

정신활동에 의한 EEG신호의 분류시스템

김 민 수, 김 기 열, 정 대 영, 서 희 돈
영남대학교 대학원 전자공학과
전화 : 053-810-2553 / 핸드폰 : 016-501-3421

Classification System of EEG Signals for Mental Action

Min Soo Kim, Ki Yeul Kim, Dae Young Jung, Hee Don Seo
Dept. of Electronic Engineering, Yeungnam University
E-mail : msk0328@yumail.ac.kr

Abstract

In this paper, we propose an EEG-based mental state prediction method during a mental tasks. In the experimental task, a subject goes through the process of responding to visual stimulus, understanding the given problem, controlling hand motions, and hitting a key. Considering the subject's varying brain activities, we model subjects' mental states with defining selection time. EEG signals from four subjects were recorded while they performed three mental tasks. Feature vectors defined by these representations were classified with a standard, feed-forward neural network trained via the error back-propagation algorithm.

We expect that the proposed detection method can be a basic technology for brain-computer interface by combining with left/right hand movement or cognitive decision discrimination methods.

I. 서론

1929년 독일의 정신과 의사 Hans Berger가 사람의 두피로부터 뇌전위를 측정할 시작으로부터 뇌에 대한 연구가 진행되어 오고 있다[1]. 뇌의 각 부위의 기능을 파악하기 위한 동물실험이나 전신불구의 심한 장애 환

자들의 의사소통을 목적으로 하는 연구에서 주로 시행되고 있다. EEG를 이용하여 뇌의 기능과 뇌 속에서 일어나는 정신작용의 과정을 규명하고자 하는 연구는 1997년 Kirkup 등에 의해 마인드 스위치(mind switch)가 개발됨으로 인하여 많은 주목을 받게 되었다. 그리고 현재까지도 많은 연구가 전세계에서 이루어지고 있다.[2] 이와 유사한 분야는 EEG 바이오 피드백 [3](biofeedback)분야로서 피검자의 뇌파를 피드백하여 보여줌으로써 피검자의 각성상태를 안정하게 한다거나 정신질환 환자들을 치료하는 방법, 특정한 뇌파의 유도를 통한 오락용 프로그램의 개발 등에 관한 연구를 진행하고 있다. 또 다른 한 분야는 인간의 인지과정에서 일어나는 정신작용을 뇌파를 이용하여 해석해 보려는 시도이다. 환자의 심한 장애로 인하여 신체가 자유롭게 못한 장애인의 경우에 정상인과의 의사소통을 목적으로 뇌파를 이용하는 시도가 이루어지고 있다. 실험방법으로는 화면에 제시되는 명령어나 문장들 중에서 원하는 것을 선택할 때 발생하는 뇌파를 분별함으로써 그 사람의 의사를 다른 사람에게 전달할 수 있도록 하는 것이다. 모니터 화면에 알파벳이 주어지고 마우스 커서를 뇌파로 움직여 원하는 알파벳들을 순서적으로 선택하여 메일이나 문서작업을 할 수 있는 것이다. 또 인지적 정신상태 분별을 위한 연구들이 많이 이루어지고 있다.[4]

본 논문은 건강한 피험자를 대상으로 4종류의 실험 조건 즉 휴식상태와 3종류의 Task 임무가 주어질 때에 모니터를 보고 판단하는 상태를 수행하고 있을 때

의 뇌파를 분별하는 실험을 하였다. 실험의 대상은 대학원생으로 하였으며 정신활동시 판단 상황 및 일반적인 선택과정에서 발생하는 뇌파를 측정할 실험을 소개하였고, 측정된 뇌파 신호를 이용한 특징추출을 하여 정신상태판별에 이용할 수 있었다.

