뇌파를 이용한 양분법적 판단반응의 분류

문성실, 최상섭, 류창수[1], 손진훈
충남대심리학과, 한국전자통신연구원[1]
jhsohn@hanbat.chungnam.ac.kr

CLASSIFICATION OF BINARY DECISION RESPONSES USING EEG

Seong Sill Moon, Sangsup Choi, Chang Su Ryu[1], Jin-Hun Sohn
Department of Psychology, Chungnam National University
Electronics & Telecommunications Research Institute[1]

※ 본 연구는 ETRI 위탁과제 긍부정 정보처리시 뇌파의 특성에 대한 기초연구의 지원 아래 수행되었습니다.

Abstract

본 연구는 인간의 뇌파로부터 간단한 의사표시를 식별하는 기술을 얻어 뇌파인터페이스를 구현하기 위한 기초연구로서 수행되었다. 실험에 참가한 피험자들은 컴퓨터 화면에 나타나는 문제를 본 후 답을 제시받았을 때 이것이 옳은지, 그른지에 대한 양분법적 판단반응을 해야하며, 이때 동시에 뇌파가 기록되었다. 옳다는 긍정반응과, 옳지 않다는 부정반응시의 뇌파를 비교한 결과 전두엽 부위의 fp1, f3, f4 부위에서 부정의 대답을 할 경우 theta파와 fast alpha파의 상대적 출현량이 긍정의 경우에 비하여 통계적으로 유의하게 컸다.

서론

컴퓨터의 사용이 대중화 됨에 따라서 그 사용 편의성에 대한 연구가 활발해 졌으며, 복잡한 명령어를 사용하는 대신 yes, no 식의 간단한 반응으로 그 동작이 가능하게 되었다. 따라서 이러한 휴먼-컴퓨터 인터페이스 즉 인간과 컴퓨터 사이를 연결하여 주는 채널로서 뇌파를 이용한 휴먼-컴퓨터 인터페이스는 뇌과학, 통신 및 컴퓨터 기술의 발달로 그 가능성을 인정받아 최근에 미국과 일본을 중심으로 연구가 시작되고 있는 새로운 정보전달 수단으로서 기존의 접촉 인터페이스 및 음성을 통한 인터페이스 등을 보조 또는 대체할 수 있는 새로운 인터페이스 시스템으로 기대되고 있다.

뇌파란 뇌 안에서 발생하는 시냅스와 뇌세포의 전기적 활동에 의해 생성되며 뇌조직에서 발생하는 흥분성 활동과 억제성 활동의 대수합이 두피에 반영되는 것이다. (Noback & Demarest, 1975). 뇌파의 기록은 대뇌피질(cerebral cortex), 또는 머리표면(intact scalp)에서 측정하는 방법으로, 인간의 인지와 정서상태를 나타내는 대표적인 신호라 할 수 있다. 이렇게 발생하는 뇌전위는 보통 수십μV 정도로 매우 미약하며 주파수 영역은 0.1 Hz 에서 40Hz 정도이다.

실제 사람의 모든 사고 및 행동은 이들 뉴런의 활동에 의해 일어난다. 뉴런의 흥분과 전도는 뉴런막의 이온통로의 활동에 의존한다. 하나의 뉴런에서 발생되는 전류는 매우 미약하지만 실제 뇌가 정보처리를 수행할 때는 여러개의 뉴런이 동시에 흥분하여 제법 큰 전류를 형성하며, 이러한 전류는 주위의 전도성 매질(뇌막, 두개골, 두피)를 경유하여 머리표면에 까지 전류를 형성하게 된다. 특히 과제가 인지적인 판단을 해야 하는 경우라면 다른 부위보다 특히 전두엽에서 차이가 날 것으로 기대된다.

본 연구는 간단한 의사표시로써 양분법적 판단반응을 할 때 뇌파의 특성에 차이가 있는지를 살펴보고자 한다.

방법

1. 피험자

본 연구를 위한 피험자는 충남대학교 재학중인 두부외상이나 정신질환의 병력이 없는 오른손잡이 학생 6명을 대상으로 실시 하였다.

