

대인공포증의 치료를 위한 가상 연설 시뮬레이터의 실험적 제작

구정훈¹ · 장동표¹ · 신민보² · 조항준¹ · 안희범¹ · 조백환¹ · 김인영¹ · 김선일¹

¹한양대학교 의과대학 의공학교실, ²한양대학교 공과대학 전자통신전파공학과

(2000년 5월 18일 접수, 2000년 12월 4일 채택)

Construction of Virtual Public Speaking Simulator for Treatment of Social Phobia

J.H. Ku¹, D.P. Jang¹, M.B. Shin², H.J. Jo¹, H.B. Ahn¹,
B.H. Cho, I.Y. Kim¹, S. I. Kim¹

¹Department of Biomedical Engineering, College of Medicine, Hanyang University, Seoul, Korea

²Department of Electronic Communication & Radio Engineering, College of Engineering, Hanyang University, Seoul, Korea

(Received May 18, 2000. Accepted December 4, 2000)

요약 : 대인공포증은 사람과의 대면을 무서워하여 그 상황을 회피하는 증상을 말한다. 이 공포증을 치료하기 위해서는 약물치료방법과 인지·행동 치료방법이 주로 사용되었다. 이런 기존의 방법들은 치료 효율이 떨어지며, 치료시 어려움이 있다는 단점을 가지고 있다. 최근에는 기존의 치료방법의 단점을 극복하기 위해 많은 연구에서 가상현실을 정신치료에 적용하고 있다. 가상환경은 환자에게 적절한 자극을 제공하여 환자로 하여금 공포감을 느끼도록 하고, 환자는 이러한 공포상황에 체계적으로 노출됨으로써 공포증을 극복할 수 있게 된다.

본 연구에서는 개인용 컴퓨터를 기반으로 가상 연설 시뮬레이터를 개발하여 대인공포증 치료에 이용하고자 한다. 가상 연설 시뮬레이터를 구성하기 위해 위치센서, 머리 부착형 디스플레이장치와 사운드 시스템을 사용하였고, 치료를 위한 가상환경은 가상청중 8명이 있는 세미나실을 배경으로 구성하였다. 또한 가상현실 정신치료에서 중요한 요소로 작용하는 몰입감을 높이기 위해 머리 부착형 디스플레이 장치에 위치센서를 부착함으로써 환자의 머리이동이 가상환경에 적용되도록 하였고, 여기에 삼차원 사운드를 적용함으로써 목소리나 박수소리 등 여러 가지 소리들이 사실적으로 느껴지도록 하였다. 또한 가상청중이 환자의 발표내용에 맞게 여러 가지 행동과 표정을 변화하게 하였다.

본 연구에서 개발한 가상연설 시뮬레이터는 경제적이고 안전한 정신치료에 이용되는 것에 목적이 있으며, 앞으로의 임상실험을 통한 몰입과 공포유발 인자 및 치료효과의 에 관한 정보를 얻고, 이를 시뮬레이터에 계속 적용하는 연구가 필요할 것이다.

Abstract : A social phobia is an anxiety disorder characterized by extreme fear and phobic avoidance of social and performance situations. Medications or cognitive-behavior methods have been mainly used in treating it. These methods have some shortcomings such as being inefficient and difficult to apply to treatment. Lately the virtual reality technology has been applied to deal with the anxiety disorders in order to compensate for these defects. A virtual environment provides a patient with stimuli which evokes a phobia, and the patient's exposure to the virtual phobic situation make him be able to overcome it.

In this study, we suggested the public speaking simulator based on a personal computer for the treatment of social phobia. The public speaking simulator was composed of a position sensor, head mount display and audio system. And a virtual environment for the treatment was suggested to be a seminar room where 8 avatars are sitting. The virtual environment includes a tracking system the trace a participant's head-movement using a HMD with position sensor and 3D sound is added to the virtual environment so that he might feel it realistic. We also made avatars' motion and facial expression change in reaction to a participant's speech.

