

증강 현실 기반 음식점 서빙 상황훈련 시스템*

정광일, 김성진, 김부년, 김태영, 임철수
 서경대학교 컴퓨터공학과
 zephyr83@nate.com

A Situational Training System for the food serving
 in the restaurant based on the Argumented Reality

Kwang-il Jung, Sung-Jin Kim, Boo-Nyon Kim,
 Tae-Young Kim, Cheol-Su Lim
 Department of Computer Engineering, Seokyeong Univ.

요 약

최근 정보통신 기술과 복지수준이 발전함에 따라 장애인들을 위한 여러 인터페이스 장비나 훈련 시스템들이 연구되고 있으나 발달 장애인을 위한 훈련시스템은 미흡한 실정이다. 본 논문에서는 발달 장애인의 상황 대처 능력 향상과 사회 적응훈련을 목적으로 ‘음식점 서빙’이라는 주제에 따른 증강 현실기반 상황 훈련 시스템을 제안한다. 본 시스템은 실제 훈련환경에 마커를 두고 실제 공간에서는 사용하기 어려운 물체들을 가상 물체로 대체한 증강 현실 공간을 구성하여 안전하고 주변 환경의 제약없이 반복훈련이 가능하도록 한다. 훈련자는 HMD를 착용하고 훈련 공간 주위를 볼 수 있으며, 음성 멘트에 따라 행동을 함으로써 시나리오에 따른 훈련이 가능하게 된다.

ABSTRACT

Nowadays, many interface devices or training systems for the disabled are being developed and introduced with the recent development in IT technology but only few training systems for the developmental disabled are introduced. In this paper, we present a situation training system based on the argumented reality in order to help the developmental disabled to increase their management level of capability to the certain situation. Our system is specifically based on the food serving in the restaurant. This maker-based system provides trainees to safely experience various different situations and take the training session under any circumstances. The trainees for this program are able to look around with the HMD on, take the training easily by following the voice instruction, and try situational scenario.

Keyword : Developmental disabled, Situation Training, Augmented Reality,
 Image Registration

접수일자 : 2008년 12월 01일

심사완료 : 2009년 01월 07일

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

* 교신저자(Corresponding Author) : 김태영, 주소 : 서울특별시 성북구 정릉동 서경대학교 한림관 302호(136-704), 전화 : 02)913-1362, FAX : 02)913-1363

1. 서 론

일반적으로 해당 연령의 정상 기대치보다 25% 이상 뒤져 있는 경우에 해당하는 발달장애인들은 신체 및 정신이 해당하는 나이에 맞게 발달하지 못함으로 인하여 일상생활 혹은 사회생활을 영위하기 위한 기능 수행에 제한을 받아 도움이 필요한 사람을 말한다[1]. 이들은 지적 기능이 제한되어 있고, 적응 능력이 부족하기 때문에 일상생활에 적응하고, 직장생활을 영위하는 데는 많은 어려움이 있다. 발달장애인들이 이러한 어려움을 극복하기 위해서는 다양한 훈련을 해야 한다. 위험한 도구들을 다루는 훈련, 상점이나 음식점을 이용하는 훈련, 도로 교통안전 훈련 등이 그 예가 될 수 있다. 하지만, 실제 도구를 가지고 훈련을 하거나 현장에서 훈련을 행하는 것은 안전사고 발생의 가능성이 일반인에 비해 월등히 높기 때문에 어려움이 있다.

증강 현실 기술의 활용은 앞서 언급한 발달장애인들이 훈련을 수행하는데 있어서 어려운 점을 해소시켜 줄 수 있다. 교사의 도움없이 직접 다루기 어려운 도구들을 다루는 법을 습득하거나 현장에서 경험해보기 어려운 장소들을 증강 현실을 기반으로 한 훈련을 통해 겪어볼 수 있다.

증강 현실 기술을 교육에 활용하는 연구는 국내외적으로 활발히 진행되고 있다[2-4]. 국내에서는 한국전자통신연구원에서 상용화를 목적으로 실감형 e-러닝 기반 개인맞춤형 학습 시스템을 개발하였다[2]. 이 시스템은 카메라를 사용하여 마커가 부착된 교재를 보게 되면 모니터에 가상 콘텐츠와 함께 교재를 볼 수 있다.

