

기능성 게임에서 시각주의력 측정을 위한 효과적인 변인의 설정

노창현*, 이완복**

중부대학교 게임학과*, 공주대학교 게임디자인학과**

Study on Measurement Variables for Visual Attention Improvement in a Serious Game

Chang Hyun Roh*, Wan Bok Lee**

Dept. Game, Joongbu University*

Dept. Game Design, Kongju National University**

요약 아동들의 주의력 결핍으로 인한 여러 가지 사회적 문제가 야기되고 있다. 주의력 결핍이 심각한 아동들을 위한 아동 친화적인 주의력 향상 방법이 제공될 필요성이 있다. 최근 아동들은 3D 게임을 매우 좋아하며 자발적인 참여를 하고 있다. 그러므로 아동들이 좋아하는 3D 게임을 이용하여 아동들의 주의력을 향상시키고자 3D 게임을 통한 주의력을 측정하는 방법에 대한 연구를 수행하였다. 기존 의학계에서 사용하는 주의력 측정 방법들을 고찰하고 게임 내에서 주의력을 측정할 수 있는 변수들을 설정하였다. 누락 오류, 오경보 오류, 정반응 시간 평균, 정반응 시간 표준편차가 설정된 변수들인데, 일반아동과 주의력이 부족한 아동간에 대하여 시각 주의력에 대한 실험을 통해, 이들 변수들 간에 값의 차이가 있음을 알 수 있었다.

주제어 : 시각주의력 측정 변인, 시각주의력 향상 게임, 주의력 결핍, 기능성 게임, 3D 게임

Abstract Recently attention deficit of children has caused various social problems. Those children who has symptoms like ADHD (Attention Deficit/Hyperactivity Disorder) has to be provided with methods which can enhance their attention level in a child-friendly way such as 3D games. This paper shows a research on how to measure the level of attention for attention deficit children using their favorite 3D games. Firstly, we speculated on the methods about attention measurement used in the medical area. And then we searched measurement variables which can effectively evaluate the level of attention during a game play time. Secondly, we have conducted experiment whether there exists difference about the value of the measurement variables between the two groups, normal children group and attention deficit children group. Those variables are omission error, commission error, average response time, and standard deviation of response time. Though our experiment has only been limited to visual attention level, four measurement variables revealed mutual differences.

Key Words : Visual Attention Measurement Variables, Visual Attention Improvement Game, Attention Deficit, Serious Game, 3D Game

Received 1 October 2013, Revised 20 October 2013

Accepted 20 October 2013

Corresponding Author: Wan Bok Lee (Kongju National University)

Email: wblee@kongju.ac.kr

ISSN: 1738-1916

© The Society of Digital Policy & Management. All rights reserved. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서론

다변화되고 복잡해지는 사회 속에서 아동들의 심리적 이고 정신적인 문제가 날로 증가하고 있어 사회 문제 중 하나가 되고 있다. 대한민국 국민건강보험공단 건강보험 정책연구원이 2003년부터 2009년까지 건강보험 진료비 지급자료를 분석한 결과, ADHD 진료실 인원이 2003년 1만 8,967명에서 2009년 6만 4,066명으로 6년 만에 238% 증가했다[1]. 또한, 2008년 국내의 245개 초중고생 7만 4,380명을 대상으로 '정신건강 선별검사'를 한 결과 약 12.9%(9,588명)가 정밀검진이 필요한 것으로 파악되었다.

ADHD 아동은 주의력 산만, 과잉행동, 충동성을 주증상으로 하고 있으며, 인지적 영역뿐만 아니라 사회, 언어 등 여러 영역에서 지장을 초래한다. 이러한 아동들의 치료를 위한 개입의 필요성이 대두되었고 다양한 방법이 제시되어 왔다. ADHD 아동의 치료적 개입으로는 주로 약물치료가 있어 왔다. 또한, 비약물치료로서는 부모교육 훈련, 인지행동치료, 사회적 기술 훈련, 놀이치료 등이 병행되어 왔다.

