

발달장애인을 위한 혼합현실 기반 상황훈련 시스템

김성진 김태영 임철수

서경대학교 컴퓨터공학과
{likellihu, tykim, cslim}@skuniv.ac.kr

Mixed-Reality Based Situation Training System for the Developmental Disabled

Sung-Jin Kim Tae-Young Kim Chul-Soo Lim

Department of Computer Engineering, Seokyeong Univ.

요약

본 논문은 사용자가 카메라와 트래커가 부착된 HMD를 착용하고, 햅틱 장비를 사용하여 혼합현실 환경 상에서 기계적 상황훈련을 수행하는 시스템에 대하여 설명한다. 본 시스템은 발달장애인들의 시지각 협응능력 향상을 위해 도출된 기계적 상황훈련에 대한 시나리오를 기반으로 한다. 사용자는 HMD를 통해 보여 지는 가상의 핀을 햅틱으로 제어하여 작업판에 꽂는 상황훈련을 수행하고, 시스템은 FSM(Finite State Machine)기반으로 사용자의 행동에 맞는 피드백을 전달한다. 또한, 상황훈련에 대한 현실감을 높여 훈련 효과를 증대시키기 위해 가상 환경에 실제 사용자의 손을 삽입하고, 햅틱을 통해 촉감을 전달한다.

Abstract

This paper presents a design of a situation training system supporting mixed-reality for the developmental disabled. The training scenario is developed for the disabled to improve the sense of sight and perception. The user sticks a virtual pin into a hole in the working board according to the direction and the appropriate feedback is delivered based on the FSM(Finite State Machine). In order to improve the reality and the training effect, the user's hand is inserted in the virtual training environments and the tactile sensation is provided using the haptic device.

키워드 : 혼합현실, 손 검출, 영상 정합, 햅틱 렌더링, 상황훈련 시스템

Keywords : Mixed Reality, Hand Detection, Image Registration, Haptic Rendering, Situation Training System

청각장애인들의 독화 애니메이션 및 통신 보조기기 등을 이용한 의사소통이 가능한 수준에까지 이르렀다.[1] 반면 장애인 인구의 21.4%에 달하는 발달장애인들을 위한 콘텐츠 연구는 상대적으로 미흡한 실정으로, 발달장애인들의 부족한 인지 및 감각/운동 기능을 보완하고 일상생활을 지원할 수 있는 문화 복지 서비스와 이를 실현하기 위한 관련 CT 요소기술의 확보가 시급히 요구되고 있다.

발달장애인들의 제한된 지적 기능 및 적응행동은 지각통합능력의 부족으로 인해 학습 및 신체활동, 사회적응, 직업생활 등에 영향을 미친다. 따라서 지각통합능력의 향상을 위한 교육 및 훈련이 필요한데, 시지각 협응능력에 지체를 보이는 발달장애인들에게 있어서 분류, 배열, 조립과 같은 단순하고 반복적인 훈련은 시지각 협응능력 향상에 도움이

1. 서론

국민생활수준 향상과 복지에 대한 의식 제고로 인해 장애인 복지에 대한 사회적 관심이 어느 때보다 높아져 가고 있다. 특히 시지각 장애인들을 대상으로 하는 보조 공학기술 및 콘텐츠 제품의 보급이 활발히 개발되어 최근 시각장애인들의 스크린리더(Screen Reader)를 활용한 컴퓨터 이용과

※ 교신저자(Corresponding Author) : 김태영, 주소: 서울특별시 성북구 정릉동 서경대학교 한림관 302호(136-704), 전화:02)913-1362, FAX:02)913-1362

된다.

본 논문에서는 단순 반복적인 훈련 효과를 높여 발달 장애인들의 시지각 협응능력을 향상시키기 위해 서울동천학교 연구팀의 자문을 얻어 기계적 상황훈련 시나리오를 도출하였고, 도출된 시나리오를 기반으로 혼합현실 기술을 이용하여 발달장애인들이 직접 훈련 도구를 준비하지 않고 실제 환경과 유사한 현실감 높은 환경에서 훈련을 받도록 하는 기계적 상황훈련 시스템 구현 기법을 제안한다. 제안하는 시스템은 손 검출 과정에서 피부색 검출에 가장 뛰어나고, 조명에 덜 민감한 YCbCr 색상영역을 사용하였고, 동시에 RGB 영역에서 피부색이 가지는 R, G, B 사이의 특성을 검출 조건에 반영하여 YCbCr 색상영역만을 사용했을 때 남아 있는 잡음들을 제거여 향상된 결과를 얻어내었다[2].

