

---

## 뇌-컴퓨터 인터페이스를 사용한 공간 기반 게임 설계

↓

### Designing Intuitive Spatial Game using Brain Computer Interface

↓

김나영, Nayoung Kim\*, 유원대, Wondae Yoo\*, 이용일, Yongil Lee\*\*, 정승은, Seungeun Chung\*\*, 한무경, Mookyoung Han\*\*, 여운승, Woonseung Yeo\*\*\*

---

↓

**요약** 사용자들에게 새로운 경험을 전달해주는 중요한 요소인 게임 인터페이스는 게임 플레이어에게 새로운 경험을 전달해주는 중요한 요소이며, 그 역할이 점점 커지고 있다. 최근에는 게임 플레이어의 움직임을 게임 컨트롤에 직접 반영하는 새로운 게임 인터페이스가 주목받고 있으며, 이렇게 직관성이 강화된 게임 인터페이스를 사용한 체감형 게임은 플레이어에게 컨트롤러를 조작하는 방식의 기존 게임보다 더 나은 몰입감을 제공하고 있다. 게임 플레이어들은 비슷한 형태로 반복되던 기존의 인터페이스에서 얻을 수 없는 새로운 경험을 원하고 있으며, 플레이어에게 다른 사용자 경험을 제공하기 위해서는 직관성이 강화된 새로운 게임 인터페이스와 더불어 그에 적합한 게임 콘텐츠가 필요하다. 본 논문에서는 뇌파를 이용한 Brain Computer Interface를 활용하여 직관적인 게임 인터페이스를 개발하고, 개발된 인터페이스를 통해 플레이어의 경험을 최대한 높일 수 있는 게임 환경 디자인을 제안해 보고자 한다.

↓

**Abstract** User interface design environment has been known to be part of important elements in user experience and play, and its significance of functionalities are growing bigger each year. In present day, use of intuitive user interface design are on demand. Player can expect to get a new experience that they can not get from other exiting or similar form of games. For the better user experience, essential use of intuitive game play is necessary along with its perceptive user interface. This paper describes intuitive game environment design which will enhance user experience with use of brainwave signal for Brain Computer Interface.

↓

**핵심어:** BCI, Brain Computer Interface, Game Design, Interactive Game Design, Cognitive simulation

---

본 논문은 2008년 한국과학기술원 학술 연구비 지원에 의하여 연구되었음.

\*주저자 : 김나영, 美카네기멜론대학 ETC 석사과정

유원대, 한국과학기술원 문화기술대학원 석사과정; e-mail: ryu.wondae@kaist.ac.kr

\*\*공동저자 : 한국과학기술원 문화기술대학원 석사과정

\*\*\*교신저자 : 한국과학기술원 문화기술대학원 교수; e-mail: woon@kaist.ac.kr

## 1. 서론

과거에 부정적이지만 했던 게임에 대한 인식은 점점 개선되어, 게임은 남녀노소 모두가 함께할 수 있는 하나의 문화 콘텐츠가 되어가고 있다. 이러한 인식의 변화는 초고속인터넷의 보급과 더불어 온라인 게임의 발전으로 이어졌고, 다양한 게임들이 시장에 출시되는 계기가 되었다. 하지만 게임 인터페이스의 관점에서 볼 때, 예전부터 사용해 왔던 게임 컨트롤러에서 크게 벗어나지 못한 것이 사실이다. 그래서 최근에는 새로운 게임 인터페이스에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있는 추세이고, 특별히 사용자에게 새로운 경험을 제공할 수 있는 직관성이 강화된 게임 인터페이스의 개발에 중점을 두고 있다. 예를 들면, 사용자의 움직임이나 손동작을 분석해서 게임의 입력 정보로 사용하거나, 햅틱 인터페이스를 사용하여 게임 공간에서 생기는 반응을 플레이어가 직접 느끼게 한다. 기존의 게임 컨트롤러와 다른 새로운 게임 인터페이스는 게임 플레이어에게는 새로운 경험을 제공함으로써 게임의 몰입감을 주는 요소가 되며, 게임의 개발자에게는 기존의 입력 인터페이스로 표현하지 못하였던 새로운 형태의 게임을 개발할 수 있는 기회를 주게 된다[1].