II. 본론

2.1 뇌파 측정문제

피험자에게 제시되는 자극은 3가지 유형으로 구성되어 있다. 유형 1에서는 수학의 사칙연산한 결과를 물어서 판단하는 문제들로 구성되어 있고, 유형 2에서는 고사성어 한자들이 이 표기가 맞게 구성되었는지를 묻는 문제들로 구성되어 있다. 유형 3에서는 비슷한 색깔을 구분하는 형태로 문제를 다루었다. 단계 1, 2, 3의 문제 예를 아래에서 보인다.

Type1 $4 \cdot 10 = 200, 100 - 31 = 69$

Type2 清出御覽, 有備無患

Type3



유형 1, 유형 2 와 유형3에 해당하는 문제를 각각 10 문항씩 선정하여 총 30문제로 구성한다. 각 문제는 10초 동안 피험자용 화면에 제시되고, 이 동안에 피험자는 키보드에 해당하는 키를 눌러서 답하도록 한다.

본 연구의 인지적 정신상태의 판별을 위하여 본 연구에서 수행한 뇌파 측정의 실험과정은 그림1의 구성과 같다. 그림 1에서 나타낸바와 같이 피험자의 뇌파의 측정을 위한 장치로는 EEG 증폭기와 실험자의 뇌파의 측정을 위한 오퍼레이터(Operator)와 모니터가 구성된다. 뇌파신호 획득에 필요한 뇌파 증폭장치는 BIOPAC사의 EEG 100B 증폭기를 이용하여 출력신호를 받도록 하였으며, 스크린에 예시되는 그림은 자바 프로그램을 이용하여 작성하였으며, 뇌파측정 셋업(Set-up)을 위하여 오퍼레이터를 1명 두어서 실험을 하였다. 아래그림 1에서 실험의 구성도를 나타내고 있다.

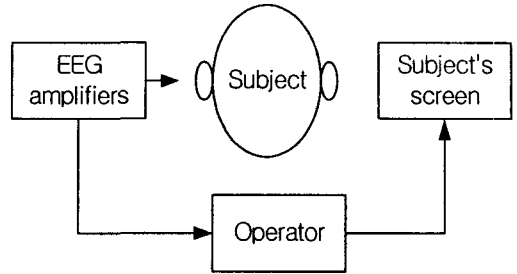


그림 1. 본 연구의 실험구성

2-2 뇌파측정 실험

뇌파 측정 실험은 정신질환이 없는 대학원생을 대상으로 실시하였다. 피험자의 실험에 필요한 환경은 내부적으로 방음처리되고 외부영향을 받지않는 환경이며, 피험자는 모니터로부터 60cm떨어진 위치에서 편히 앉아서 자극에 대한 반응을 키보드를 통해서 입력한다. 뇌파측정을 위한 전극법은 국제 표준규격인 10-20 기준에[5][6] 따라 설정하였으며, 전극의 형태는 캡전극을 이용하여 8곳(Fp1, Fp2, C3, C4, P3, P4, O1, O2)에 부착하였다. 전극의 접지는 양 컷볼(A1, A2)에 설치하였으며, 전극을 통해서 수집되는 뇌파는 수 μV 의 뇌파는 BIOPAC사의 EEG100B에서 수천배 증폭되었다. DAQ(Data Acquisition)모듈로 전송되어 컴퓨터와 시리얼 포트를 통하여 연결되어 구성된다. 측정된 뇌파는 250 샘플링되고, 매 자극이 제시되고 끝나게 되면 텍스트 파일로 저장된다. 그림 2에서는 실험실 내부에는 실험자에게 모니터를 통해서 자극을 보이는 장면이며, 실험자 옆에는 실험데이터를 관리하고 조정하는 오퍼레이터가 위치하며, 뇌파는 연속적으로 모니터링 가능하게 구성되었다.