본 논문에서는 1장의 서론에 이어 2장에서는 시나리오 및 시스템 구성에 대하여 설명하고, 3장에서는 시스템 구현 방법에 대하여 살펴본다. 4장에서는 본 연구의 시스템에서 실험한 결과에 대하여 기술한 후 마지막으로 5장에서는 본 연구의 결론에 대하여 기술한다.

2. 시나리오 및 시스템 구성

2.1 시나리오

기계적 상황훈련은 여러 단계로 나뉘지며 낮은 수준의 훈련 목표를 달성하면 보다 높은 수준의 훈련을 하게 된다. 수준별 훈련에 대한 시나리오는 표1과 같다.

표 1. 기계적 상황훈련 시나리오

수준	활동 내용	작업도구 비 고
1	- 사각형, 삼각형, 동그라미 모양과 하얀색, 검정색의 핀 제공 ① 아무 핀이나 손에 들고, 어느 구멍에든 꽂아 넣는다. ② 구멍은 하얀색과 검정색으로 구분되어 지고, 사용자는 핀의 색상과 같은 색상을 가지는 구멍에 핀을 꽂아 넣는다. ③ 구멍은 앞서 제시된 3가지 모양을 무작위로 가지며, 사용자는 구멍이나 핀의 색상과 상관 없이 핀의 모양과 같은 모양을 가지는 구멍에 핀을 꽂아 넣는다.	5×5 / 7×7 색상이나 모양의 제약 안에서 사용자가 원하는 곳에 핀을 꽂아 넣는다.
2	- 오각형, 별, 십자가 등 다양한 형태의 빨강, 파랑, 녹색 등의 핀 제공. - 작업도구에는 밀그림이 그려져 있음. ① 작업도구의 구멍은 색상을 고려하여 배열되고, 사용자는 구멍의 색상 배열과 맞도록 동	7×7

	<p>일한 색상의 핀을 꽂는다. 이때 구멍은 한 가지 모양으로만 주어진다.</p> <p>② 구멍의 배열은 무작위가 아닌 단순한 형태의 밀그림에 맞추어 주어지고, 사용자는 밀그림이 완성되도록 핀을 꽂는다. 이때 역시, 구멍은 한 가지 모양으로만 주어진다.</p> <p>③ 구멍은 모양과 색상이 다양하게 주어지고, 프로그램은 어느 곳에 핀을 꽂아야 하는지를 지시해준다. 사용자는 프로그램의 지시에 따라서 지시하고 있는 구멍과 동일한 모양, 동일한 색상의 핀을 찾아 꽂는다.</p> <p>④ 단계 ③과 동일한 활동 내용이 주어지지만 프로그램은 어느 곳에 핀을 꽂아야 할지 지시하지 않는다. 따라서, 사용자는 프로그램의 도움 없이 구멍과 핀의 모양과 색상을 구분하여 핀을 꽂아 넣어야 한다.</p>	<p>단계 ②에서 주어지는 밀그림은 원형, 사각형, 삼각형 등의 단순한 형태를 가지며, 색상 또한 5가지 미만으로 이루어진다.</p>
3	<p>- 꽃, 자동차, 태극기 등 Level 2에서 주어지는 밀그림 보다 복잡한 그림 제공.</p> <p>① Level 2의 단계 ③과 같이 프로그램이 사용자가 어느 구멍에 핀을 꽂아야 할지 지시해 준다.</p> <p>② Level 2의 단계 ④와 같이 프로그램은 어떠한 지시도 하지 않으며, 사용자는 구멍과 핀의 모양과 색상을 고려하여 밀그림을 완성한다.</p>	<p>10×10</p>

※ 작업도구는 훈련에 사용되는 핀과 구멍의 개수를 말함.