ADHD의 주의력 향상을 위한 주치료방법인 약물치료는 주의 집중 지속 시간이나 반응의 유지를 증가시키고 학업성취도를 향상시키고 산만한 행동을 감소 시키는 등 증상을 호전시키는 것으로 보고되고 있다[2].

그러나 약물치료는 ADHD의 주의력결핍, 충동성 및 과잉행동과 같은 주요 일차적 증상을 경감시키는데 효과적이지만 단기간의 효과만 나타낼 뿐, 장기적으로 약물투여를 하지 않은 경우 증상이 치료 전 수준으로 후퇴할 수 있으며 아동들의 긍정적 특성을 일시적으로 약화시키거나 다른 부작용을 유발하는 등의 제한점이 지적되고 있다. 이러한 약물치료의 대안적 방법으로 아동의 내적 동기를 유발하여 즐거움을 주는 게임 놀이 치료(Game Play Psychotherapy)가 있다[2].

놀이를 통한 치료는 ADHD 아동의 문제 행동을 중재하기 위한 새로운 접근법으로 대두되어지기 시작하였고 [3], 집중 놀이 프로그램이 ADHD 아동의 부적응 및 행동 변화, 부주의 행동에도 효과가 있다는 연구결과가 보고되었다[4].

게임은 자발적 참여와 동기유발을 촉진시키고, 상당한 수준의 지속적인 관심, 집중력, 지구력 등이 요구되며, 논리적인 사고나 문제해결을 위한 전략을 필요로 하는 인

지적 능력을 요구하기 때문에 ADHD 아동의 주의력 향상에 긍정적인 영향을 끼친다[2].

최근 국내에서는 아동들의 자발적인 참여를 유도할 수 있는 컴퓨터 게임을 활용한 주의력 향상 노력이 시작되었다. 뇌파 측정을 통해 가능성 게임이 아동의 집중력을 향상시킬 수 있다는 연구를 수행하였다[5]. 서울대 소아정신과 신민섭 교수팀은 ADHD 아동의 주의력 훈련 게임인 '브레인 오아시스[6]'를 국내 최초로 개발하였다. 이 게임은 2D 플래쉬로 만든 Web기반 게임이다.

'브레인 오아시스'는 처음에는 흥미를 가지고 접근할 수 있지만, 딱딱한 훈련 위주로 개발되고 재미 요소가 배제되어, 지속적으로 아동들의 흥미를 유발하기 어렵다. 화려하고 재미있는 3D게임에 익숙한 아동들의 흥미를 이끌어내는데 어려움이 있다.

최근 흥미로운 연구결과가 있는데 적당한 운동만으로도 ADHD 아동의 학업 성취력과 주의력 등을 향상시킬 수 있다는 연구결과를 Pontifex가 발표하였다[7].

이러한 기존 연구를 바탕으로, 주의력이 부족한 아동들이 몸을 움직이며 3D 게임을 하게 하면, 좀 더 효율적으로 주의력 향상 결과를 가져올 수 있다는 가설을 세워 볼 수 있다. 이러한 가설이 검증된다면, 3D 체감형 기능성 게임을 통해 아동들이 즐겁게 주의력을 향상시킬 수 있게 될 것이다. 이를 위해서는, 체감형 기능성 게임 환경에서 주의력을 측정하고 평가 할 수 있는 방법이 먼저 확립되어야 한다.

그러므로 본 연구에서는 체감형 게임을 하는 동안 아동의 주의력을 측정할 수 있는 측정 변인에 대한 연구를 수행하였다. 이러한 연구는 전세계적으로 수행된 예가 거의 없으므로, 먼저 의료계에서 컴퓨터 환경에서 ADHD 진단하는 기존 방법들을 조사하였다. 이를 바탕으로 측정변인을 선정할 수 있었다. 선정된 측정변인이 체감형 기능성 게임 환경에서 주의력 결핍 아동과 일반 아동간의 변수 값의 차이가 있는지 실험하였다.

