

# 뇌와 컴퓨터의 인터페이스를 위한 뇌파 측정 및 분석 방법

## EEG Signals Measurement and Analysis Method for Brain-Computer Interface

심귀보<sup>1\*</sup> · 염홍기<sup>1</sup> · 이인용<sup>2</sup>

Kwee-Bo Sim<sup>1\*</sup>, Hong-Gi Yeom<sup>1</sup> and In-Yong Lee<sup>2</sup>

1 중앙대학교 전자전기공학부

2 (주)삼진기술

### 요 약

사람과 컴퓨터의 인터페이스를 위한 방법에는 여러 가지가 있으나 보다 편리하고 몸이 불편한 사람들도 이용할 수 있도록 하기 위하여 최근에는 사람의 뇌파를 이용하여 인터페이스를 하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 따라서 세계 여러 나라에서 뇌파에 대한 연구가 진행되고 있다. 하지만 아직까지 뇌파에 대한 정확한 분석이 이루어지지 못하고 있는 실정이다. 이를 위해 본 논문에서는 정확한 뇌파분석을 위한 뇌파 유발 자극방법 및 측정법을 제안하고, Fp1, Fp2, C3, C4영역에서 뇌파를 측정하여 사람이 팔을 움직이고자 하는 상상을 할 때  $\mu$ 파와  $\beta$ 파에서 발견되는 Event Related Synchronization(ERS), Event-Related Desynchronization(ERD)을 분석함으로써 사람의 의도를 뇌파를 통해 인지하고자 한다. 실험결과 피험자가 오른쪽 팔을 움직이고자 할 경우 왼쪽 뇌에서  $\mu$ 파는 감소하고  $\beta$ 파는 증가하였으며, 왼쪽 팔을 움직이고자 할 경우 반대로 우뇌에서  $\mu$ 파가 감소하고  $\beta$ 파가 증가하는 것을 알 수 있었다.

키워드 : 자극관련동기, 자극관련비동기, 의도인지, 뇌 컴퓨터 인터페이스, EEG 신호

### Abstract

There are many methods for Human-Computer Interface. Recently, many researchers are studying about Brain-Signal this is because not only the disabled can use a computer by their thought without their limbs but also it is convenient to general people. But, studies about it are early stages. This paper proposes an EEG signals measurement and analysis methods for Brain-Computer Interface. Our purpose of this research is recognition of subject's intention when they imagine moving their arms. EEG signals are recorded during imaginary movement of subject's arms at electrode positions Fp1, Fp2, C3, C4. We made an analysis ERS(Event-Related Synchronization) and ERD(Event Related Desynchronization) which are detected when people move their limbs in the  $\mu$  waves and  $\beta$  waves. Results of this research showed that  $\mu$  waves are decreased and  $\beta$  waves are increased at left brain during the imaginary movement of right hand. In contrast,  $\mu$  waves are decreased and  $\beta$  waves are increased at right brain during the imaginary movement of left hand.

Key Words : Event Related Synchronization(ERS), Event-Related Desynchronization(ERD), Intention Recognition, Brain-Computer Interface(BCI), EEG Signals

## 1. 서 론

사람이 컴퓨터에게 명령을 내리는 방법에는 여러 가지가 있을 수 있다. 가장 보편화된 방법은 버튼이나 스위치를 이용하는 방법이다. 하지만 버튼을 누르거나 스위치를 이용하는 것은 매우 수동적이며, 따라서 보다 친근하고 편리하도록 하기 위하여 다른 인터페이스 방법들이 개발되어 왔다. 예를 들어 사람의 말을 인식하거나 제스처, 얼굴 표정을 인식하여 원하는 서비스를 제공할 수 있다[1]. 하지만 말이나

제스처를 통한 명령전달 역시 수동적이며, 얼굴 표정에 따른 서비스는 주변 환경에 따라 영향을 많이 받는 등 여러 측면에서 제한적이라는 단점을 가지고 있다. 그러나 만약에 컴퓨터가 사람의 생각을 이해하거나 그 의도를 파악할 수 있게 된다면 이에 대한 서비스는 무궁무진 할 것이며, 이것은 편리할 뿐 아니라 신체적 장애를 가지고 있다고 해도 사용가능하기 때문에 이에 대한 연구 가치는 매우 높다고 할 수 있다.

이를 구현하기 위한 여러 연구가 진행되고 있으며, 그 중에서 세계적으로 가장 주목을 받고 있는 것이 바로 뇌파이다. 이는 많은 연구들을 통해 특정 주파수 대역에서의 뇌파 증감이 뇌에서의 신호처리와 밀접한 관계가 있다고 보고되고 있기 때문이다.