2. 자극재료 및 제시방법

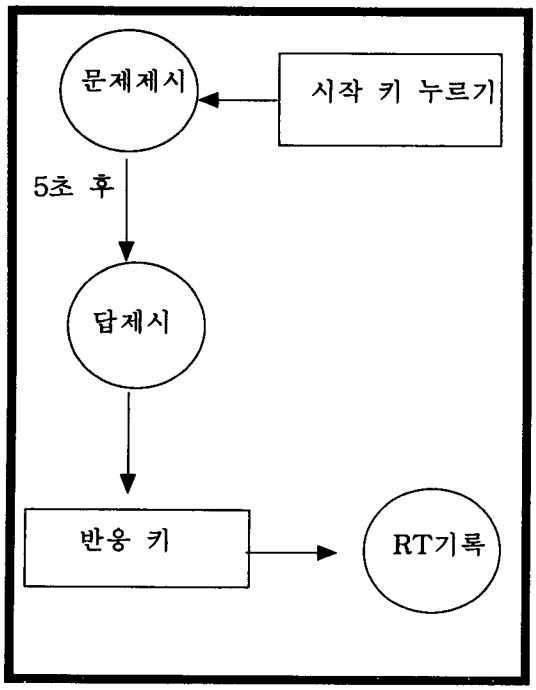
양분법적 판단을 위한 문제는 아동용 및

성인용 웩슬러 지능검사의 상식문항을 변형, 수정한 20문항을 이용하였다. 또한 이 동일한 20문항에 대하여 각기 반대 답이 나오도록 수정한 20문항을 사용하였다.

양분법으로 반응하도록 만들어진 40개의 문항은 IBM 호환기종 컴퓨터(삼보Trigem)을 사용하여 SVGA 모니터(삼보Trigem, 14inch)에 자극 문제들을 제시하였으며, 모니터와 피험자와의 거리는 100cm 였다.

본실험에 앞서 본 자극재료와 유사한 예비문제를 만들어 먼저 실험참여자들이 예비문제를 통하여 풀이방법을 익히도록 하였다. 각 문제는 실험참여자가 준비가 되었을 때 키를 누름으로써 시작되었고, 다음 문제를 시작하기 위해서는 다시 키를 누르면 된다. 모든 문제는 5초동안 제시되며, 5초가 지나면 자동적으로 그 문항에 대한 답이 제시된다. 문항에 대한 답이 제시된 후, 피험자가 반응을 마치면 피험자가 원하는 만큼 쉰 후, 다음 시행을 시작한다.

긍부정의 반응은 키보드를 사용하였다. 긍정의 경우는 오른쪽의 'L' 키를, 부정의 경우는 왼쪽의 'A' 키를 누르도록 했다. 그다음 문항으로 넘어가기 위해서는 실험참여자가 Spacebar를 누르게 되어있다. 실험의 진행은 <그림1>과 같다.



<그림1> 실험진행개요도

3. 실험환경 및 뇌파측정도구

실험실은 가로 6m, 세로 2.4m의 소음 및 외부전파를 차단하는 방음실(소음 35dB이하)이고 외부로부터 들어오는 artifact(잡음,교류)를 차단시켰다. 방음실 중앙에 피험자가 앉을 의자가 있고, 피험자의 오른쪽에 외부의 실험자와 통신할수 있도록 인터폰이 설치되었다. 뇌파측정 장치로는 Grass사의 Neurodata Acquisiton System(Model 12)과 biopac Systems Inc.에서 제작한 MP 100 WS를 사용하였다. 두피에 부착한 전극은 Cup Electrode를 사용하였다.

전극 부착 위치는 Jasper(1958)에 의해 처음으로 발표된 국제 전극 배치법인 International 10/20 electrode system에 기초하여 선정하였다. 본실험에서는 동측의 귓볼(A1, A2)을 기준전극으로 하여 fp1, fp2, f3, f4의 4개 지점에서 단극유도법으로 뇌파를 측정하였다. 단극유도법은 활성전극이 위치해 있는 뇌의 전위 변동에 절대치에 가까운 파를 기록할 수 있으며, 부위별 전위를 비교하기에 용이한 장점이 있다.

