

집중력 향상을 위한 뉴로피드백 시스템 개발

안소영*, 신동민, 신동규, 신동일

세종대학교 컴퓨터공학과

e-mail : asy913@gce.sejong.ac.kr* ,{shindk, dshin}@sejong.ac.kr

Development of Neuro-feedback systems for improving concentration

So-young Ahn*, Dong-kyoo Shin, Dong-il Shin

Dept of Computer Engineering, Sejong University

요 약

뇌파를 이용하는 바이오피드백 중 한 형태인 뉴로피드백의 적용의 시도는 ADHD, 뇌손상 등 뇌기능과 관련된 여러 가지 영역에서 다양한 효과가 확인되었고 이미 여러 분야에서 관련 임상 연구들이 계속 발표되고 있다.

본 논문에서는 뉴로피드백 훈련이 집중력을 향상시킬 수 있다는 기존의 연구 결과를 바탕으로 간단한 게임 및 퀴즈 콘텐츠로 구성되어 있는 뉴로피드백 시스템을 설계하였으며 뇌파 측정 단계에서 마크를 해두어 보다 정확한 뇌전도를 이용하여 집중도를 분석하는데 오류율을 줄일 수 있다.

1. 서론

뉴로피드백이란, 자신의 뇌에서 발생한 뇌파정보를 활용하는 뇌파훈련으로 잠재능력 향상이나 환자의 경우에는 임상 증상 개선을 목적으로 시행한다. 즉, 뇌파를 이용하는 바이오피드백 중 한 형태라고 할 수 있다. 정신과 영역에서는 오래전부터 우울하거나 불안함과 같은 질환과 고혈압, 간질 등의 정신 신체질환의 치료에도 응용되어지고 있다 [1].

이렇듯 뉴로피드백의 적용의 시도는 오래되었으며, 최근 컴퓨터와 의료 기술의 발달로 병원기기에 의존하지 않고 개인 PC에서도 적용이 가능하게 되었다. 또한 특정 뇌파를 선택하여 뉴로피드백을 시행하는 것이 가능해졌다. 현재 ADHD, 뇌손상 등 뇌기능과 관련된 여러 가지 영역에서 다양한 효과가 확인되면서 이미 여러 분야에서 이용되고 있으며 관련 임상 연구들이 계속 발표되고 있다 [2]. 최근에는 소아청소년을 대상으로 한 뉴로피드백 치료실의 증설이 이루어지고 있다.

본 논문에서는 뉴로피드백 훈련이 집중력을 향상시킬 수 있다는 기존의 연구 결과를 바탕으로 간단한 게임 및 퀴즈 콘텐츠로 구성되어 있는 뉴로피드백을 이용한 집중력 향상 시스템을 제안한다. 또한 일반인을 대상으로 한 실험을 통해 시스템 적용 후 집중력의 변화를 확인하고자 한다.

2. 관련 연구

2.1 뇌파(EEG, Electroencephalography)

뇌파란, 사람의 뇌세포에서 독특한 모양의 규칙적인 전기충격을 일으키는 것을 말한다. 1875년 영국의 생리학자 R.케이트니가 처음으로 토끼 원숭이의 대뇌피질에서 나온 미약한 전기활동을 검류계로 기록하였으며, 사람의 경우는 1929년 독일의 정신과 의학박사 H.베르거가 머리에 외상을 입은 환자의 두개골 결손부의 피하에 2개의 전극을 넣어 뇌파를 기록하고 이것을 뇌전도라고 하였다.

뇌파는 정신 활동 상태에 따라 크게 델타파(1~4Hz), 세타파(4~8Hz), 알파파(8~13Hz), 베타파(13~30Hz), 감마파(30~120Hz)로 구분한다. 델타파는 깊은 수면 상태에서 발생하는 뇌파이다. 세타파는 일반적인 수면 상태에서 발생하는 뇌파이고 꿈을 꿀 때의 기본 뇌파다. 알파파는 쉬고 있을 때 나오는 뇌파로 의식이 깨어 있는 상태에서 눈을 감고 휴식을 취하고 있을 때 강하게 나온다. 베타파는 학습처럼 뇌가 어떤 정신 작업을 하고 있을 때 나오는 뇌파다. 감마파는 뇌의 여러 부분에 흩어져 있는 정보들이 조합돼 인지작용이 발생했을 때 나타나는 뇌파다 [3].

뇌에 이상이 생겼을 때, 뇌파의 파동이 변하기 때문에 뇌파의 주파수, 진폭, 파형 등을 잘 관찰하면 뇌손상이나 간질 및 뇌신경계의 퇴행성 질환을 진단하고 치료할 수 있다.

