

**VR-Tangible Interaction을 이용한**  
**발달장애 아동의 치료 시스템 디자인 개발 연구**  
A Study on Design and Development of  
a VR-Tangible Interaction Therapy System for Autism Children

**주저자 : 이현진**

홍익대학교 조형대학 디자인·영상학부 디지털미디어디자인전공 교수

**Lee, Hyun-Jin**

Hongik university

**공동저자 : 서동수**

홍익대학교 조형대학 디자인·영상학부 디지털미디어디자인전공 교수

**Suh, Dongsoo**

Hongik university

**공동저자 : 최민영**

경성대학교 멀티미디어대학 제품디자인학과 교수

**Choi, Minyoung**

Kyungsung University

1. 연구의 목적 및 필요성

- 1-1 연구의 필요성
- 1-2 연구의 목적

2. 관련이론 및 연구현황

- 2-1 발달장애 아동 치료의 분류
- 2-2 치료를 위한 VR-Tangible Interaction 디자인 연구현황

3. 인터랙션 디자인 및 치료시스템 개발

- 3-1 인터랙션 시나리오
- 3-2 치료시스템 개발
- 3-3 1차 프로토타입 평가 및 최종 디자인

4. 임상테스트

- 4-1 임상테스트의 구성
- 4-2 임상테스트의 결과
- 4-3 치료사 인터뷰를 통한 시스템 사용성 평가

5. 결론 및 제언

참고문헌

(要約)

본 연구에서는 발달장애 아동을 위한 VR-Tangible Interaction 치료 시스템을 디자인하고 개발하였다. 본 치료시스템의 목적은 감각통합치료, 사회성 훈련, 협응능력 측정의 세 분야에 있어 발달장애 아동이 VR과 Tangible Interaction을 즐겁게 체험하는 과정에서 아동의 능력을 진단하고 자연스럽게 치료효과를 얻을 수 있도록 하는 것이다. 디자이너와 의사, 심리학자, 공학자가 학제적인 연구를 통하여 총 14종의 인터랙션 시나리오를 작성하고 콘텐츠를 디자인했다. 표정을 보고 사람의 마음 짐작하기, 상대방이 바라보고 있는 대상이 어느 것인지 맞추기, 지시봉으로 가상의 풍선 터뜨리기 등의 인터랙션이 디자인되었다. 프로토타입 시스템을 제작하고 임상테스트를 실시한 결과 발달장애 아동들이 VR-Tangible Interaction이라는 새로운 환경에 자연스럽게 적응하는 것을 확인할 수 있었으며 긍정적인 치료효과들을 예견하게 하는 정성적, 정량적인 결과들을 얻을 수 있었다.

(주제어)

VR, Tangible Interaction, 발달장애, 아동, 치료.

(Abstract)

A VR-Tangible Interaction therapy system for autistic children has been designed and implemented. The purpose of this system is to provide a virtual interactive experience for autistic children to check their performances in various tasks and to provide them with the effect of a medical treatment. An interdisciplinary study was deployed by a group of designers, doctors, psychologists and engineers. 14 interaction scenarios were designed and developed. Scenarios include such tasks as to guess a person's feeling by watching his facial expressions, to choose what a person is gazing at, and to pop virtual balloons with a stick. A prototype system was developed and a pilot study made with 11 autistic children. The test showed that autistic children easily understood and enjoyed the virtual environment, and promising therapy results were also found.

(Keyword)

VR, Tangible Interaction, Autism, Children, Therapy

## 1. 연구의 목적 및 필요성

### 1-1. 연구의 필요성

발달장애(Developmental Disabilities)는 일반적으로 아동의 정상적인 발달이 지연 또는 지체되는 것을 말하는데 일반적으로 자폐증(autism)이라는 이름으로 더 잘 알려져 있다. 이는 정신장애 또는 신체장애에 기인하여 22세 이전에 나타나는데 언제까지나 지속될 수도 있다. 장애인복지법시행령 제2조에서는 “발달장애인은 소아기 자폐증, 비전형적 자폐증에 의한 기능 및 능력 장애로 인하여 일상생활 혹은 사회생활을 영위하기 위한 기능 수행에 제한을 받아 도움이 필요한 사람”으로 정의하고 있으며 자기 보호, 수용언어와 표현 언어, 학습, 이동능력, 자기지향, 독립적 생활 능력, 경제적 충족성 중 세 가지 이상에서 실질적인 기능적 제한을 가진다고 부연하고 있다.

영국 연구진의 보고에 따르면 영국인의 1% 정도가 발달장애 원인 유전자를 가지고 있다고 한다. 한국에는 3만 명에서 4만 명의 자폐아가 있으며 자폐와 비슷한 증상까지 포함하는 자폐 스펙트럼 장애인은 10만 명에 달할 것으로 전문가들은 추산하고 있다. 자폐아의 예후는 만 5세 경에 자폐아가 나타내는 지능지수와 언어구사능력에 좌우되는 것으로 알려져 있으므로, 적어도 만 3세 이전에 자폐증이 진단되어 조기 특수교육 과정에서 자폐아에게 필요한 여러 가지 서비스를 적절히 받아 아동이 가진 잠재력을 최대한 키우는 것이 매우 중요하다. 예를 들어 Greenspan과 Wieder의 보고에 따르면 발달장애 아동 200명을 초기에 발견하여 2년간 지속적으로 집중적인 치료를 한 결과 이 가운데 58%의 아동이 상호관계를 형성할 수 있었고 감정을 표현하는 등의 자율적인 의사소통이 가능하게 되었다고 한다(1997).

그런데 우리나라의 경우 현재 발달장애아를 위한 복지시설이나 정부의 지원이 선진국에 비해 열악하며 진단 및 조기 치료 시설은 대부분 사설기관이어서 치료의 경제적, 질적 어려움이 큰 상황이다. 특히 현재 발달장애 아동의 치료는 대부분 치료사 한 명이 발달장애 아동 한 명을 담당하는 일대일 대면치료로 이루어지고 있어 비용과 시간적인 측면에서 상당히 제한되어 있다고 볼 수 있다. 발달장애 아동 1인을 치료하는 데에는 매월 약 50~100만원의 치료비가 드는데 정부로부터 지원은 없으며 전액을 부모가 부담해야 한다. 치료는 주 2~3회 정도를 받는 것이 보통인데 이는 치료비용으로 인한 문제 이외에도 전문 치료기관과 전문 치료사의 수가 한정되어 있는 데에 원인이 있는 경우가 많다.