본 논문에서는 인터페이스 분야에서 최근 큰 주목을 받고 있는 뇌-컴퓨터 인터페이스 기술을 사용하여 새로운 게임 인터페이스를 구축해 보았다. 또한 뇌-컴퓨터 인터페이스를 활용한 기존의 게임들이 단순하고 일률적인 인터랙션 위주의 콘텐츠로 구성되어 플레이어의 흥미를 저하시켰던 것에 주목하여, 본 연구에서는 뇌-컴퓨터 인터페이스의 특성과 게임의 전통적인 재미 요소들을 적절히 조화시킨 게임 콘텐츠를 기획하였다. 그리고 뇌-컴퓨터 인터페이스의 특성을 살린 게임 디자인을 통해 새로운 게임 인터페이스가 플레이어에게 제공하는 사용자 경험에 대해 연구해보았다.



## 2. 뇌-컴퓨터 인터페이스

### 2.1 뇌파 측정의 이론적 배경

뇌파란 뇌 내부에서 세포간의 정보 교환 시에 발생하는 전기 신호를 말한다. 뇌는 그 부위별로 기능이 세분화 되어 있는데, 인간의 의식 상태와 정신활동에 따라 뇌의 각 부위에서 발생된 전기 신호들이 모여 특정한 패턴을 형성하게 되는데 이것이 바로 뇌파이다. 그러므로 뇌파를 분석함으로써 우리는 뇌의 활동 상태와 활성 상태에 대한 정보를 얻을 수 있다. 뇌파 신호의 분석에는 주기가 아닌 주파수가 널리 사용되고 있다. 뇌파의 주파수는 0.5~50Hz이고, 이 이상으로 주파수가 큰 파는 여러 가지 잡음을 포함하고 있어 판별과 분석이 어려우며 임상적으로도 의미가 없는 것으로 알려져 있다.[2]

주파수에 따른 뇌파는 <표1>과 같이  $\delta$  파,  $\theta$  파,  $\alpha$  파,  $\beta$

파 등으로 분류된다. 그 중에서도 특별히  $\alpha$  파와  $\beta$  파는 사람의 심리적 안정과 긴장 상태와 관련이 있는 것으로 알려져 있다.  $\alpha$  파는 주로 눈을 감을 때 발생하며 심리적 완화 상태를 의미한다. 반면  $\beta$  파는 경계, 각성, 문제풀이, 집중할 때 발생하며, 파형이 빠르고 크기가 작은 특성을 가지고 있다. 그러므로 해당 주파수 밴드의 뇌파를 분석하면 사용자의 집중 상태를 파악할 수 있다. 뇌파를 통하여 집중력을 계산하기 위해서는  $\alpha$  대역과  $\beta$  대역에서의 파워 값을 계산한 다음 이들 값을 서로 비교하면 된다.

표 1. 뇌파의 주파수 영역

뇌파	
$\delta$ (delta)	0.5 ~ 3 Hz
$\theta$ (theta)	4 ~ 7 Hz      ↑ slow wave
$\alpha$ (alpha)	8 ~ 13 Hz
$\beta$ (beta)	14 ~ 30 Hz      ↓ fast wave
$\gamma$ (gamma)	30 Hz 이상

### 2.2 뇌-컴퓨터 인터페이스

인터페이스는 사람과 시스템 간의 접점, 또는 사용자와 각각의 시스템 사이의 정보채널을 의미한다. 뇌-컴퓨터 인터페이스(Brain Computer Interface:BCI)는 인간의 두뇌와 컴퓨터를 직접 연결하여 컴퓨터를 작동하는 인터페이스 기술로 정의할 수 있다. 인간-컴퓨터 인터페이스의 전통적인 의사소통 방법은 인간이 동작을 통해 인터페이스 장치를 조작하여 의사를 전달하면, 컴퓨터는 모니터 상의 그래픽이나 텍스트를 통해 작업 결과를 제시하는 방식이었다. 하지만 뇌-컴퓨터 인터페이스의 등장은 이러한 일련의 중간 과정 없이 뇌에서 구상된 작업이 바로 컴퓨터에 전달되고, 또 전달 받게 되는 것이다.