The goal of developing public speaking simulator is to apply to treat fear of public speaking efficiently and economically. In a future study, we should get more information about immergence and treatment efficiency by clinical test and apply it to this simulator.

Key words : Virtual reality, Public speaking simulator, Social phobia, Psychotherapy

* 이 논문은 2000년 국가지정 연구실 사업에 의해 지원되었음.

통신저자 : 김선일, (133-791) 서울시 성동구 행당동 17 한양대학교
의과대학 의공학교실
Tel. (02)2290-8280, Fax. (02)2296-5943
E-mail. sunkim@email.hanyang.ac.kr

서론

대인공포증은 다른 사람과의 상호관계를 두려워하여 사람과의 대면을 겁내고 두려워하며 피하는 증상으로 정의되어 진다. 이 공포증은 흔히 부끄러움을 탄다거나 소심한 태도로 나타나게 되는데, 이런 사람들은 자기도 모르게 실수를 해서 상대방이 당황하게 되거나 모욕감을 느끼게 되지 않을까 두려워하는 증상이 있다[1,2]. 또한 사람을 대할 때 혹은 사람이 있는 곳에 갈 때마다 피하고 싶고, 떠나고 싶어한다. 일반적으로 대인공포를 가진 사람들은 대중 앞에서 말하기, 윗사람과의 관계, 이성 관계 같은 일상적인 일에서 공포를 느끼고, 그 중에서 특히 대중 앞에서 말하기의 상황에서 가장 심하게 공포감을 느낀다[1].

이러한 대인공포증을 치료하기 위해서, 기존에는 주로 약물 치료 방법과 인지·행동 치료 방법이 주로 쓰여왔다. 약물치료는 항불안제제를 사용하여 공포상황에 노출되기 전에 미리 투약하여 불안을 감소시키는 방법이다. 하지만 이는 공포증치료에 있어서 효과의 지속성이 떨어지며, 또한 재발 가능성이 많고 습관성이 된다는 단점이 있다. 또 다른 방법중의 하나인 인지·행동 치료는 환자가 상상이나 실제상황을 통해 공포대상에 노출됨으로써 공포상황을 극복하게 하는 치료 방법이다. 하지만 이는 환자가 공포 상황을 상상하는데 어려움이 있거나, 너

무 두려워 실제 공포 상황에 직면하지 못한다는 단점이 있다[3,4].

최근 들어 이러한 단점을 보완하기 위해서 가상현실기술을 이용한 공포증치료기술이 대두되고 있다. 이는 가상적으로 점진적인 공포 상황을 구현하여 환자에게 제공함으로써 치료하는 방법이다[3,4,5]. 이를 통해 치료자는 상상에 의한 자극보다 실제적인 공포자극을 경험할 수 있게 되었고, 실제의 상황에 노출되는 방법보다 안전하게 치료를 할 수 있게 되었다. 이러한 이유로 가상현실을 이용한 광장공포증, 고소공포증, 폐쇄공포증 등의 치료에 관한 연구가 활발히 진행되고 있으며 그 효과 또한 다양한 연구에서 입증되고 있다[6,7,8,9,10].

하지만 현재까지 가상현실을 이용한 정신치료에 대한 연구 중 대인공포증 자체에 대한 연구는 미미한 편이며, 가상환경 또한 제대로 갖추어져 있지 않다. 최근에 영국의 런던대학에서 대인공포증을 위한 가상환경이 개발되었지만 시스템 자체가 고가 워크스테이션을 기반으로 구성되었기 때문에 범용성 면에 있어 떨어지는 단점이 있다[2].

