

뇌파 인터페이스 게임과 컴퓨터 게임의 수행에 따른 뇌파 변화 비교

The Comparison of EEG Changes in Performing EEG Interface Game and Computer Game

민 윤 기*, 이 강 희*
Yoon-Ki Min, Kanghee Lee

요약 본 연구는 일반 컴퓨터 게임과 뇌파를 이용한 바이오퍼드백 게임의 수행에 따른 뇌파의 변화를 비교하고자 하였다. 뇌파는 게임을 수행하는 동안 변화된 slow alpha파와 fast beta파의 relative power change를 실시간으로 분석하였다. slow alpha파와 fast beta파만을 분석한 이유는 두 뇌파 유형이 시시각각으로 변하는 게임 상황에서 수행자의 정신활동을 잘 반영하는 것으로 고려되었기 때문이다. 두 가지 게임을 수행 전반기와 후반기로 나누어 안정기와 비교하여 변화된 뇌파를 비교, 분석한 결과, 전반적으로 뇌파 게임은 수행 전반기에 비해 후반기에 slow alpha파가 증가하였고, 이와는 반대로 컴퓨터 게임은 전반기에 비해 후반기로 갈수록 fast beta파가 증가하였다. 특히 이러한 변화는 F3, Fp2, 그리고 T4 부위에서 두드러지게 관찰되었다. 이는 뇌파게임이 일반 컴퓨터 게임에 비해서 안정된 정서를 발달시킬 수 있다는 가능성을 시사한다.

1. 서론

전자오락게임이란 전자(컴퓨터)적 기술과 오락이라는 놀이적 재미성을 결합한 게임콘텐츠와 컴퓨터 기술을 접목한 멀티미디어 기술을 표현한 영상 세계로 정의된다(4). 또한 여기에는 관련 데이터베이스를 사용하여 창출된 시뮬레이션과 그것과 상호작용 하도록 요구되는 내담자(혹은 사용자)가 포함되며, 오락

의 목적을 위해 조정화 된 실재를 정의하는 도전과 승리 조건을 수반하는 상호작용적, 자기-수반적 규칙 체계라는 의미도 포함된다.

흔히 이러한 게임산업은 첨단기술과 선도기술이 가장 먼저 응용되는 분야로, 시장성에 있어서 매우 높은 교부가가치 산업으로 대두되고 있으며, 현재 우리 나라에서도 벤처 게임산업에 대한 많은 투자가 이루어지고 있다. 그러나 이러한 게임은 사용자의 물리적 조작에 대해서만 반응하며, 심리상태나 감성상태를 피드백 받지 않는다(2). 따라서 이러한 문제를 해결하기 위해 가상현실, 뇌파, 음향, 진동감 등의 감성

* 한국정신과학연구소
Tel : (042) 865-1961
E-mail : ykmin@krijus.re.kr

심리적 변화에 미치는 연구들은 주로 폭력적 비디오 게임이 사람들의 공격성향, 적대감, 불안감 등을 증가시키는 것으로 나타났다(9, 10, 11, 12, 13). 비디오 게임과 심혈관 반응과의 관계를 밝힌 연구들은 주로 폭력성과 도전감 요소를 내포하고 있는 비디오 게임이 게임자의 심장박동과 혈압을 상승시킨다는 것을 밝혔다(14, 15, 16).

그러나 게임의 수행과 뇌파와의 관계를 다룬 연구는 거의 없으며, 본 연구는 이러한 게임의 수행에 따른 뇌파 변화를 밝히는데 초점을 두었다. 게임 수행 시에 관련되는 뇌파는 흔히 감각, 주의, 지각 등의 정신활동과 관련되는 뇌파로 alpha파, beta파, 그리고 theta파가 있다. alpha파는 안정된 심리상태에서 많이 발생되며, 정신활동과 신체활동을 할 때 감소하며, 이와는 반대로 beta파는 정신활동이나 신체활동 시에 증가한다. 또한 긴장상태, 정서적 자극에 의해서도 영향을 받는다(6). 각 뇌파의 주파수 대역과 그 특성은 표 1에 제시되어 있다.

흔히 게임 수행 시에 경험하게 되는 복잡하고 예측하지 못한 시각 자극에 대해 alpha파의 비동조화가 상대적으로 장기간 지속되는 것으로 밝혀지고 있다(5). 또한 장시간의 게임 수행에 따라 나타날 수 있는 피로와 관련하여 정신적 피로 시 뇌파간에 높은 상관관계가 나타나는 것으로 밝혀지고 있다(7, 8).

이러한 뇌전위는 선형, 비선형, 카오스 분석 등과 같이 정확한 분석 및 진단을 요구하는데 사용되는 분석 방법이 있으나, 본 연구와 같이 게임을 하도록 하는 경우는 경우 빠른 안구 운동과 손 부위의 운동이 요구되는 상황에는 적합하지 않은 것으로 여겨진다. 따라서 본 연구는 시간 변화와 함께 시시각각으로 변하는 특정 뇌파의 변화를 실시간으로 분석하는 방법을 적용시켰다.