美 조지아 주립대학은 신체장애자의 사지를 뇌로 제어하는 인터페이스 기술을 개발 중이다. 각 부위의 동작을 담당하는 뇌의 뉴런 위치에 센서를 부착하여 뇌의 동작 명령을 개발된 인공 팔에 전달하여 동작하는 것이다. 美 뉴로컨트롤社は 마비 환자의 마비 부위에 전기 자극 장치를 근육에 부착하여, 뇌가 명령을 내리면 근육에 전기적 자극을 주어 마비 부위를 움직이게 하는 방식의 프리 핸드를 제작 하고 있다. 이 밖에도 의학, 과학, 게임 등의 다양한 분야에서 연구가 진행 중에 있다.

### 2.3 뇌파 측정 장비

뇌-컴퓨터 인터페이스 시스템을 위한 뇌파 측정 장비는 주로 의학적인 용도나 과학 실험을 위한 용도로 사용되어 왔다. 하지만 이런 장비들은 부피가 클 뿐만 아니라 뇌파의 측정을 위해 매번 전해질을 머리에 바르는 불편함이 있기

때문에 게임 인터페이스로 사용하기에는 적합하지 않다.[3]

게임 인터페이스에 적합한 뇌-컴퓨터 인터페이스 시스템은 측정 센서, 데이터 처리 모듈, 신호 처리 모듈 등의 시스템이 통합화 되어야 하며, 각각의 구성요소가 소형화 되어야 한다. 또한 그 형태가 착용형이거나 신체 부착형이어야 하며, 동시에 착용자의 부담감이나 짜증을 유발하지 않아야 한다. 본 논문에서 사용된 뇌파 측정 장비는 美 뉴로스카이 社의 ThinkGear-EM이다. 헤드셋 형태의 ThinkGear-EM은 이마 부위에 부착된 센서를 통해 전두엽의 뇌파 변화를 측정하여 착용자의 집중력을 계산하는 장비이다. 전두엽에서 측정된 뇌파 신호는 뉴로스카이社의 알고리즘에 의해 0~100 사이의 정수 값으로 변환하여 블루투스를 통해 컴퓨터로 전달한다.

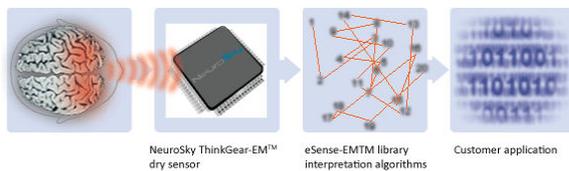


그림 1. 뉴로스카이 ThinkGear-EM의 신호 처리 과정



그림 2. 뉴로스카이 ThinkGear-EM의 착용모습

### 3. 게임 인터페이스의 설계

#### 3.1. 직관적인 게임 인터페이스와 몰입

게임 분야에서는 플레이어의 게임에 대한 몰입을 증대시키기 위해 노력해왔다. 게임은 하나의 놀이 이기에 앞서 컴퓨터 혹은 게임 콘솔에서 구동되는 하나의 프로그램이므로, 게임에는 일반적인 다른 놀이나 문화 콘텐츠와 달리 프로그램적 특성인 사용자 인터페이스, 즉 게임 인터페이스가 존재하게 된다. 게임 인터페이스는 게임 시스템에 플레이어의 의사를 전달하는 필수적이고 중요한 요소이지만, 의사를 반영하는 일에 도구라는 중간 단계를 거치는 것이기 때문에

몰입의 몰입을 방해하는 요소가 될 수도 있다. 그러므로 게임 인터페이스는 쉽고 자연스러워야 한다. 사용자의 경험을 근거로 하는 직관적 인터페이스는 사용자에게 이미 충분히 숙지되어 있으며 친숙할 것이다. 그러므로 게임 인터페이스를 설계하고 디자인하는 단계에서 사용자의 경험을 반영하는 것은 인터페이스의 다른 요소들을 강화하여 현실감을 높여 사용자의 몰입을 증가시킬 것이다.