뇌파에 대한 연구는 뇌파를 분석하는 방법[2,3,4]에서부터 이를 이용한 응용분야인 Brain -Computer Interface(BCI)[5,6]까지 많은 연구가 활발히 진행되고 있다.

접수일자 : 2008년 8월 1일

완료일자 : 2008년 10월 1일

\* 교신 저자

이 논문은 2008학년도 정부(교육인적자원부)의 재원으로 대학교육협회의 대학교수 국내교류 연구비 지원에 의한 것입니다. 연구비지원에 감사드립니다.

뇌파에 대한 선행 연구들을 간단히 소개하면, 일반적으로 뇌파를 분석기 전 인식을 높이고자 전처리 과정을 통해 잡음을 제거하여 준다. 전처리 과정으로는 주파수 필터를 사용하여 저주파와 고주파의 잡음을 제거하기도 하고, ICA와 같은 특징추출 알고리즘을 이용하여 잡음을 제거해 주기도 한다[2]. 이러한 전처리 과정을 거친 후에는 이 신호를 직접적으로 분석하기 보다는 이 신호들의  $\alpha$ 파와  $\beta$ 파 등 각 주파수 영역별 신호를 분석하는 것이 일반적이며, 각 주파수별 뇌파의 증감을 통하여 뇌파를 분석하기도 한다[3,4]. 또한 실시간 분석방법을 통한 BCI의 응용[5]과 뇌파를 이용하여 지체 장애자가 모니터 상의 물체를 4방향 중 원하는 곳으로 움직이도록 하는 응용 분야[6] 등 다양하게 연구되어지고 있다.

기존의 뇌파 연구에 따르면 뇌의 각 부위는 각각 다른 역할을 하고 있으며, 앞서 언급한 바와 같이 일반적으로 뇌파는 직접 분석하기보다는 주파수 변환을 통해 각 주파수 대역에서 뇌파를 분석한다. 뇌파를 주파수 대역별로 나누는 것은 연구자에 따라 차이가 있으나 일반적으로  $\delta$ 파(0.2~3.99Hz),  $\theta$ 파(4~7.99Hz),  $\alpha$ 파(8~12.99Hz),  $\beta$ 파(13~29.99Hz),  $\gamma$ 파(30~50Hz)로 나눈다. 선행 연구에 따르면 각 주파수 대역별로 특징을 갖는데 저주파의 경우 움직임에 대한 잡음일 경우가 많으며,  $\alpha$ 파는 눈을 감고 있는 것과 같은 편안한 상태에서 증가하며, 눈을 뜨면 감소하는 것으로 알려져 있다[7]. 특히  $\mu$ 파(8~12Hz)는 몸을 움직이고자 할 때 감소하는 것으로 알려져 있으며[8],  $\beta$ 파는 의식적 활동 시,  $\gamma$ 파는 주의집중 시에 증가한다고 보고되고 있다[9].

하지만 뇌의 구조는 매우 복잡하고 뇌파에는 많은 정보가 혼합되어있어 아직까지 뇌파에 대한 정확한 분석이 부족한 상황이며, 뇌파 측정 시 다수의 채널을 머리에 부착하여 측정해야 하기 때문에 측정이 불편하고 번거롭다는 단점도 가지고 있다.

본 논문에서는 뇌의 여러 영역 중에서 운동중추와 사고중추 영역에서의 뇌파측정을 통해 채널수를 줄이는 방법을 제안하여 측정 시 불편함을 감소시키고 실시간 분석 시 시간을 단축할 수 있도록 하였으며, 이렇게 측정된 뇌파에서 움직임 시 상상시 발생하는 Event-Related Synchronization(ERS)와 Event-Related Desynchronization(ERD)에 대하여 Power Spectrum 분석과 Time/frequency 분석을 통하여 사용자가 어느 쪽 팔을 움직이려고 하는지 인지하는 연구를 수행하였다.

## 2. 뇌파 측정

### 2.1 유발 자극 환경

뇌는 쉬지 않고 계속 동작하며 동시에 여러 가지 일을 처리하기 때문에 측정과 상관이 없는 다른 뇌파의 영향을 줄이고 우리가 원하는 뇌파를 최대한 유발하여 그 뇌파를 정확히 측정하는 것이 뇌파분석을 위해 매우 중요하다. 본 연구에서는 피험자가 팔을 움직이는 상상을 할 때의 뇌파를 측정하고 이를 분석하기 위해 몸을 움직이는 상상을 극대화하고자 뇌파 유발 자극환경으로 공 이미지를 사용하였다. 뇌파측정 시 피험자가 다른 생각을 하지 않고 실험에 집중할 수 있도록 뇌파측정 시각 후 5초의 여유를 두고 이미지를 제시하여 피험자가 실험에 집중할 수 있도록 하였다. 이미지는 모두 4장이 제시되었으며 그림 1과 같이 우측 상단의 공 이미지, 중앙의 공 이미지, 좌측 상단의 공 이미지, 마