그림 2. 본 연구의 실험과정

2-3 뇌파신호특성해석

본 실험에서는 먼저 컴퓨터 모니터를 통해서 문제가 제시되고 피험자는 시각자극을 받는다. 그리고 이 시

각 자극이 지속되면서 문제의 내용을 파악하고 동시에 문제의 답을 판단하기 위한 인지적인 정신활동을 하게 된다. 문제의 답을 정한 후에는 해당하는 키를 정확하게 누르기 위한 뇌활동이 활성화되고 이러한 뇌 활동으로 손 움직임을 조절하여 키를 누르는 손동작으로 문제를 선택한다. 이와같은 뇌 활동 즉 정신상태의 변화하는 과정을 추정한다. 이와 같은 어떤 반응전에 인간의 생각을 미리 컴퓨터에 전달하므로 BCI에 활용될 수 있게된다. 그림 3에서 본 연구의 실험에 사용한 정신활동에 따른 영역과 선택시간 영역을 나타낸다.

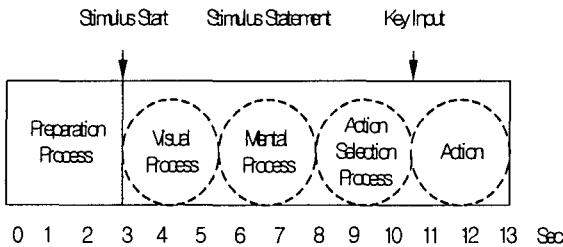


그림 4. 정신활동에 따른 영역과 선택시간

III. 실험 및 결과

인지적인 정신상태의 구분을 위해서 사용한 전극은 Fp1, C3, P3, O1에서 측정된 신호를 이용한다. 정신활동 동안 뇌파의 형태와 기저상태(baseline)를 구분하는 실험을 하였다. 각 실험자에 대한 모니터에서 제시되는 문제를 통해서 실험의 정확도 실험, 선택시간 과 손의 움직임을 관찰하는 실험을 해보았다. 그래서 기저상태의 실험형태는 실험자는 모니터 화면을 건 상태에서 편안하게 가만히 앉은상태를 유지하여 뇌파를 측정한다. 또 인지상태의 뇌파들을 구분하기 위해 신경망을 이용한 실험을 통해서 분류시스템을 구성가능하였다. 뇌파의 특정파를 찾기위한 실험으로 정신활동 시 뇌파와 기저상태의 뇌파를 획득하는 실험을 그림 5와 6에서 나타내었다. 그리고 실험자를 통한 BCI 실험의 결과치는 표 1에서 나타내었다. 표 2에서는 특정파를 이용해서 신경망에 적용해서 실험한 결과치를 나타내었다.

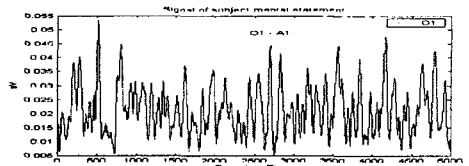
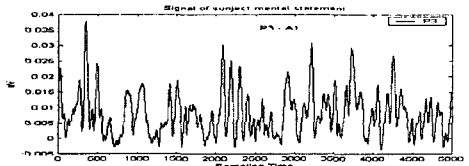
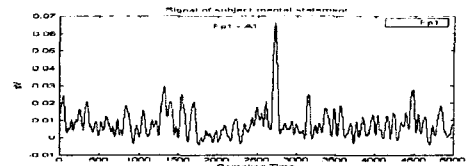
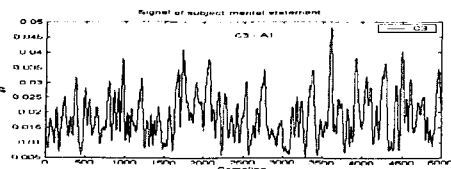
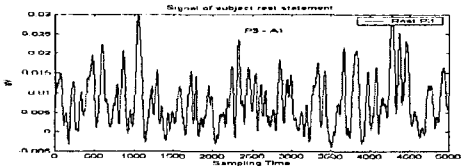
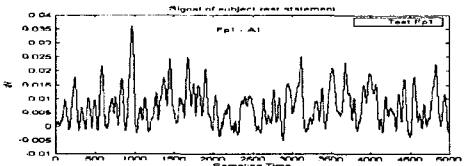
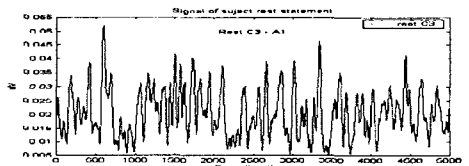