### 1-2. 연구의 목적

본 연구는 VR-Tangible Interaction을 활용하여 발달장애

아동을 위한 치료 시스템을 디자인하고 개발하는 것을 목적으로 한다. 구체적으로는 발달장애 아동 치료의 분야에 따라 감각통합치료, 사회성 훈련, 협응능력 측정의 세 분야에 걸쳐 아동의 능력을 진단하고 아동이 즐겁게 체험하는 과정에서 자연스럽게 치료효과를 얻을 수 있는 치료시스템을 개발하고자 한다.

본 연구는 특히 다음과 같은 점들에서 특별한 의의를 찾을 수 있겠다.

(1) 현재 발달장애 아동 치료는 대부분 대면치료로 이루어지고 있는데, 전문 인력 및 전문시설이 부족하여 치료 수요를 소화해내는데 한계가 있으며, 비용 측면에서도 수혜자 측에 부담이 되고 있다. 본 연구에서 개발하고자 하는 VR-Tangible Interaction 치료시스템은 전문 인력이 아닌 부모나 간호보조원도 치료를 진행할 수 있는 보조도구가 됨으로써 상대적으로 저렴한 치료비로 치료수혜를 확대하는 데 기여할 수 있을 것이다.

(2) VR-Tangible Interaction의 응용이 대부분 엔터테인먼트 분야에 한정되어 이루어지고 있는 현실에서, 특수층의 치료를 목적으로 하는 본 연구는 VR-Tangible Interaction의 응용분야를 확장하며 첨단기술과 디자인의 수혜대상을 소외계층까지 확장하는 데 기여한다.

(3) 발달장애 아동에게 적합한 인터랙션 시나리오를 개발하기 위해 발달장애 전문의, 임상심리학자, 시스템 구현 엔지니어와 인터랙션 디자이너가 학제적으로 팀을 이루어 연구하였다. 본 연구는 서로 별도의 분야로 인식되고 있는 의학과 심리학, 디자인의 전문가들 간에 학제적인 연구가 이루어진 드문 사례가 된다.

## 2. 관련이론 및 연구현황

### 2-1 발달장애 아동 치료의 분류

#### (1) 감각통합치료

발달장애는 뇌의 생물학적인 이상으로 인해 발생한다는 것이 발달장애의 원인에 관한 현재의 의학적 이해이다. 즉 감각조절장애의 어려움으로 인해 소아들이 보이는 부적절한 반응양상들이 발달장애의 기본 증상이며, 의사소통의 장애나 관계형성능력의 결핍은 이러한 기본 장애가 심화됨에 따라 나타나는 이차적인 증상이라 보는 것이다. 감각조절 장애로 인한 대표적인 현상으로 소리, 빛, 냄새, 신체적 접촉 등의 외부 자극에 대해 지나치게 민감하거나 둔감하게 반응하는 증상을 들 수 있다. 또 대뇌의 신경회로가 무질서하여 정보를 받지 못하거나 어떤 때는 정보를 받지만 어떤 때는 받지 못하는 등 일관성이 없다. 이처럼 감각정보를 적절하게 받지 못하고 처리하지 못함으로 인해 적절한 운동, 언어, 정서적 반응을 보이지 못한다는 것이다.

이렇게 감각조절에 이상이 있는 아동들에게는 이상이 있는 감각에 대한 감각통합치료가 필요하다. 즉 둔감한 아

동에게는 사과나 시리얼 씹기, 샤워하기, 공 튀기기, 트램폴린 뛰기 등 감각을 각성시키는 행동들이 필요하다. 반면 과민한 아동에게는 사탕 빨기, 몸의 여러 부위로 벽 밀기, 꼭 껴안거나 등 긁어주기, 욕조에 몸 담그기 등 안정시켜 줄 수 있는 행동들이 필요하다.

발달장애 아동의 치료에 있어 가장 어려운 점 가운데 하나는 사소한 외부 조건들에 의해 아동의 각성상태가 매우 높아지거나 낮아짐으로써 정서상태가 불안해져서 아동에게 필요한 인지교육이나 언어교육이 어렵게 되는 것이다. 적절한 교육과 상호작용을 위해서는 먼저 앞서 나열한 바와 같은 감각통합치료들을 통해 아동의 각성상태를 적정 수준으로 조절해 두는 것이 기본적인 조건으로서 필요하며, 다른 많은 치료에 따르는 어려움을 극복하는 데 도움이 된다. 하지만 현재 우리나라는 감각통합 치료실 운영에 필요한 장소, 장비, 그리고 치료사의 부족으로 인해 감각통합 치료실이 절대적으로 부족한 실정이다. 본 연구에서는 VR-Tangible Interaction 치료 시스템을 통해 감각통합치료에 따르는 현실적인 제약들을 극복할 수 있는 한 방안을 찾고 치료의 용이성을 높여 보고자 한다.

## (2) 사회성 치료

발달장애 아동들이 나타내는 핵심적 증상은 사회적 상호작용에 있어서의 장애이다. 즉 사회적 상호작용을 조절하는데 기초적으로 필요한 눈 마주치기, 얼굴표정 짓기, 자세 취하기, 몸짓하기 등의 비언어적 행동들을 사용함에 현저한 어려움을 보이는 것이다. 특히 감정, 정서와 관련된 다른 사람의 표정을 읽는 데 어려움을 보여 다른 사람들과 기쁨과 관심을 나누기 어려워지며, 결과적으로 사회적 상호 교류를 하기 힘들어진다.

마음읽기(mind reading)는 생각, 믿음, 의도 등 다른 사람의 마음 상태를 추론하는 능력과 다른 사람이 한 말과 행동의 의미를 이해하여 그 사람이 앞으로 하게 될 행동을 예측하는 능력이라고 정의된다. 자신과 타인의 마음을 이해하는 이러한 마음읽기는 아동기에 자발적으로 나타나는 것으로 보이는데 발달장애 아동들은 이에 어려움을 가지고 있으며, 이러한 결함이 사회적 상호작용 장애와 관련이 있는 것으로 이해되고 있다.

마음읽기의 영역 중에서도 발달장애 아동들은 특히 다른 사람의 정서를 이해하는 데 큰 어려움을 느낀다. 사진의 얼굴 표정을 보고 그 사람의 정서를 알아 맞추는 과제에 대한 발달장애 아동의 수행도가 일반아동 집단에 비해 상당히 저조하다는 것이 과거의 연구들을 통해 알려져 있다. 사람들은 일반적으로 상호작용을 할 때 감정과 정서를 드러내는 눈이나 표정에 관심을 두는데 비해 발달장애 아동들은 눈을 보지 않고 얼굴의 다른 부위를 본다든가 하는 원인으로 인해 사람의 표정을 읽는 데 어려움이 있는 것이다.