2.2 하드웨어 구성

본 논문의 하드웨어 구성은 그림 1-5와 같다.

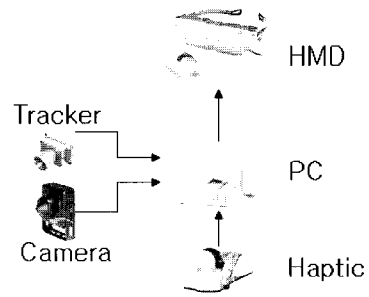


그림 1. 하드웨어 구성

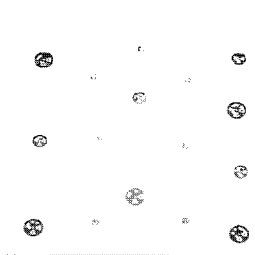


그림 2. 트래커 용 마커

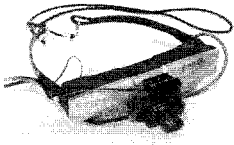


그림 3. HMD/트래커/카메라



그림 4. 햅틱



그림 5. 하드웨어 착용 모습. 측면(좌) 및 정면(우)

트래커는 보드 상의 마커를 읽어 들여 사용자의 위치와 시선을 알려주며, 카메라는 혼합현실에 사용될 실세계의 영상을 얻어낸다. 트래커와 카메라를 통해 얻어진 데이터들은 컴퓨터로 전달되어 가상공간의 데이터들과 정합되며 혼합현실의 형태로 HMD를 통하여 사용자에게 보여 지게 되고, 가상의 물체들에 대한 촉각은 햅틱을 통해 전달된다.

2.3 시스템 처리 과정

본 논문에서 제안하는 시스템은 트래커와 햅틱, 카메라로부터 데이터를 입력받는다. 데이터를 처리하는 과정은 그림 6과 같으며, 각 단계에서 수행하는 내용은 다음과 같다.

- ① 손 검출(Hand Detection) : 혼합현실을 구성하기 위해 카메라를 통해 입력된 실세계의 입력 영상에서 사용자의 손과 햅틱의 위치를 검출한다.
- ② 좌표 보정(Calibration) : 트래커로부터 사용자의 시점과 시선을 얻어내고 햅틱으로부터 가상의 물체들에 대한 촉각정보를 입력받아 트래커와 햅틱 좌표계 간의 캘리브레이션을 수행한다. 햅틱으로부터 위치정보와 회전정보를 입력받아 변환 행렬 TM을 만들고, 그래픽 렌더링 상에서 햅틱을 표현하는 햅틱 봉 모델을 그릴 때 변환 행렬 TM을 적용 시킨다.
- ③ 정합(Registration) : 햅틱에 마커를 부착하여 카메라 영상에서 햅틱의 좌표를 얻고, 얻어진 햅틱의 좌표를 -1.0에서 +1.0사이로 정규화 시킨다. 마찬가지로 햅틱을 통해 햅틱의 3차원 좌표를 입력받아 2차원으로 투영시킨 후 -1.0에서 +1.0사이로 정규화 시킨다. 정규화된 두 햅틱 좌표 간의 차이 값을 구하고, 차이 값만큼

손 영상을 이동시키면 검출된 손 영상은 투영된 영상 내의 햅틱과 동일한 위치에 존재하게 된다.

- 4) 장면 생성(Scene Generation) : 렌더링에 사용될 가상 모델들과 적절한 위치로 이동된 손 영상을 사용하여 장면을 구성한다. 이때 그래픽 렌더링과는 별도의 공간에서 햅틱 렌더링에 대한 장면도 생성된다.
- 5) 렌더링(Rendering) : 장면 생성 단계에서 생성된 장면들을 사용하여 그래픽 렌더링과 햅틱 렌더링을 수행한다. 그래픽 렌더링의 결과는 HMD를 통해 이미지의 형태로 전달되고, 햅틱 렌더링의 결과는 사용자의 햅틱 제어 중 가상의 물체와 충돌이 발생할 경우 햅틱을 통해 전달되는 포스가 된다.