지막으로 중앙의 공 이미지를 각각 뇌파측정 5초, 7초, 12초, 14초 후에 제시하였다. 이는 공이 우측 상단에 위치했을 때 피험자는 오른쪽 팔로 공을 쳐서 가운데로 보내는 상상을 하게하고 좌측 상단에 위치해 있을 때는 왼팔로 공을 쳐서 가운데로 보내는 상상을 하도록 하기 위한 이미지이며, 공을 쳐서 가운데로 이동시키는 이미지 변화에 2초의 간격을 두어 그 시간동안의 뇌파의 변화를 분석하였다. 다음의 그림 1은 뇌파 측정 시 피험자에게 제시된 뇌파 유발을 위한 자극 이미지이다.

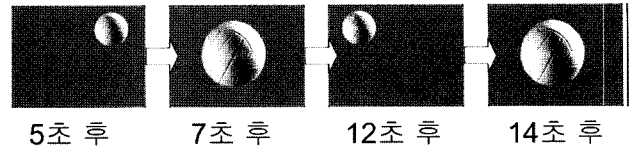


그림 1. 뇌파 유발 자극 이미지와 제시 시각  
Fig. 1. Stimulation images to induce brain signals and time

### 2.2 뇌파의 측정

정확한 뇌파의 분석을 위해서는 뇌파의 정확한 측정이 중요하며, 어느 영역의 뇌파를 측정하는 가는 실험 결과에 중요한 영향을 미친다. 본 논문에서 제안된 측정 영역에 대해 설명하기에 앞서 이를 위해 먼저, 뇌의 구조와 각 영역의 기능들에 대해 알아보려고 한다.

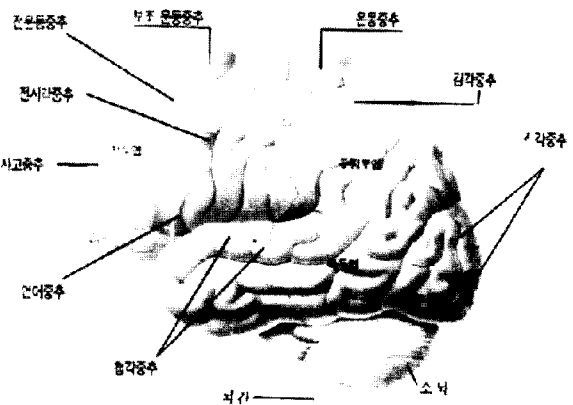


그림 2. 뇌의 구조  
Fig. 2. Structure of brain

먼저 대뇌의 피질은 그림 2와 같이 전두엽, 두정부엽, 측두엽, 후두엽 등으로 크게 나뉘며, 전두엽은 의사결정과 관련된 역할을 담당하고, 두정부엽은 신체를 담당하며, 후두엽은 시각과 관련이 깊고, 측두엽은 청각과 관련이 있다[10]. 본 연구에서는 팔의 움직임 상상시에 대한 뇌파측정을 하기 위하여 운동중추와 사고중추의 좌, 우를 각각 측정하여 사용자의 의도를 인지하는 실험을 하였다.

다음으로 뇌파 측정 시 많이 사용되는 방법에 대해 알아보도록 하겠다. 많이 사용되는 뇌파측정 방법에는 그림 3과 같이 10-20 system의 19영역을 측정하기도 하며[3], 더 정밀한 측정을 위해 MCN 전극배치법에서 32영역을 측정하거나 41영역을 측정하기도 한다[6][4]. 하지만 측정 채널수가 늘어날수록 데이터의 양과 정보처리 시간도 늘어나며, 측정이 번거롭기 때문에 가능한 채널수를 줄여나가는 연구

가 필요하다.

본 연구에서는 이를 해결하고자 운동중추의 C3, C4영역과 사교중추의 Fp1, Fp2영역의 측정을 제안하였으며, 이 4 영역에서 측정된 EEG신호를 실험의 데이터로 활용하였다. 측정 시 GND는 그림 4와 같이 귀의 옆 부분에서 측정하고, REF는 귀의 아래 부위에서 측정하였다. 뇌파측정 시 사용한 장비는 LAXTHA의 QEEG-8 장비를 사용하였으며, 동 회사의 프로그램인 TeleScan을 이용하여 EEG신호를 컴퓨터로 전송받고, 이렇게 획득된 EEG신호를 TXT파일로 변환하여, 좀 더 정확한 분석을 위해 BIOSEMI사의 EEGLAB v6.01을 활용하여 이를 재입력하여 뇌파를 분석해보았다[12]. 이 때 Sampling Frequency는 256Hz로 설정하여 측정하였다.