한편 발달장애 아동들은 시각-운동 협응능력에서도 어려움을 가진다. 흔히 발달장애 아동들은 눈 마주침을 피하

거나, 상대방을 쳐다보더라도 상대방의 눈을 보기보다는 정서적인 정보가 많지 않은 곳을 쳐다보며, 상대방의 움직임에 따라 자연스럽게 응시하는 데 어려움을 느낀다. 본 연구에서는 이에 대한 훈련을 위해 화면상에서 점이나 풍선 등을 이동시키면서 그를 바라보도록 하는 방법 등으로 시각-운동 협응의 가장 기초적인 단계인 눈동자 이동 훈련을 실시한다.

본 연구에서는 얼굴 표정을 보고 그 정서를 맞추는 훈련을 실시하는데, 특히 아동의 반응에 따라 화면의 결과가 달라지도록 함으로써 보다 실제 사회적 상호작용에 가까운 상황이 되도록 했다.

## (3) 협응능력 측정 및 훈련

인간이 환경과 상호작용하면서 적응해가기 위해 필요한 기능과 능력들 가운데 눈에 의해 유도되는 손동작의 정확성과 효율성은 가장 중요한 요소들 중 하나이다. 눈-손의 협응은 목표위치에 대한 손의 접근행동을 포함한다. 컵에 손을 뻗어서 집어 드는 간단한 동작에서 배구선수가 날아오는 공을 쳐서 원하는 장소로 보내는 고도의 동작까지 접근행동의 정확성과 효율성은 눈-손의 협응에 있어 필수적인 요소이다.

사이버네틱스의 이론을 적용할 때 접근행동은 기준, 출력, 입력, 평가의 네 요소로 구성되는 피드백 메카니즘으로 설명될 수 있다. 이러한 과정은 인간의 인지기능, 지각기능, 평가기능, 그리고 동작기능이 조화롭게 협력될 때 비로소 성공적으로 이루어질 수 있는 매우 복잡하고 다이나믹한 행동이다.

VR-Tangible Interaction 시스템은 인간의 행동을 정확하게 측정하여 이를 컴퓨터와 디스플레이 장치를 통해 인간의 감각기관으로 다시 피드백하여 감지할 수 있게 한다. 따라서 이는 인간의 협응능력을 정확하게 측정하고 훈련하는 데 유용하게 적용될 수 있다. 본 연구에서는 VR-Tangible Interaction을 통해 발달장애 아동의 눈-손 협응능력을 측정하고 훈련시킬 수 있는 시스템을 개발하고자 한다.

특히 이 시스템은 발달장애 아동의 과제 수행도에 영향을 미치는 보상 강화물을 발견하는 목적으로도 활용하고자 한다. 발달장애 아동이 선호하는 시각적, 또는 청각적인 자극을 발견할 수 있다면 이를 여러 치료시스템에서 과제의 성공적인 수행에 대한 동기부여요인 내지는 보상요인으로 활용할 수 있어 유용하다.

## 2-2 치료를 위한 VR-Tangible Interaction 디자인 연구현황

1990년대 초반부터 치료 용도로 VR을 활용하기 위한 연구들이 수행되기 시작했으며, 현재는 대인공포증, 고소공포증, 거식증 등에 실제 응용사례들이 나타나고 있다. 미국의 조지아텍과 워싱턴 대학에서는 비행공포증 치료를 위한 가상 비행 시뮬레이션과 고소공포증 치료를 위한 엘

리베이트 시뮬레이션을 구성한 바 있으며, Virtually Better社에서도 고소공포증 치료를 위한 시뮬레이션 시스템을 개발한 바 있다. 국내에서는 백병원 신경정신과와 한양대학교 의공학교실에서 정신치료에 가상현실을 적용한 사례가 있으나 아동을 대상으로 한 연구는 전무한 상태이다.

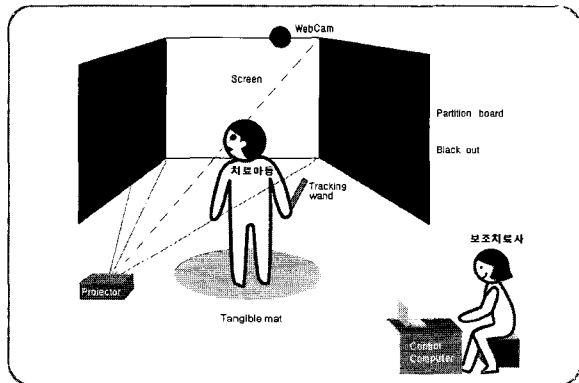
발달장애 치료에 VR이나 Tangible Interaction을 활용한 임상 연구 결과는 아직 없다. 하지만 VR이 발달장애 치료에 효과적일 것이라고 예측한 몇 가지 기초 연구들은 수행된 바가 있다.

존스홉킨스 대학의 Max와 Burke는 일련의 실험을 통해 가상현실 기술이 발달장애 아동이 주변 환경과의 의미있는 상호작용을 학습하는 데 상당한 도움이 될 것이라고 예측하였다(1997). Parsons와 Mitchell은 역할극을 통해 발달장애 아동에게 사회기술을 훈련시키는 데 가상현실이 이상적인 도구가 될 수 있음을 시사하는 연구를 하였다(2002). Strickland, Marcus, Mesibov, Hogan의 연구에서는 가상현실이 발달장애 아동의 지각과정을 이해하는 데 도움이 된다고 보고되었다(1996). Trepagnier, Sebrechts, Peterson은 발달장애 아동이 얼굴과 사물을 인지하는 과정을 eye tracking을 통해 연구하여 가상현실이 발달장애 아동의 집중력을 유지시킨다고 보고하였다(2002).

### 3. 인터랙션 디자인 및 치료시스템 개발

#### 3-1 인터랙션 시나리오

본 연구에서 디자인한 VR-Tangible Interaction 치료시스템의 플랫폼 구성은 다음 그림3-1과 같다.



[그림 3-1] VR-Tangible Interaction 치료시스템의 플랫폼

플랫폼은 프로젝션을 통해 대형 영상이 비추는 스크린 앞에서 아동들이 지시봉과 회전판을 사용해 인터랙션하도록 되어 있다. 스크린의 좌우 공간은 벽면으로 차단하여 아동들이 공간적으로 안정감을 느끼며 화면에 쉽게 집중할 수 있도록 했다. 아동이 프로젝션으로 보는 치료화면과 치료사가 모니터로 보는 치료조작화면을 분리하여 치료사가 치료과정을 실시간으로 조정할 수 있도록 했다.