본 연구의 목적은 최근에 컴퓨터 사용의 증가와 함께 건강의 문제가 사회적 문제로 대두되고 있는 시점에서 많은 사람들이 장시간 즐기는 전자오락게임의 수행 시에 나타나는 뇌파의 변화를 알아보고, 또한 최근에 개발된 뇌파 게임의 수행에 따른 뇌파 변화와 비교하고자 하는 것이었다. 따라서 일반 전자오락게임과 감성기능게임의 효과를 비교, 분석하는 것이 본 연구의 주목적이다.

2. 연구방법

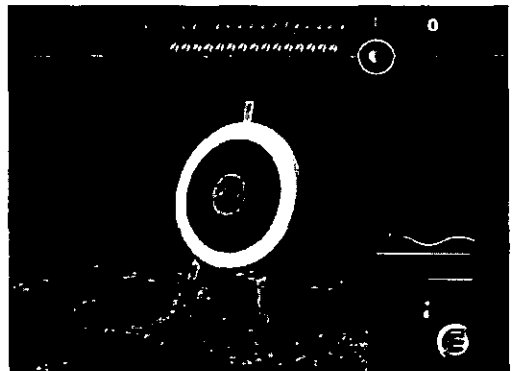
2.1. 피험자

남자 대학생 4명(평균연령 22세)과 일반인 2명(평

균연령 30세)이 본 실험에 참여하였다. 이들은 본 연구에서 사용하는 컴퓨터 게임(스타 크래프트)의 경험이 있는 건강한 오른손 사용자들이었고, 실험 당일에는 흡연 및 커피, 알코올 복용을 하지 않도록 하였다. 또한 피험자들은 뇌파게임에 대한 올바른 사용법을 익히기 위해 3일간 매일 30분씩 예비 훈련을 받았다.

2.2. 실험재료

컴퓨터 게임으로 "스타 크래프트" 뇌파 게임으로 Q-jump의 "활쏘기" 게임을 선정하였다. 컴퓨터 게임으로 현재 세계적으로 사람들이 가장 많이 즐기고 있는 스타 크래프트 게임은 진행방식에 따라 전략 시뮬레이션 게임으로 분류되며, 게임 내용에 있어서도 여러 이벤트로 되어 있는 것이 특징으로, 신속한 정신활동과 운동(손)이 요구되는 게임이다.



(그림 1) Q-Jump 활쏘기 게임

본 연구의 두 번째 실험재료로는 기능게임의 일종인 Q-jump 게임이 사용되었다(3). Q-jump는 게임적 요소를 포함하고 있으면서 즐기는 엔터테인먼트 외에 감성공학을 이용한 뇌파 게임들을 포함하고 있다. 사용자는 뇌파 신호를 추출하는 센서가 부착된 헤드 밴드를 이마에 착용하게 되며, 뇌(전두엽)로부터 추출된 신호를 증폭시켜 각 주파수 대역별로 FFT 분석하고, 특별한 연산과정을 거친 값을 가지고 게임이 진행되도록 하였다. 여러 게임 중 본 연구에서 사용되는 "활쏘기" 게임은 안정도와 집중도에 관련된 뇌파 상태에 따라 10개의 화살이 사용자의 마우스 클릭에 의해 차례로 파녁에 맞도록 되어있다. 사용자가 집중과 안정 상태에 있을 때, 화살은 파녁의 정 중앙

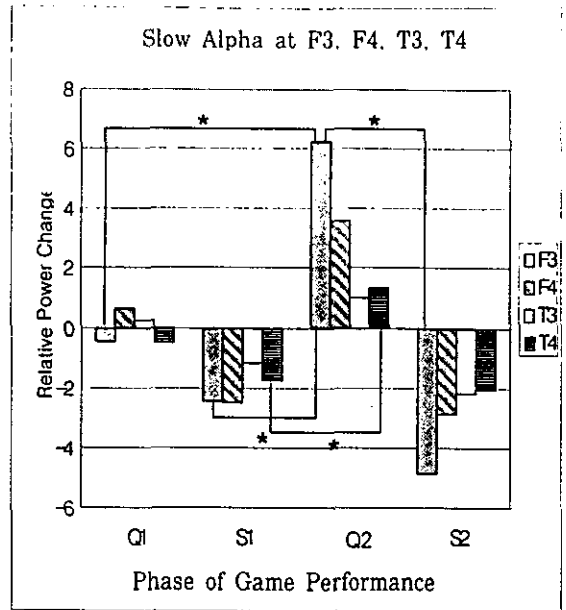
뇌파 게임과 관련되는 theta파(4.00-7.99 Hz), slow alpha파(8.00-9.99 Hz), fast alpha(10.00-12.99 Hz), slow beta파(13.00-19.99 Hz), fast beta파(20.00-30.00 Hz)로 구분하였다. 게임간 각 단계별 뇌파의 차이를 분석하기 위하여 안정기 때의 뇌파와 게임 수행 중 각 단계별 뇌파간의 상대적 출현량의 변화 값을 추출하였다. 그리고 안정상태와 자극이 제시되는 동안의 뇌파 변화의 차이를 검증하고, 스타크래프트의 각 이벤트 단계와 활쏘기 뇌파 게임간의 차이를 위하여 t-test(pairwise comparison)를 사용하였다. 또한 뇌파의 상대적 출현량이 2개의 이벤트 단계에 따라 차이가 나는지, 그리고 그와 일치하는 단계에 해당하는 활쏘기의 전/후 시간 단계에 따라 차이가 나는지를 알아보기 위하여 반복측정 ANOVA 분석을 실시하였다.