본 연구에서는 개인용 컴퓨터를 기반으로 하여 가상현실을 이용한 대인공포증 치료를 위한 가상 연결 시뮬레이터를 개발하였다. 가상현실 정신치료에서 중요한 요소로 작용하는 몰입감을 높이기 위해 머리 부착형 디스플레이 장치에 위치센서를 부착함으로써 환자의 머리이동이 가상환경에 적용되도록 하였고, 여기에 삼차원 사운드를 적용함으로써 목소리나 박수소리

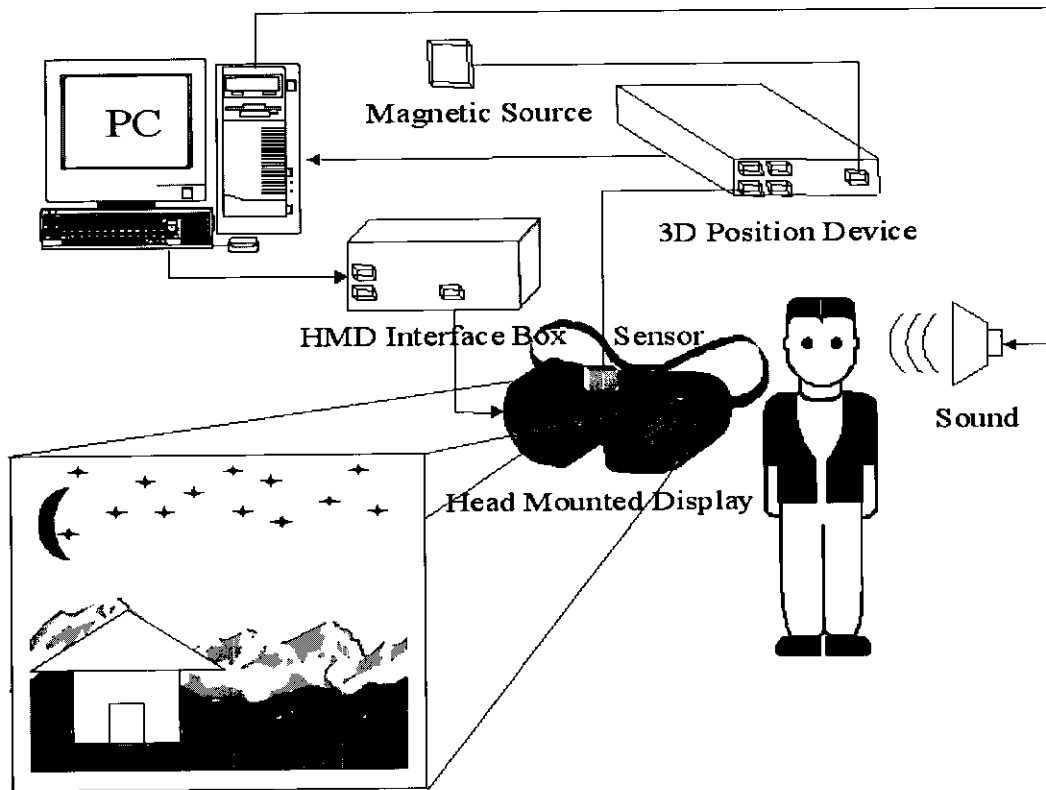


그림 1. 가상환경 구성을 위한 하드웨어 구성
Fig. 1. Hardware system for virtual environment

등 여러 가지 소리들이 사실적으로 느껴지도록 하였다. 또한 가상청중이 환자의 발표내용에 맞게 여러 가지 행동과 표정을 변화하게 하였다.

방 법

가상 현실 시뮬레이터를 이용한 대인공포증의 치료는 환자에게 위치센서가 부착된 머리착용 디스플레이 장치(Head Mount Display, HMD)를 착용하게 한 뒤 가상환경을 체험하게 하고, 이때 가상인물들은 제 각각의 동작을 하며 환자와 상호작용하게 된다. 이 때 환자는 가상인물의 반응에 대해 공포감을 느끼게 되고 이를 극복함으로써 치료가 행해지게 된다. 이러한 공포를 유발시키기 위해 가상인물은 환자의 연설에 관심을 보이고 주의해서 듣는 등 긍정적인 반응을 보일 때도 있으며, 또한 환자의 연설에 관심을 두지 않고 딴 행동을 하거나 하품을 하는 등의 부정적인 행동을 할 경우도 있다. 이러한 행동들은 원하는 시점에 치료자에 의해 조작될 수도 있고, 또한 각각의 가상인물이 고개를 끄덕이거나, 눈을 깜박거리는 등의 작은 행동들을 무작위로 행하여 실제 살아있는 인물처럼 행동하게 하였다.