본 연구에서는 인터랙션 디자이너 2명을 중심으로 소아청

소년 정신과 전문의 2명, 임상심리학자 2명, 시스템 구현 엔지니어 1명이 함께 여러 차례 회의를 통해 치료를 위한 인터랙션 시나리오를 구성하였다. 인터랙션 시나리오는 발달장애 아동 치료의 분야별로 구성하였으며 감각통합치료 8종, 사회성치료 5종, 협응능력 진단 1종이 최종 개발되었다. 개발된 시나리오들을 개략적으로 설명하면 다음과 같다.

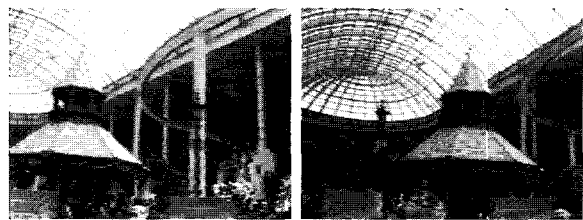
#### (1) 감각통합치료

감각통합치료에서는 VR-Tangible Interaction을 활용해 아동들의 감각기관에 적절한 자극을 주고자 한다. 이를 통해 아동들의 각성수준을 안정적으로 조절하여 이후의 치료가 효과적으로 이루어질 수 있도록 하려는 것이다. 본 연구에서 디자인한 감각통합치료의 내용을 표로 정리하면 다음과 같다.

[표 3-1] 감각통합치료

치료명	내용	비고
좌우 흔들기	놀이공원의 회전목마 바라보기	
앞뒤 흔들기	놀이공원의 바이킹	
계단	놀이공원의 엘리베이터(비연속적)	
트위스터	놀이공원의 회전목마타기 (사용자 회전)	아동조작 가능
바람개비	커다란 바람개비 애니메이션	아동조작 가능
달리기	야외의 도로 위를 달리기	
트램플린	놀이공원의 엘리베이터(연속적)	

치료시스템의 영상에 사용되는 콘텐츠는 아동들에게 가능한 한 친숙하며 즐거운 체험이 되도록 하기 위해 촬영지로 주로 놀이공원이나 놀이터를 선택하였다. 사용된 콘텐츠의 주요 스크린샷들은 다음과 같다.



[그림 3-2] 좌우 흔들기



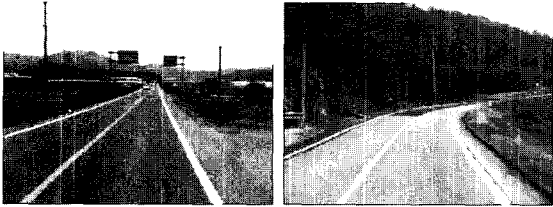
[그림 3-3] 앞뒤 흔들기



[그림 3-4] 계단(1단계 및 4단계)

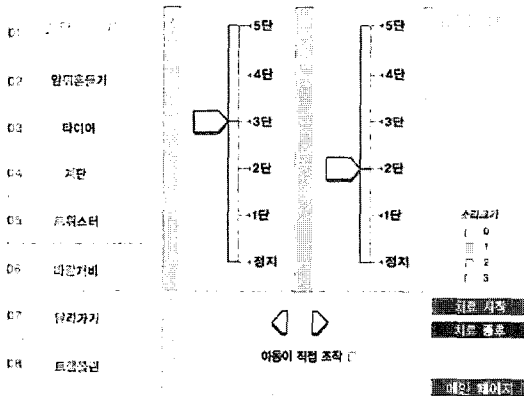


[그림 3-5] 바람개비



[그림 3-6] 달려가기

본 감각통합치료에서는 이상의 영상들을 그림3-1에서 소개한 플랫폼에서 큰 화면으로 제시하여 아동들에게 가장 적절한 감각 체험감을 갖게 한다. 그리고 이 영상들을 재생하는 방법에 있어 재생속도, 동작범위, 그리고 소리크기를 실시간으로 제어할 수 있도록 디자인했다. 이를테면 <좌우 흔들기>의 경우 흔들리는 속도와 좌우 이동범위, 그리고 동영상과 함께 재생되는 배경음의 소리크기를 제어할 수 있다. 이들 속성은 치료사가 별도의 모니터를 통해 제어하게 되는데, 특히 <트위스터>와 <바람개비>의 경우는 치료사가 제어할 수도 있고 아동이 회전판을 통해 직접 제어할 수도 있도록 했다. 감각통합치료를 위한 치료사 제어는 다음과 같은 UI를 통해 실시간으로 간편하게 이루어지도록 디자인했다.



[그림 3-7] 감각통합치료의 치료사 제어화면

(2) 사회성 치료

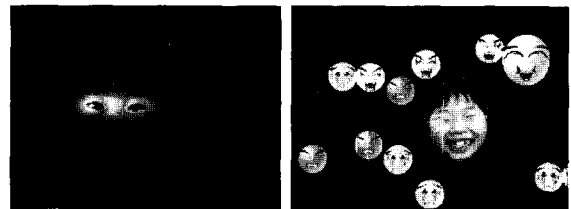
사회성 치료를 위한 인터랙션으로 다음 5가지 시나리오를 개발하였다.

[표 3-2] 사회성치료

치료명	내용
점/눈/얼굴 따라 보기	랜덤하게 움직이는 점/눈/얼굴 따라 보기
표정 맞추기	웃는/슬픈/화난/공포 표정 맞추기
표정 찾기	웃는/슬픈/화난/공포 표정 찾기
눈길 따라 보기	캐릭터의 빙글빙글 도는 눈동자 따라 보기
눈길 따라 맞추기	캐릭터가 보고 있는 음식 병으로 가리키기

<점/눈/얼굴 따라 보기>는 발달장애 아동에게 사람의 눈을 응시하는 훈련을 시키기 위한 것으로, 아동은 치료사의 지도에 따라 타겟을 따라 응시하게 되는데, 이때 타겟 자극은 점-눈-얼굴로, 그리고 다시 점으로 순환되며 제시된다. 이 훈련은 추후의 치료를 위한 예비적인 치료로서 인터랙션은 없다. 실행화면이 다음 그림38과 같다.

