

## 뇌파신호를 이용한 집중력 향상 게임 구현

이창조

우송대학교 게임멀티미디어학과

cjlee@wsu.ac.kr

### Development of the Game for Increasing Intensive Power using EEG Signal

Chang-Jo Lee

Dept. of Game&Multimedia, Woosong University

#### 요 약

본 논문에서는 뇌파 측정 장비를 활용하여 집중력 지표를 구하고 이를 게임에 활용함으로써 집중력을 향상시키는 기능성 게임을 구현한다. 이를 위하여 뇌파의 정의 및 종류에 대해 알아보고 집중력 향상과의 연관관계를 도출한다. 이러한 관계에 의하여 집중력 지표를 산출하고 이 지표를 집중력 향상 게임 개발에 적용하여 사용자가 게임에 더욱 집중하게 함으로써 집중력 향상 훈련이 가능한 게임을 구현하였으며, 실험자를 대상으로 집중력 향상에 관한 실험을 한 결과 집중력 향상에 대한 기대도가 높은 것으로 분석되었다.

#### ABSTRACT

There are a lot of games which have good benefits in the game genre such as serious game. In this paper we implement an serious game for increasing intensive power by calculating the index of the intensive power based on EEG signal. First we explain the definition of the EEG and the classification of the brainwaves and we depict the method for increasing the intensive power. Then we apply the index of the intensive power to the game production to train the intensive power. At last we make an experiment on the effect of an game which increases the intensive power and the analysis shows the increase of the intensive power.

**Keyword** : Intensive Power, EEG Signal, Serious Game, FFT

접수일자 : 2009년 02월 02일

일차수정 : 2009년 02월 16일

심사완료 : 2009년 03월 02일

## 1. 서론

2008년 한국게임시장의 예측규모가 6조 7천억 원에 이를 정도로 게임 산업은 전 세계적으로 높은 부가가치를 창출함으로써 문화산업발전에 크게 기여하고 있지만, 최근에는 게임중독, 사행성 등의 사회적 문제가 대두되고 있다. 이런 부정적인 문제들 때문에 게임 사용자들이 자유스럽게 게임을 이용하지 못하기도 한다. 하지만 일본의 한 기업에서 두뇌를 훈련하는 기능이 들어간 게임을 개발함으로써 게임의 긍정적인 측면을 부각시켰고, 기능성 게임에 대한 관심이 높아졌으며 회사의 매출도 상승하였다[1]. 그리고 일본의 모리아키오는 게임을 하는 사람의 뇌파는 치매환자의 뇌파와 같다는 내용으로 “게임뇌의 공포”라는 책을 출판하여 게임이 뇌에 미치는 영향에 대해 설명하였다[2]. 이를 통해 사용자들은 두뇌에 대한 관심이 매우 높아졌고 게임과 두뇌 발달에 대한 연구의 필요성이 대두되었다[3].

본 논문에서는 뇌파측정 장비를 활용하여 집중력지표를 산출하고 이를 게임에 활용함으로써 집중력을 훈련하는 기능성 게임을 제작한다. 2장에서는 뇌파의 정의, 뇌파의 종류에 대해 알아보고 집중력 향상 방법에 대해 고찰한다. 3장에서는 뇌파측정 시스템에 대해 소개하고, 뇌파를 이용한 집중력지표 산출과정에 이를 이용한 집중력 향상 게임 구현 및 실험 결과를 보이고 비교 분석한다. 끝으로 결론을 맺고 향후연구 방향에 대해 기술한다.

## 2. 뇌파와 집중력 향상 방법

### 2.1 뇌파의 정의

뇌파(brainwave:腦波)는 신경계에서 뇌신경 사이에 신호가 전달될 때 생기는 전기의 흐름으로 심신의 상태에 따라 각각 다르게 나타나며 뇌의 활동 상황을 측정하는 지표이다. 뇌의 전기적 활동에 대한 신경생리학적 측정방법을 뇌파전위기록술(electroencephalography)라 하는데, 두피에 부

착한 전극을 통해 전기신호를 측정한다.