국외에서는 싱가포르의 난양기술대학교의 HIT lab에서 독자적인 마커인식 기술을 이용하여 3D magic cube, 3D 매직랜드 등 AR기술을 적용한 에듀테인먼트용 콘텐츠를 개발하였다[3]. 3D magic cube는 실제 사용자가 카메라가 부착된 HMD (Head Mounted Display)를 착용하고 마커 기반의 큐브를 보면 음성이 들리면서, 가상 콘텐츠를 볼 수 있다. 오스트리아의 Vienna University of Technology에서

는 최초로 PDA를 이용하여 증강 현실을 구현하였다[4]. Invisible train이라는 이 콘텐츠는 2명의 유저가 PDA를 들고 주변의 마커가 부착된 레일을 보게 되면 레일 위로 가상의 기차가 움직이고 유저가 이를 조작할 수 있다.

이 같은 연구들은 증강 현실 기반의 사용자 체형 중심 교육 및 훈련 시스템을 제공하고 있으며, 미리 정의된 마커를 사용하여 영상을 기반으로 특정 위치를 추적하는 기술을 사용한다. 영상의 정보로 위치를 추적하기 때문에 카메라 이외에 특수 장비를 사용하지 않음으로써 적은 비용으로 쉽게 활용이 가능하며 미리 정의된 패턴의 마커를 사용함으로써 위치 추적의 성능과 정확도를 향상시킨다.

반면, 장애인들을 위한 교육 및 훈련 시스템에서는 이러한 활용성, 성능 및 정확도 문제뿐 아니라 장애인의 예측할 수 없는 행동에 대한 대응도 필요하며, 조작이 복잡한 기기를 사용하는 것은 인지능력이 부족한 장애인들에게는 어려운 일이기 때문에 단순한 조작을 통해 장비를 사용할 수 있어야 한다. 또한, 마커가 훈련 화면상에서 장애인들에게 보여 지게 될 경우 집중력을 흐트러뜨리거나 혼란을 유도할 수 있기 때문에 이에 대한 고려도 필요하다.

본 논문에서는 학습자가 카메라가 부착된 HMD를 착용하고 증강 현실 공간을 움직이면서 설정된 상황에 대해 훈련을 하는 상황훈련 시스템을 제안한다. 제안하는 시스템은 카메라를 통해 얻어진 실세계 영상에 가상 모델들을 삽입하여 증강 현실을 구성하고, 이를 HMD를 통해 디스플레이 함으로써 훈련자에게 보다 정확한 시각정보를 전달해준다. 훈련자는 마커를 통해 획득된 정보를 기반으로 삽입된 가상의 물체들을 현실상의 물체와 동일하게 인지할 수 있으며, 실제 물체를 이동시키는 것처럼 가상의 물체들을 움직일 수 있다.

또한 예측 가능한 돌발 상황에 대한 조건을 정의하고 이에 따른 처리를 추가하였고, CAM 과 HMD만 사용한 최소화된 장비로 훈련을 가능하도록 하였다. 마커로 인한 혼동을 최소화하기 위하여

마커를 선택하는데 있어서 일반적인 기호나 문자는 사용하지 않고, 의미 없는 이진 문양을 이용하였다.

본 논문에서는 1장의 서론에 이어 2장에서는 훈련 시나리오 및 시스템 구성에 대하여 살펴보고, 시스템 구현을 위한 세부 알고리즘을 제시한다. 3장에서는 시스템 구현 결과에 대해 논하고, 마지막으로 4장에서는 본 연구의 결론 및 향후 연구 방향에 대하여 기술한다.

2. 음식점 서빙 상황훈련 시스템

2.1 음식점 서빙 시나리오

발달장애인들의 인지 능력을 향상시키고, 처한 상황에 맞는 적절한 대응 행동을 하는데 도움을 주기위한 훈련에는 교통안전훈련, 위험한 도구 사용법 학습, 상점이나 음식점 이용 훈련 등이 있다. 본 논문에서는 이러한 훈련 중 음식점의 종업원이 되어 직접 음식 서빙을 해보는 상황을 기반으로 시나리오를 작성하였다. 이를 위한 기본적인 훈련 시나리오는 [표 1]과 같다. 훈련은 현재 단계를 성공하여야 다음 단계로 진행되며, 현재 단계를 실패하였을 시에는 반복적인 훈련을 취하게 된다.