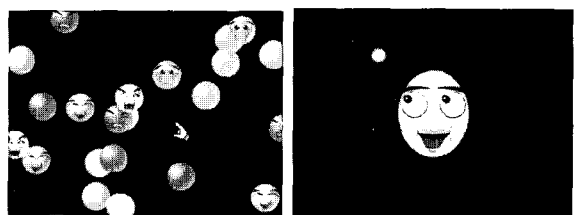
<표정 맞추기>는 발달장애 아동에게 사람의 표정을 보고 그 사람의 감정을 이해할 수 있는 능력을 훈련시키기 위한 것으로, 웃는 표정, 슬픈 표정, 화난 표정, 공포를 느끼는 표정 중 치료사가 선택한 표정을 짓고 있는 아동의 얼굴이 화면 가운데에 사진으로 제시된다. 뒤이어 위 4가지 표정을 알기 쉽게 도안화한 여러 얼굴들이 천천히 주위를 떠돌다가 정답에 해당하는 표정이 사진 표정 옆에 와서 나란히 서고 다른 표정들은 사라지게 된다. 아동은 치료사의 지도에 따라 사진의 아동이 느끼는 감정 상태를 추측해 보게 되고 도안화된 얼굴을 통해 정답을 학습하게 된다.



[그림 3-8] 점/눈/얼굴 따라 보기(좌)와 표정 맞추기(우) 화면

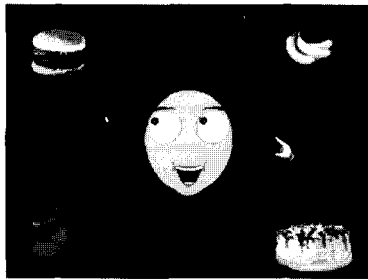
<표정 찾기> 역시 사람의 표정을 보고 그 사람의 감정을 이해할 수 있는 능력을 훈련시키기 위한 것으로, 치료사는 아동에게 제시된 여러 표정 중 특정한 표정을 찾아보라고 지도한다. 아동이 지시봉으로 해당 표정을 가리키면 다른 표정들은 사라지고 옳게 선택한 표정이 지시봉을 따라 크게 표시되어 나타나면서 상황에 맞는 음향효과가 들려진다. 이 과제에서는 표정을 지은 얼굴들이 정지되거나 또는 얼굴들이 랜덤하게 화면 안을 움직여 다니도록 할 수도 있다. 후자의 경우는 시각-운동기능의 협응 훈련도 함께 수행하도록 한다. 실행화면이 다음 그림3-9와 같다.

<눈길 따라 보기>는 사람의 눈을 응시하는 훈련을 시키기 위한 것으로, 화면에 눈이 큰 캐릭터가 나타나 주위를 빙빙 도는 점을 눈으로 쳐다본다. 아동은 치료사의 지도에 따라 캐릭터의 눈길을 따라 응시하게 된다. 이 훈련은 추후의 치료를 위한 예비적인 치료로서 인터랙션은 없다.



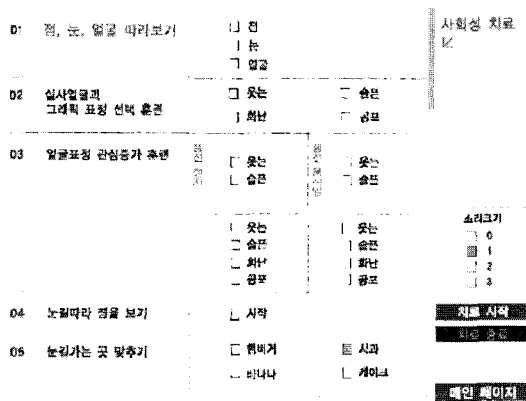
[그림 3-9] 표정 찾기(좌)와 눈길 따라 보기(우) 화면

<눈길 따라 맞추기>는 상대방이 무엇을 응시하고 있는지를 파악하는 훈련을 시키기 위한 것으로, 화면 가운데에 캐릭터가 나타나 주변 네 군데에 있는 사물들 중 하나를 응시하고 있다. 아동이 치료사의 지도에 따라 캐릭터가 응시하고 있는 사물을 지시봉으로 옮겨 가리키면 해당 애니메이션이 보여진다. 이를테면 캐릭터가 햄버거를 응시하고 있을 경우 햄버거를 지시봉으로 가리키면 캐릭터가 맛있게 햄버거를 먹는 애니메이션이 보여진다. 실행화면이 다음 그림3-10과 같다.



[그림 3-10] 눈길 따라 맞추기

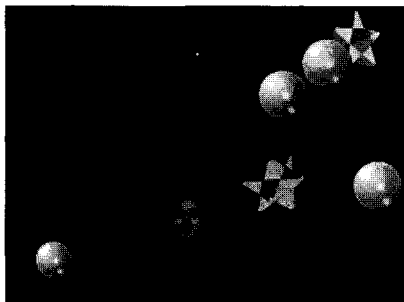
이상의 사회성치료를 위한 치료사 제어화면은 다음과 같다. 과제의 종류와 영상에 나타나는 표정, 얼굴들의 움직임 여부, 소리의 크기 등을 선택하여 제시할 수 있도록 되어 있다.



[그림 3-11] 사회성치료를의 치료사 제어화면

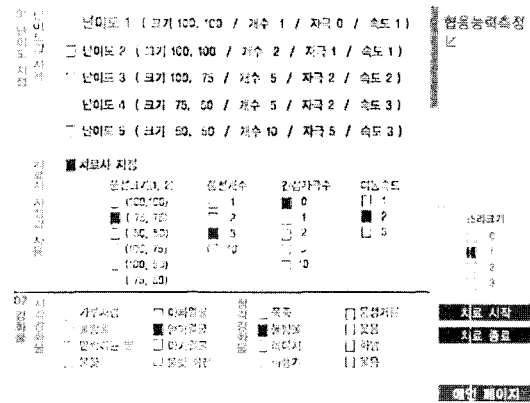
(3) 협응능력 측정

협응능력 측정은 다음 그림처럼 화면 위쪽에서 떨어져 내리는 풍선들을 아동이 지시봉으로 가리켜 터뜨리는 게임으로 구성되어 있다.



[그림 3-12] 협응능력측정

이때 떨어지는 풍선의 갯수, 풍선의 크기, 풍선이 떨어지는 속도, 풍선과 구별되어야 하는 간섭자극의 갯수 등 4개의 변수들을 치료사가 제어하면서 아동의 협응능력을 훈련하고 측정할 수 있도록 했다. 이를 위한 치료사 제어화면이 다음과 같다.