이 결과 얻어지는 궤적을 뇌파 또는 뇌전도(EEG:electroencephalogram)라 한다. 이러한 뇌파 측정 장치는 뇌손상, 간질 등의 질환을 진단하거나 뇌사상태를 판정하는데 사용된다. 그리고 신경과학자와 생물정신의학자들은 사람이나 동물로부터 뇌파를 측정하여 뇌의 기능을 연구하는데 뇌전도를 사용한다.

나카지마 다카시는 뇌파는 두피에 기록할 수 있는 전위(전기에너지의 양)의 변화를 시계열(시간의 흐름에 따른 관측결과를 늘어놓은 것)로 나타낸 것으로 수십 마이크로볼트의 변화, 즉 1초에 수차례 변화를 기록할 수 있는 것이라 정의하였다[4].

### 2.2 뇌파의 종류

사람의 몸은 뇌에서 중추신경계로 명령을 내려서 움직인다. 사람이 무엇인가를 하기 위해서는 뇌에서 명령을 전달해야 한다. 이 때 뇌에서 뇌파가 발생한다. 뇌파는 주파수 대역에 따라 7개로 분류한다[표 1]. 이 중에서도 집중력에 영향을 주는 부분이 Mid-β파이다. 뇌파 중 16~20Hz의 신호를 Mid-β파라 부르며, 사람이 집중했을 때 Mid-β파의 빈도가 높다. SMR과 Mid-β파 대역이 높으면 뇌는 집중하려고 하는 것이지만, θ파가 같이 높으면 집중력이 떨어지게 된다. 사람의 집중력을 알아보기 위해서는 β파 또는 Mid-β파와 그리고 SMR파를 주로 이용한다[5].

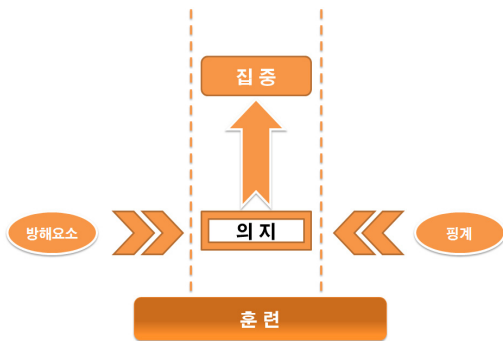
[표 1] Classification of brain waves

주파수 대역	주파수명	특징
0.1~3	δ파	깊은수면상태나 뇌 이상 상태
4~7	θ파	수면상태
8~12	α파	이완 및 휴식상태
12~15	SMR파	주의 상태
16~20	Mid-β파	집중, 활동상태
21~30	β파	긴장, 흥분상태, 스트레스상태
30~50	γ파	불안, 초조 등 강한 스트레스 상태

### 2.3 집중력 향상 방법

집중력이란 우리들이 무엇이든 행하고 있거나, 생각하고 있거나, 읽고 있거나, 또는 보고 있는 것에 정신을 유지할 수 있는 능력이며 모든 정신을 하나의 일이나 행위에 모으는 것을 의미한다. 어떤 일이나 행위에 관심이 높을수록 집중력도 향상된다. 누구나 집중력을 자유자재로 발휘할 수 있지만 꾸준히 노력하여 강화시켜야한다[6].

어떤 일을 하기 위해서는 집중이 필요하며 본인 스스로의 의지가 중요하다. 누구나 책상에 앉아서 책을 펴놓고 다른 생각에 잠겨본 경험이 있을 것이다. 내가 할 일은 책을 보는 것이지만 여러 가지 방해요소 때문에 처음 생각했던 것처럼 집중이 잘 되는 것은 아니다. 하지만 이런 방해요소들도 훈련을 통하여 극복할 수 있다. [그림 1]과 같이 목표 의식제고, 긍정적인 사고, 그릇된 생활습관 지양, 흥미와 관심을 유발하는 훈련을 통하여 내외적인 방해요소를 극복하고, 의지를 강화하여 집중력을 향상시킬 수 있다[7,8].