시 스템

1. 하드웨어

가상 현실 시뮬레이터를 구현하기 위한 하드웨어로는 Pentium III PC, Direct X 3D 가속 지원 비디오 카드, HMD(Proview XL50), 위치센서(Fastrak) 그리고 사운드 시스템을 사용하였다. 위치센서로는 마그네틱 방식의 Polhemus사의 Fastrak을 사용하였다. 이 위치추적 시스템은 자기장을 발생시키는 마그네틱 소스와 그 자기장의 세기를 감지해 소스로부터의 위치를 읽어들이는 센서로 구성된다. 사용자의 몰입을 위해 HMD를 채택

하였으며, HMD에 위치센서를 부착함으로써 사용자의 머리 이동이 가상환경에 적용되도록 하였다. 그리고 가상환경에서의 소리를 그대로 재현해 주는 사운드 시스템을 사용하였다. 그림 1은 가상환경 하드웨어의 구성을 나타낸다.

2. 소프트웨어

3D Studio MAX를 사용하여 전체적인 가상환경, 가상인물, 가상인물의 동작 등을 생성하였으며, 이를 Visual C++, DirectX 7.0 SDK를 사용하여 사용자가 가상환경을 실시간으로 둘러보며, 상호작용할 수 있게 하였다.

본 연구에서 직접 제작한 모델 읽기 모듈을 사용하여 3D MAX Studio에서 생성한 발표장소와 가상청중의 모델을 읽어들이고, 이는 DirectX SDK와 Visual C++을 이용하여 제작한 실시간 렌더링 모듈을 통해 적절하게 변환된 다음 화면에 보여지게 된다. 이때 실시간 렌더링 모듈은 초당 30 프레임의 렌더링 속도를 유지하기 위해, 화면에 보이지 않는 폴리곤들을 잘라내거나 모델의 자세한 정도를 조절함으로써 폴리곤 수를 적절히 조절하면서 화면에 그리게 하였다. 그리고 사운드 읽기 모듈과 Direct Sound SDK를 이용하여 삼차원 사운드를 구현하여 사실감을 증가시켰다.

가상환경의 구성

1. 발표장소의 구성

대인공포증의 치료를 위한 발표상황은 일상적으로 자주 접하게 되는 6~8 명 앞에서 발표하는 상황으로 설정하였다. 따라서 장소는 8명의 가상인물이 있는 세미나실을 배경으로 제작되었다. 가상의 세미나실에는 8명이 앉을 수 있는 의자와 책상이 있고, 세미나실의 뒤에는 캐비닛과 같은 익숙한 가구가 있으며 발표자의 뒤에 칠판을 두고, 앞에는 연단을 두었다. 발