[그림 3-13] 협응능력 측정의 치료사 제어화면

아동이 지시봉으로 풍선을 가리키면 해당 풍선이 터지게 되는데, 이때 어떠한 모습으로 어떠한 소리를 내면서 터지는지를 시각적 강화물과 청각적 강화물을 달리해 가면서 아동의 선호도를 조사하여 강화물 연구에 활용할 수 있도록 했다. 시각적 강화물과 청각적 강화물은 다음 표 3-3과 표3-4처럼 각각 8가지씩을 사용했다.

[표 3-3] 시각적 강화물

종류	설명	종류	설명
	가루처럼 부서져 내리기		물방울처럼 떨어져 내리기
	반짝이는 별이 되어 사라지기		불꽃놀이처럼 터지기
	불빛이 회전하기		풍선이 아빠얼굴로 변하기
	풍선이 엄마얼굴로 변하기		풍선이 아기얼굴로 변하기

[표 3-4] 청각적 강화물

번호	설명
1	여러 사람의 웃음소리
2	울음소리
3	화내는 소리
4	웅성거리는 소리
5	레이저 광선 쏘는 소리
6	비행기 날아가는 소리
7	폭죽 터지는 소리
8	물방울 떨어지는 소리

### 3-2 치료시스템 개발

본 연구에서는 이상의 시나리오 디자인을 실제 치료에 활용할 수 있는 VR-Tangible Interaction (이하 VR-TI라 함) 치료시스템으로 제작하였다. 치료시스템 개발에 있어 중점을 둔 부분은 개발되는 장비의 경제성이 높아서 대중적 보급이 가능하도록 하는 것이다. 이 방침에 따라 시스템의 기반 플랫폼은 일반 PC로 하였으며, 이에 수반되는 하드웨어들도 일반적인 사무용 장비들을 활용하고자 하였다.

감각통합치료, 사회성 치료, 협응능력 측정에 사용되는 영상 소프트웨어는 모두 어도비 디렉터와 마이크로소프트 비주얼 베이직을 사용해 제작하였다. 사회성 치료와 협응능력 치료에서는 비디오 카메라로 아동의 움직임을 촬영하고 지시봉의 움직임을 실시간으로 추적하는 비디오 트래킹을 사용했다. 이 때 아동의 움직임 추적을 용이하게 하기 위해 지시봉을 사용했다. 지시봉은 30cm 정도 길이의 봉 끝에 녹색 LED를 부착하여 비디오카메라로 트래킹이 용이하게 되도록 하였다. 비디오 트래킹을 위한 소프트웨어는 TrackThemColors 엑스트라를 사용해 개발하였다. 감각통합치료의 <트위스터>와 <바람개비>에서 재생속도와 동작범위를 아동이 제어하도록 하는 데 사용한 하드웨어인 회전판은 게임용 컨트롤러의 하드웨어를 변형해 제작하고 디렉터의 조이스틱 엑스트라를 사용하여 소프트웨어와 연결하였다. 이상 지시봉과 회전판의 사용방법은 다음 그림3-14와 같다.



[그림 3-14] 지시봉과 회전판 사용모습

### 3-3 1차 프로토타입 평가 및 최종 디자인

이상의 개발된 VR-TI 시스템을 실제 치료 환경에 적용하고 그 사용성을 검증하기 위하여 1차 프로토타입 평가를 실시하였다. 서울시립아동병원에서 시스템 제작자 및 디자이너의 관찰 아래 치료사들이 5명의 아동을 대상으로 모의 치료를 실시하였다. 방법은 각 프로그램별로 환아 1인 당 5-8분 정도 사용해보게 하고 아동들의 행동 피드백과 치료사 인터뷰 피드백을 수집하였다. 그 결과 치료실의 환경적 변수 조정에 대한 필요와 다양한 치료 프로그램의 관리 효율을 높여주는 통합 UI 디자인에 대한 피드

백들이 수집되었고 각 프로그램의 내용 및 단계별 인터랙션에 대한 조정 요인들도 발견되었다. 1차 프로토타입 평가에 의한 보완 사항은 다음 표3-5와 같다. 이러한 피드백들은 임상테스트용 최종 시스템 디자인에 적용되었다.

## 4. 임상테스트

### 4-1 임상테스트의 구성

본 연구에서는 개발된 최종 치료시스템을 서울시립아동병원에 설치하여 발달장애 아동들을 대상으로 임상테스트를 실시하였다. 실제 임상테스트를 통해 아동의 적응도와 치료효과를 관찰하며, 치료사와 의사들의 의견을 수렴함으로써 추후 시스템의 개선 및 연구과제 도출에 활용하고자 하였다.

임상테스트는 만 6세의 자폐아동 11명을 대상으로 매주 2회씩 총 5주에 걸쳐 10회가 이루어졌다. 치료 내용은 임상전문의가 본 시스템을 활용한 회기별 치료 과정을 개발하여 일괄 적용하였다. 임상테스트에 참가한 발달장애 전문의와 인터랙션 디자이너가 관찰을 통해 정성적인 분석을 하였으며, 사회성치료의 <표정 찾기>와 <눈길 따라 맞추기>, 그리고 협응능력 측정 과제에 대해서는 정량적인 측정과 통계 분석도 행하였다.

[표 3-5] 1차 프로토타입 평가에 의한 보완사항

시스템 디자인 및 전체 프로그램
시스템 전체 공간을 좁게 함 (칸막이, 스크린과 웹캠의 높이 조절)
전체 UI의 통일 작업 필요
듀얼 모니터의 사용 고려
무선 키보드와 간단한 메뉴얼의 사용 고려
HotKey의 사용이 필요(메뉴로 돌아가지 않고 단계를 반복)
봉의 길이를 짧게 하는 것 고려
색 트래킹의 문제(치료사와 환아의 옷에 방해받음)
환아마다 치료한 데이터를 저장할 수 있도록 고려
감각통합 프로그램
앞뒤 흔들기 : 속도조절이 가능하도록
계단 : 화면이 너무 흔들리는 문제
바람개비 : 끊어짐 현상
달리기 : 선명한 화면으로 교체 필요
사회성 프로그램
1단계 : 점, 눈, 얼굴의 사이즈 조절이 필요 - 너무 작음
2단계 : 선명한 표정으로 수정 필요
같은 표정 풍선이 다가가면 다른 풍선들은 사라져야 함.
협응능력 측정 프로그램
처음 프로그램 설정 메뉴가 더 커져야 함.
간섭 자극을 건드렸을 때 여러 메시지(소리)가 나도록 고려 (on/off 가능하도록 별도 옵션 메뉴를 둠.)
시각 강화물 추가/수정, 청각 강화를 교체

### 4-2 임상테스트의 결과

임상테스트에 참여한 아동들은 실제 환경이 아닌 VR-Tangible Interaction 환경에 혼란이나 거부감을 느끼지 않고 무난하게 적응하였다. 또한 치료사들도 개발된



UI 환경에 만족감을 표시했으며 쉽게 사용법을 익혀 치료에 임하였다. 5주만에 걸친 테스트에서 아동들의 시스템 사용을 관찰한 결과 다음과 같은 점들을 발견할 수 있었다.