실험 중 집중력이 떨어져 다른 생각을 하게 되면 실험 결과 분석에 큰 영향을 미치기 때문에 본 실험에서는 여러 사람을 측정하는 대신 27세 남자 1인이 총 10회 실시하였으며, 실험을 위한 별도의 훈련시간을 갖지 않았다. 실험 시 제시된 뇌파 유발 자극 이미지는 17' 모니터에 전체화면으로 제시되었으며, 모니터와 피험자와의 거리는 80cm 정도를 유지하였다. 또한 몸의 움직임이나 각종 잡음을 제거하기 위하여 최대한 편안한 자세로 앉아 뇌파를 측정할 수 있도록 하였다.

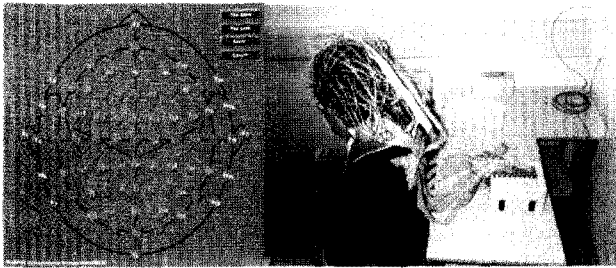


그림 3. 기존 뇌파 측정 장면

Fig. 3. General measurement method of EEG signals

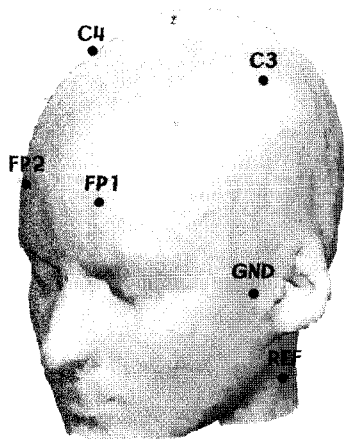


그림 4. 본 논문에서 제안된 뇌파 측정 부위

Fig. 4. Proposed electrode locations

### 3. 뇌파 분석

뇌파를 분석하는 방법에는 뇌의 어느 영역이 활성화 되었는지를 파악하는 방법과 P300(자극제시 후 약 300ms 지점에 나타나는 Positive 피크를 의미)을 분석하는 방법[10],  $\alpha$ 파(8~12.99 Hz)와  $\beta$ 파(13~29.99 Hz)의 크기를 비교하는 방법[11] 등이 있다.

선행 연구에 따르면 몸을 움직이고자 하는 상상할 때 Event-Related Synchronization(ERS)과 Event-Related Desynchronization(ERD)이 발생한다고 보고되어왔다. ERS란 피험자가 어떤 자극에 노출되었을 때 즉, 피험자가 어떤 동작을 취할 때 뇌파가 증가하는 것을 말하며, ERD란 반대로 피험자가 어떤 동작을 취하려고 할 때 뇌파가 감소하는 것을 말한다.

본 연구에서는 피험자가 팔을 움직이는 상상을 할 때 그의 의도를 감지하기 위해  $\mu$ 파(8~12Hz)와  $\beta$ 파(13~29.99 Hz)의 증감을 파악하여 ERD와 ERS를 파악하였다. 잘 알려진 바와 같이 뇌는 각각 반대 영역의 신체를 담당하기 때문에 좌측 팔의 움직임을 감지하기 위해 우측 뇌 영역의 EEG를 분석하고 우측 팔의 움직임을 분석하기 위해서는 좌측 뇌의 EEG를 분석하였다.

본 연구에서는 피험자의 C3, C4, Fp1, Fp2 영역에서 LAXTHA의 TeleScan 프로그램을 이용하여 EEG 신호를 측정하고, 이 데이터를 EEGLAB을 사용하여 분석하기 위해 TXT파일로 변환 후 이를 다시 EEGLAB에 입력시켜준 후 잡음이 될 수 있는 1~50Hz 이외의 뇌파는 Basic Filter를 이용하여 제외시켰다. 그리고 EEG 신호의 각 채널을 두뇌모델의 어느 영역에서 측정한 것인지를 맵핑하는 작업을 통해 2D 두뇌모델에서 각 주파수 대역별 어떤 변화가 발생하는 지를 분석할 수 있도록 하였다.