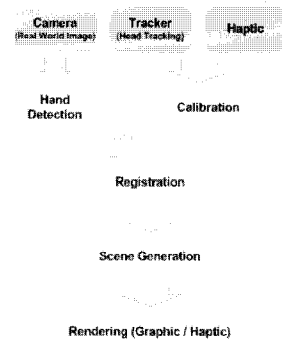


그림 6. 상황혼련 시스템 처리 과정

3. 시스템 구현 방법

본 장에서는 시스템을 구성하는 주요 기능의 구현 방법을 제시한다. 영상 정합 알고리즘에서는 카메라 영상에서 손을 검출하여 가상 환경에 삽입하는 방법을 설명하고, 촉각 렌더링에서는 햅틱을 통해 사용자에게 촉각을 전달하기 위한 구현 기법을 제시한다. FSM 기반 반응 행동 처리 방법에서는 사용자의 행동에 대한 반응 행동을 처리하기 위한 FSM 기법에 대해 설명한다.

3.1 영상 정합 알고리즘

(1) 손 검출

손 검출 과정은 그림7에서 보는 바와 같이 크게 5단계로 구성된다. 단계 ①은 검출될 손의 경계를 다듬고, 잡음을

제거하기 위해 원 영상에서 에지를 검출하는 과정이고, 단계 ②는 검출된 에지를 원 영상과 결합(and 연산)하는 과정이다. 단계 ③는 결합된 영상에서 손에 해당되는 영역을 분할하여 마스크 영상을 생성하는 과정이고, 단계 ④는 생성된 마스크 영상의 경계를 부드럽게 하고, 잡음을 제거하는 과정이다. 마지막으로 단계 ⑤는 단계 ④에서 생성된 마스크와 원 영상을 결합(and 연산)하여 손에 해당하는 영역만을 따로 분리하는 과정이다.

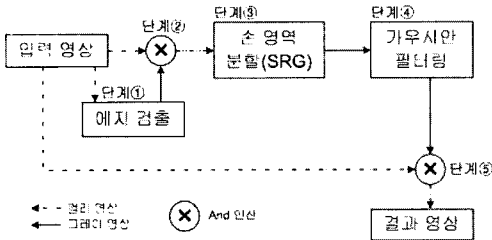


그림 7. 손 검출 과정

① 에지 검출

손을 검출하기 위한 전처리 과정으로 입력 영상 내의 에지(edge)를 구하게 된다. 에지는 원 영상에 미분 연산자의 역할을 하는 마스크(mask)를 씌워 검출한다. 본 방법에서는 에지를 검출하기 위해 3×3 Sobel 마스크를 사용하였다[3,4].

② 손 영역 분할

영상 내에서 손에 해당하는 영역은 나머지 영역과는 다른 색상 특성을 가지고 있다. RGB 색상영역에서 피부색 영역의 특성은 Red 값이 Green 값이나 Blue 값보다 크고, Red, Green, Blue 중의 최대값과 최소값의 차이가 15 보다 크다는 것이다. 이러한 특성을 기준으로 피부색에 대한 임계 범위를 설정하고, 임계 범위 내에 있는 픽셀 영역을 분할한다.[2] 하지만 RGB는 조명에 민감하다는 단점이 있기 때문에, RGB 컬러 모델을 YCbCr로 변환하여 사용한다. YCbCr 컬러 모델을 사용하여 영역을 분할하는 방법은 SRG(Seeded Region Growing) 알고리즘과 동일하다. SRG 알고리즘은 그림 8과 같다[5,6]. 본 논문에서는 RGB 색상영역에서의 피부색의 특성과 YCbCr 색상영역에서의 피부색의 임계 범위 내에 있는 픽셀을 분할하는 방법을 혼합하여 하나의 색상영역을 사용하는 것보다 정확한 검출결과를 얻을 수 있었다.

- 가. 영상 내의 임의의 위치에 seeds를 배치한다.
- 나. 손의 색상을 임계 범위로 주어 seed가 임계 범위 안에 있는지를 판단한다.

seed가 임계 범위 안에 있으면 stack에 삽입하고, 그렇지 않으면 버린다.