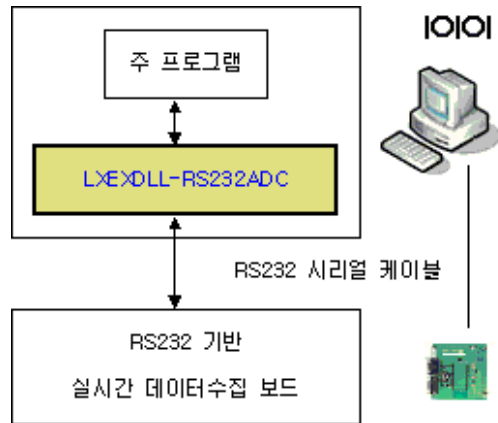
[그림 1] 훈련을 통한 집중력 향상 방법

## 3. 뇌파를 이용한 집중력 향상 게임 개발

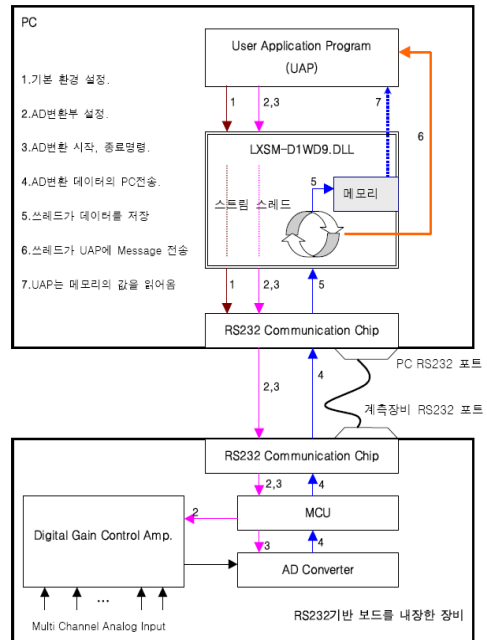
### 3.1 뇌파측정 시스템

본 게임제작에서는 뇌파를 측정하기 위하여 Laxtha에서 출시된 8채널 QEEG-8 시스템을 이용한다[9]. 뇌파 측정 시스템은 뇌에서 발생하는 뇌파를 ADC를 이용하여 디지털신호로 변환하여 사

용자의 PC로 전송한다. RS232기반 실시간 데이터 수집보드를 바탕으로 PC의 라이브러리와 통신하여 데이터를 제공받아 기능성 게임 개발에 활용한다. 이러한 뇌파 측정 장비의 시스템 구성도는 [그림 2]와 같으며, QEEG-8 8채널 뇌파측정기의 데이터 획득을 위한 세부 프로세스는 [그림 3]과 같다.

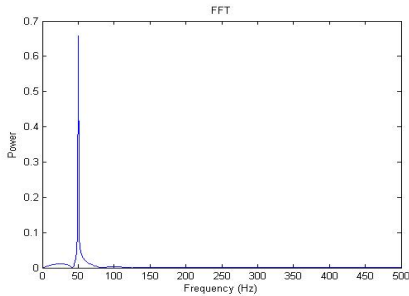


[그림 2] 뇌파 측정 장비 시스템 구성도



[그림 3] QEEG-8 8채널 뇌파측정 장비의 세부 프로세스

QEEG-8 뇌파 측정 장비에서 측정된 전압 데이터 값을 주파수 대역의 파워 스펙트럼으로 변환하여 처리하는데 강한 스트레스 상태의 50Hz 주파수 대역에서의 파워 스펙트럼의 값은 [그림 4]와 같다.



[그림 4] 50Hz 주파수에서의 파워스펙트럼

### 3.2 집중력지표 계산

집중력은 전투전야 부분에서 관찰하기 때문에 두 개의 채널을 이용하여 전투전야의 뇌파 변화를 측정하여 구한다. 스트림은 총 8개의 신호를 받을 수 있는 선형자료구조 형태로 존재하며, [그림 3]에서와 같이 스트림의 내용을 64바이트씩 1채널을 선형으로 저장하여 전송 한다.