적당량의 전극 풀을 두피에 바르고 전극을 전극풀로 채운 뒤 두피에 고정시킨다. 이 위에 거즈를 붙여 부착을 단단히 하고 건조를 방지한다. 귓볼 전극(ear lobe)은 클립형의 전극으로 역시 전극풀을 채운뒤 귓볼에 끼워 고정한다.

4. 실험절차

실험참여자는 전극을 부착하고 실험실로 들어가 약 10분간의 적응시간을 갖는다.본실험에 들어가기 전에 예비문제를 풀고 긍부정에 답하는 방법을 20분간 연습한다. 실험참여자가 실험절차를 이해하고 긍부정 키 누르기에 익숙해지면 본실험을 실시한다.

5. 분석방법

자료입력과 분석 및 결과 처리를 위해 뇌파분석은 원자료를 고속 푸리에변환(FFT: Fast Fourier Transformation)하고 대역별 구간을 선택하여 적분한 후, 각 주파수 대역이 차지하는 상대적인 power를 구하였다. 각 주파수 대역은 delta 파 (0.2-3.99Hz), theta 파 (4-7.99Hz), slow alpha 파 (8-9.99Hz), fast alpha 파 (10-12.99Hz), slow beta 파 (13-19.99Hz), fast beta 파 (20-30Hz) gamma 파 (30-50Hz)로 구분하였다.

결과

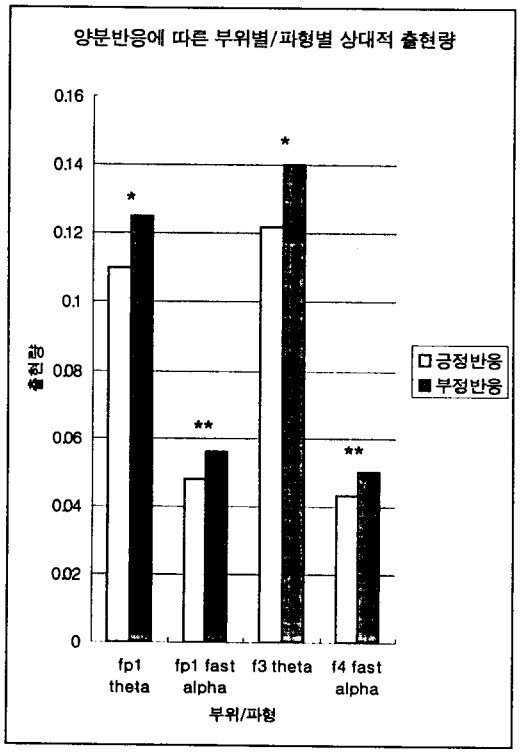
1. 반응시간

긍정반응과 부정반응의 평균 반응시간은 각각 1376 및 1338ms 였으며, 그 차이는 유의하지 않았다, t(120)=.69, p>.10.

2. 뇌파 분석

피험자의 뇌파를 분석한 결과는 그림<그림2>에서 볼 수 있듯이 긍부정에 따른 뇌파 변화의 차이를 살펴보면 특히 theta파와 fast alpha파에서 유의한 차이를 보였다.

theta파와 fast alpha 파 모두 부정의 경우가 긍정의 경우보다 더 큰 상대적 출현량을 보였다.



* p<.10, ** p<.05

<그림2> 양분반응에 따른 부위별/파형별 상대적 출현량

즉, fp1 theta 값은 부정일 경우, 긍정 반응에 비해 더 큰 상대적 출현량을 보였다, t(120)=-1.96, p<.05. fp1의 fast alpha 역시 긍정반응에 비해 부정의 경우 더 큰 상대적 출현량을 보였다, t(120)=-1.66, p<.10.

f3 theta파의 경우도 긍정반응보다 부정반응일 때 더 큰 상대적 출현량을 보였다, t(120)=1.68, p<.10.

f4의 fast alpha 역시 fp1의 경우와 마찬가지로 부정일 때 긍정에 비하여 더 큰 상대적 출현량을 보였다, t(120)=-2.01, p<.05.