게임에 쉽고 자연스러운 경험에서 도출된 직관적인 인터랙션을 도입한 경우, 플레이어는 단시간에 숙련된 모습을 보일 뿐 아니라 성취도 면에서도 상당한 증가를 보인다. 또한 게임을 하는 동안 즐거움을 느끼고 콘텐츠 자체에 상당히 몰입하는 모습을 보인다. 게임의 몰입을 위해서는 현실감의 증대가 중요한데, 경험을 바탕으로 하는 직관적인 인터랙션의 도입은 사용자의 학습의 단계를 생략하여 플레이어의 콘텐츠에 대한 몰입을 증가시키게 된다.[4]

본 논문에서는 전통적인 입력장치인 키보드와 마우스 대신에 뇌-컴퓨터 인터페이스와 3차원 공간 마우스를 사용하여, 플레이어의 집중력과 물리적 움직임을 게임의 입력 정보로 사용할 수 있도록 시스템의 인터페이스를 구성하였다.

#### 3.2. 개발 환경

게임 개발을 위한 하드웨어와 소프트웨어의 개발 환경은 아래 표와 같다. 게임의 주된 개발 도구는 Flash이고 게임에 사용된 이미지 제작에는 Photoshop과 Illustrator를 사용하였다. 뇌-컴퓨터 인터페이스를 위해 앞에서 언급한 ThinkGear-EM을 사용하였고, 日 닌텐도 社의 게임 콘솔인 Wii™의 무선 컨트롤러인 WiiMote를 개조하여 3차원 공간 마우스로 사용하였다. ThinkGear-EM 헤드셋과 WiiMote와의 통신을 위해 USB타입의 블루투스 dongle을 설치하였다.



그림 3. 닌텐도 WiiMote 컨트롤러

표 2. 개발에 사용된 컴퓨터의 하드웨어와 소프트웨어

구분	사양	
Hardware	CPU	Intel Core2Duo E8400
	RAM	2G bytes
	HDD	300G bytes
	Sound 카드	Realtek
	Video 카드	nVidia GeForce 8600GT
Software	OS	Windows XP
	저작도구	Flash MX
	이미지제작	Adobe Illustrator CS3
		Adobe Photoshop CS3

## 4. 공간 기반 게임의 설계

### 4.1 기획의도

이번 연구에서 개발한 게임의 목적은 플레이어가 게임을 즐기는 동시에 집중력을 훈련하도록 하는 것이다. 뇌파의 특정 주파수 대역을 감시하고 게임의 인터페이스 모듈을 구동하여 게임을 진행시키는 동일한 방식의 게임은 스웨덴의 interactive Institute에서 개발한 ‘마인드 볼’이 대표적이다. 두 사람이 앉아서 서로 집중력을 겨루면 집중력이 약한 사람을 향해 탁자 위의 볼이 움직이는 방식으로 진행되는 아주 단순한 방식으로, 한국전자통신연구원에서도 이와 비슷한 형식의 볼링 게임을 제작한 바가 있다.[5] 하지만, 이런 게임들은 너무 단순한 구조를 가지고 있는 탓에 플레이어가 쉽게 싫증을 내는 단점이 있다. 그래서 우리는 기존의 게임이 가지고 있는 재미 요소를 가지고 있으면서도 뇌-컴퓨터 인터페이스의 직관적 특성을 살릴 수 있는 게임을 기획해 보았다.

게임 플레이어가 집중력 훈련을 지루해 하지 않게 하기 위해서, 우리는 플레이어가 집중력을 자연스럽게, 자발적으로 발휘하도록 유도하고자 하였다. 또 게임 플레이어의 흥미를 유발하기 위해 모든 플레이어가 직관적인 조작으로 가능하도록 단순화하였다. 그리고 반복적으로 자연스럽게 집중해야 하는 상황을 이벤트로 제시함으로써 유도된 플레이어를 통해 집중력 훈련을 하도록 하였다.[6]