상황훈련 시나리오에서 장애인의 잘못된 행동에 대한 처리가 필요하다. 다만, 모든 상황을 예측 할 수 있는 것이 아니므로, 예측가능하며 시나리오 흐름에 영향을 미치는 돌발 상황을 정의하고, 이에 대한 피드백 처리를 하였다.

본 논문에서 정의한 돌발 상황은 벽면에 마커를 두고 벽면 마커의 거리가 가까워지는 것을 돌발 상황으로 정의하였다. 시나리오 진행 중 돌발 상황 조건을 만족하였을 경우 돌발 상황으로 진입하여 사용자에게 잘못된 행동이라는 음성 멘트를 제공한다.

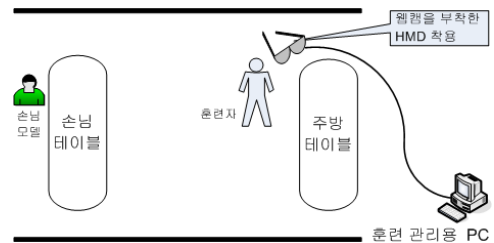
[표 1] 상황훈련 시나리오

활 동	훈련자 동작	추가사항
훈련 설명 손님 입장		손님 입장 동영상
인사하기	손님께 인사	인사하는 애니메이션
주문받기	물컵과 메뉴판을 손님에게 서빙	요구 행동에 대한 유도 효과 표현
	손님 주문 받음	
음식 서빙	쟁반에 주문한 음식을 담아 손님에게 서빙	
추가주문	메뉴판을 들고 손님에게 이동	훈련자의 수준에 따라 수행 여부 결정
	손님 주문 받음	
인사하기	손님께 인사	손님 퇴장 동영상
빈 그릇 가져 오기	쟁반에 빈 그릇을 담아 오기	
훈련종료		훈련 종료

2.2 시스템 환경

본 논문에서 제안하는 상황훈련 시스템은 카메라를 기반으로 하는 증강 현실 환경에서 훈련을 수행하도록 지원한다. 시스템을 이용한 훈련은 훈련자가 HMD를 쓰고, 실제 공간에서 훈련을 수행하면, HMD에 부착된 카메라가 훈련자의 정면을 촬영하여 획득된 실세계 영상과 가상의 3D 모델들을 정합한 혼합된 현실을 훈련자의 HMD와 모니터 상에 보여주어, 상호작용을 하도록 이루어져 있다.

이러한 훈련 환경을 개략적으로 보이면 [그림 1]과 같다.

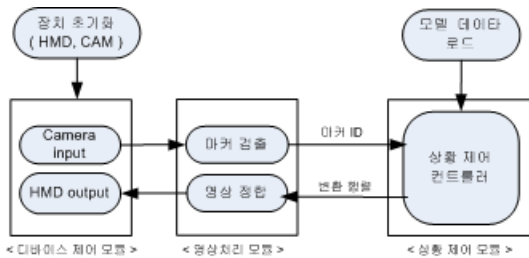


[그림 1] 상황훈련 시스템 환경

주방 테이블에는 가상의 음식 모델들이 보여지고, 손님 테이블에는 가상의 손님 모델이 보여진다. 훈련자는 주방과 손님 테이블 사이를 이동하면서 시나리오에 정의된 훈련 과정에 따라 가상의 음식들을 서빙 하는 것을 훈련한다.

2.3 시스템 구조

본 시스템은 [그림 2]와 같이 3개의 모듈로 구성된다. 즉, 디바이스 제어 모듈, 영상처리 모듈, 상황 제어 모듈로 구성되며 각각의 기능은 다음과 같다.



