휴먼 컴퓨터 인터페이스를 위한 뇌파 측정 장치 성능 분석

*최종석 *방재원 **이의철 ***박강령 ****황민철 ****이정년

*동국대학교 , **국가수리과학연구소 융복합수리과학연구부,

***동국대학교 전자전기공학부 (교신저자), ****상명대학교

***parkgr@dgu.edu

Analysis of Performance of EEG Measurement Device for Human Computer Interface

*Choi, Jong-Suk *Bang, Jae Won **Lee, Eui Chul ***Park, Kang Ryoung

****Whang, Mincheol ****Lee, Jung Nyun

*Dongguk University, **National Institute for Mathematical Sciences,

***Dongguk University (corresponding author), ****Sangmyung University

요약

최근 사용자와 컴퓨터간의 상호작용이 가능한 사용자 인터페이스(UI, User Interface)에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이중 키보드나 마우스, 리모컨과 같은 별도의 입력장치가 없이 뇌의 활동으로부터 발생하는 생체신호를 이용하여 사용자의 생각만으로 컴퓨터와 커뮤니케이션을 할 수 있는 뇌만으로 컴퓨터와 커(BCI, Brain-Computer Interface) 시스템이 각광을 받고 있다. 본 연구에서는 뇌의 생체신호로는 뇌전도도(EEG, Electroencephalogram)를 사용하였으며, 이를 통하여 P300 speller 실험을 수행하였다. P300 speller 실험을 통하여 발생된 뇌전도도를 취합하여 P300(사건 관련 전위(ERP, Event-related potential)에서 자극 제시 약 300msec 후에 정점에 달하는 정파)을 분석하였다.

1. 서론

사용자 인터페이스(UI)는 사용자와 시스템간의 상호작용이 가능한 매개체로써, 이에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이중 하나로 버튼 방식에서 터치 패드 방식으로의 입력 방식의 진화를 하였고, 더불어 별도의 입력장치가 없이도 뇌의 활동으로부터 발생하는 생체신호를 이용하여 시스템과 커뮤니케이션을 할 수 있는 뇌 컴퓨터 인터페이스(BCI) 시스템이 각광을 받고 있다.[1]

본 논문에서는 상용화 된 Emotiv사의 EPOC 헤드셋을 착용 후 P300 speller 실험을 통하여 뇌의 생체신호인 뇌전도도(EEG)를 취득하여 사건 관련 전위인 P300을 분석하였다. EEG 데이터의 분석을 통해 사용자가 기준 알파벳과 같은 알파벳을 찾았을 때, 사건 관련 전위인 P300이 반응하게 되면 자극을 받았다고 생각 하고 이를 이용하여 관심이나 주의 집중을 파악 할 수 있다. 이를 통해 게임이나 방송, 인터넷 등의 화면의 관심 영역의 선택(selection) 인터렉션 명령을 특정 행동(눈 깜박임, 키보드나 마우스 클릭킹)에 의한 선택이 아닌 사용자의 생각을 통하여 수행이 가능할 것으로 예상한다.

2. P300

뇌파는 신경세포의 말단 부분인 시냅스에서 다른 신경 세포로 신호를 전달하면서 화학 작용이 일어난다. 이 화학 작용이 전기 신호를 유발하고 사람마다 혹은 그 때의 상태마다 전기적 신호가 다르게 발생하는데 이 미세한 전기적 신호의 변화를 감지하여 의도 및 관심을 파악 할 수 있다.[2] 이를 통하여 사용자가 특정 자극을 지각하게 되면 약 300ms 이후에 정점에 달하는 정파를 가지는 신호를 야기 한다. 이러한 정파를 신경 과학 문학에서 P300이라고 한다. 본 논문에서는 speller 화면을 통하여 P300을 측정하였다.[3] 기존 연구에서는 착용형 시선 추적 장치와 상용 뇌파 측정 장치 (Neurosky 사의 마인드 셋)를 결합한 시선 뇌파 융합 인터페이스를 연구하였다 [2]. 이 연구에서 사용한 마인드셋은 좌측 전두엽 부분에 한 개의 건식능동센서를 사용하여 attention과 meditation의 데이터 값을 1초에 한번 (1 Hz) 얻을 수 있다 [2].

3. 제안하는 방법

3.1 뇌파 측정 시스템

뇌파 측정 시스템으로는 상용화된 뇌파 취득 장치인 그림 1 [4]의 Emotiv사의 EPOC 헤드셋을 사용하였다.

