

뇌파기반 집중도 전송 및 BCI 적용에 관한 연구

이충현*, 권장우**, 김규동**, 이준오***, 홍준의**, 이동훈***
*동명대학교

A Study on EEG based Concentration transmission and Brain Computer Interface Application

Chung-heon Lee*, Jang-woo Kwon**, Gyu-dong Kim**, Jun-oh Lee***, Jun-eui Hong**, Dong-hoon Lee***
*Dept. of Mechatronics Engineering, University Of Tongmyung, Korea
**Dept. of Computer Engineering, University Of Tongmyung, Korea
***Dept. of Biomedical Engineering, University Of Tongmyung, Korea

Abstract - 본 연구는 두피에서 발생하는 EEG(electroencephalogram)신호를 측정 후 두뇌활동과 관련된 지표 중 집중도를 추출하여 집중도의 크기에 따라 하드웨어를 제어 하는 집중도 무선전송 시스템을 구현하고자 하였다. 뇌파신호를 측정하여 집중도를 추출하기 위해 두피의 좌, 우 두 채널을 사용하였으며 Biopac의 MP-100과 EEG100C를 이용하여 뇌파신호 계측, 증폭 및 필터링을 하였다. 계측된 EEG 신호로부터 특정 주파수 대역 및 스펙트럼을 분석하기 위해서 LabVIEW 8.5를 이용하여 FFT(Fast Fourier Transformation) 처리를 하였다. 이를 통해 α 파, β 파, θ 파, δ 파 주파수영역으로 분류한 후 집중도 추출 알고리즘을 적용하여 집중도 지표를 추출하였고 추출된 집중도 신호를 무선전송하여 BCI(Brain Computer Interface) 기술에 응용하고자 레고 자동차에 적용하여 보았다.

Abstract - This research measures EEG signals which are generating on head skin and extracts brain concentration level related with brain activity. We develop concentration wireless transmission system for controlling hardware by using this signal. Two channels are used for measuring EEG signal on front head and Biopac system with MP-100 and EEG100C was used for measuring EEG signal, amplifying and filtering the signal. LabView 8.5 was also used for FFT transformation, frequency and spectrum analysis of the measured EEG signal. As a result, α wave, β wave, θ wave and δ wave were classified. we extracted the concentration index by adapting concentration extraction algorithm. This concentration index was transferred into lego automobile device by wireless module and applied for BCI application.

1. 서 론

최근 두뇌 훈련을 통하여 두뇌 활성을 촉진시켜 주의력과 집중력을 높이고자 하는 시도가 긍정적 효과가 있다고 보고되고 있다. 이를 위한 뉴로피드백 장치, 생체신호응용게임, 집중력훈련프로그램 등은 항상 컴퓨터가 있는 환경에서 이루어지고 있다. 본 연구에서는 시간과 장소에 구애받지 않고 뇌파신호인 EEG신호를 실시간적으로 획득하여 집중력을 표시함으로써 뇌 활성훈련을 언제 어디서나 할 수 있도록 휴대용 집중도 추출, 무선 전송 및 응용장치에의 적용을 시도하여 보았다. 간편하게 뇌파 신호를 측정하기 위하여 2채널 전극을 사용하여 전두엽의 좌우에서 신호를 측정하였으며 두피에서 미약한 뇌파 신호를 측정하기위해 Biopac의 MP-100과 EEG100C를 사용하여 뇌파를 측정 및 증폭하였고, Notch 필터를 사용하여 외부의 전원 노이즈를 제거 하였다. 측정된 2채널 EEG신호를 LabVIEW를 이용하여 크게 α 파, β 파, θ 파, δ 파로 분류 할 수 있는 필터를 설계 하여 각 주파수별 파워스펙트럼을 구하였으며, 이렇게 분류된 신호를 집중도 추출 알고리즘에 적용시켜 집중도 신호로 추출 하였다. 추출된 집중도 신호는 블루투스 모듈을 이용하여 로봇으로 전송되어 신호의 크기에 따라 속도가 제어되는 라인트레이서 로봇의 움직임 제어신호로 적용하여 보았다. 본 연구는 뇌파신호를 기반으로 H/W를 제어하기 위한 BCI(Brain Computer Interface) 응용기술 개발을 위한 초기시도로 뇌파기반 제어 및 응용기술 개발에 활

용하고자 한다.