[그림 2] 상황훈련 시스템 구조

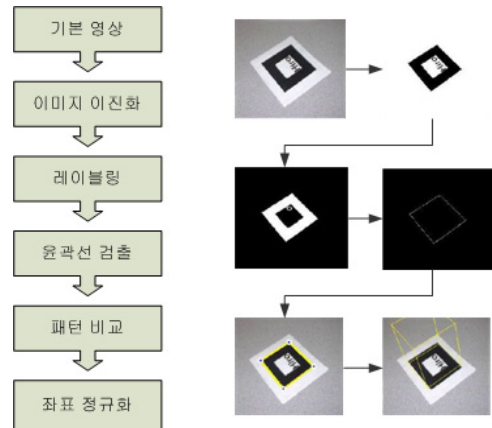
- 디바이스 제어 모듈 : 카메라의 입력 영상과 HMD의 출력 영상을 제어할 디바이스 제어 모듈로서 카메라와 HMD의 장치 초기화와 카메라 영상을 HMD 화면 연동하는 프로그램 모듈.
- 영상처리 모듈 : 입력 영상을 기반으로 하여 특정 마커를 검출하고, 상황 제어 모듈로부터 주어진 상황에 맞게 모델을 정합하는 모듈.
- 상황 제어 모듈 : 마커 정보를 기반으로 현재 시나리오에서 훈련자의 행동을 분석하고 시나리오 흐름을 제어 하는 모듈.

2.4 세부 알고리즘

2.4.1 영상 기반 마커 검출

본 논문에서는 카메라 영상을 분석하여 미리 정의된 패턴의 마커의 위치 정보를 획득하고, 그 정보를 활용하는 카메라 기반의 마커 추적 방식을 사용한다. 마커 추적이란 영상에서 사용자가 정의

한 특정한 모양을 찾아내서 좌표를 추적하는 것을 말한다. 마커 추적은 입력영상을 이진화, 레이블링, 윤곽선 검출, 패턴비교의 알고리즘을 수행하여 미리 정의한 마커를 찾아내는 것으로 이루어진다[5]. 그림 3은 이러한 과정을 도식화 한 것이다.



[그림 3] 영상 기반 마커 검출 과정

미리 정의된 마커를 기준으로 하여 입력 영상에서 얻어낸 마커를 비교하여 3차원 공간에서의 좌표를 만들어 낸다. 이미지의 크기와 모양을 통하여 위치와 방향을 얻어 낼 수 있으며, 4 by 4 형태의 매트릭스로 표현되는 이 정보는 카메라를 원점으로 하였을 때의 마커의 위치좌표와 회전 정보를 포함한다. 4x4 매트릭스는 다음과 같은 의미로 구성되어 있다.

$$\begin{pmatrix} ux & uy & uz & 0 \\ vx & vy & vz & 0 \\ wx & wy & wz & 0 \\ tx & ty & tz & 1 \end{pmatrix}$$

[식 1]

[식 1]에서의 좌측상단 3X3 매트릭스가 3차원에서의 회전 정보를 나타내며, 각각 한 행씩 3차원에서의 축을 나타내는 방향 벡터로 사용된다.

$$\begin{pmatrix} ux & uy & uz & 0 \\ vx & vy & vz & 0 \\ wx & wy & wz & 0 \\ tx & ty & tz & 1 \end{pmatrix} \quad [\text{식 2}]$$

다음으로 [식 2]의 마지막 행은 회전 변환이 적용된 후, 원점으로부터의 이동좌표 tx, ty, tz 를 의미한다. 이 매트릭스는 카메라를 원점으로 하기에 카메라와 마커간의 거리는 [식 3]과 같이 구할 수 있다.