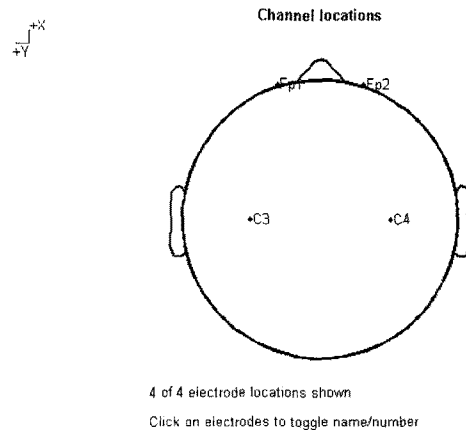


그림 5. 채널별로 맵핑된 두뇌모델

Fig. 5. Brain model mapped with channels

#### 3.1 Power spectrum 분석

Power Spectrum은 각 측정 영역에서의 신호의 세기를 색상의 변화를 통해 표현해 주는 방식으로 이번 실험에서 분석을 위해 사용된 프로그램인 EEGLAB에서는 원하는 주파수 대역을 입력하면 그에 해당 주파수들의 Power Spectrum을 두뇌모델에 맵핑하여 보여준다. 따라서 색상에 따라 각 주파수별로 뇌의 어느 영역이 활성화 되었는지를

쉽게 분석할 수 있다. 본 실험에서는 EEG 신호의 데이터 분석을 위하여 오른쪽 팔 움직임 상상 시와 왼쪽 팔 움직임 상상 시 각각 2초 동안의 뇌파를 8, 10, 12, 20, 30Hz에서 Power Spectrum을 비교하여 보았다.

### 3.2 Time/frequency 분석

앞서 소개한 Power Spectrum 분석은 특별하게 설정한 주파수와 시간영역에 대해서만 분석을 해 주기 때문에 두뇌의 활성화를 관찰하기에는 좋지만 이 분석 방법은 자극이 제시된 시점과 마침 시점을 알고 있다는 가정 하에 해당 부분만을 선택하여 분석한 것이며, 전체 뇌파에서 원하는 시점의 변화를 관찰하기 위해서 또는 실시간 처리하는 시스템을 구성하기 위해서는 시간에 따른 주파수의 변화를 관찰할 수 있어야 한다.

따라서 이러한 전체 EEG 신호에 대한 분석을 위해 본 연구에서는 Time/frequency 분석을 하고자 Event-Related Spectral Perturbation(ERSP) 방법을 사용하였다. ERSP는 시간의 흐름에 따라 각 해당 시간의 EEG신호에 대한 Power Spectrum을 보여주어 시간별 어느 주파수에서 어떤 변화가 발생하였는지 알 수 있게 해 준다.

ERSP 분석을 위해 먼저 전체 EEG 신호 중 자극 제시 전후의 원하는 데이터의 구간으로 잘라 각 회의 실험 구간의 평균값으로 결과를 나타낸다. 본 실험에서는 자극 전 1초 전에서 자극 후 2초까지의 신호를 사용하였으며 필요 없는 시간대의 신호를 제거하고 자극 제시 전과 후의 차이를 관찰하였다. 이렇게 평균값을 사용하는 것은 잡음의 영향이 통계적으로 상쇄되어 이러한 잡음의 영향을 줄일 수 있어 보다 정확한 분석을 할 수 있기 때문이다.

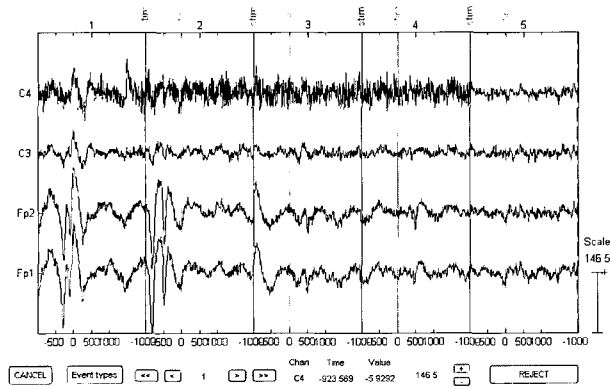


그림 6. 불필요 데이터를 제거한 EEG 신호 구간들  
Fig. 6. EEG epochs without unnecessary data

ERSP는 좁은 대역에서의 ERS와 ERD 측정을 일반화해준다. ERSP의 계산방법은 다음과 같다. 우선, 각 반복된 실험별 해당 시간과 주파수 대역의 Power Spectrum을 구하고 각 실험 데이터의 절대 값의 제곱의 평균을 구한다. 그러면 각 이미지 점에서의 색은 해당 시간과 주파수에서의 Power를 나타낸다. 일반적으로, 실험 n번 동안, 주파수 f, 시간 t에서 k번째 실험의 Power Spectrum을  $F_k(f,t)$ 라 하면 ERSP는 다음 식 (1)과 같다.

$$ERSP(f,t) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n |F_k(f,t)|^2 \quad (1)$$

위 식(1)의  $F_k(f,t)$ 을 계산하기 위해, EEGLAB은 short-time Fourier transform, a sinusoidal wavelet transform이나 Slepian multitaper decomposition을 사용하였다[13].