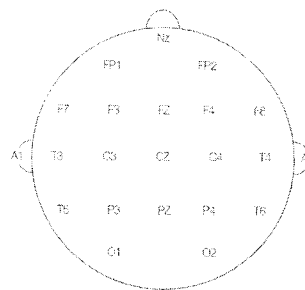
2. 본 론

2.1 EEG신호의 특징 및 측정

일반적으로 널리 이용되는 심전도(ECG)신호 또는 근전도(EMG)신호에 비하여 뇌파 신호는 신호가 더 미약할 뿐 아니라 전극을 붙이는 부분에 모발로 인하여 다른 생체 신호에 비하여 신호 획득에 있어서 불편함이 많았다.

EEG신호를 직접 뇌 피질에서 측정한다면 10-5000 μ V로 비교적 높은 편이지만 인체 구조상 뇌 피질에서 직접 측정은 매우 큰 어려움이 있고, 두피에서 측정한다면 5-300 μ V로 값이 낮아지지만 편리하게 비침습적으로 측정할 수 있다. 또한 머리의 모발로 인하여 전극을 부착할 때 불편함과 신호 측정값의 신뢰도에 영향을 줄 수 있다. 그러므로, 본 연구에서는 모발이 없는 전두엽부분에 두 개의 전극을 부착하여 계측 및 실험을 하였다. 이렇게 측정된 뇌파 신호를 주파수별로 분류하고자 하였다. 뇌파 신호는 주파수별 파워 스펙트럼을 통하여 분석을 수행하였다. 파워 스펙트럼 분석을 위해 FFT를 수행하였고 주파수별 각각의 신호를 주파수 대역에 따라 델타(δ)파(0.2-3.99Hz), 세타(θ)파(4-7.99Hz), 알파(α)파(8-12.99Hz), 베타(β)파(13-29.99Hz), 감마(γ)파(3-50 Hz)등으로 분류 및 각각의 대역의 파워를 또한 구할 수 있었다. [1]

2.2 뇌파 신호의 측정위치 및 측정 H/W 블록도

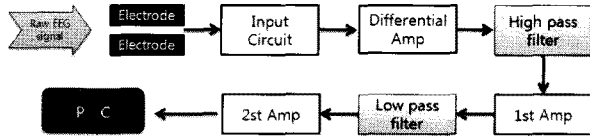


〈그림 1〉 EEG 측정을 위한 전극의 위치

뇌파 신호의 측정은 국제표준규격인 10/20 전극 부착 규격에 맞추어 측정하고자 하였다.[2] 그림1은 EEG신호를 측정할 때 각 전극의 위치를 보여주고 있다. 여기서, FP는 전-전두엽(frontal pole)을 나타내고 A1과 A2는 좌/우측 귓볼 영역을 각각 나타낸다. 뇌파는 그림 1에서 보는 바와 같이 머리 전 부위에서 다채널로 측정할 수 있고 측정위치마다의 EEG신호를 동시 측정하면 보다 정확한 뇌상태 정보를 얻을 수 있지만 구현상의 어려움과 신호해석상 및 실시간 처리상의 어려움이 있다. 본 연구에서는 FP1과 FP2면에서 뇌파를 측정하였고 A1과 A2를 기준전극으로 사용하였다. 사용된 전극은 표면전극(electrode)을 이용하였으며 전도성이 좋은 AgCl이 함

유된 일회용 전극을 사용하였다.

뇌파는 전극의 위치와 외부의 환경의 영향을 많이 받으며 수십 μ V의 크기를 갖는 매우 작은 신호이므로 이를 측정하기 위해서 인스트루먼트용 차동증폭기를 이용하여 신호를 획득하였다. 획득된 신호는 불필요한 신호를 제거하기 위해 고역통과필터와 저역통과필터를 거친 후 미약한 신호를 효과적으로 증폭하기 위하여 2차 증폭회로로 구성된 측정 장치를 사용하였다.



〈그림 2〉 뇌파측정용 H/W 블록도

2.3 집중도를 이용한 BCI 제어

집중력이란 “어떤 사물에 대한 정신을 집중하는 힘이나 집중시킬 수 있는 힘”이며 정신의학에서는 집중은 “받아들이 외부자극에 대하여 중요하다고 선택되어진 자극에 집중적인 주의를 기울이는 정신적인 힘”이라 정의할 수 있다. 의학적으로 집중력이나 주의력은 각성, 집중, 연상의 과정을 포함한 형태를 말하며 신경학적인 해석으로는 뇌간에 있는 망상체, 대뇌피질의 연합영역, 각성을 담당하는 Limbic system(해마, 시상등)을 들어서 설명할 수 있고, 이와 관련된 뇌파를 측정한다면 집중을 했을 때 나타나는 집중신호를 적용한 BCI에 관한 제어를 다수 논문에서 보고하고 있다. [3]