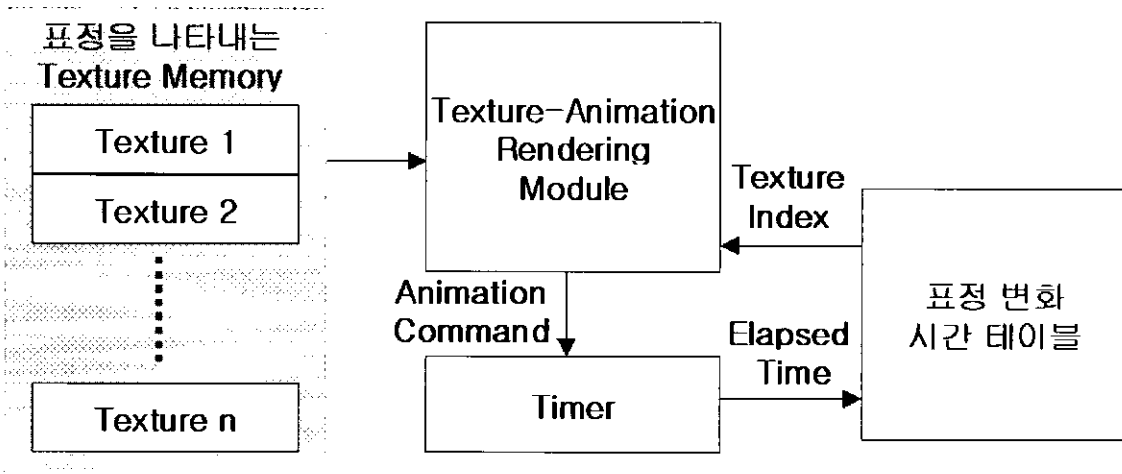


그림 2. 시간 테이블을 이용한 텍스처 애니메이션 다이어그램
Fig. 2. Texture animation diagram using a time table

표 1. 연설자와 반응하기 위한 가상인물의 행동과 표정

Table 1. Avatar's behavior and facial expression

가상인물들의 짧은 행동	연설자에 반응하기 위한 가상인물의 반응	연설자에 반응하기 위한 가상인물의 표정
<ul style="list-style-type: none"> · 고개를 끄덕임 · 머리를 긁적임 · 눈을 깜박거리 · 두리번 거림 	<ul style="list-style-type: none"> · 손을 들고, 질문한다 · 옆사람과 이야기 한다. · 일어나서 박수를 친다. · 앉은상태에서 박수를 친다. · 팔짱끼고 앉아 있다. · 턱데 보고 있다. · 즐고 있다. · 야유를 보낸다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 짜증나는 표정 · 비웃는 표정 · 무덤덤한 표정 · 즐린 표정 · 관심을 보이는 표정 · 놀라는 표정 · 하품하는 모습

표자는 연단 앞에서 가상의 청중들을 대상으로 발표하게 된다[그림 2].

2. 가상인물(Avatar)의 구성

대인공포증을 가진 사람들은 자신이 발표하고 있을 때 청중들의 반응에 따라서 여러 가지 불안정도를 갖는다. 따라서 발표자의 불안을 적당히 유발시키기 위해 각각의 가상인물은 실제 사람과 비슷한 동작과 목소리 표정 등을 가지고 있어야 하며, 발표자의 상황에 적절히 반응하여야 한다[2].

따라서 본 연구에서는 가상의 인물이 실제 살아있는 것처럼 보이게 하기 위해 연속적인 간단한 동작이나 표정들을 무작위로 되풀이하게 하였으며, 또한 치료자가 원하는 시점에 명령을 주어 가상인물에게 다양한 동작을 하도록 할 수 있게 구성하였다. 그리고 실제 사람의 목소리를 녹음하여, 여러 목소리를 가상의 인물들에 적용하도록 하였다. 이때 가상의 인물의 입 모양 또한 변하게 하였다.

표1은 가상인물들이 나타내는 표정이나 행동들을 나타낸다.

1) 가상인물의 행동

가상인물에 행동을 부여하기 위해서 가장 보편적으로 사용되고 있는 방법은 모델링 툴을 이용하여 모션의 키 값을 생성하는 것이다. 이 경우는 모션의 자연스러움은 부족하지만, PC에서의 작업이 가능하며 짧은 시간에 키 값을 얻을 수 있다는