집중력 지표를 구하기 위해서는 신호를 추출하여 FFT(Fast Fourier Transform)를 이용하여 변환한다. 이렇게 구한 기초데이터를 먼저 주파수 대역을 기준으로 성분을 분석한다. 주파수대역으로 변환한 데이터를 가지고 수식 (1)과 같이 집중력지표를 산출한다[5].

$$T = \frac{S + \beta}{\theta} \quad (1)$$

수식 (1)에서 T는 집중력지표를 나타내며, S는 SMR파,  $\beta$ 는 Mid- $\beta$ 파,  $\theta$ 는  $\theta$ 파를 나타낸다. 집중력지표 T는 SMR파와 Mid- $\beta$ 파가 높으면 높게 나타나고,  $\theta$ 파가 높으면 낮게 나타난다. 실험에서 이용한 QEEG-8 뇌파측정 장비에서 0.5초 간격의 집중력 변화를 측정하며, 수식 (1)의 집중력지표 T는 0.5초 동안의 집중력 변화를 나타내므로, 프로

세스는 1초에 2번씩 진행된다.

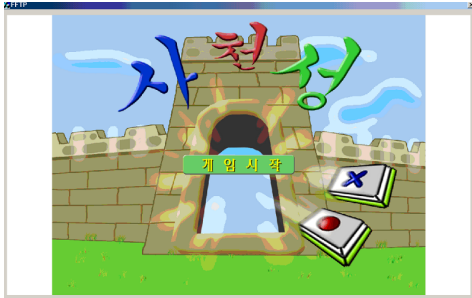
### 3.3 집중력 향상게임 구현

수식 (1)의 집중력지표 T값을 이용하여 집중력을 향상시킬 수 있는 게임을 제작한다. 본 게임은 게임 사용자가 집중을 했을 때 화면을 보다 선명하게 보여주고 그렇지 않은 경우에는 화면을 흐릿하게 보여줌으로써 사용자가 게임에 집중할 수 있도록 해 준다. WindowsXP 환경에서 Microsoft Visual C++와 Matlab, Flash를 이용하여 게임을 제작하였다. 또한 뇌파 측정 장비로부터 전압 신호를 받아 FFT(Fast Fourier Transform)를 통하여 주파수대역으로 변환하고 이를 이용하여 구한 집중력 지표를 실시간으로 게임에 활용한다. [그림 5]는 집중력 향상 게임을 하고 있는 실험 참가자의 모습이다.



[그림 5] 실험참가자의 게임하는 모습

[그림 6]은 구현한 게임의 시작화면을 보여주고 있으며 게임시작 버튼을 누르면 장비와 연결하여 게임을 시작하기 위한 준비를 하고, 집중력 향상 훈련을 할 수 있는 게임이 시작된다. 뇌파 측정 장비를 이용하여 측정된 집중력 지표 값을 실행중인 게임에 전달하여 화면의 투명도를 변화시킨다. 화면의 투명도를 보고 현재 게임 사용자의 집중여부를 판단하고 스스로의 집중력 향상 훈련을 할 수 있다. [그림 7]은 집중도가 높았을 때의 게임실행 화면이고, [그림 8]은 집중도가 떨어졌을 때의 게임실행화면이다.