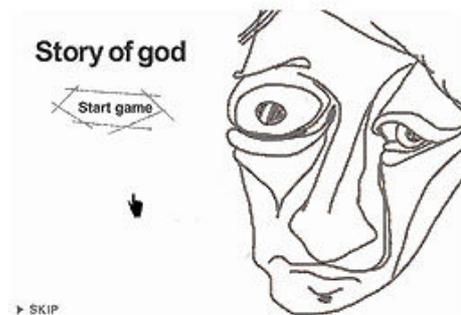


그림 4. 개발된 게임의 인트로 화면

게임의 그래픽 역시 남녀노소의 구분 없이 모든 세대가 즐길 수 있도록, <그림 4>, <그림 5>와 같이 화면을 단순하게 구성하고 귀엽고 친숙한 이미지를 사용하였고, 게임 진행이 복잡하지 않은 캐주얼 게임을 제작하였다.

### 4.2 게임의 진행

게임 속에서 플레이어는 신이 되어 농경 사회를 만들어 나가게 된다. 플레이어는 정해진 시점에 집중하는 행위를 함으로써, 농사에 필요한 비와 햇빛 등을 게임 속의 사회에 제공한다. 플레이어의 능력에 따라 신을 섬기는 사람들이 늘어나게 되고, 자신을 섬기는 사람의 수에 따라 점수를 얻게 된다. 이 과정에서 플레이어는 반복적으로 집중하는 연습을 하게 된다.

게임은 플레이어가 이러한 인터랙션을 위해 뇌-컴퓨터 인터페이스 장치의 사용법을 배울 필요가 전혀 없도록 설계되었다. 게임이 아닌 실제 생활에서도 사람들은 무언가를 만들거나 창조해 내기 위해 집중을 하는데, 플레이어는 게임 안에서 동일한 행동으로 게임 속 농경 사회에 비를 내리고 햇빛을 비추는 등의 창조 활동을 하게 된다. 또한 포인팅 작업 역시 기존의 마우스가 아닌 WiiMote를 사용하여 가리키는 직관적인 물리적 행위를 통하여 포인팅이 가능하도록 하여 게임 인터페이스의 존재를 느끼지 않도록 하였다.

### 4.3 게임 시나리오

개발된 게임은 문명의 발생, 문명의 성장, 문명의 완성이라는 3개의 단계로 구성되어 있다.

#### 4.3.1. 스테이지1

스테이지1에서 플레이어는 게임의 전반적인 동작 원리를 배우게 된다. 연속해서 나타나는 게임 시스템의 안내를 따라 정해진 시간 안에 사람을 창조하고, 토지를 비옥 하게 만들며, 기상 이벤트로부터 그들을 보호해줌으로써 믿음을 얻는 일들을 하게 된다. 스테이지1의 흐름은 <그림 6>의 순서도에 자세히 설명되어 있다.

#### 4.3.2 스테이지2

스테이지2의 목표는 논과 밭을 일구고 사람의 수를 증가 시키는데 있다. 스테이지가 높아질수록 새로운 스킬 버튼이 활성화되게 되는데 이 버튼들을 조합하면 대륙에 논을 일구고 벼, 보리, 옥수수과 같은 다양한 농작물들을 경작 할 수 있게 된다. 이때 땅의 사람과 농작물의 수를 일정한 비율로 맞추어야 한다. 또한 게임의 찬스를 잘 활용하면 풍년이 오게 되는데, 풍년에는 사람들의 믿음 지수가 오르므로 점수

를 크게 높일 수 있다. 또, 주어진 시간 안에 모든 대륙에 문명을 정착시키면 추가 스킬과 특수 아이템 등을 획득할 수 있다. 이러한 것들을 통해 플레이어는 더 높은 점수를 얻을 수 있게 된다.



