

뇌파를 이용한 2축머신 제어시스템에 관한 연구

김동완*, 백승화*, 문대엽*, 주관식*
 명지대학교*

A Study on 2-Axis Machine Control System using Brain Waves

Dong-Wan Kim*, Seung-Hwa Beack*, D.Y Moon*, Koan-Sik Joo*
 Myongji University*

Abstract - 뇌-기계 인터페이스(BMI : Brain Machine Interface)는 사람의 뇌에서 추출된 데이터를 이용하여 신체동작 없이 기계나 컴퓨터를 동작시키는 새로운 인터페이스 기술이다. 이러한 뇌-기계 인터페이스 기술은 자발전위 뇌파와 유발전위 뇌파를 이용한다.

자발전위 뇌파는 원하는 파형의 파워 값을 조절하여 새로운 인터페이스를 만드는 것이고, 유발전위 뇌파는 자극을 받았을 때 발생하는 값을 이용하여 새로운 인터페이스를 구현하는 것을 말한다. 이 중 자발전위는 사람이 스스로 뇌파의 방출량을 조절할 수 있어 집중력 향상과 같은 효과를 얻을 수 있다는 장점이 있다. 따라서 본 연구에서는 자발전위를 이용하여 뇌-기계 인터페이스 기술을 구현 하였다.

전두엽에서 뇌파 취득을 위한 센서부는 BIOPAC사의 MP150과 TEL100을 이용하여 구현하였다. 증폭률은 약 20,000배 이며 Sampling Rate은 200Hz이다. 취득된 뇌파는 이더넷을 통하여 PC로 전송된다.

뇌파 데이터 처리부는 범용 PC상에서 NI사의 LabView 8.0 소프트웨어를 이용하여 구현하였다. IIR 필터를 사용하여 잡음제거 및 뇌파에서 알파파와 베타파를 필터링 하였다. 또한 뇌파 분석을 위하여 FFT와 PSD알고리즘을 사용하였다[3][4].

1. 서 론

인간의 뇌에 관한 연구는 오랜 시간에 걸쳐 진행 되어져 왔으며, 이러한 결과로 사람의 뇌는 해부학적 관점에서 수많은 뉴런으로 이루어져 있다는 사실이 밝혀졌다. 또한 뉴런의 활동으로 인해 전기적 신호가 발생한다는 사실을 발견하였으며, 이 사실을 기반으로 뇌 기능의 이해 및 응용, 뇌질환의 예방과 치료를 위한 연구가 지속적으로 이루어져왔다.

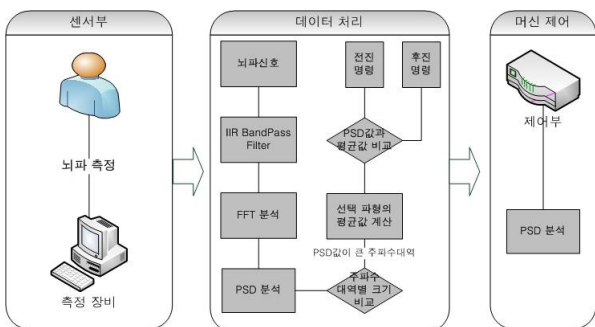
이와 더불어 기초과학, 공학, 심리학, 의학, 등 여러 학문 분야에서도 뇌 연구의 중요성을 깨닫고 뇌 연구의 발전을 위해 다양한 연구가 활발히 진행되고 있다. 그중 인간과 컴퓨터 상호작용의 한 분야로 뇌에서 발생하는 신호를 측정하여 원하는 목적에 이용하는 뇌-기계 인터페이스(BMI : Brain Machine Interface)에 관한 연구가 최근 활발히 진행되고 있다. 뇌-기계 인터페이스는 언어나 신체의 동작을 거치지 않고 인간의 생체신호인 뇌파를 매개로 사용자 의사를 직접 시스템에 전달하는 인터페이스이다. 또한 인간의 생체신호인 뇌파를 인식한다는 새로운 개념으로서 신체장애우 및 특수 환경 작업자가 활용 가능한 인간 중심형 인터페이스이다. 이러한 인간 중심형 인터페이스의 발전은 단기적으로 '뇌파를 활용한 전기기구의 제어'와 같은 단순한 기술의 발전이 예상되며, 장기적으로 '뇌파를 활용한 의사 및 동작 등의 분별'기술로 발전이 예상된다. 또한, BMI 기술 연구는 가상현실기술과 결합하여 기능적 체감형 인터페이스로의 발전이 전망된다[1][2].