## 4. 실험결과

### 4.1 Power Spectrum 분석

EEGLAB 프로그램[12]을 이용하여 두뇌모델에 맵핑한 C3, C4, Fp1, Fp2 영역의 EEG신호를 Power Spectrum을 통해 분석한 결과 그림 7, 8과 같았다. Power Spectrum 분석은 각 실험의 평균값에 의한 분석결과가 아닌 1회의 실험에 대한 분석으로 본 논문에서는 마지막 10번째 실험의 데이터를 활용하였다.

먼저 그림 7을 보면 우측 팔을 움직이고자 할 경우 왼쪽 뇌에서  $\mu$ 파(8,10,12Hz)가 감소(ERD)하여 파란색을 띠는 것을 볼 수 있으며, 상대적으로 우측이  $\mu$ 파가 높고  $\beta$ 파(20, 30Hz)는 증가하여 좌측이 높은 것(ERS)을 볼 수 있다. 이와 반대로 그림 8을 보면 좌측 팔을 움직이고자 할 경우 우뇌의  $\mu$ 파가 감소하여 상대적으로 좌측이 높고  $\beta$ 파는 증가하여 우측이 높은 것을 볼 수 있다.

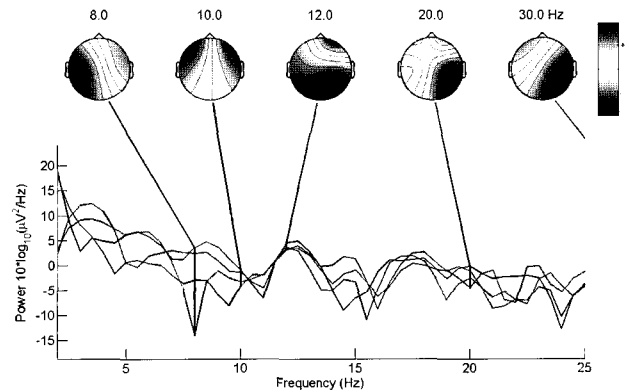


그림 7. 오른쪽 팔 움직임 상상 시 Power Spectrum  
Fig. 7. Power spectrum during the imaginary movement of right arm (s10)

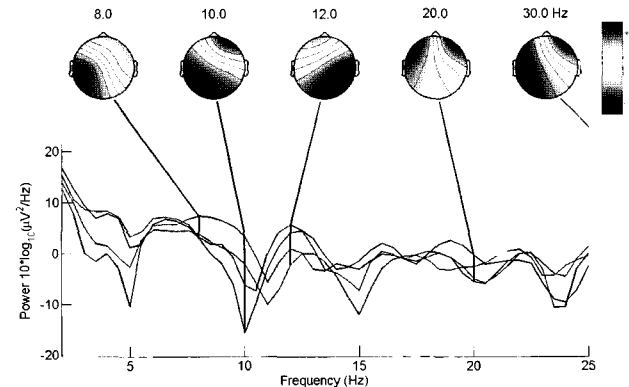


그림 8. 왼쪽 팔 움직임 상상 시 Power Spectrum  
Fig. 8. Power spectrum during the imaginary movement of left arm (s10)

### 4.2 Time/Frequency 분석

앞 선 Power Spectrum의 분석과 달리 ERSP 분석 방법은 총 10회의 실험의 평균값을 분석에 대입하는 방식으로 자극 제시 전의 뇌파와 자극 제시 후의 뇌파가 주파수 별로 어떤 차이를 보이는 지를 나타내 준다.

그림 9에서 보이는 바와 같이 오른쪽 팔 움직임을 상상하는 자극 이후 상단의 그림(C4 영역)보다 하단의 그림(C3 영역)에서 상대적으로  $\mu$ 파가 감소한 것을 알 수 있다. 고주파영역에서는 반대로 상단의 그림(C4 영역)보다 하단의 그림(C3 영역)에서 활성화 된 것을 볼 수 있다. 또한 점선의 자극 제시 전과 자극 제시 후를 비교해 보면 C3영역에서  $\mu$ 파는 감소하고  $\beta$ 파는 증가하는 것을 관찰 할 수 있다.