그림 3. 정신활동 시 뇌파



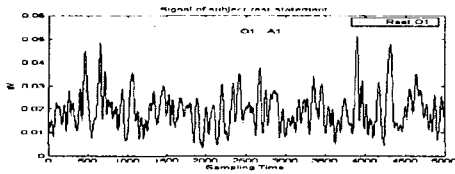


그림 4. 기저상태 뇌파

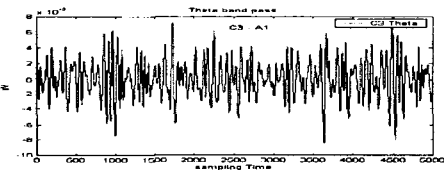
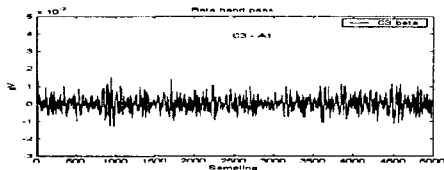
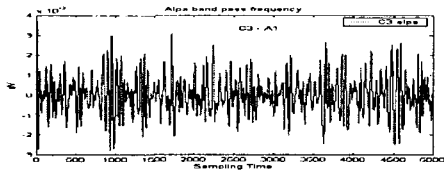


그림 5. 주파수 대역별 뇌파특성

표 1. BCI 실험결과

Subjects	Input	Test Total/Wrong	Time Aver.	Motion
M S	Math.	10/0	6	Right
K Y	Chine.	10/2	7	Left
S J	Math.	10/0	5	Right
T J	Math.	10/1	7	Left

표 2. 신경망을 이용한 모의실험 결과

Subjects	Square Error	Iteration	Recognition (%)
M S	0.0013	16,000	88
K Y	0.0017	21,000	93
S J	0.0021	17,500	95
T J	0.0019	16,600	92

IV. 결론

본 연구에서는 모니터 화면을 통한 정신상태의 특정 뇌파를 분석하기 위한 실험을 하였다. 실험결과 정신 활동상태와 기저상태를 구분하기 위한 실험을 통해서 뇌파의 형태가 다른을 쉽게구분 가능하였고, 또 특성파를 다층 신경망을 이용해서 뇌파의 분류실험 해 본 결과 만족한 성능의 결과값을 얻을수 있었다. 본 실험을 통해서 높은성능의 BCI 시스템의 구현가능성을 보였다. 앞으로 실험의 조건을 다양화하고, 실험자수를 늘리고 새로운 형태의 정확성을 요구하는 알고리즘 개발이 필요하다.

참고문헌

- [1]J. L. Andreassi, Psychophysiology - Human behavior & physiological response, second Edition, Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, Hillsdale, New Jersey, 1989.
- [2]L. A. Farwell and E. Donchin, "Talkingoff the top of your head: Toward a mental prosthesis utilizing event-related brain potentials," electroencephalogr. Clin Neurophysiol., vol.70, pp 510-523,1988.
- [3]D. J. McFarland, G. W. Neat, R. F. Read , and J.R. Wolpaw, "An EEG based method for graded cursor control," psychobiol., vol.21, no. 1, pp. 77-81, 1993.
- [4]신승철, "뇌파기반 휴먼-컴퓨터 인터페이스를 위한 인지적 정신상태의 분별," 전자공학회지, 제24권, 제 1호, pp. 61-64, 2001.
- [5]H. Jasper, "The ten twenty electro system of international federation," Electroencephalogr. clin.europhysiol., vol. 10,pp. 371-375, 1958.
- [6]P. R. Kennedy, R.A.E.Bakay,M. M. Moore, K.Adams, and J. Goldwithe, "Direct control of a computer from the human center nervous system," IEEE Trans. Rehab. Eng., vol.8,pp. 198-202, june 2000.