이와 같이 BMI 기술은 많은 발전 가능성을 가지고 있으며 또한 많은 연구가 진행 중에 있다. 본 연구에서는 전두엽에서 뇌파를 측정하여 알파파와 베타파의 유발 행동을 통하여 2축 머신을 제어하는 시스템을 개발하고자 한다.

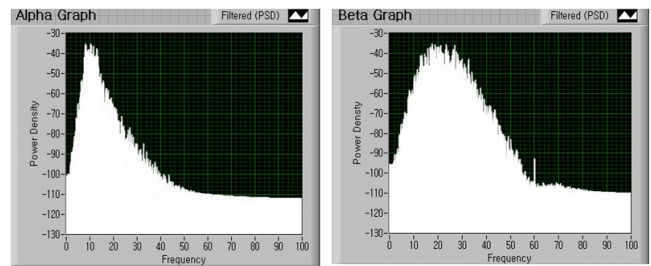
2. 본 론

2.1 시스템 구성

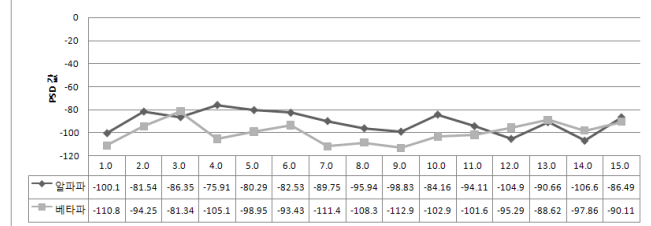
본 연구에서는 실시간으로 뇌파를 분석하여 사용자가 원하는 방향으로 머신을 제어할 수 있도록 <그림 1>과 같이 시스템을 구성하였다.



<그림 1> 시스템 구성도

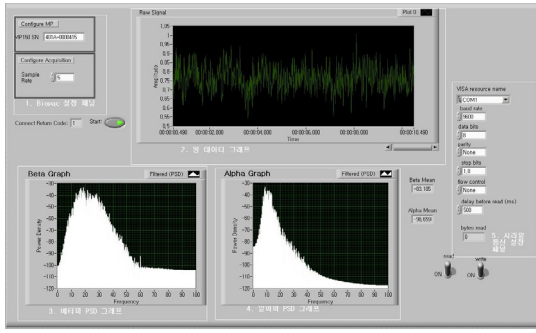


알파파 유발 실험 결과



<그림 2> 뇌파 유발의 예

<그림 2>에서 보듯이 알파파의 유발 행동을 할 경우 나타나는 PSD 파형과 유발 결과를 나타낸 것이다. 유발 결과는 15개의 샘플 중 12개의 샘플이 베타파보다 값이 크게 측정이 되었다. 이와 같은 결과를 이용하여 머신을 동작 시켰다. 예를 들어 알파파의 경우 머신의 좌, 우 이동 축을 담당하고 베타파의 경우 머신의 상, 하 이동 축을 담당하게 한다. 각 주파수 대역별로 PSD 값을 측정하게 된다. 이렇게 측정된 값을 주파수 대역별로 비교를 하여 만약 알파파의 값이 베타파의 값보다 클 경우 알파파에서 선택되었던 이동 축에 대해 명령을 내리게 된다. 즉 이전에 알파파에 대해서 좌, 우 이동 축에 대해서 설정을 하였다면 그 축에 대한 이동 명령을 내리게 되는 것이다. 여기서 좌, 우 이동 축을 어떻게 선택해야 하는 문제가 발생하게 된다. 이를 해결하기 위해 다음 단계에 해결책을 제기 하였다. 뇌파는 유발행동에 따라서 그 값을 조절 할 수 있다. 즉 기준 값을 통하여 높은 값과 낮은 값으로 나눌 수 있다. 즉 피드백 혼란을 통하여 뇌파의 방출량을 조절하게 되면 결과적으로 뇌파의 조절로 각 이동 축에 대한 전 후진 등의 명령을 내릴 수 있게 되는 것이다. 뇌파를 이용하여 머신의 제어하기 위해 제작된 소프트웨어는 다음 <그림 3>과 같다.