- 다. 위 단계에서 stack에 삽입된 seed들을 대상으로 각각의 seed와 인접한 픽셀들의 색상이 임계 범위 안에 있는지를 검사하고, 범위 안에 있으면 해당 픽셀을 mask에 포함시킨다.
- 라. 새롭게 seed에 포함된 픽셀들과 인접한 모든 픽셀들이 mask로 인정되지 않거나 다른 seed를 만날 때까지 앞의 단계를 반복한다.
- 마. stack에 있는 seed에 대한 검사가 모두 완료되면, 이때까지 생성된 mask가 손 영역에 해당된다.

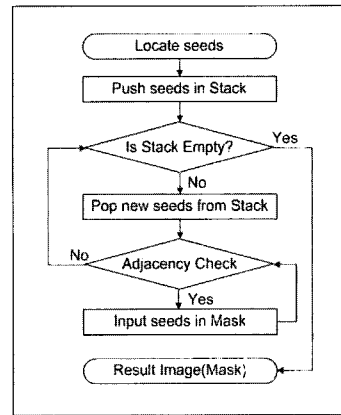


그림 8. SRG 알고리즘

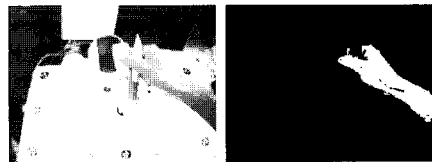


그림 9. 입력 영상(좌)과 생성된 마스크 영상(우)

③ 가우시안 필터링

SRG 알고리즘에 의해 생성된 마스크 영상은 그림 9(우)와 같다. 생성된 마스크 영상 내의 손 영역은 내부에 잡음을 포함하고 있으며, 외곽선의 경계도 부드럽지 못하다. 이러한 문제를 해결하기 위해 가우시안 마스크를 사용한 필터링 처리로 부드럽고, 잡음이 제거된 마스크 영상을 얻을 수 있다.[2] 가우시안 필터링 된 마스크를 다시 임의의 임계값을 기준으로 하여 임계값보다 낮은 부분을 제거해주어 그림 10(좌)에서 보여 지는 마스크 영상을 얻는다. 이렇게 얻어진

마스크 영상과 카메라 입력 영상 간에 AND 연산을 수행하면 그림10(우)와 같이 손 영역이 검출된다.



그림 10. 필터링 처리된 마스크 영상(좌)과 검출된 손 영상(우)

(2) 손 정합

영상 정합을 위해서는 검출된 손 영상의 좌표계와 가상 환경의 좌표계를 일치시킬 필요가 있다. 이때 손 영상의 좌표계는 2차원이고, 가상 환경의 좌표계는 3차원이기 때문에 두 좌표계를 일치시키기 위해 가상 환경의 좌표계를 2차원 좌표계로 변형시킨다. 3차원 좌표계의 2차원 좌표계로의 변환은 투영 행렬을 사용한다.

가상 환경 상에서의 햅틱의 위치는 햅틱으로부터 입력되는 좌표를 기준으로 일정 거리에 위치하는 특정 좌표 $H1(x1, y1, z1)$ 이 된다. $H1$ 은 투영 행렬을 사용하여 2차원으로 투영시켜 새로운 좌표 $H2(x2, y2)$ 로 변환된다. 카메라 영상에서의 햅틱의 좌표는 햅틱의 특정 위치에 빨간색 마커를 부착하여 마커의 영역을 검출한 다음 영역의 중심위치를 구한다. 이때 구해진 중심위치를 영상에서의 햅틱 좌표 $H3(x3, y3)$ 로 간주한다. 이렇게 구해진 $H3$ 는 $-1.0 \sim 1.0$ 로 정규화되어 전달되고, 정규화 된 $H3$ 와 $H2$ 와의 차이 값($H2-H3$)이 검출된 손 영상의 이동 행렬이 된다.

이와 같은 방식으로 가상환경 내에서 손 영상의 이동 행렬을 구하여 적용한 다음 손 영상을 삽입하는 것으로 혼합 현실을 구현한다.