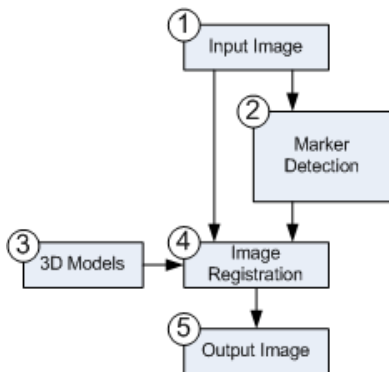
$$D = \sqrt{(tx)^2 + (ty)^2 + (tz)^2} \quad [\text{식 3}]$$

또한 마커 비교에서 자주 사용하는 두 마커간의 거리는 [식 4]와 같다.

$$D = \sqrt{(tx2 - tx1)^2 + (ty2 - ty1)^2 + (tz2 - tz1)^2} \quad [\text{식 4}]$$

2.4.2 영상 정합

마커 추적 과정을 거쳐 계산된 매트릭스는 카메라 영상에 3D 가상 물체를 삽입하는데 사용된다 [6]. 본 논문에서 영상을 정합하는 과정은 [그림 4]와 같다.



[그림 4] 영상 정합 과정

① 카메라로 백그라운드 영상을 입력 받는다.

- ② 백그라운드 이미지에서 마커를 검출하여 마커 매트릭스를 만들어낸다.
- ③ 영상 정합을 위한 3D 모델들을 로드한다.
- ④ 백그라운드 이미지는 직교 투영을 이용한 텍스처 매핑을 수행한다. 3D 모델은 원근 투영을 하여 마커 매트릭스를 기준으로 렌더링 한다.
- ⑤ 카메라 영상과 3D 모델이 정합된 영상을 보여준다.

2.4.3 사용자 행동 파악

본 논문에서는 사람의 시야를 카메라 영상으로 대체하기 위하여 HMD와 카메라를 붙여서 사용한다. 따라서 사용자 행동 파악도 카메라에 들어오는 영상 기반의 마커 매트릭스로 파악한다. 본 시스템에서 사용한 마커의 정보는 다음과 같다.

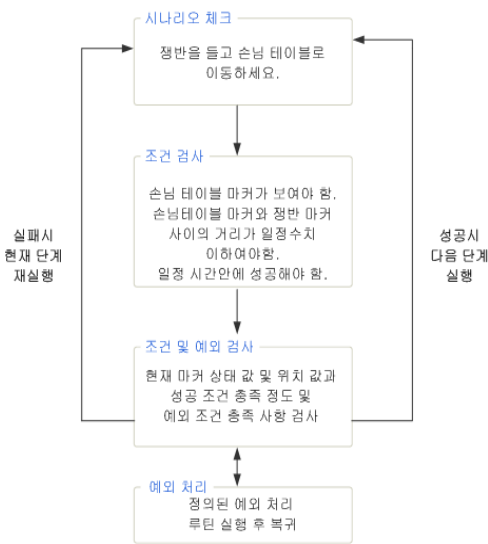
- 특정 마커의 가시성 : 현재 프레임에서 마커를 찾을 수 있는지 여부.
- 마커간의 거리 계산 : 현재 프레임에서 찾을 수 있는 마커 두개 사이의 거리.
- 시점과 마커간의 거리 : 마커 매트릭스의 z 값으로 나타내어지는 좌표.

위에서 나타내어진 정보를 조합하여 훈련자가 현재 시나리오에서 어떠한 행동을 하는지 유추할 수 있다. 예를 들어 훈련자가 특정한 위치로 이동해야 하는 행동을 훈련한다고 가정한다면 주변에 배치한 마커의 정보와 카메라 영상에서의 마커의 좌표를 통하여 훈련자가 현재 어디쯤에 위치하였는지를 알 수 있다. 또 물건을 이용하는 훈련의 경우 마커간의 거리 계산은 물건의 이동이나 움직임 유추할 수 있는 정보로 사용되어 지며 더 나아가 마커의 매트릭스 비교를 통하여 단순히 물체간 거리 추정이 아니라 물체들의 기울기나 방향등을 구하는데 사용될 수 있다.

2.4.4 행동 파악에 따른 상황제어

훈련이 준비된 공간에서 훈련자는 HMD를 착용

하고 대기한다. 훈련이 시작되면 시나리오별로 정의된 데이터에 따라 음성멘트와, 동영상, 애니메이션 등을 통하여 훈련자가 현재 단계에서 취해야하는 행동을 알려주게 된다. 훈련자는 단계별로 정의되어 있는 훈련 성공 조건을 충족해야 하며, 성공 조건을 충족시키면 다음 단계를 수행하도록 진행된다. 만약 성공 조건을 정해진 시간 내에 충족시키지 못했을 경우 반복하여 훈련하도록 한다.