[그림 6] 게임시작화면



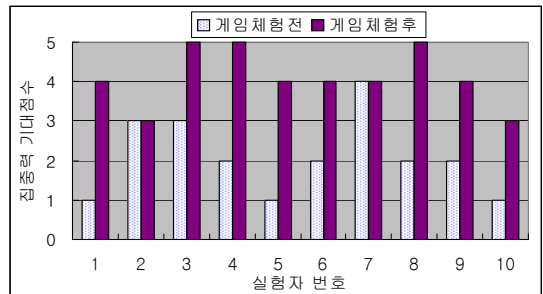
[그림 7] 게임실행화면 (집중도 높을 때)



[그림 8] 게임실행화면 (집중도 낮을 때)

본 논문에서 구현한 집중력 향상 게임의 성능을 확인하기 위하여 10명의 피실험자를 대상으로 게임 체험 전후의 집중력 향상 기대도에 대한 비교 분석을 하였다. 게임 체험 전의 집중력 향상 기대도는 구현한 게임을 처음 접하였을 때, 본 게임을 통해 집중력이 향상될 것이라 생각하는가라는 설문 항목으로 조사하였다. 설문항목은 집중력이 많이 향상될 것 같으면 5점, 집중력이 향상될 것 같으면 4점, 집중력과 관련이 없어 보이면 3점, 집중력에 도움이 안 될 것 같으면 2점, 집중력에 전혀 도움

이 되지 않으면 1점으로 평가하였다. 마찬가지로 게임 체험 후의 집중도 향상 기대도를 조사하였다. 이를 분석한 결과 10명의 피실험자 중 8명이 집중도 향상을 기대해도 좋겠다는 답변을 하였고, 게임 후의 집중도 향상 기대도가 증가하였다. [그림 9]는 게임 체험 전후의 집중력 향상 기대도 변화를 나타낸다.



[그림 9] 게임 체험 전후의 집중력 기대도 변화

#### 4. 결 론

뇌파를 이용한 집중력 향상 게임을 제작하기 위해서는 컴퓨터와 뇌파 등 여러 장르에 대한 다양한 지식을 필요로 한다. 본 논문에서는 이러한 게임 개발자의 문제를 해결하기 위하여 뇌파를 이용한 집중력 향상 게임의 제작사례를 통해 집중력이 향상되었으며, 이는 뇌파와 게임을 연결한 기능성 게임 개발의 가능성을 보여준다.

향후에는 이 논문의 결과를 바탕으로 뇌파장비로 부터의 개발을 좀 더 쉽게 하는 라이브러리 제작을 통하여 여러 가지 뇌파를 활용한 기능성 게임을 제작할 수 있도록 유도하고, 소형 뇌파 측정 장비를 활용한 기능성 게임 향상에 대한 연구가 필요하다.

## 참고문헌

- [1] 문화체육관광부, 대한민국 게임백서, 한국게임산업진흥원, 2008
- [2] 모리 아키오, 이윤정 역, “게임뇌의 공포 게임 腦の恐怖”, 사람과책, 2003
- [3] 유길상, 연제혁, 이원형, “집중력 향상을 위한 기능성 게임 콘텐츠 개발”, 한국인터넷정보학회 춘계학술대회, pp. 487~490, 2005
- [4] 나카지마 다카시, 정윤아 역, 3초만에 집중력 높이기, 파라복스, 2006
- [5] 조승주, “기능성 게임을 통한 학습능력 향상에 관한 연구 : 집중력 훈련 게임을 중심으로”, 광운대학교, 2007.
- [6] 문선모, 기억력과 집중력 향상기술, 원미사, 2008
- [7] 최정원, 이영호, 주의집중력향상전략, 학지사, 2006
- [8] 에버하르트 호이엘, 전재민, 집중력 10배 올리는 방법, 북폴리오, 2006
- [9] 락싸, <http://www.laxtha.com/>



이창조(Chang-Jo Lee)

1989년 2월 인하대학교 전자계산학과  
1991년 2월 인하대학교 대학원 컴퓨터과학전공  
1994년 2월 고려대학교 대학원 컴퓨터과학전공  
1990년~1994년 한국과학기술연구원/시스템공학연구소(KIST/SERI)소프트웨어공학연구부  
선임연구원 (현, 한국전자통신연구원)  
1994년~1996년 한국문화예술진흥원  
문화정보사업본부 선임연구원  
1996년 3월~현재 : 우송대학교 게임멀티미디어학과  
관심분야 : 기능성게임, 게임프로그래밍, 멀티미디어