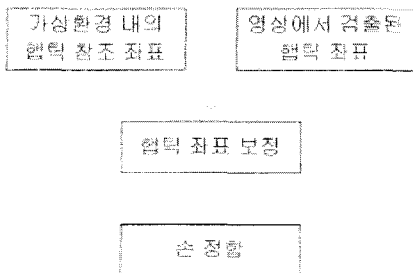


그림 11. 손 정합 과정

3.2 햅틱 렌더링

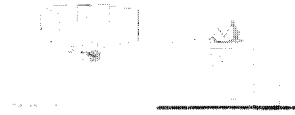


그림 12. 햅틱 장치 사용 환경

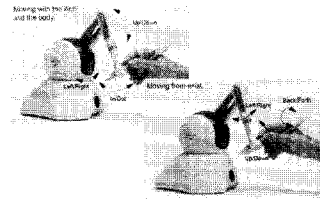


그림 13. 햅틱 스타일러스 움직임에 따른 장치 회전 정보

햅틱 장치는 월드 좌표계 상에서 고정된 위치에 있어야 하므로 사용자 시점(카메라 시점)에 따라 변환되지 않도록 뷰 좌표계 변환 행렬로 단위행렬을 사용하도록 해야 한다. 따라서 햅틱에서 충돌 검사의 대상이 되는 가상 객체들 또한 햅틱 장치와의 좌표계 일치를 위해서 뷰 좌표계 변환 행렬이 적용되지 않도록 해야 하는데 사용자가 HMD를 통하여 보여 지는 장면은 카메라 시점에 따라 가상 객체의 위치가 변할 수 있어야 하므로 가상 객체들의 렌더링은 그래픽스 렌더링과 햅틱 렌더링을 구분하여 (뷰 좌표계 변환이 적용되는 렌더링과 그렇지 않은 렌더링) 수행한다.

햅틱 렌더링 과정은 그림 14와 같은 순서로 나타낼 수 있다.

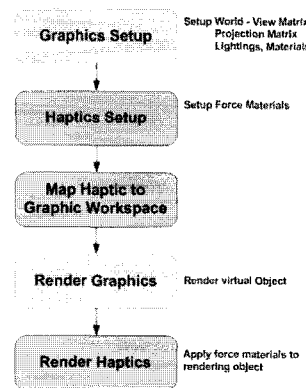


그림 14. 그래픽스 렌더링 / 햅틱 렌더링 처리 과정

3.3 FSM 기반 반응 행동 처리 방법

본 논문에서는 장애인의 훈련 보조 서비스를 위해 FSM(Finite State Machine) 알고리즘을 사용하여 훈련의 모든 과정을 상태 전이 방식으로 제어한다[7,8]. 각 상태는 훈련 중인 사용자의 행동에 의해 결정되고, FSM은 현재 상태에 따른 반응 행동을 결정한다.

훈련이 시작되면 핀을 선택하기 전 단계인 '준비' 상태가 되고, 사용자가 임의의 핀을 선택하면 성공에 대한 피드백(음향효과와 햅틱의 포스 피드백)이 전달되고, '핀 선택'으로 상태 전이가 발생한다. '핀 선택' 상태에서는 사용자가 선택할 핀을 꼽을 위치를 안내하는 역할을 수행하고, 사용자가 핀을 꼽은 결과에 따라 상이한 피드백을 전달한다. 사용자가 핀의 모양과 색상이 동일한 구멍에 핀을 꼽을 경우 성공에 대한 피드백을 전달하고, 모양은 동일하지만 색상이 다른 구멍에 핀을 꼽을 경우 실패에 대한 피드백을 전달한다. 하나의 핀 꼽기가 끝났을 때 종료 조건 검사하는데, 종료 조건은 모든 핀을 작업도구에 꼽았을 경우와 제한시간을 모두 소비했을 경우가 된다. 만약 종료 조건을 만족하지 못하면 다시 '준비' 상태가 되어 앞의 내용을 반복하게 된다. 그림 15는 이와 같은 과정을 보여준다.

