

스마트폰과 뇌파 분석 툴을 이용한 중증장애인 모니터링 시스템

오세빈* · 장현우** · 김광백***

*부경대학교 전자정보통신공학부

**부산대학교 의과학과

***신라대학교 컴퓨터공학과

Monitoring System of Severe Disability using Smart Phones and EEG Analysis Tools

Se-Bin Oh* · Hyun-woo Jang** · Kwang-beak Kim***

*Dept. of Information Communication Engineering, Pukyong University

**Dept. of Biomedical Sciences, Busan University

***Dept. of Computer Engineering, Silla University

E-mail : osebin10119@gmail.com, SSMJHW@gmail.com, gbkim@silla.ac.kr

요 약

본 논문에서는 자체 개발한 Java Platform 기반의 뇌파 분석 도구와 Android 기반의 Mobile 기기를 연계하여 중증 장애인의 상태 및 상황 등을 모니터링 할 수 있는 시스템을 제시한다. 제안된 시스템은 뇌파 측정기, 뇌파 분석 툴(PC Client) 그리고 Mobile 기기(Android)로 크게 3부분으로 구성된다. 뇌파 측정기로부터 수집된 원 주파수에서 저주파 대역의 잡음을 제거하기 위해 고주파 필터를 적용한 후, 적용된 데이터를 주파수 영역에서 분석하기 위해 FFT를 적용한다. FFT를 적용한 데이터를 Power Spectrum 분석 기법을 이용하여 Theta, Delta, Alpha, SMR, Beta 파형의 값을 추출하고, 14 채널의 뇌파 측정 위치에 따른 상관관계 분석기법을 통해 중증 장애인의 상태를 표현한다.

본 논문에서 제안한 방법으로 실험한 결과 중증 장애인 모니터링 시스템에 효율적으로 적용되는 것을 확인하였다.

키워드

뇌파 분석 도구, 중증 장애인, EEG 분석 시스템, 국제전극배치법

I. 서 론

우리나라의 급속한 사회 경제적 발전과 함께 장애인 수도 빠른 속도로 증가하고 있다. 2005년 장애인 실태 조사에 의하면 우리나라 등록 장애인 수는 약 1,449,496명 이었으나 2010년 장애인 실태조사에서는 2,148,686명으로 해마다 약 5% 정도로 증가하고 있는 추세이다. 잘 알려져 있는 것처럼 이러한 장애 인구의 양적인 증가와 함께 장애인 각각의 다양한 욕구에 부응할 수 있는 서비스를 개발하고 제공하는 추세이다[1]. 그 중에서 의사소통이 불가능한 중증 장애인의 경우에는 자신의 감정이나 상태를 표현하지 못하여 많은 불편함을 겪고 있다. 따라서 본 논문에서는 뇌파

를 활용하여 중증 장애인의 상태를 모니터링 하는 시스템을 제안한다.

II. 제안된 중증장애인 모니터링 시스템

2.1 뇌파 신호 측정 및 수집

뇌파는 일반적으로 Brain Activity의 성능을 향상시키기 위해 인식률을 높이는 다양한 방법이 있다. 가장 기본적인 원리는 전처리 과정을 통해 잡파(Artifacts)를 제거하는 것이다[2].

본 연구의 샘플링 주파수는 125Hz로 하며 고주파 필터와 저주파 필터를 이용하여 현재 대부

본의 연구에서 사용되는 뇌파의 전 범위에서 측정된 신호를 수집한다. 또한 교류 유도에 의한 60Hz의 상용 교류 잡파를 제거하기 위해 Notch Filter는 50Hz와 60Hz 중에서 선택적으로 사용된다.

잡파 제거는 현재의 다른 연구들에서 피실험자에 의해 쉽게 혼입되는 저주파 대역 잡파(1~3Hz)를 필터링을 통해 뇌파 요소와 함께 제거하던 것과는 달리 본 연구에서는 뇌파수집 전 대역에 대하여 분석이 가능하도록 한다

2.2 10-20 국제 전극 배치법

일반적인 배치법은 20채널 이하의 장비에서 10-20 배치 방법을 사용한다 10-20 배치법은 국제 뇌과학 학회에서 정한 규격이다. 전극의 부착 부위는 대뇌 부위에 따라 전두부(Frontal), 중심부(Central), 두정부(Parietal), 측두부(Temporal), 후두부(Occipital), 전두극부(Frontopolar)로 19개의 두피 전극을 기본으로 사용한다[4].

뇌파 측정을 위한 하드웨어 장비는 크게 Data Acquisition System, Analog to Digital Board 그리고 Amplifier로 구성하고 Bluetooth 연결을 통하여 데이터를 전송받아 간편하게 이동하면서 측정이 될 수 있도록 한다.

EEG 측정 위치는 10-20 System 전극 배치법을 따르도록 하며 본 연구에서는 14 Channel으로 전극을 배치하여 측정한다.

저주파 대역의 잡음을 제거하기 위해 원 주파수에서 저주파 필터를 적용한다

$$y_i = \alpha y_{i-1} + \alpha(x_i - x_{i-1}) \quad \text{단, } 0 \leq \alpha \leq 1 \quad (1)$$

식 (1)에서 x 값은 원 신호의 연속적인 입력 값이고 α 는 시간 상수 값, y 는 출력 값이다.