결론

본 연구의 목적은 인간이 자극에 대하여 긍부정 판단을 할 때, 뇌파상에서 차이가 나는지를 알아보고자 하는 것이다. 만일 차이가 난다면 어느 부위에서 긍부정에 따른 차이가 잘 나타나는지를 확인 및 알아내는 것이 또한 그 목적이다. 이를 위해 사용된 검사문항은 과제는 인지적인 처리를 요구하는 것이므로, 그에 수반하는 뇌파가 어느 부위보다도 고등인지과정을 담당하는 전두엽에서 긍부정에 따른 차이를 확인 할 수 있을 것이라고 보았다.

본 실험의 경우 이미 검증이 되어있는 아동용 지능검사와 성인용 지능검사에서 문항을 택하고 문항 변인을 완전히 제거하기 위해 동일한 문항에 대한 긍/부정 반응을 가능하게 함으로써 양분법적 판단반응에 따른 차이를 검증했다.

실험 결과, 첫째 긍부정 양분법적 판단반응은 전두엽부위(fp1, f3, f4)에서 상대적 출현량에 있어 유의미한 차이를 보였다. 이러한 사실은 가설에서도 보았듯이 본 과제에서 사용한 문제가 인지적인 판단을 요구하는 것이므로 고등정신과정을 담당하는 전두엽부위에서 긍부정 양분법적 판단반응의 차이가 잘 나타난다는 사실을 보여주고 있다.

특히 이들 전두엽부위의 theta파와 fast alpha파에서 양분법적 판단반응이 잘 구분되었는데, theta파와 fast alpha 파 모두 부정반응시에 긍정반응 보다 상대적인 출현량이 더 높은 것으로 나타났다.

즉, 간단한 의사표시 또는 인지적 판단과제에 대하여 생리적 지표인 뇌파를 이용하여 구분하는 것이 가능할 것이다. 또한 특히 전두엽 부위를 중심으로 그 차이를 검출할 수 있을 것으로 본다.

참 고 문 헌

[1] Andreassi, J. L. (1989). *Psychophysiology: human behavior & physiological response.* LEA, Hillsdale.

[2] Carlson, N. R. (1994). *Physiology of Behavior.* Allyn and Bacon: Boston.

[3] KEDI-WISC 검사요강 (1989), 한국교육개발원.

[4] KWIS 검사요강 (1992), 한국가이던스.

[5] Kolb, B., & Whishaw, I. Q. (1990). *Fundamentals of human neuropsychology.* Freeman and Company: New York.

[6] McKee G, Humphrey B, McAdam BW (1976). *Scaled lateralization of alpha activity during linguistic and musical tasks.* Psychophysiology 10 : 441-442.

[7] Pfurtsheller G, Marsch H, Schey S (1977). *Inter and intrahemispheric differences in the peak frequency of rhythmic activity within the alpha band.* Electroenceph clin Neurophysiol 42 : 77-83.

[8] Phelps, M. E., and Mazziotta, J. C (1985). *Positron emission tomography; human brain function and biochemistry,* Science, 228, 799-809.

[9] Roland, P. E. (1984). *Metabolic measurements of the working frontal cortex in man.* Trends in neuroscience, 7, 430-435.

[10] Sergent, J. (1993). *Mapping the musician brain.* human Brain Mapping, 1.20-38.

[11] Shaw, J. C. (1984). *Correlation and coherence analysis of the EEG : a tutorial review.* International Journal of psychophysiology, 1, 255-266.

[12] 손진훈, 김인선 (1995). 불안수준과 뇌파와의 관계. 한국 생물생리 학회지.

[13] 손진훈, 문성실 등 (1997). 긍부정에 정보처리에 관련된 뇌파에 관한 연구, 한국 감성과학회.