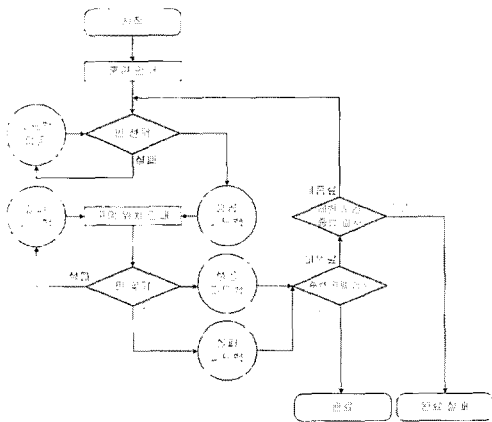


그림 15. FSM 기반 반응 행동 처리 과정

4. 실험 및 결과

실험은 서울동천학교 초등부 2명, 중등부 1명, 고등부 1명 모두 4명이 참가하였다.

실험은 표 2와 같은 형태로 진행되었다.

표 2. 실험 참여 학생 및 훈련 내용

대상 학생	훈련 단계	작업도구의 크기	핀의 색상 수	핀의 모양의 수
초등 2명	레벨1-단계2	5 × 5	1	1
중등 1명	레벨2-단계3	7 × 7	7	7
	레벨3-단계1	10 × 10	그림의 형태	7
고등 1명	레벨2-단계3	7 × 7	7	7
	레벨3-단계1	10 × 10	그림의 형태	7

레벨3의 훈련은 주어지는 작업도구가 하나의 그림을 이루고 있고, 주어지는 핀은 임의의 색상을 갖는 것이 아니라, 작업도구 상의 그림의 일부를 이루도록 되어 있다.

그림 16은 서울동천학교 학생들의 훈련 모습을 보여준다.

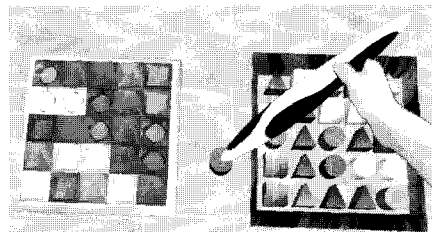
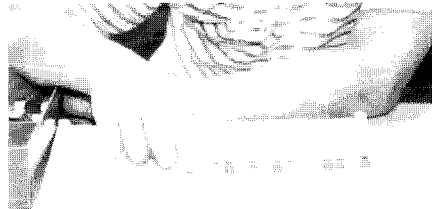


그림 16. 기존 훈련 도구를 사용한 훈련(위)과 상황훈련 시스템을 사용한 훈련 모습(아래)



그림 17. 실험에 참여한 학생들의 훈련 모습

본 논문에서 제시한 시스템은 기존 훈련 도구를 사용한 훈련과 비교하여 주의집중력 향상, 공간지각능력 향상, 손목의 수지-운동 기능 조절, 다양한 학습(인지영역) 도구로의 사용 가능한 장점을 가진다.

4.1 전문가 의견

실험 이후 본 논문에서 제시한 시스템의 효용에 대하여 실험을 지켜본 서울동천학교 선생님의 의견을 통해 알아보았다. 의견은 다음과 같다.

- ① 낯선 장비에 대한 거부감 없이 호기심을 가지고 작업을 수행하였다.
- ② 장비에 대한 적응력과 기능 습득 시간이 짧았고, 훈련 프로그램에 높은 흥미를 나타내었다.
- ③ 장비에 대한 거부감이나 사용에 대한 부담이 없었다.
- ④ HMD를 착용함으로써 주의집중에 방해가 되는 요소들(주변인물, 좋아하는 물건 등)이 제거된 상태에서 과제에 집중하게 되므로 산만한 학생도 주의집중력이 유지되는 모습을 보였다.
- ⑤ 햅틱 장비를 통하여 일정한 공간에서의 수지-운동 동작을 통해 공간지각능력의 향상과 손과 손목을 이용한 과제 수행으로 수지-운동 기능의 조절에 효과가 있을 것으로 예상된다.
- ⑥ 프로그램의 내용에 따라 다양한 학습(인지영역)의 도구로 사용이 가능하다.
- ⑦ 장비 사용 측면을 고려하여 본교(서울동천학교) 학생의 60% 이상이 사용가능할 것으로 예상된다.