그림 5. 개발된 게임의 실행 중 화면

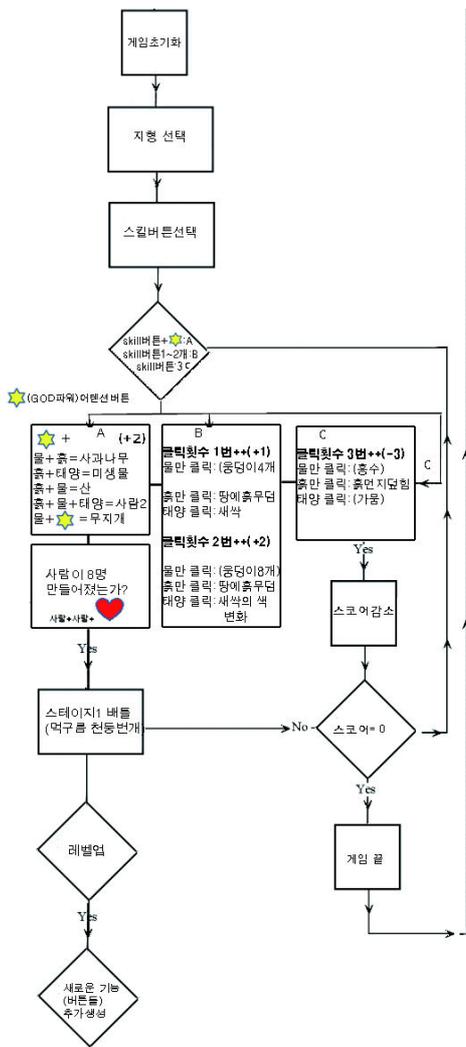


그림 6. 스테이지1의 흐름도

#### 4.3.2 스테이지2

스테이지2의 목표는 논과 밭을 일구고 사람의 수를 증가 시키는데 있다. 스테이지가 높아질수록 새로운 스킬 버튼이 활성화되게 되는데 이 버튼들을 조합하면 대륙에 논을 일구고 벼, 보리, 옥수수와 같은 다양한 농작물들을 경작 할 수 있게 된다. 이때 땅의 사람과 농작물의 수를 일정한 비율로 맞추어야 한다. 또한 게임의 찬스를 잘 활용하면 풍년이 오게 되는데, 풍년에는 사람들의 믿음 지수가 오르므로 점수를 크게 높일 수 있다. 또, 주어진 시간 안에 모든 대륙에 문명을 정착시키면 추가 스킬과 특수 아이템 등을 획득할 수 있다. 이러한 것들을 통해 플레이어는 더 높은 점수를 얻을 수 있게 된다.

#### 4.3.3 스테이지3

스테이지3에서는 천재지변과 같은 갈등 요소가 본격적으로 등장한다. 그러므로 플레이어는 게임 내 세상을 성장시키기 보다는 갈등 요소로부터 보호하는 데에 목적을 두어야 한다. 집과 동물 등 추가 스킬버튼을 활용하여 스코어를 추가 하면서 인구 육성 및 아이템을 사용하여 갈등 요소와 집중력 싸움을 벌이게 되고, 승리한 횟수에 따라 점수를 얻게 된다. 스테이지가 종료된 후에는 누적된 최종 점수를 다른 사람들의 점수와 비교함으로써 상대적인 자신의 집중력을 알아볼 수 있다.

#### 4.4.4 게임 스킬

게임의 스킬은 일반 스킬과 특수 스킬로 나뉜다. 일반 스킬은 게임의 진행에 필요한 비나 햇빛과 같은 능력이고, 특수 스킬은 특정 이벤트 시에 사용할 수 있는 능력이다. 플레이어는 이 스킬들을 적절히 조합하여 <그림 7>과 같은 새로운 스킬들을 만들어 낼 수 있다.



그림 7. 스킬의 조합

특수 스킬은 아래 그림과 같이 GOD POWER라는 이름을 가지고 있는데, 이 버튼은 플레이가 시작된 후 5분 간격으로

나타나는 찬스 이벤트 때에 사용할 수 있다. 플레이어는 이 버튼을 활용하여 부가 점수를 획득할 뿐만 아니라, 게임 내 세상에 다양한 변화를 줄 수 있다. 하지만, 버튼의 효과를 적용시키기 위해서는 문턱값 이상으로 집중력을 올려야 하며, 이 때 문턱값은 사용자의 성취에 따라 증가하게 된다.