〈그림 3〉 머신 제어 소프트웨어

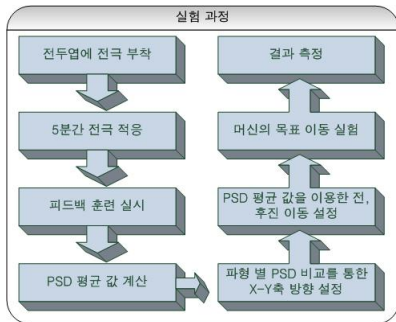
머신 제어 소프트웨어는 <그림 3>의 2와 같이 뇌파를 측정하여 분석하고 그 결과를 원 데이터를 나타내는 그래프와 <그림 3>의 3, 4와 같이 베타파와 알파파의 PSD값을 나타내는 그래프로 나타낸다. 또한 <그림 3> 1과 같이 뇌파 측정 장비인 BIOPAC사의 MP150과의 연결을 위한 컨트롤 패널을 구성하였고, <그림 3>의 5와 같이 하드웨어와 통신을 위해서 시리얼 통신 컨트롤 패널을 만들어 놓아 이를 바탕으로 하드웨어와의 통신이 가능하게 하였다. 또한 PSD 그래프 옆에는 알파파와 베타파의 실시간 평균 파워 값을 표시하여 뇌파의 현재 상태를 알 수 있게 하였다.

2축머신은 시중에서 쉽게 구할 수 있는 인형뽑기 기계의 구동부를 이용하여 제작하였다. 2축머신 제어를 위해 Microchip사의 PIC16F877 마이크로컨트롤러와 L298 모터드라이버를 사용하였다.

2.3. 실험 및 결과

2.3.1. 실험 방법

실험 과정은 <그림 4>과 같다. 실험대상은 정실질환 등의 병력이 없는 건강한 25~30세의 남자 3명을 대상으로 실험하였다. 실험은 자발전위 뇌파가 가장 활발히 나타나는 전두엽 부분에 전극을 부착하고, 전극 착용에 대한 거부감을 없애기 위하여 약 5분 정도의 적응 시간을 가졌다.

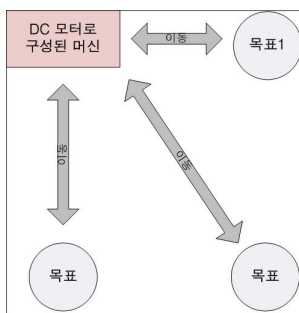


〈그림 4〉 머신 제어 실험 과정

뉴로 피드백 훈련 통해서 PSD 평균값을 산출한다. 이 값을 실제 머신의 제어에 이용하여 시스템이 머신의 이동 명령을 내리게 된다. 위와 같은 과정을 거쳐 실험자가 얼마나 뇌파의 방출량을 잘 조절해서 머신 제어의 성능을 향상시키는 것에 대해 실험을 하였다.