그림 1. Emotiv사의 EPOC 헤드셋 [4]

가볍고 휴대성이 좋은 EPOC 헤드셋은 총 16개의 노드를 가지고 있다. 그림 2와 같이 이 중 14개의 노드를 통해 뇌파 데이터를 취득할 수 있고, 귀 뒤쪽 부분의 2개의 노드는 기준 전극(reference electrode)으로써, EPOC 헤드셋 장치의 노드와 두피와의 접촉 상태를 나타낸다. 뇌파 취득 장치는 블루투스 기능을 가진 무선 장치로써 128Hz의 속도로 그림 3과 같이 각 노드들의 전위에 대한 데이터를 취득한다.

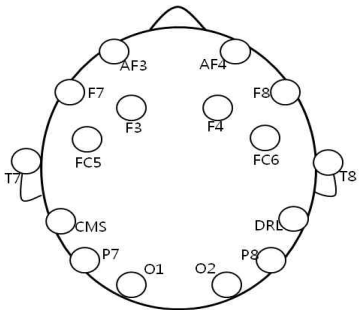


그림 2. 뇌파 데이터가 취득되는 노드 위치 [3]

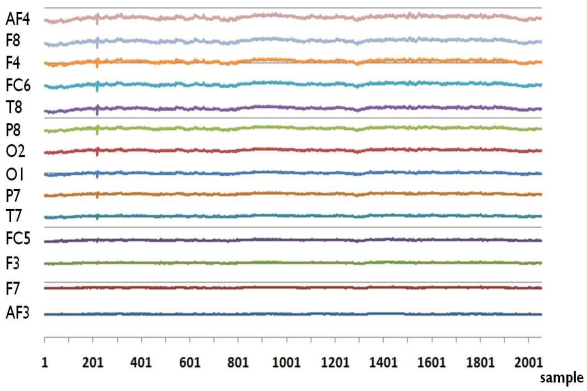
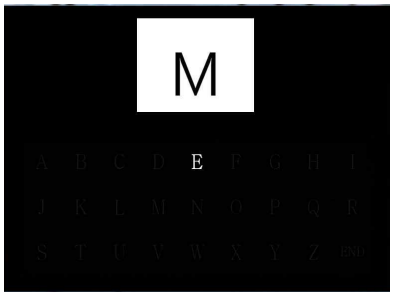


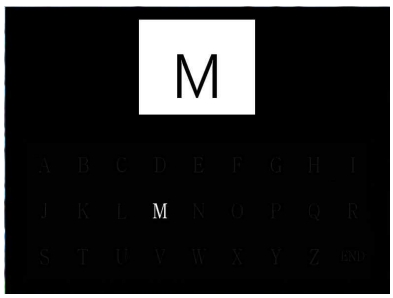
그림 3. 14개 노드의 뇌파 데이터

3.2 뇌파 측정 방법

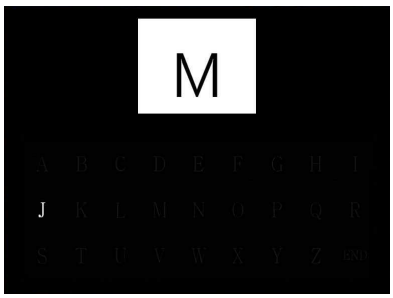
본 실험에서는 그림 4와 같이 화면 상단에 기준이 되는 알파벳(“기준 알파벳”)이 흰 바탕에 검정 글씨로 임의의 순서 (randomly)에 의해 디스플레이 된다. 동시에 화면의 하단에 26개의 알파벳(“비교 알파벳”)이 검정바탕에 흰 글씨로 임의의 순서에 의해 한 개씩 3초간 디스플레이 된다. 이러한 화면을 응시하는 사용자의 P300뇌파를 측정하였다. 사용자의 자극에 따른 P300의 데이터의 변화를 고려하여 하이라이트 되는 이미지의 변화 시간을 약 3초로 정하였다.