2.2 뉴로피드백(Neurofeedback)

뇌파를 통제하는 바이오피드백 기술을 신경이란 의미

본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신산업진흥원의 IT/SW 창의연구과정의 연구결과로 수행되었음 (NIPA-2013-(H0502-13-1072))

의 접두사 뉴로(neuro-)와 결합하여 뉴로피드백이라 부른다. 뉴로피드백은 뇌파 측정 장치가 사용자의 뇌에서 발생하는 뇌파의 정보를 사용자에게 알려 줌으로써 원하는 방향으로 뇌가 뇌파를 발생하도록 유도하는 기술이다 [4].

특정 뇌파를 활성화하거나 억제 훈련을 하는 뉴로피드백은 뇌에 직접적인 자극을 주거나 인체 침습적인 치료가 아닌 훈련 치료 프로그램이므로 특별한 부작용이 없다고 알려져 있으며, 환자의 증상이나 질환에 따라 훈련 방법이 달라진다 [5].

3. 집중력 향상을 위한 뉴로피드백 시스템 설계

3.1 뇌파 분석

뇌파의 파형은 다른 진폭 및 주기를 갖는 여러 사인파나 코사인파로 표현될 수 있으며 각각의 사인파나 코사인파로 분리될 수 있다. 이러한 푸리에 이론에 따라 파형을 여러 개의 파로 분리해 내는 고속 푸리에 변환(FFT, Fast Fourier Transform) 분석법을 이용한다. 분석 처리 방법은 다음 수식 (1)과 같다.

$$H(f_n) = \sum_{k=0}^{N-1} h_k e^{-j2\pi kn/N} = H_n \quad (1)$$

$$h_k = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} H_n e^{-2\pi kn/N}$$

시간에 따라 변화하는 시계열 신호를 주파수 영역으로 변환하여 주파수 변화에 따른 신호의 양상을 판단한다. 이 분석법을 이용하여 데이터를 주파수 성분별로 분류하고 분류된 주파수 성분들의 밀도와 분포를 파악한다. 여기서 나온 정보들로 다음 수식 (2)와 같이 집중력 지표를 계산한다.

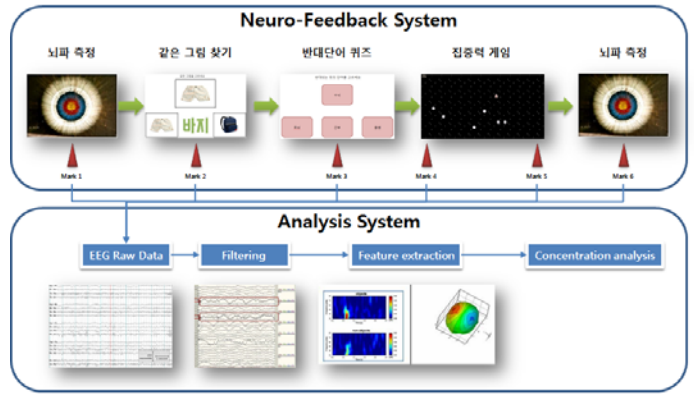
$$Power\ Ratio\ of\ (SMR + MidB) / \Theta \quad (2)$$

3.2 집중력 향상 시스템

본 시스템은 이완, 집중력 측정, 집중력 훈련, 이완, 집중력 측정의 순서로 구성되어 있다. 먼저 이완 단계에서는 사용자의 뇌파를 이완시키기 위해 긴장 완화 음악을 들려준다. 두 번째로 집중력 측정 단계는 과녁 그림을 통해 시각적으로 대상에 집중할 수 있는 환경을 만들어 피험자에게서 집중에 대한 뇌파를 발생시킬 수 있도록 유도한다. 이때 발생하는 뇌파는 이완 단계 이후의 집중 상태로 평상시 피험자의 집중력을 파악할 수 있다. 세 번째로 집중력 훈련 단계는 간단한 그림을 잠깐 동안 보여주고 같은 그림을 고르는 문제와 제시된 단어와 같은 의미의 단어를 고르는 문제, 반대되는 의미의 단어를 고르는 문제들을 문제의 난이도에 따라 정해진 시간 내에 풀고 여러 개의 움직이는 공을 피하는 게임을 진행한다. 이 게임은 10초마다 공의 개수가 증가하도록 난이도를 조정하였으며 약 30초

동안 실시한다. 마지막으로 처음과 같은 이완 단계를 거친 다음 이완된 상태의 평상시 집중력 뇌파를 다시 측정해 집중력의 향상 정도를 파악한다.

각 단계를 진행할 때마다 뇌파 측정에 마크를 해두어 뇌파를 분석하는데 있어 단계별 피험자의 상태 측정이 용이하다. 또한 집중력을 측정하는 단계에서의 뇌파를 보다 정확하게 찾을 수 있기 때문에 집중도를 구할 때 오류율을 줄일 수 있다.