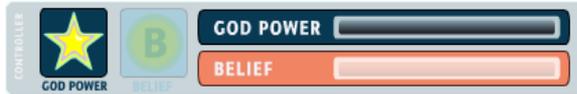


그림 8. GOD Power 버튼

## 5. 결론

본 논문에서 우리는 뇌-컴퓨터 인터페이스를 적용한 은유적 게임 인터페이스[7]를 통해 기존의 인터페이스가 가지고 있던 경험의 한계를 확대하고자 하였다. 인터페이스의 직관적 특성을 살리기 위해 시각 정보량을 줄인 화면 구성은 사용자가 인터페이스 학습에 대한 부담감 없이 빠르고 쉽게 정보를 이해하도록 하여 게임에 몰입할 수 있도록 도와주었고, 뇌-컴퓨터 인터페이스는 사용자가 무의식적인 반사 작용을 통해 게임 시스템과 상호작용하도록 했을 뿐 아니라, 이전에 경험하지 못했던 새로운 경험을 제공함으로써 게임에 몰입할 수 있는 중요한 단초가 되었다. 인터페이스의 특성을 잘 살린 게임의 콘텐츠는 캐주얼 게임의 플레이 방식을 도입하여 귀여운 캐릭터와 아이템 및 짧은 플레이 시간으로 플레이어가 지치지 않도록 보완하였다. 또 단순하지만 응용 범위가 넓은 툴을 활용하여 반복성을 유도하는 전략을 취함으로써 플레이어는 거부감 없이 반복해서 집중력을 훈련할 수 있었다. 결과적으로 경험에 기초한 직관적인 플레이 방식과 그에 적합한 게임 콘텐츠는 플레이어의 흥미를 자극하여 플레이어로 하여금 자연스럽게 콘텐츠에 몰입하도록 유도하였고, 동시에 집중력의 훈련도 자연스럽게 소화하도록 하였다.

본 논문은 뇌-컴퓨터 인터페이스가 가지는 직관성[8]이 게임 분야에서 플레이어에게 새로운 경험을 제공할 수 있는 요소가 될 수 있는 가능성을 보여주었다는 점에서 의미가 있다고 할 수 있겠다. 그러므로 앞으로 뇌-컴퓨터 인터페이스의 직관적인 특성을 Serious 게임이나 교육용 게임과 같은 분야에서 잘 활용한다면 기존 게임들이 가지고 있는 재

미 요소의 한계를 넘을 수 있는 새로운 요소가 될 것이라고 생각한다.



## 참고문헌

- [1] Kelly Harms, Glenn Gallager. "Nintendo Wii", Class Report, MI021 Computers in Management, Boston College, pp.2, 2008.
- [2] 박상희, 생체 신호 처리 및 응용, 에드텍, 서울, 한국, 1999.
- [3] 황민철, "뇌파를 이용한 인간-컴퓨터 인터페이스 기술", 한국정밀공학회지, 제20권, 제2호, 한국정밀공학회, pp.8, 2003.
- [4] 반경진, 김현희, "경험 기반의 물리적인 인터페이스가 게임 몰입이 미치는 영향", 디자인학연구, 통권 제77호, 한국디자인학회, 2008.
- [5] 김종성 외 5명, "생체신호 기반 사용자 인터페이스 기술", 전자통신동향분석, 제20권, 제4호, 한국전자통신연구원, 2005.
- [6] Wardrip-Fruin, "First Person", MIT Press, MA, USA, 2007.
- [7] Preece Jennifer, "Interaction Design", J. Wiley & Sons, NY, USA, pp.56, 2002.
- [8] Viayn Prasarc, "Communicating Science through Play, Games, and Simulations", 2008.
- [9] Moggridge, Bill, "Designing Interaction", MIT Press, MA, USA, 2007.
- [10] Katie Salen, Eric Zimmerman, "Rules of Play", MIT Press, MA, USA, 2007.
- [11] Brenda Laurel, "Computer as Theatre", Addison-Wesley Professional, 1993.
- [12] Chris Crawford, "The Art of Computer Game Design", McGraw-Hill, 1984.
- [13] Richard Rouse, "Game Design: Theory and Practice", Wordware Publishing, Inc., 2001.
- [14] Ray Krisof, "Interactivity by Design", Pearson Education, 1995.
- [15] Raph Koster, "Theory of Fun for Game Design", Paraglyph, 2004.