급하여 전송한다. 해당 프로토콜을 아래 그림 1에 나타내었다.

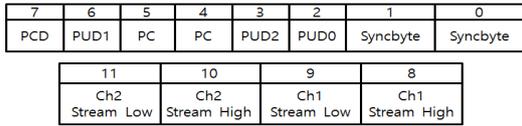


그림 1. 데이터 통신 프로토콜 패킷 구성.

3. 소프트웨어 개발

전송된 뇌파데이터는 FFT를 통해 스펙트럼을 분석하였으며, 어플리케이션 내에서 실시간 주파수 영역 변환을 수행하고 디스플레이 할 수 있다. 스펙트럼 분석을 통해 도출된 집중력 지표는 어플리케이션 내 그래프를 통해 출력되고 데이터의 변화를 실시간으로 확인이 가능하다. 이를 통해 사용자의 현재 집중상태를 확인할 수 있고, 데이터를 저장하여 이후 평균적인 결과를 분석할 수 있다. 본 연구에서 적용한 FFT를 수식 2에, 구현절차를 그림 2에, 실제 구현된 모니터링 프로그램을 그림 3에 각각 나타내었다.

$$X_m = \sum_{n=0}^{N-1} x_n e^{-j2\pi mn/N}, \quad m=0,1,\dots,N-1 \quad (2)$$

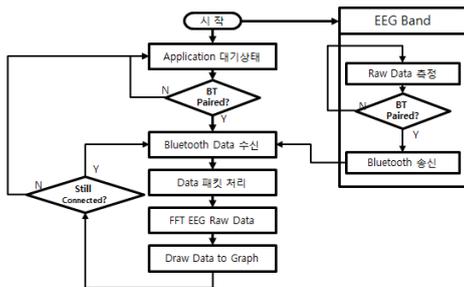


그림 2. 주파수 분석 순서도.

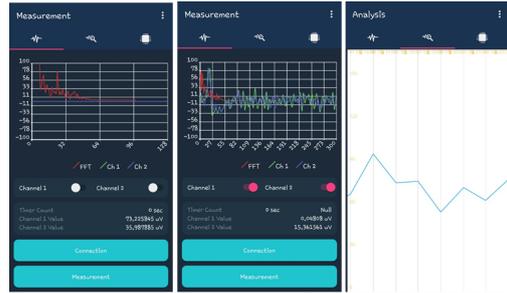


그림 3. 개발된 모니터링 어플리케이션.

III. 실험 및 결과

본 시스템의 기능성을 평가하기 위해 피실험자 3명을 대상으로 각자 1분간 뇌파를 측정하는 실험을 진행하였다. 측정 뒤 10분의 휴식을 취하게 한 후 반복 실험을 진행하였으며, 반복 실험을 통한 각 파라미터의 평균값과 계산된 집중력지표를 표 3에 나타내었다.

표 3. 어플리케이션 실험 결과

대상	SMR	Mid_β	θ 파	CI
A	1.790	1.939	4.435	0.840
B	1.889	1.987	4.792	0.808
C	1.718	2.073	5.106	0.742

IV. 결론

본 논문에서는 실시간으로 뇌파를 측정하고, 집중력 지표를 계산하여 사용자의 상태를 지속적으로 피드백 해줄 수 있는 모니터링 시스템을 개발하였다. 향후 연구에서는 다양한 상황에서 CI값을 비교평가 하여 보다 객관화된 집중력지표를 개발하기위한 연구를 지속적으로 수행하고자 한다.

감사의 글

본 논문은 교육부의 재원으로 지원을 받아 수행된 대학특성화사업(CK) 및 2016정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(No. 2015R1D1A1A01061131, No. 2016R1D1A1B03934866)의 결과물임을 밝힙니다.

참고 자료

[1] 박미선. “주의집중력 척도 개발 및 타당화 연구” 국제신대학원 (2015): 7.  
 [2] 이슬이, 장윤석, 류수아. (2013) “시각자극에 의한 집중도 관련 뇌파분석” 한국자통신학회 가을철 종합학술지 제7권 제2호, 392-396  
 [3] 강병근, 윤길원. (2013.12). 뇌파 집중력 분석을 이용한 제어 신호 발생. 전자공학회논문지, 50(12), 254-260.