[그림 5] 상황 제어 과정

3. 실험 및 결과

본 논문에서 시스템 구현에 사용한 장비 성능은 표 2와 같으며 증강 현실 구현에 필요한 마커 검출과 영상 정합을 위하여 각각 ARToolkit[7] 과 DirectX 9.0을 사용했다. 실험 결과 카메라 해상도 640X480 에서 30프레임을 유지 하면서 잘 동작함을 확인하였다.

[표 2] 시스템 구현 환경

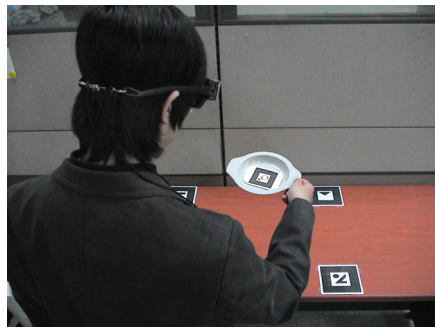
분류	제품명
CPU	Intel Core2 Duo CPU E8500
RAM	4.0GB
VGA	ATI Radeon HD 4800 Series
CAM	Logitech QuickCamPro 5000
HMD	i-visor FX600

발달장애인들에게 무거운 장비를 착용하거나 어려운 장비를 사용하도록 요구하는 것은 장애인들에게 많은 어려움이 따른다. 따라서 본 논문에서는 간소화된 장비를 목표로 [그림 6]과 같은 카메라가 부착된 HMD 를 구성했다. 또한 사람의 시야와 근접한 카메라 영상을 얻기 위하여 HMD 정면에 소형의 카메라를 부착하였다.



[그림 6] 카메라를 부착한 HMD

[그림 7]는 상황훈련 시스템을 사용하여 훈련을 하는 모습이며, 그림 8은 PC 모니터를 통해 교사에게 보여 지는 프로그램의 모습이다. 훈련자에게는 [그림 8]에서 '사용자 훈련 영상' 부분만 HMD 를 통해 보여 진다.



[그림 7] 상황훈련 중인 모습



[그림 8] 상황훈련 시스템 인터페이스

훈련자의 시나리오에 따른 훈련 결과는 파일로 기록되며 이 정보는 교사나 보호자가 훈련자의 미흡한 부분을 파악하는데 도움이 된다. 예를 들어 특정 훈련에 있어서 몇 번의 시도로 조건을 충족시키는지, 어떠한 시나리오에서 가장 많은 시간을 소요하는지 등은 차후 훈련자의 훈련 계획을 세우는데 도움이 된다. 또한 기록된 데이터들은 현재와 비교하여 훈련자의 발전 상황을 보여주는 정보로 사용될 수 있다.

본 논문에서 제안하는 시스템은 장애인들이 동일한 동작의 훈련을 반복하는 것은 교육에 큰 의미가 있다는 장애인 학교 선생님의 의견에 따라 훈련자가 정해진 제한시간과 성공 조건을 충족시키지 못하면 동일한 훈련을 반복하도록 설계되었다.

4. 결 론

본 논문에서는 발달장애인들의 부족한 인지 능력과 상황 대처 능력 향상에 도움을 주기 위한 시스템을 제안한다. 이 시스템은 발달 장애인들의 사회적 훈련을 컴퓨터와 기타 장비를 사용함으로써 훈련의 안전성을 높이고, 기능적이고 지능적인 훈련으로 발전시켜 발달 장애인들의 사회 진출에 도움을 주기 위한 도구로 사용될 것을 목표로 한다.

본 연구에서는 일상생활에서 훈련하기 어려운 “레스토랑의 음식점 서빙”이라는 주제를 모델로 하여 시나리오를 구성 하였으며, 이러한 시나리오에 체험감을 증폭시키기 위하여 훈련 공간을 현실과

같이 느낄 수 있는 증강 현실 환경을 구성하고 이를 위한 요소 기술을 기술하였다. 실제 장애인을 대상으로 실험한 결과 흥미유발이 가능하고 반복 훈련을 통한 훈련 결과 개선의 효과가 컸음이 입증되었다.