2. 주의력 측정 변인 선정

2.1 컴퓨터 기반의 ADHD 진단 도구

일반적으로 ADHD 진단은 아동 면담, 신경학적 검사를 포함한 의학적 평가, 인지 평가, 행동 평가 척도 등 다

양한 도구들을 통해 이루어진다. 다양한 ADHD 진단 도구 중에 컴퓨터를 이용하여 진단하는 연속수행검사(Continuous Performance Test)가 있다.

본 연구에서는 컴퓨터 기반의 체감형 3D게임을 하는 동안 아동들의 주의력을 측정하기 위해서는 측정 변인이 있어야 한다. 이러한 측정변인을 결정하기 위해 의료계에서 현재 사용중인 컴퓨터 기반 ADHD 진단 방법인 연속수행검사를 조사하였다.

연속수행검사는 ADHD의 임상적 진단과 치료 효과의 평가에 많이 이용되고 있는 도구이며, 이제까지 국내외에서 글자, 도형, 소리를 자극으로 사용하는 등 여러 가지 형태의 연속수행검사가 개발되어 왔다[8].

이들은 대부분 시각적 자극에 대한 주의력 분야와 청각적 자극에 대한 주의력 분야를 중심으로 개발되어 왔고 의료계에서 널리 사용되고 있다. 가장 널리 사용되고 있는 연속수행검사 진단 도구로 T.O.V.A(Test of Variables of Attention)[9]와 ADS(ADHD Diagnostic System)가 있다.

T.O.V.A는 미국에서 아동 및 성인의 ADHD 진단 및 약물 효과를 평가하기 위해 제작된 컴퓨터를 이용한 연속수행검사 도구이다. 연령별 규준이 확립되어 상품화되어 있다.

ADS는 서울대 의대에서 국내 환경에 맞도록 개발한 컴퓨터 기반의 연속수행검사 도구이다[8]. 만 5세에서 만 15세 연령범위의 아동과 청소년을 대상으로 하며 CD롬으로 개발되어 개인용 컴퓨터에 설치할 수 있다.

2.2 주의력 측정 변인 선정

T.O.V.A와 ADS 모두다 컴퓨터를 통해 시각적 자극에 반응하는 시각주의력(Visual Attention)과 청각적 자극에 반응하는 청각주의력(Auditory Attention)을 측정한다. 측정하는 방식은 둘 다 매우 유사하다.

ADS의 시각주의력 검사의 경우를 예로 들면 3가지 모양의 그림을 사용한다. 하나는 표적 자극으로 정사각형 안에 세모가 그려진 것이고 비표적 자극은 정사각형 안에 원이나 네모가 그려진 것이다[8]. 화면에 표적자극이 나타났을 때만 반응을 해야 하고 비표적 자극에는 반응하지 않아야 한다. T.O.V.A의 경우는 도형의 모양은 다르지만, 두가지 모양의 그림을 사용한다.

ADS와 T.O.V.A 모두 주의력 측정 변인으로 아래와 같이 4가지 변인을 이용한다[8][9].

- 누락오류 (omission error) : 부주의(inattention)를 측정하기 위한 것으로 피검자가 표적자극에 반응하지 않았을 때를 말한다.
- 오정보 오류 (commission error) : 충동성과 탈억제(disinhibition)를 측정하는 것으로, 피검자가 비표적 자극에 반응 했을 때 발생한다.
- 정반응시간 (response time) : 자극이 주어질 후 피검자가 표적 자극에 대해 정확하게 반응하는데 걸리는 시간이다. 주의력이 부족한 사람은 정반응 시간이 느리다.
- 정반응시간 표준편차 (standard deviation of response time) : 정반응 시간의 표준편차로써 반응의 일관성을 측정한다. 주의력 결핍이 있는 사람은 정반응을 하는데 걸리는 시간에서 기복이 심하고 비일관적이다.