2.3.2. 실험 결과

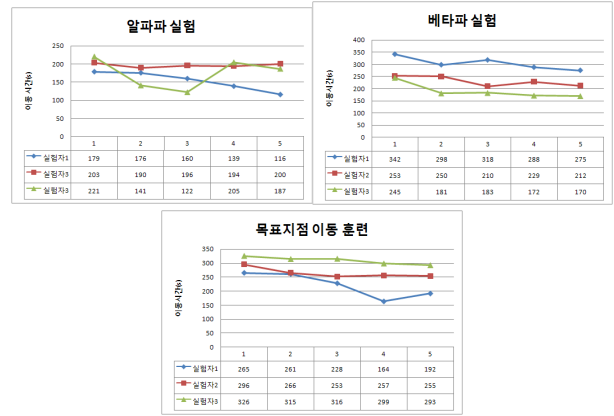
<그림 5>는 실험 시 머신의 목표에 따른 이동 방향을 나타내었다.



〈그림 5〉 머신의 이동방향

<그림 5>와 같이 머신은 피험자에 따라 정해진 목표로 왕복 이동하게 된다.

<그림 6>은 알파파와 베타파의 유발행동을 통하여 머신을 X-축, Y-축 또는 XY-축의 목표까지 왕복이동한 시간을 나타내고 있다. 3명의 피험자를 통한 실험 결과 목표점까지의 이동시간이 실험의 횟수가 늘어남에 따라 단축됨을 알 수 있다. 즉 초기의 이동시간은 아주 길지만 뉴로 피드백 훈련을 할수록 그 정확도가 증가 된다는 것을 나타내고 있다.



〈그림 6〉 목표점까지의 왕복 이동시간

3. 결 론

본 연구에서는 자발 전위 뇌파를 이용하여 머신 제어를 하기 위하여 알파파와 베타파를 선택하고, 각각의 파형별 특성을 이용하여 유발 훈련 및 뉴로 피드백 훈련을 시행하였다. 뉴로 피드백 훈련으로는 가상 마우스를 이용하여 특정 목표에 접근하는 훈련을 하였고 실제 머신을 이용하여서도 반복적으로 실험을 하였다. 실험 결과로 초기 원하는 뇌파의 방출량 조절은 상대적으로 정확성이 떨어졌지만 시간이 지날수록 정확도가 향상 된다는 것을 알 수 있었다.

머신 제어 실험은 시작 지점에서 원하는 목표지점까지 왕복으로 이동하는 시간을 측정하는 것으로 측정 시간을 통하여 원하는 뇌파 조절의 결과를 알 수 있었다. 즉 실험자마다 도착 시간에 차이는 있었지만 결과적으로 모든 피험자들이 실험을 반복할수록 초기 이동시간 보다 감소한다는 것을 알 수 있었다.

본 연구에서는 자발 전위 뇌파를 이용하여 머신을 제어하는 실험을 수행하였고 결과적으로 실험 초기 보다 뒤로 갈수록 정확도가 증가된다는 것을 입증하였다. 하지만 보다 효과적으로 파형의 특성을 구분할 수 있는 알고리즘의 필요성이 증대되었다. 향후 보다 정확한 측정 장비의 개발이 있을 시 결과가 더 향상 될 수 있을 것으로 기대가 된다.

[참 고 문 헌]

[1] R. J. Joynt, "Prevalence Estimates for Developmental Disabilities in New York State," N.Y. State Dept. Mental Health Develop Dusbil., 1989.
 [2] L. A. Farwell and E. Donchin, "Talking off top your head:Toward a mental prothesis utilizing event-related brain potentials," Electroen-cephalogy. clin. Neurophysiol., vol. 70, no. 6, PP. 510-523, 1988.
 [3] G. Pfurtcheller and C. Neuper, "Simultaneous EEG 10Hz desynchronization and 40Hz synchronization during finger movements," nero Repot, Vol. 13, PP. 1057-1060, 1992.
 [4] T. Egner, E. Strawson, and J. H. Gruzelier, "EEG signature and Phenomenology of alpha/theta neurofeedback training versus mock feedback," Appl. Psychophysiol Biofeedback, Vol. 27, No. 4, pp. 261-270, 2002.