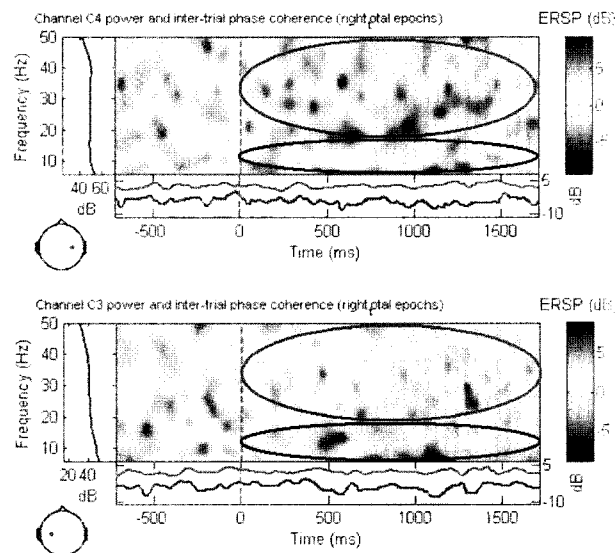


그림 9. 오른쪽 팔 움직임 상상 시 C4, C3의 ERSP비교  
Fig. 9. ERSP comparison during the imaginary movement of right arm at C3 and C4

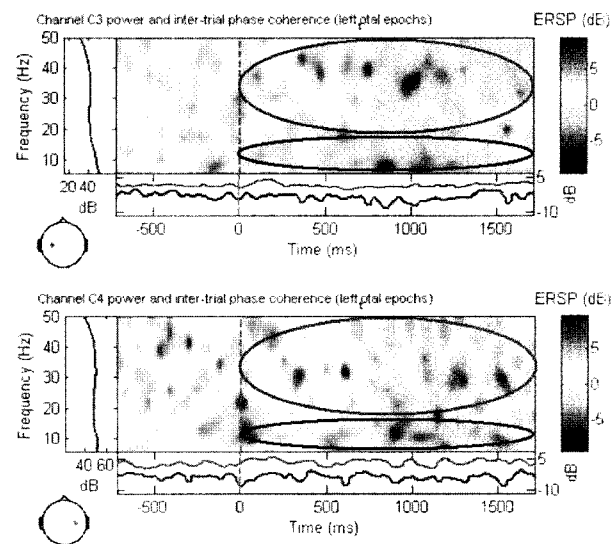


그림 10. 왼쪽 팔 움직임 상상 시 C3, C4의 ERSP비교  
Fig. 10. ERSP comparison during the imaginary movement of left arm at C3 and C4

그림 9와 반대로 그림 10에서는 왼쪽 팔 움직임을 상상하는 자극 이후 상단의 그림(C3 영역)보다 하단의 그림(C4 영역)에서 상대적으로  $\mu$ 파가 감소한 것을 알 수 있고, 고주파영역에서는 반대로 상단의 그림(C3 영역)보다 하단의 그림(C4 영역)에서 활성화 된 것을 볼 수 있다. 또한 왼쪽팔의 움직임 상상 시에도 자극 제시 후에 C4영역에서  $\beta$ 파가 증가하고  $\mu$ 파가 감소한 것을 관측할 수 있다.

## 5. 결 론

본 논문에서는 뇌파 분석을 통하여 피험자가 오른쪽 팔을 움직이고자 하는지 왼쪽 팔을 움직이고자 하는지를 분석하여 보았다. 이를 위하여 공 이미지를 통해 좌·우측 팔의 움직임을 상상하는 뇌파를 유발하여 측정하였고, 이렇게 측정된 EEG신호를 Power Spectrum 분석을 통해 각 주파수별 두뇌모델에서 신호를 세기를 분석하여 보았으며, Time/Frequency 분석을 통하여 시간축 상에서 자극 제시 후의 변화를 주파수축 상에서 살펴봄으로서 분석해 보았다. 그 결과 피험자가 오른쪽팔을 움직이고자 할 경우 자극 제시 전보다 왼쪽 뇌에서  $\mu$ 파는 감소하고  $\beta$ 파는 증가하는 것을 보았으며, 반대로 왼쪽 팔을 움직이고자 했을 경우 자극 전보다 우뇌에서  $\mu$ 파가 감소하고  $\beta$ 파가 증가하는 것을 관찰할 수 있었다. 또 이러한 실험측정을 위하여 뇌의 어느 영역을 측정할 것인지에 대한 부분도 살펴보고 이를 통하여 다수 영역을 모두 측정하고 Features를 뽑아내는 것이 아니라 제안된 4채널 측정을 통해 피험자의 움직임 인지가 가능함을 보였다.