3. 결과

컴퓨터 게임과 뇌파게임 각각의 수행에 따른 뇌파의 상대적 출현량의 변화값(relative power change)이 각 부위에서 비교되었다(표 1). 그림 4는 slow

〈표 1〉 게임 수행의 단계에 따른 각 뇌파 대역의 Relative Power Change 평균

전극위치	뇌파대역	Q1	Q2	S1	S2
F3	slow alpha	-0.44	6.24	-2.45	-4.87
	fast beta	0.53	-1.85	0.35	0.36
F4	slow alpha	0.65	3.59	-2.50	-2.88
	fast beta	-0.8	-2.17	-0.96	-0.58
T3	slow alpha	0.26	0.98	-1.18	-2.19
	fast beta	0.16	-0.51	1.64	2.3
T4	slow alpha	-0.51	1.38	-1.75	-2.07
	fast beta	0.68	-1.86	1.42	0.17
Fp1	slow alpha	0.41	2.28	2.04	-1.63
	fast beta	0.23	3.21	-0.77	-0.36
Fp2	slow alpha	-1.63	-0.03	-0.16	-1.77
	fast beta	0.15	-2.70	3.39	1.96



(그림 4) 게임수행 전반기와 후반기의 Slow alpha파 변화 (F3, F4, T3, T4)

- (S1 : 스타크래프트 게임 전반 3분 동안)
- (S2 : 스타크래프트 게임 후반 3분 동안)
- (Q1 : S1과 같은 시간대의 활쏘기 게임)
- (Q2 : S2과 같은 시간대의 활쏘기 게임)

alpha파의 상대적 출현량의 변화값을 보여주고 있으며, 뇌파 게임의 경우 F3, F4, T3, T4의 4부위에서 수행시간이 경과함에 따라 증가하고 있으며, 스타크래프트 게임은 이와는 반대로 감소하였다. pairwise comparison t-test결과를 살펴보면, F3 부위에서 뇌파게임 전반기(Q1)와 후반기(Q2), 뇌파게임 후반기(Q2)와 컴퓨터 게임 후반기(S2) 간, 그리고 컴퓨터 게임 초반기(S1)와 뇌파게임 후반기(Q2) 간에 유의한 차이가 나타났다($p < .05$). 한편 T4 부위에서 컴퓨터 게임 전반기(S1)와 뇌파게임 후반기(Q2) 간에 유의한 차이가 나타났다($p < .05$). 대체로 뇌파게임을 수행할 때 수행 초반기에서 후반기로 진행되어 감에 따라 slow alpha파는 점점 증가하는 경향을 보이고 있으며, 컴퓨터 게임의 경우는 그와 반대의 변화를 보이고 있다. 이러한 경향성은 주로 F3 부위에서 유의하게 나타났다.

게임과 게임단계에 따른 slow alpha파 변화에 대한 반복측정 ANOVA의 결과, F3와 T4의 영역에서

The Comparison of EEG Changes in Performing EEG Interface Game and Computer Game

Yoon-Ki Min*, Kanghee Lee*

*Department of Consciousness Science,
Korea Research Institute of Jungshin Science

Abstract We examined EEG changes while 6 male subjects played EEG Interface game(Q-jump 'Arrow Game') and a computer game('Star Craft'). Slow alpha and fast beta measured from 8 locations(F3, F4, T3, T4, Fp1, Fp2, O1, and O2) of brain were analyzed to two games, because slow alpha and fast beta were considered as good indicators to reveal mental activities. Both the games were divided into two phases(e.g., 'Strategy' and 'Attack' for Star Craft) to analyze EEG changes, in terms of relative power changes(changes between the rest and two phases, separately), as time passed. The results showed that for EEG game, slow alpha increased from the first phase(Q1) to the last phase(Q2), whereas for Star Craft, fast beta increased as time passed. The tendency was remarkably shown at F3, Fp2, and T4. These results indicated that ordinary computer games, including violent elements, might be associated with the development of negative emotion.