(a) “기준 알파벳”과 같은 “비교 알파벳”이 나오기 전 화면



(b) “기준 알파벳”과 같은 “비교 알파벳”이 나왔을 때 화면



(c) “기준 알파벳”과 같은 “비교 알파벳”이 나온 후 화면

그림 4. speller 화면

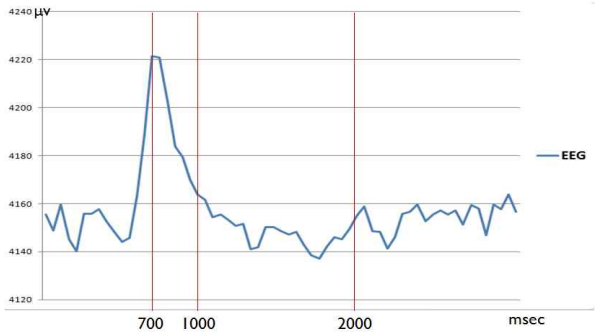
4. 실험

4.1 실험 개요

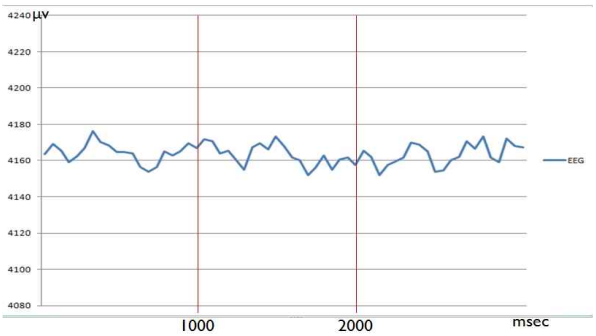
본 연구에서는 뇌파 취득 장치를 착용 후, “기준 알파벳”과 “비교 알파벳”을 찾음으로써 300ms 후의 P300에 따른 뇌파 데이터의 변화를 취득하여 비교하였다. 사용자로 하여금 “기준 알파벳”과 다른 “비교 알파벳”이 나올 경우에는 이완 상태를 유지하고, “기준 알파벳”과 같은 “비교 알파벳”이 나올 경우 집중 상태를 유지하도록 사전 지시하였다.

4.2 실험 결과

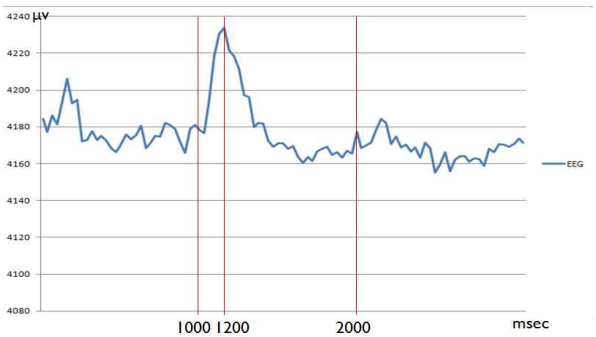
뇌파 취득 장치를 사용하여 그림 4와 같은 speller 화면을 이용하여 뇌파 데이터를 취득 하였다. 뇌파 측정 장치의 14개의 노드에서 취득되는 뇌파 데이터의 평균을 통해 P300의 데이터를 분석하였다.



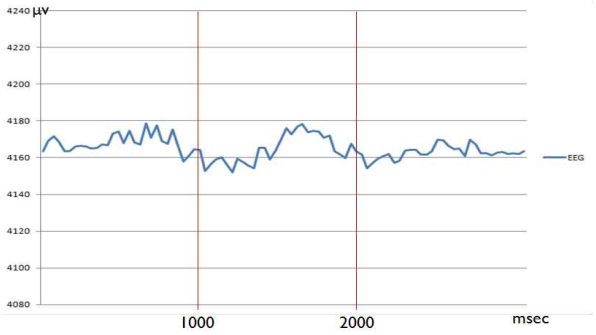
(a) 그림 4에서 “기준 알파벳”과 같은 “비교 알파벳”이 나온 경우의 뇌파 예 (사용자 1)



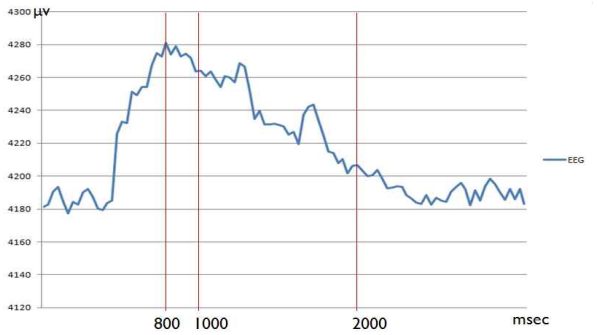
(b) 그림 4에서 “기준 알파벳”과 다른 “비교 알파벳”이 나온 경우의 뇌파 예 (사용자 1)