피검자의 주의력 정도를 위 4가지 측정변인 값을 피검자가 속한 규준집단의 변인별 평균과 비교하여 아래와 같이 T-Score를 계산한다. 각 변인들(누락오류, 오정보오류, 정반응시간, 정반응시간 표준편차)은 정규분포(Normal Distribution)를 따른다고 가정하였고 각 변인별 T-Score는 다음 식 (1)과 같이 구해진다. 이때 규준집단의 각 변인별 평균을 Tmean 이라 표기하였으며, 피검자의 각 변인별 원점수를 Traw로 표기하였다. 또한 각 변인별 표준편차는 S로 표기하였다.

$$T\text{-Score} = 50 + 10 X (T\text{mean} - T\text{raw}) / S \quad (1)$$

만일, 피검자의 4가지 측정변인에 대한 T-Score값이 70점 이상이 넘는 변인이 하나 이상 될 때 ADHD가 의심된다고 분류한다[8]. 이러한 조사를 바탕으로, ADS와 T.O.V.A에서 사용하는 4가지 측정변인이 본 연구를 통해 최종적으로 개발하고자 하는 주의력 향상 체감형 게임에서도 측정 가능한 변인이라고 판단하였다. 그래서, 본 연구를 위한 주의력 측정변인으로 누락오류, 오정보오류, 정반응시간, 정반응시간 표준편차를 이용하기로 하였다.

3. 시각주의력 향상용 체감형 게임

3.1 체감형 게임 주의력 향상 모델

본 연구는 아동들이 몸을 움직이면서 게임을 즐기면서 주의력을 향상시킬 수 있는 체감형 3D게임을 제작하기 위한 기초연구이다. 그러므로, 주의력 측정변인이 ADS 및 T.O.V.A와 다른 환경인 체감형 게임에서도 주의력 측정을 하는데 사용될 수 있다는 과학적 검증을 위한 실험이 필요하다.



[Fig. 1] Tangible game system for attention improvement

실험을 위한 체감형 게임 환경은 [Fig. 1]과 같다. 게임을 플레이하는 아동은 서서 3D게임 화면에서 주어진 가이드에 따라 몸을 움직이며 게임을 진행하게 된다. 이때, 컴퓨터에 연결된 Kinect 장치가 아동의 움직임을 카메라로 촬영하게 되고, 그 움직임을 분석하여 게임을 진행하게 되는 방식이다.

먼저, 아동에게 시각 주의력 향상을 위한 훈련용 게임 퀘스트가 제공된다. 이 게임 퀘스트는 시각주의력 훈련과 관련된 내용으로 구성된다. 아동이 게임을 플레이하는 동안 4가지 측정변인이 자동으로 저장된다. 각 측정변인을 또래 집단의 평균과 비교한 T-Score를 계산한다. T-Score 결과에 따라 아동에게 적절한 피드백을 주어 흥미와 몰입감을 유도하게 된다.

3.2 실험용 시각주의력 게임 제작

체감형 게임을 위한 4가지 변수의 검증을 위하여 [Fig. 1]에서 주어진 모델을 기반으로 실험용 게임을 제작하였다. 게임은 PC 윈도우 환경에서 MS사의 Kinect를 이용

하였고, 게임콘텐츠는 Unity3D 엔진을 이용하여 Full 3D로 제작하였다.

게임은 마을을 공격하는 멧돼지와 고릴라를 손과 발을 이용하여 때려 처치하는 스토리로 구성되었다. 그러므로 멧돼지와 고릴라가 표적자극이 되고 다른 동물은 비표적자극이 된다. 비표적자극으로는 염소와 양이 주어졌다. 총 20회의 자극을 주게되고 아동들은 표적자극에만 반응하여야 한다. 아동이 시각주의력 게임을 수행하는 동안 4가지 측정 변인을 자동으로 저장하게 된다.



[Fig. 2] Game screenshot for visual attention enhancement

4. 시각주의력 측정 변인 실험 및 결과

4.1 실험방법

본 연구에서 개발된 시각주의력 게임을 실험에 사용하였다. 실험기간은 2011년 10월 18일부터 2011년 10월 21일까지였고 실험 장소는 서울시 관악구에 위치한 운동치료센터에서 이루어 졌다. [Fig. 3]은 실험 관련 사진이다.