하지만 본 논문에서 제안하는 시스템은 몇 가지 한계점을 가지고 있다. 그 중 첫 번째로 장비 제약적인 한계점이다. 사람의 시야를 대신 하는 장비로서 일반적인 가정용 웹캠을 사용하였으나, 장치의 특성상 사람의 눈에 비하여 매우 작은 해상도와 좁은 시야각만을 표현할 수 있다. 이는 훈련자에게 이질감을 느끼게 할 수 있으며, 마커 추적 과정에서 오차의 범위를 크게 하는 요인이 된다. 두 번째로 웹캠 사용 시 조명에 의한 영상의 변질이 문제가 된다. 카메라 영상의 색상이 흔들리는 문제는 마커 추적 시에 마커의 모양을 변형 시키고, 이는 부정확한 마커 매트릭스를 만들어 낸다. 매 프레임 당 변화하는 마커 매트릭스는 결국 훈련자에게 흔들리는 모델을 보여주게 된다.

향후 연구 방향으로 위에 언급했던 기술적인 문제를 해결하고 추가적인 시나리오의 확장으로 발달 장애인들에게 다양한 훈련을 제공하여 상황 훈련의 활용도를 늘릴 예정이다. 또한 훈련 결과에 대한 평가 분석 기법에 대해서도 연구할 예정이다.

Acknowledgment

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

참고문헌

- [1] 우영종, “발달 장애의 개념과 소아과 의사의 역할”, Korean Journal of Pediatrics Vol. 49, No. 10, 2006.
- [2] 서희진, 김용훈, 이수용, 이준석, “혼합현실기반 이터닝 기술 동향,” 전자통신동향분석 제22권 제 4호, pp.87-95, 2007.

- [3] Z. Zhou, A. Cheok, J. Pan, and Y. Li, "Magic StoryCube: An Interactive Tangible Interface for Storytelling," Proc. of SIGCHI ACE, pp.364-365, 2004.
- [4] D. Wagner, T. Pintaric, F. Ledermann, and D. Schmalstieg, "Towards Massively Multi-user Augmented Reality on Handheld Devices," PERVASIVE 2005, LNCS 3468, pp.208-219, 2005.
- [5] 강선경, 이상철, 정성태 "Development of a Detection and Recognition System for Rectangular Marker", Journal of the Korea society of computer and information
- [6] 백재원, 문재경, 박순용, "영상처리 : 3차원 기하 정보 및 특징점 추적을 이용한 다시점 거리영상의 온라인 정합", 정보처리학회논문지B, Vol.14, No.7, Startpage 493, Endpage 502, Totalpage 10
- [7] <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>



정광일(Jung Kwang il)

2008년 현재 서경대학교 컴퓨터 공학과 학사 과정

관심분야 : 증강현실



김성진(Kim Sung Jin)

2007년 현재 서경대학교 컴퓨터 공학과 학사 졸업
2008년 현재 서경대학교 컴퓨터 공학과 석사 과정

관심분야 : 증강현실



김부년(Kim Boo Nyon)

2008년 현재 서경대학교 컴퓨터공학과 학사 과정

관심분야 : 증강현실



김태영(Tae-Young Kim)

1991년 2월 이화여자대학교 전자계산학과 학사
1993년 2월 이화여자대학교 전자계산학과 석사
1993년 3월~2002년 2월 한국통신 멀티미디어연구소
선임연구원

2001년 8월 서울대학교 컴퓨터공학부 박사
2002년 3월~현재 서경대학교 컴퓨터 공학과 조교수

관심분야 : 실시간 렌더링, 모바일3D, 증강현실, 볼륨
그래픽스



임철수(Cheol-Su Lim)

1985년 서울대학교 계산통계학과 학사 졸업
1988년 (미) 인디애나주립대 컴퓨터과학과 석사 졸업
1995년 서강대학교 전산과 박사 졸업
2007년 현재 서경대학교 컴퓨터 공학과 부교수 재임

관심분야 : 차세대컴퓨팅, 멀티미디어 시스템