발달장애 아동들이 가장 어려운 과제는 사회성치료의 <눈길 따라 맞추기>였다. 이 과제는 마음이론을 적용하여 디자인된 과제로서 타인의 눈길을 보고 그것을 그의 마음과 연결하는 과제인데, 발달장애 아동들은 다른 어떤 과제보다도 특히 이 과제의 수행에 어려움을 겪었다. 동시에 이 과제가 다른 과제에 비해 훈련을 반복하면서 수행도가 가장 가시적으로 향상된 과제이기도 하였다. 따라서 추후에는 치료효과가 높다고 생각되는 이 분야를 좀 더 심도있게 세분화하여 단계별 과제로 개발하면 더욱 좋은 치료시스템이 될 것으로 예상된다.

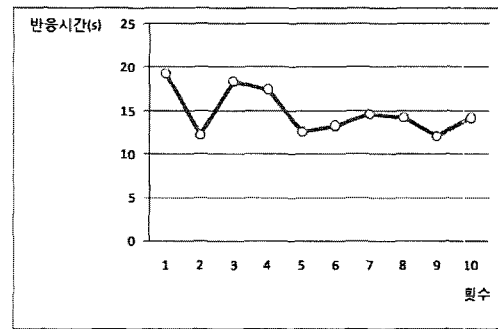
협응능력 측정시스템에서 다양한 시각적 강화물을 제시한 결과 발달장애 성향이 심한 아동일수록 사람 얼굴이 포함된 자극을 싫어하고 물질적인 내용이 담긴 자극을 선호하였다. 즉 실제 사람에 대해 거부반응을 보이는 발달장애 아동의 증후군은 VR의 가상환경에서도 유사한 패턴을 보인다는 것을 알 수 있었다.

기존의 감각통합 치료에 적용하지 못하고 어려움을 보였던 아동들이 VR-Tangible Interaction 치료에는 의외로 잘 적응하는 경향을 보여, 기존 치료에 적용 못하는 아동을 위한 대안 치료로서의 가능성을 볼 수 있었다. 실험에 참여한 11명의 아동 중 2명의 아동은 기존의 감각통합 치료에 적용하지 못하는 아동들이었는데, 이들이 VR-Tangible Interaction 치료에는 별다른 어려움이 없이 참여하였다. 앞으로 이러한 현상의 원인과 효과를 밝히기 위한 추가적인 연구가 요망된다.

이상의 정성적인 분석과 함께, 사회성치료의 <표정 찾기>와 <눈길 따라 맞추기>, 그리고 협응능력 측정 과제에 대해서는 정량적인 측정과 분석도 행하였다. <표정 찾기> 과제와 <눈길 따라 맞추기> 과제에 대해서는 아동이 옳은 반응을 보일 때까지 걸리는 시간을 측정하였다. 협응능력 측정 과제에 대해서는 (1)하나의 풍선이 제시된 후 그것을 터뜨리기까지의 평균 시간인 평균반응시간, (2)과제를 수행하는 동안 화면 안에서 지시봉이 움직인 전체 거리, (3) 시각적-청각적 강화물에 따른 반응정확율의 변화, 그리고 (4)풍선을 옳게 터뜨린 횟수와 건드려서는 안 되는 간섭자극을 건드린 횟수의 비율인 반응 정확율을 측정하였다. 모든 측정은 컴퓨터 소프트웨어를 통해 자동으로 정밀하게 측정되고 기록되도록 제작하였다.

이상의 정량적 지표들을 대상으로 행한 분석에서는 치료의 효과를 보여주는 대략적인 경향들은 찾아볼 수 있었지만 통계적으로 유의한 결과가 나타나지는 않았다. 이러한 경향을 보여주는 대표적인 결과로서 <눈길 따라 맞추기>

과제의 회기별 반응시간 추이를 보면 다음 그림4-1과 같았다.



[그림 4-1] <눈길 따라 맞추기> 과제의 회기별 반응 시간 추이

위 그래프를 보면 회기가 반복됨에 따라 전반적으로 반응시간이 약간씩 빨라져 가는 추이를 관찰할 수 있으나, 이러한 추이가 통계적으로는 유의하지 않은 것으로 나타났다. 다른 정량적 측정결과들도 이와 비슷하여, 느리기는 하지만 치료효과가 나타나는 경향들이 전반적으로 보였으나 통계적인 유의수준에는 미치지 못하였다.

이와 같은 결과는, 우선 5주에 걸쳐 10회라고 하는 본 연구의 임상테스트가 발달장애 아동에 대한 치료의 효과를 관찰하기에는 너무 짧은 기간이었음에 기인한다고 생각된다. 본 연구에서 디자인된 치료시스템의 효과를 정밀하게 알아보기 위해서는 좀 더 장기간에 걸친 테스트가 필요하다고 보여진다.

또, 테스트의 피실험자가 발달장애 아동인 특수한 사정상 실험의 전반적인 통제가 쉽지 않았으며, 피실험자의 과제에 대한 집중도가 낮아 이상치의 발생이 빈번했다는 점에도 원인이 있다고 생각된다. 즉 실험의 독립변수보다 피실험자 개인적인 요인에 의해 실험결과가 영향받는 경우가 많았다는 것이다. 이와 같은 문제 역시 좀더 많은 피실험자에 대해 보다 많은 횟수의 실험을 반복함으로써 비로소 극복될 수 있을 것이다.