[Fig. 3] Game play using Kinect device

실험에 참여한 아동은 9세 아동으로 표 1과 같이 ADHD 증상군으로 분류되는 아동 2명과 일반아동 2명으로 하였고 부모의 허락을 받고 실험에 참가하였다.

<Table 1> Number of children employed for experiment

	ADHD symptom children	Normal children
Number of children	2	4
Total	6	

실험 시작 전에 아동에게 게임 진행 방법에 대해 사전에 자세히 설명하였고, 그리고 연습으로 게임을 1회만 수행하도록 하였다. 5분간의 휴식을 취한 후 실험을 위해 다시 게임을 수행하게 하였다. 이때 아동은 주변의 어떠한 도움 없이 오직 게임 화면에서 주어진 정보만을 바탕으로 스스로 게임을 진행하게 하였다. 이때 진행된 결과에 따라, 4가지 변인 값을 저장하였다.

4.2 실험 결과

<Table 2> Experimental results of ADHD symptom group

No.	Omission error (number of time)	Commission error (number of time)	Average response time (sec)	Standard deviation of response time
1	5	2	1.23	0.27
2	3	2	1.22	0.33
Average	4	2	1.225	0.30

<Table 2>는 ADHD 증상군에 속한 아동의 결과이다. 표에서 보는 것과 같이 1번 아동은 누락오류 5회, 오경보 오류를 2회, 정반응시간평균은 1.23초였고 정반응시간 표준편차는 0.27이었다. 2번 아동의 경우는 누락오류가 3회, 오경보 오류가 2회, 정반응시간평균이 1.22초였고 정반응시간 표준편차가 0.33이었다.

<Table 3>은 일반아동 4명에 대한 4가지 측정 변인 값의 결과이다. 1번 아동의 경우는 누락오류가 2회, 오경보 오류가 0회, 정반응시간평균이 1.16초였고 정반응시간 표준편차가 0.21이었다. ADHD 증상군의 아동의 결과와 비교하여 좀 더 적은 누락 오류, 오경보 오류, 정반응시간 평균, 정반응시간 표준편차를 보였다.

<Table 3> Experimental results of normal children group

No.	Omission error (number of time)	Commission error (number of time)	Average response time (sec)	Standard deviation of response time
1	2	0	1.16	0.21
2	0	2	1.22	0.20
3	0	1	1.11	0.32
4	1	1	1.12	0.23
Average	0.75	1.00	1.15	0.24

<Table 2>와 <Table 3>의 4가지 측정변인의 평균값을 각각 살펴보면 다음과 같다. 누락오류의 경우, ADHD 증상군은 평균 4회의 누락오류를 보였고 일반아동의 경우는 평균 0.75회의 누락오류를 보였다. 오경보 오류의 경우, ADHD 증상군은 평균 2회의 오경보 오류를 보였고 일반아동의 경우는 평균 1.00의 오경보 오류를 보였다. 정반응시간 평균값을 살펴보면, ADHD 증상군의 경우 평균 1.225초였고 일반 아동의 경우가 1.15초의 평균값을 보였다. 정반응시간 표준편차의 경우, ADHD 증상군은 평균 0.30을 보였고 일반아동의 경우는 0.24의 값을 보였다.

두 집단이 본 연구에서 제공한 시각주의력 게임을 수행하였을 때 ADHD 증상군의 아동의 일반아동에 비하여 4가지 측정변인 모두에서 큰 값을 보였다. 이는 ADHD 아동군이 일반아동군에 비해 시각주의력이 떨어진다는 것을 의미한다.

5. 결론

본 연구는 아동들이 몸을 움직이며 게임을 하면서 주의력을 향상시키는 체감형 기능성 게임을 만들기 위해서, 시각 주의력을 측정할 수 있는 변인에 대한 연구를 수행하였다. 기존 연구를 통해 체감형 기능성 게임 환경에서 측정 가능한 변인 4가지(누락오류, 오경보오류, 정반응시간, 정반응시간 표준편차)를 선정하였다. 4개의 주의력 측정 변인이 ADHD와 같이 주의력이 부족한 아동 집단과 일반 아동 집단의 시각 주의력 차이를 측정할 수 있는지 실험을 수행하였다.