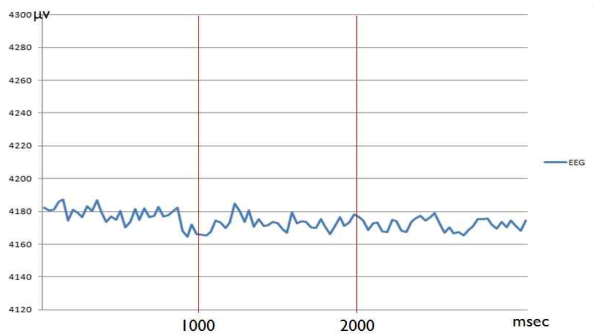
(c) 그림 4에서 “기준 알파벳”과 같은 “비교 알파벳”이 나온 경우의 뇌파 예 (사용자 2)



(d) 그림 4에서 “기준 알파벳”과 다른 “비교 알파벳”이 나온 경우의 뇌파 예 (사용자 2)



(e) 그림 4에서 “기준 알파벳”과 같은 “비교 알파벳”이 나온 경우의 뇌파 예 (사용자 3)



(f) 그림 4에서 “기준 알파벳”과 다른 “비교 알파벳”이 나온 경우의 뇌파 예 (사용자 3)

그림 5. 그림 4의 화면에 따른 뇌파 데이터 관측 예

그림 5에서는 “기준 알파벳”과 같은 “비교 알파벳”이 화면에 제시되었을 때의 14개 노드의 뇌파 데이터의 평균값을 나타내었다. 그림 5를 통하여 각 사용자가 “기준 알파벳”과 같은 “비교 알파벳”이 제시되었을 때의 뇌파와 “기준 알파벳”과 다른 “비교 알파벳”이 제시되었을 때의 뇌파 데이터 변화를 확인할 수 있다. 하지만 그림 5의 (a), (c), (e) 나타나있는 것처럼, 자극 제시 이후 약 700ms, 1200ms, 800ms 지점에서 반응이 나옴을 알 수 있다. 일반적으로 P300의 경우, 자극 제시 이후 약 300ms 지점에서 큰 뇌파 데이터가 관측되는 것으로 알려져 있으나 [3], 본 연구에서는 이보다 늦은 지점에서 관측되었다. 또한 각 사용자의 반응속도에도 차이가 있음을 확인하였다. 이는 환경적 (주변 노이즈) 및 개인적 요인의 차이에서 기인된 것으로 파악되며, 개인별 반복적 훈련을 통해 뇌파 데이터가 관측되는 시간을 단축할 수 있을 것으로 예상한다.

5. 결론

본 연구에서는 speller 화면을 이용한 상용 뇌파 측정 장치의 성능을 분석하였다. 뇌파 분석은 사람의 의도나 관심을 파악 할 수 있는 한 분야로써, 향후 노이즈와 환경적 요인, 개인적 차이를 밴드 패스 필터 또는 사용자의 트레이닝을 통해 뇌파 데이터의 편차를 줄여 나갈 예정이다. 그리고 300ms에서 벗어난 부분에서의 뇌파 데이터의 반응 시간

을 단축시키는 방법을 연구할 것이다. 이를 통해 display장치에서 별도의 입력장치 없이 뇌파의 변화를 통한 입력이 가능하도록 연구를 수행할 계획이다.

Acknowledgements

이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행된 것임(2011-0004362)

참고문헌

[1] http://en.wikipedia.org/wiki/Brain-computer_interface (accessed on May 30, 2011)

[2] 방재원, 조철우, 허환, 이의철, 박강령, "시선 및 뇌파 융합 인터페이스에 관한 연구," 한국감성과학회 추계학술대회 2010년 11월 19일 ~ 20일

[3] Andrew T. Campbell, Tanzeem Choudhury, Shaohan Hu, Hong Lu,Matthew K. Mukerjee., Mashfiqui Rabbi, and Rajeev D. S. Raizada, "NeuroPhone: Brain-Mobile Phone Interface using a Wireless EEG Headset," Proc. 2nd ACM SIGCOMM Wksp. Networking, Sys., and Apps. on Mobile Handhelds, pp. 3 ~ 8, New Delhi, India, Aug. 30, 2010.

[4] Emotiv EPOC http://eeg-tools.info/wordpress/?page_id=23 (accessed on May 30, 2011)