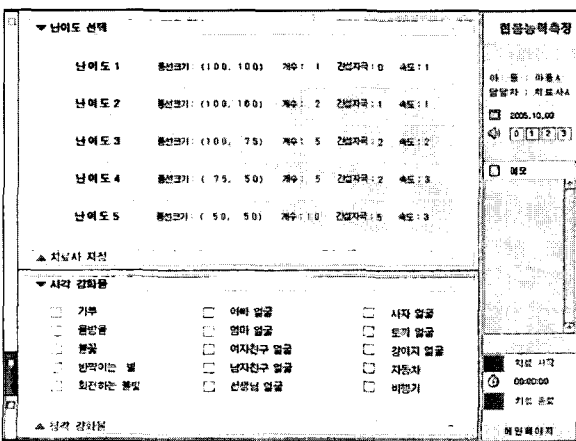
정량적 실험과정에서 관찰된 또 다른 사실은 아동들이 동일한 과제를 반복수행하는 데 대해 쉽게 지루함을 느낀다는 것이었는데, 이 역시 실험의 결과에 영향을 미쳤으리라 생각된다. 아동들은 한 과제에 대해 처음에는 신기해하며 흥미를 느끼다가도 같은 내용을 여러 번 반복하게 되면 이내 싫증을 느끼고 과제에 대해 몰입하지 못했다. 이 때문에 수행도가 개선되다가도 일정 회기를 넘어가면 수행도가 다시 나빠지는 현상들이 정량적, 정성적으로 관찰되었다. 이러한 현상은 과제 전반에 걸쳐 나타났는데, 이는 본 연구의 특정한 디자인에 의한 것이라기보다는 반복되는 콘텐츠에 대한 아동들의 일반적인 거부감이 더 큰 원인이 되었다고 생각된다.

따라서, 발달장애 아동을 위한 콘텐츠 디자인에 있어서는 아동들이 지루하지 않도록 계속해서 변화를 만들어 주는

것이 바람직하다고 생각된다. 이를테면 감각통합치료의 여러 콘텐츠 가운데 특히 <달려가기> 과제가 많은 아동에게 선호되었는데, 이는 이 콘텐츠가 다른 콘텐츠와 달리 반복성이 적고 계속해서 앞으로 나아가는 느낌을 주기 때문인 것으로 분석된다. 앞으로의 연구에서는 과제의 포맷은 그대로 가져가더라도 콘텐츠를 다양하게 촬영하여 보충하는 것이 필요할 것으로 생각된다.

### 4.3 치료사 인터뷰를 통한 시스템 사용성 평가

임상 치료 과정이 끝난 뒤 임상 치료에 참여한 임상 전문의와 치료사 2명을 대상으로 시스템 설치 및 프로그램별 사용성과 시스템 개선안 제안을 주제로 심층 인터뷰를 진행하여 디자인한 시스템의 사용성 평가를 실시하였다. 인터뷰에서는 콘텐츠의 난이도 조율 및 더 많은 분량의 다양한 콘텐츠 필요성이 지적되었다. 또한 치료사를 위한 환자 관리 및 기록 모듈의 편의성이 요구되었고 각 치료 모듈을 사용하여 학습, 대화 등 다양한 사용 목적에 따라 그 치료 과정을 특화하는 방안과 촉각적 실감성(Tangibility)의 증대 및 다양화의 향후 발전 방향도 제시되었다. 또한 환자들이 안정된 상태에서 치료에 임할 수 있도록 좀 더 친근하고 편안한 치료실 세팅의 필요도 발견되었다. 이 피드백들을 바탕으로 향후 상위 버전에서 활용할 치료사용 시스템 관리 모듈을 디자인 제안하였다. 여기에는 치료 경과 시간을 확인할 수 있는 타이머와 개인별 임상 의견의 입력란을 추가하였고 콘텐츠의 다양화와 확장을 고려하여 탭버튼을 활용하여 더 많은 메뉴들을 관리하고 네비게이션하도록 개선하였다. 개선안의 디자인은 그림4-2와 같다.



[그림 4-2] 치료프로그램 관리 UI의 디자인 개선안

## 5. 결론 및 제언

본 연구의 최종 결과물인 치료 시스템은 서울시립아동병원에 지속적으로 설치 운영하고 임상 자료를 더 축적하여

향후 시스템 개선을 도모하고자 한다. 또한 디자인진흥원의 데이터베이스에 시스템 소프트웨어를 공개하여 설치 희망 기관 및 가정에서 시스템 정보를 제공받을 수 있게 하였다.

본 연구에서는 학제적인 연구를 통해 발달장애 아동들의 치료에 활용할 수 있는 VR-Tangible Interaction 시스템을 디자인했으며 임상테스트를 통해 시스템이 효과적으로 활용될 수 있는 가능성을 확인했다. 본 연구는 정보화의 소외계층이자 소외분야라 할 수 있을 장애아동을 위한 치료 시스템이라는 영역에서 실질적으로 최초로 해당하는 개척적인 연구라는 의의를 가진다고 생각된다. 또 디자인 중심의 전문가 시스템 개발 사례로서 향후 이러한 성격의 과제에서 참고할 만한 학제적 연구의 방법론적 사례를 제시하였으며, 실용적이고 플랫폼의 대중화가 가능한 가상 환경 시스템을 개발하고 인터랙션의 정성, 정량적 측정과 분석을 수행하였다.

발달장애 아동의 치료는 의학계에서도 아직 명확한 해결 방법이 수립되지 않았으며 치료사의 개인적인 역량에 의존도가 높은 분야로서, 많은 기초연구와 새로운 실험들이 요망되는 분야이다. 본 연구에서 개발된 디자인 사례를 바탕으로 지속적인 개선과 데이터의 축적을 통하여 정신과 치료 분야에서 인터랙티브 미디어를 활용한 임상에 대한 장기적인 연구와 투자가 이루어져야 할 것이다.

## 참고문헌

- Greenspan S.I., Wieder S. (1997). Developmental Patterns and Outcomes in Infants and Children with Disorders in Relating and Communicating. Journal of Developmental and Learning Disorders. Vol.1, No.1
- Max M.L., Burke J.C. (1997). Virtual Reality for Autism Communication and Education, with Lessons for Medical Training Simulators. Studies in Health Technology and Informatics. Vol.39. 46-53p.
- Parsons S., Mitchell P. (2002). The Potential of Virtual Reality in Social Skills Training for People with Autistic Spectrum Disorders, Journal of Intellectual Disability Research. Vol.46, No.5. 430-443p.
- Strickland D., Marcus L.M., Mesibov G.B. (1996) Hogan K., Brief Report : Two Case Studies Using Virtual Reality as a Learning Tool for Autistic Children. Journal of Autism and Developmental Disorders. Vol.26, No.6. 651-659p.
- Trepagnier C., Sebrechts M.M., Peterson R. (2002) Atypical Face Gaze in Autism. Cyberpsychology and Behavior. Vol.5, No.3. 213-217p.