본 연구를 통해 ADHD 증상군이 일반 아동군에 비해 시각주의력 게임에서 누락오류, 오경보오류, 정반응시간,

정반응시간표준편차에서 큰 값을 갖는 것을 알 수 있었다. 이는 3D 게임 환경에서 ADHD 증상군의 아동들이 일반 아동들에 비해 시각주의력이 부족하다고 볼 수 있다.

본 연구는 향후 주의력 측정 게임을 제작하기 위한 기초연구로써 시각주의력 측정 변인에 대한 연구를 수행하였다. 본 연구결과가 통계적인 검증 과정을 거치지 않아 4가지 측정 변인이 일반아동과 ADHD 아동을 통계적으로 구분할 수 있는지에 대해서는 결론을 낼 수 없다. 하지만, 이러한 연구를 후속 연구로 수행할 필요성을 처음으로 확인했다는 것에 본 연구의 의미를 둘 수 있다.

REFERENCES

- [1] Bang-Han Roh, "A Study on Social Welfare System for the Support of Emotional Development of ADHD Children", The Journal of the Korean Association for Local Government & Administration Studies, Vol 25, no.2, pp. 255-278, 2011.
- [2] Mi-Yeon Kim, Yeong-Gi Hong, "A Single Case Study on a Child with ADHD by the Application of Attention Improvement Training Composed of Play and Games", The Korean Journal of Elementary Counseling, Vol. 8, No. 1, pp 15-32, 2009.
- [3] Jin-Ah Choi, "Literature Review of Play Therapy Intervention for Children with ADHD", Journal of the Korean Home Economics Association, vol. 50, no. 5, pp 125-138, 2012.
- [4] Mi-Suk Nam, Young-Jae Lee, "The Effect of Concentration-Playing Program on the Inattentive Behavior, in the Student with ADHD", The Journal of the Korean Association on Developmental Disabilities, Vol. 8, no. 1, pp 73~86, 2004.
- [5] Seungju Cho, Hyungsup Yoon, "A Study on the Improvement of Concentration through Serious Games", The Journal of the Korea Game Society, vol 11, No. 4, pp. 27-35, Aug. 2011.
- [6] www.brainoasis.co.kr
- [7] Pontifex, M.B. et al, "Exercise improves behavioural, neurocognitive, and scholastic

performance in children with ADHD", Journal of Pediatrics, 162, pp. 543-551, 2013.

- [8] Min Sup Shin, Sungzoon Cho, et al., "A Study of the Development and Standardization of ADHD Diagnostic System", Korean J Child & Adol Psychiatr, Vol. 11, No. 1, pp91-99, 2000.
- [9] Robert A. Leark, Lawrence M. Greenberg, et al, T.O.V.A. Professional Manual, Loa Alamitos, 2007.

노 창 현(Roh, Chang Hyun)



- 1993년 2월 : KAIST 원자력공학과 (공학사)
- 1995년 2월 : KAIST 원자력공학과 (공학석사)
- 2001년 2월 : KAIST 원자력공학과 핵전산전공 (공학박사)
- 2002년 3월 ~ 현재 : 중부대학교 게임학과 교수

- 관심분야 : 스마트폰 게임, 기능성 게임, 게이미피케이션
- E-Mail : chroh@joongbu.ac.kr

이 완 복(Lee, Wan Bok)



- 1993년 2월 : KAIST 전기및전자공학과(공학사)
- 1995년 2월 : KAIST 전기및전자공학과(공학석사)
- 2004년 2월 : KAIST 전자전산학과 (공학박사)
- 2007년 3월 ~ 현재 : 공주대학교 게임디자인학과 교수

- 관심분야 : 게임엔진, 시뮬레이션, 이산사건시스템
- E-Mail : wblee@kongju.ac.kr