향후 연구과제로는 보다 다양한 피험자를 대상으로 실험을 하는 것과 피험자의 다른 의도를 인식하는 뇌파에 대한 분석을 연구할 것이며, 실시간으로 EEG신호를 분석하고 분류할 수 있도록 하여 이를 적용한 시스템을 구현하여 지체 장애인이나 노인과 같이 몸이 불편한 사람들의 행동을 돕는 시스템을 개발하고자 한다.

## 참 고 문 헌

- [1] H. Guncs and M. Piccardi, "Bi-modal emotion recognition from expressive face and body gesture," *Journal of Network and Computer Application*, pp. 1-12, 2006.
- [2] Paul S. Hammom and Virginia R. de Sa, "Preprocessing and Meta-Classification for Brain-Computer Interfaces," *IEEE transaction on biomedical engineering*, vol. 54, No.3, march 2007.
- [3] N. Firat INCE, Sami ARICA, "Analysis and Visualization of ERD and ERS with Adapted Local Cosine Transform," *Proceedings of the 26th Annual International Conference of the IEEE EMBS San Francisco, CA, USA* · September 1 5, 2004.
- [4] ZHOU Zhong-xing, MING Dong, WAN Bai-kun, CHENG Long-long, "Event-Related EEG-Changes during Attempted Standing Up Task," *Proceedings of NFSI & ICFBI 2007*

Hangzhou, China, October 12-14, 2007.

- [5] Arao Funase, Tohru Yagi, Allan K. Barros, Andrzej Cichocki and Ichi Takumi, "Single trial method for Brain-Computer Interface," *Proceedings of the 28th IEEE EMBS Annual International Conference New York City, USA, Aug 30-Sept 3, 2006.*
- [6] Laura Kauhanen, Pasi Jylanki, Janne Lehtonen, Pekka Rantanen, Hannu Alaranta, and Mikko Sams, *EEG-Based Brain-Computer Interface for Tetraplegics*, Hindawi Publishing Corporation Computational Intelligence and Neuroscience Volume 2007, Article ID 23864, 11pages doi:10.1155/2007/23864.
- [7] S.Salenius, M.Kajola, W.L.Thompson, S.Kossly, and R.Hari, "Reactivity of magnetic parieto-occipital alpha rhythm during visual imagery," *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol.*, vol. 95, pp. 453-462, 1995.
- [8] Pineda JA. The functional significance of mu rhythms: translating "seeing" and "hearing" into "doing". *Brain Res Brain Res Rev.* 2005 Dec1;50(1):57-68.
- [9] T. Gruber, M.M. Muller, A. Keil, and T. Elbert, "Selective visual-spatial attention alters induced gamma band responses in the human," *EEG. Clin. Neurophysiol.*, vol.110, pp. 2074-2085, 1999.
- [10] <http://www.laxtha.com>.
- [11] 김종성 외, "생체신호 기반 사용자 인터페이스 기술", *전자통신동향분석*, 제20권, 제4호, 2005년 8월.
- [12] <http://www.sccn.ucsd.edu/eeglab>.
- [13] Arnaud Delorme, Scott Makeig, "EEGLAB: an open source toolbox for analysis of single-trial EEG dynamics including independent component analysis," *Journal of Neuroscience Methods* 134 pp. 9-21, 2004.

## 저 자 소 개



**심귀보(Kwee-Bo Sim)**  
 1990년 : The University of Tokyo  
 전자공학과 공학박사  
 1991년 ~ 현재 : 중앙대학교  
 전자전기공학부 교수

[제18권 4호 (2008년 8월호) 참조]

E-mail : [kbsim@cau.ac.kr](mailto:kbsim@cau.ac.kr)  
 Homepage URL : <http://alife.cau.ac.kr>



**염홍기(Hong-Gi Yeom)**  
 2008년 : 중앙대학교 전자전기공학부  
 공학사  
 2008년 ~ 현재 : 중앙대학교 대학원  
 전자전기공학부 석사과정

관심분야 : Brain-Computer Interface, Rehabilitation,  
 EEG-signal 등



**이인용(In-Yong Lee)**  
 1987년 : 부경대학교 졸업(공학사)  
 1993년 : 동아대학교 전자공학과 공학석사  
 2003년 : 동아대학교 전자공학과 공학박사  
 1994년 ~ 1996년 : 삼성시스템 공동대표  
 및 R&D 실장  
 1996년 ~ 1999년 : 삼진기술 대표  
 1999년 ~ 현재 : (주)삼진기술 대표이사

관심분야 : Intelligent System, 비선형제어, Ubiquitous  
 System(U-healthcare, USN외), 지능형로봇,  
 조선·선박 IT 통합 solution