2.3. Power Spectrum Analysis

뇌파는 보통 0~50Hz 영역의 빠르기를 갖는 진동 성분으로 구성되어 있으므로 이 영역 내에서 매우 느린 진동에서 빠른 진동까지 크게 5단계로 세분화 한다. Delta, Theta, Alpha, SMR, Beta 영역으로 부른다. 따라서 측정된 뇌파 속에 각 진동 성분이 얼마만큼의 비중을 차지하고 있는지를 정량적으로 파악하는 것이 필요하다 이때 필요한 연산이 FFT(DFT)이며 뇌파 분석의 시작은 이것으로 시작한다

그림 1의 FFT 수식에서 N는 입력받은 데이터 표본 수이며, 0에서부터 N-1까지 연산한다. 고주파 필터가 적용된 AF3 채널에 대한 시간 영역에서의 신호 데이터가 FFT 거치게 되면 주파수 영역의 실수 부분과 허수 부분으로 분할되어 산출되고 이를 다시 해당 주파수의 파워 값으로 계산한다.

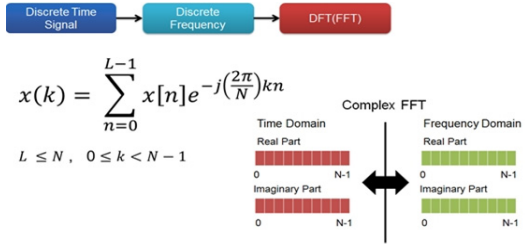


그림 1. FFT 연산

그림 2는 1~50Hz의 주파수로 분리된 데이터를 다시 고유의 파형으로 나누어 절대 값으로 계산하여 그래프로 표현한 것이다.

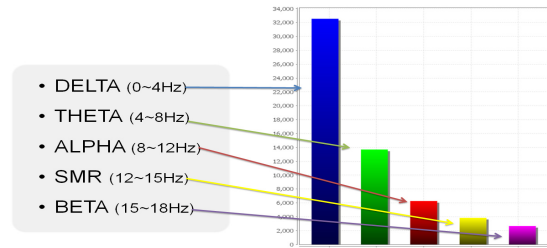


그림 2. 채널에 대한 고유 주파수 값

2.4 Cross-Correlation Analysis

머리 표면의 다른 부위에서 측정된 뇌파 사이의 서로간의 상관관계를 파악하기 위해서 주로 상호 상관 분석을 이용한다

고주파 필터를 적용한 뇌파 주파수 데이터를 한 채널과 나머지 13개 채널에 대한 비교 차이를 총 14개 채널에 대해서 식(2)와 같이 Pearson 상호 상관 계수를 연산한다[3].

식(2)에서 x_i 는 비교를 하는 주파수 채널 데이터이고 y_i 는 비교 당하는 주파수 채널 데이터이다. 각 채널의 차를 연산함으로써 상관계수를 얻는다.

$$r = \frac{\sum_i (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_i (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_i (y_i - \bar{y})^2}} \quad (2)$$

III. 실험 및 결과분석

실험 환경은 Intel(R) Core(TM)2 Due CPU와 2.00GB RAM이 장착된 IBM 호환 PC상에서 Eclipse junio로 실험하였다. 뇌파 측정 장비는 Emotiv 사의 EEG Headset을 사용하였다.

스마트폰과 뇌파 분석 툴을 이용한 중증장애인 모니터링 시스템의 측정 결과는 표1과 같다.

표 1. 4가지 감정에 따른 인식률

피실험자	인식률(%)			
	Relax	Joy	Sad	Anger
01	77.13	68.18	54.02	59.48
02	91.50	59.36	83.23	72.93
03	86.91	72.66	55.98	80.37
04	88.59	74.80	51.65	71.07
05	53.77	74.98	71.35	75.95
06	77.34	73.00	56.36	58.54
07	65.82	75.47	84.47	70.65
08	81.65	54.46	74.86	67.79
09	89.59	76.46	56.82	87.62
10	50.63	75.85	53.94	53.83
평균	76.29	70.52	64.27	69.82

“Single-trial EEG analysis using an adaptive auto regressive model,” Proc. of 4th Int. Symp. Central Nervous Monitoring, Sept. 1996.

피실험자 10명을 대상으로 실험한 결과 Relax에 대한 감정 인식률 76.29%, Joy는 70.52, Sad는 64.27 그리고 Anger는 69.82%로 나타났다. 실험에서 알 수 있듯이 스마트폰과 뇌파 분석 툴을 이용한 증증장애인 모니터링 시스템이 효과적으로 적용되는 것을 확인할 수 있었다.

IV. 결 론

본 논문에서는 스마트폰과 뇌파 분석 툴을 이용한 증증장애인 모니터링 시스템을 제안하였다.

피실험자 10명을 대상으로 제안된 방법을 실험한 결과, Relax에 대한 감정 인식률은 76.29%, Joy는 70.52, Sad는 64.27 그리고 Anger는 69.82%로 나타났다. 하지만 환경에 따른 외부 잡음 및 사람의 신체적인 활동에 따른 잡음으로 인하여 인식률이 낮아지는 것을 확인하였다.

따라서 향후 연구과제로는 뇌파 특성을 퍼지 클러스터링 기법을 적용하여 인식률을 높일 수 있는 방향으로 연구할 것이다.

참고문헌

- [1] 한국콘텐츠진흥원, “BCI(Brain Computer Interface) 기술 동향” 문화기술(CI) 심층 리포트, No. 12, pp. 3-6, 2011. 03.
- [2] 이상경, 김준엽, 박승민, “정상상태시각유발전위를 이용한 Mirror Neuron System 기반 BCI 시스템 개발” 한국지능시스템학회 학술대회 논문집 22권, 1호, pp.62-88 2012.
- [3] 전황수, “뇌컴퓨터 인터페이스(BCI) 기술 및 개발 동향,” 전자통신동향분석 Vol. 26, No. 5, pp.123-133, 2011. 10.
- [4] A. Shlogl, G. Pfurtscheller, and B. Schack,