2.4 EEG 신호 분류를 통한 집중지표 분석

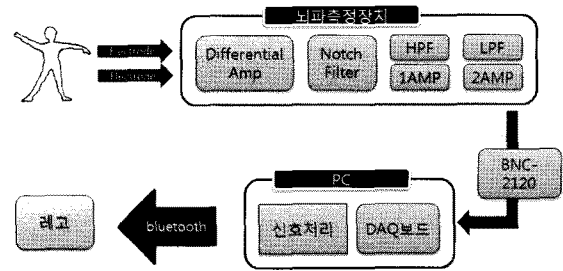
그림 3은 전체 시스템 블록도를 나타낸 것으로 EEG신호를 일회용 AgCl전극을 이용하였다. 그리고 차동 증폭기를 이용하여 초단 증폭부를 구성하였고 HPF와 LPF를 이용하여 dc-150의 주파수 범위를 필터링한다. 이후 처리된 신호는 NI사의 신호계측장비 BNC-2120를 통해 컴퓨터로 입력받는다. PC에서 처리된 값은 Bluetooth를 통해 레고 장난감에 적용한다. 측정장치는 Biopac의 MP-100과 EEG100을 이용하여 측정된 뇌파신호는 NI(National Instruments)사의 DAQ장비를 이용하여 PC에 아날로그에서 디지털 신호로 변환되어 입력되며 LabVIEW를 활용하여 입력 받은 뇌파신호를 신호처리 과정을 FFT(Fast Fourier transformation)를 이용하여 시간 대역으로 분류해 낸다. 이렇게 분류된 신호는 신호처리과정을 통하여 FFT를 이용해 α 파, β 파, θ 파, δ 파로 분류된 신호는 실시간으로 분류하고 스펙트럼으로 전력을 분석하였다.

본 연구에서는 집중신호를 추출하기 위한 집중 지표는 아래 (1)식과 같은 주파수 영역별 파워비를 이용하여 집중력을 추출하였다.

$$\text{Power Ratio of (SMR + M Beta) / Theta} \quad (1)$$

여기서,

- 1) SMR파는 낮은 베타파로 12-15Hz 영역의 파이며, 신체의 움직임이 없는 운동 감각피질의 활동을 최소화한 상태에서 주의를 기울이는 비교적 단순한 과제를 수행할 때 우세해지는 파이다.
- 2) M Beta파는 중간 베타파로 15-20Hz 영역이며, 계산이나 암산과 같이 한가지 주제에 집중하면서 정신 부하가 동반되는 사고 활동을 수행할 경우에 우세해 지는 파이다.
- 3) Theta파는 4-8 Hz 영역의 파로 졸리거나 깊은 명상 같이 정신이 이완된 경우에 우세한 파형이다. [4]



〈그림 3〉 전체 시스템 블록도

3. 결 론

본 연구에서는 뇌파신호를 시간과 장소에 구애 받지 않으면서 실시간으로 획득 및 처리하여 집중도 지표를 통하여 뇌파 신호를 적용한 훈련이 언제 어디서든지 할 수 있는 뇌파신호 무선전송장치 개발을 시도하여 보았다.

이를 위해 획득된 뇌파기반 집중도신호를 BCI기술에 응용하고자 레고 자동차를 구동할 수 있는 제어 신호로 사용하였다. 제어 신호는 PC상에서 블루투스를 이용하여 레고로 전송하였고, 집중도의 크기에 따라 레고 자동차의 속도가 변화되는 형태로 구현하였다. 또한 기존의 생체신호 응용게임, 집중력훈련 프로그램뿐 아니라 장난감 등 전자기기와 같은 독립형 기기로 확대 적용 할 수 있으며 인터페이스를 블루투스 무선전송 장치를 사용함으로써 다른 기기와의 전송 및 더 넓은 분야로 확대 가능성을 기대할 수 있었다.

[참 고 문 헌]

- [1] 이정중, 윤영로 “생체전기현상”, 한국정밀공학학회지, 제 21권, 5-11, 2004
- [2] F. H. Patricia and Theda Sannit, “A review of international ten twenty system of electrode placement,” Grass Instrument Company, 1974.
- [3] 이경희, “공부 잘하려면 집중력 높아야”, 과학동아, 제 23호, 89-91, 1987
- [4] 안예진, 예제혁, 유길상, 이원형, “색체의 정신생리학적 영향에 대한 자발 뇌파 분석” 한국인터넷정보학회, 제 7권, 565-569, 2006