4.2 성능 측정

증강현실 상에서의 훈련이 실제 교육에 활용되기 위해서는 훈련을 실시간으로 지원할 수 있어야한다. 본 논문에서 제시한 시스템으로 실시간 훈련이 가능한지의 여부를 판단하기 위해 인텔 코어2듀어 2.13GHz CPU와 NVidia Quadro FX3450/4000 SDI 그래픽카드를 장착한 PC에서 영상처리 및 렌더링 속도를 측정하였다.

표3은 본 시스템의 속도 측정 결과를 보여준다.

표 3. 영상 처리 및 렌더링 속도 측정 결과

	렌더링 속도(ms)	평균 속도(ms)
작업도구 렌더링	15 ~ 32	31 (32 fps)
영상 처리	15 ~ 32	27 (37 fps)
장면 렌더링(전체)	46 ~ 63	58 (17 fps)

5. 결론

본 논문에서는 발달장애인 부족한 시지각 협응능력의 향상을 돕기 위하여 발달장애인을 위한 혼합현실 기반 기계적 상황훈련 시스템을 제안하였다. 시스템에서 준비된 가상의 훈련 도구들은 실제 훈련 도구들과 유사한 것에서부터 실제 훈련 도구들을 응용하여 보다 복잡한 훈련이 가능한 것까지 다양하며, 실험에 참여한 학생들은 다양한 가상의 훈련 도구들을 통하여 실제 훈련 도구들을 사용하는 것보다 폭넓고, 고차원적인 훈련을 경험할 수 있었다.

기계적 상황훈련은 한 자리에 앉아 HDM를 착용하고 기계적인 훈련을 반복해야 하기 때문에 눈이 쉽게 피로해질 수 있고, 장시간 집중하기 어렵다는 단점이 있다. 또한, 장시간 훈련을 하게 될 경우 단순 동작의 반복으로 인해 능동적인 훈련에 어려움이 있을 수 있다. 이러한 단점들을 보완하기 위하여 향후 연구에서는 음식점등 실제 생활에서 접할 수 있는 상황을 제시하고, 이에 능동적으로 행동하는 훈련을 할 수 있도록 지능형 상황 훈련에 관한 연구를 수행할 예정이다.

Acknowledgment

본 연구는 문화관광부 및 한국문화콘텐츠진흥원의 문화콘텐츠기술연구소(CT)육성사업의 연구결과로 수행되었음.

참고 문헌

- [1] 남혜운, “장애인 정보화보조기술 현황,” 재활의 샘, 제 16호 pp.81-93, 2003.
- [2] Francesca Gasparini, Raimondo Schettini, "Skin segmentation using multiple thresholding", Internet Imaging VII(Proceedings Volume), Proceedings of SPIE Volume: 6061. 2006.
- [3] 황선규, “영상처리프로그래밍 by Visual C++,” 한빛미디어, 2007.
- [4] 김수겸, 장유정, “에지의 구조적 정보를 이용한 에지 추출,” 한국정보처리학회 논문지, 제 3권 제 5호, 1996.
- [5] R.Adams, and L. Bischof, "Seed Region Growing," IEEE Transactions On Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 16, No. 6, pp. 641-647, 1994.
- [6] 이정호, 김동성, 강홍식, “사용자 조정 풍선 : Visible Human의 다리 근육 분할의 적용,” 정보과학회 논문지:소프트웨어 및 응용, 제 27권 제 3호, pp. 266-274, 2000.
- [7] 조성훈, 정민용, “ISM과 FSM을 이용한 이론적 구조모형화에 대한 연구”, 공업경영학회지, 제21권 제47호, pp.219~232, 1998.
- [8] 이우진, "Slice 모델을 이용한 유한상태머신의 트랜지션 축약 알고리즘," 정보과학회 논문지:소프트웨어 및 응용, 제 35권 제 1호, pp. 12-21, 2008.