(그림 1) 시스템 설계 구조

4. 실험

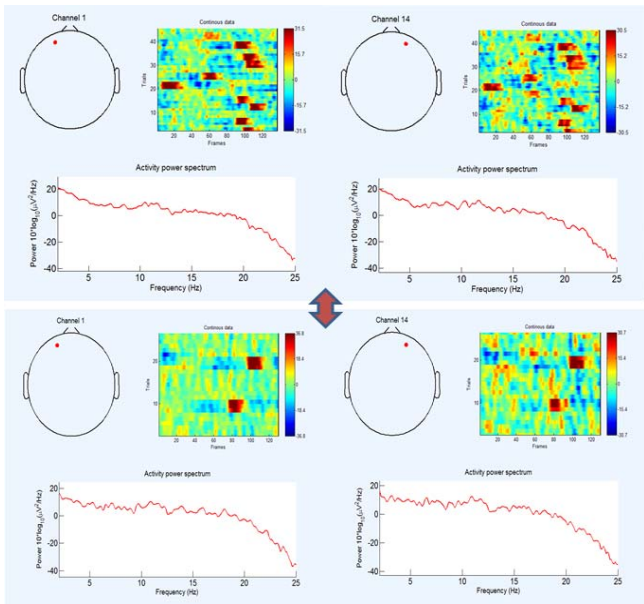
4.1 실험 방법

뇌파는 Emotive EPOC 장비를 이용하여 측정하였으며 EPOC은 14개의 채널과 2개의 그라운드 센서들로 구성되어 있고 초당 128Hz의 데이터를 수신한다. 측정 부위는 10-10전극법에 따라 AF3, F7, F3, FC5, T7, P7, O1, O2, P8, T8, FC6, F4, F8, AF4를 동시에 측정하였다. 측정된 데이터의 분석에는 EEGLAB을 사용하였다.

20대 남성 5명, 여성 5명으로 이루어진 실험자들에게 본 논문에서 설계한 뉴로피드백 시스템을 적용하여 처음 측정한 집중력 뇌파와 시스템 적용 후의 뇌파를 비교하였으며 이를 통해 집중력이 향상된 정도를 파악하였다.

4.2 자료 분석

집중력 뇌파는 전전두엽과 밀접한 관련이 있다는 이론의 바탕으로 전두엽 부분의 채널 두 곳에서 나온 뇌파를 이용하여 각 세타파, SMR파, 미드베타파의 평균값으로 집중도를 계산하였다.



(그림 2) AF3, AF4 채널의 집중도 분석

피험자들의 대부분이 시스템 적용 후 세타파가 감소하고 SMR파와 미드베타파가 증가하는 모습을 보였으며 평균적으로 약 30%의 집중력 향상을 보여주었다. 다음 <표 1>은 피험자들 중 임의로 선택한 실험 결과이다.

<표 1> 집중도 증가율

	시스템 적용 전	시스템 적용 후	증가율(%)
실험 1	0.591	0.914	54.6
실험 2	0.736	0.896	21.79
실험 3	0.717	0.890	24.12
평균			33.50

5. 결론

본 논문에서는 뇌전도를 통해 집중도를 분석하고 이를 이용하여 사용자의 집중력 향상을 위한 뉴로피드백 시스템을 설계하였다. 뉴로피드백 시스템은 피험자의 특정 뇌파의 훈련을 목적으로 하여 집중 장애 혹은 우울증 치료와 같은 다양한 분야에 적용이 가능하며 현재도 다양한 분야로 연구가 진행되고 있다. 하지만 이미 오래전부터 두뇌의 부위별 기능에 대한 연구의 결과는 인간의 심리상태 혹은 행동을 유추하기 위한 정확한 지표가 정해져 있지 않아 여전히 정확한 뇌파 분석에 어려움이 있다.

향후 연구 과제는 이러한 뇌파 분석의 신뢰도를 높이고 정확한 피드백 시스템을 위해 두 가지 연구 방향이 제시되어야 할 것이다. 먼저, 더 정확한 집중도를 계산하기 위해 집중력 지표뿐만 아니라 SVM과 같은 알고리즘 등을 적용해야 한다. 또한 시스템을 이용한 훈련 중에 뇌파를 추

출하여 실시간으로 분석하는 방법을 적용할 것이다. 이를 토대로 집중도를 이용한 우울증 개선 시스템 개발이 가능할 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] 박형배, 성형모 “Neurofeedback의 이해와 임상적용” 정신신체의학 2006;14(1):8-17
- [2] 김동구, 박형배, 안영우 “Neurofeedback: 원리와 임상응용” 대한스트레스학회지 2005;13(2):93-98
- [3] 안민규, 홍준희, 강성욱, 조호현, 전성찬 “뇌전도 신호원 정보를 이용한 움직임 상상에 대한 분류” 한국정보과학회 학술발표논문집 2011;39(2):83-88
- [4] 서호석, 박형배 “불면증에 대한 뉴로피드백 치료의 임상 적용” 수면, 정신 생리 2007;14(1):79-85
- [5] James R. Evans, Andrew Abarbanel “Introduction to Quantitative EEG and Neurofeedback” Academic Press 1999