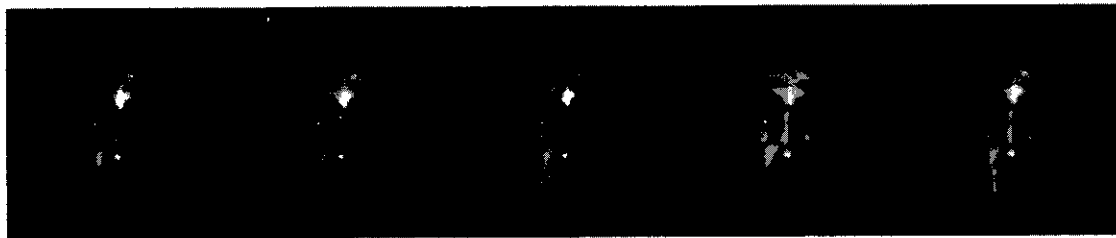
장점이 있다[11].

따라서 본 연구에서 가장 많이 사용되는 모델링 툴인 3D Studio MAX를 사용하여 가상인물의 키 값을 생성하였다. 모델링 툴을 사용하여 얻어진 키 값은 ASCII 파일로 출력하여 직접 제작한 읽기 모듈에서 읽어들이는 다음 그 키 값에 따라 가상인물이 움직이도록 하였다. ASCII 파일내의 애니메이션 키 값은 그때의 시간과 각 물체들의 회전축과 그 회전축에 대한 회전값으로 구성되어 있다. 가상인물이 부드럽게 움직이게 하기 위해 각각의 키 값 사이의 회전값을 선형 보간법을 적용하였다.

이러한 애니메이션 키 값이 가상인물에 제대로 적용되기 위해서는 계층구조를 필요로 하게 된다. 본 연구에서는 9 부분의 계층구조를 가진 노드들로 가상인물을 제작하였다. 이런 계층구조를 이루는 하나 하나의 요소를 노드라고 한다. 이러한 노드들에 대한 애니메이션 키 값은 절대적인 좌표를 기준으로 생성되는 것이 아니라 자기의 부모노드에 대한 상대적인 값으로 나타나게 되므로 가상인물을 제대로 움직이기 위해서는 부모노드의 회전값과 자기의 회전값을 고려해서 계산해 주어야 한다.

2) 가상인물의 표정

가상인물의 표정들을 생성하기 위해서는 크게 두 가지 방법



텍스처 인덱스				
1	2	3	4	5
경과시간(초)				
0	0.5	1.3	2.2	3.0

그림 3. 표정 텍스처와 시간 테이블과의 관계 예

Fig. 3. Example of a relationship between facial texture and time table

으로 분류할 수 있다. 하나는 원하는 부분(입, 눈, 눈썹 등)의 폴리곤들을 지정한 방향으로 움직이게 하는 모핑 기법을 쓰는 것이다. 이는 표정을 생성하는데 막대한 노력이 소요되고, 실제로 가상 환경에서 실시간으로 구현하기에 계산량이 너무 많아서 문제가 된다[11,12]. 그리고 다른 하나의 방법은 표정의 텍스처들을 자세한 모델을 가지고 미리 생성한 다음 이를 간단한 모델에 실시간으로 맵핑함으로써 표정의 변화를 주는 것이다. 이를 텍스처 애니메이션 기법이라고 하는데, 이는 실시간으로 표정을 바꿀 수 있다는 장점이 있으나 시간과 표정과의 관계를 얻지는 못한다. 따라서 본 연구에서는 애니메이션 키와 비슷한 포맷으로 시간과 표정의 텍스처와의 관계를 가지고 있지 않기 때문에 표정의 변화가 자연스럽게 못하는 현상을 나타내게 된다.

따라서 본 연구에서는 텍스처 애니메이션 기법을 약간 변형시켜, 표정의 텍스처와 시간과의 관계를 나타내기 위해 애니메이션 키와 비슷한 포맷으로 표정변화 시간 테이블을 정하여, 이에 따라서 가상인물의 표정을 변화하게 하였다. 다음 그림과 같이 표정 변화의 명령이 전달되면, 타이머를 동작시켜 시작시

간부터의 소요시간을 계산, 표정변화 시간 테이블에서 해당 시간의 텍스처 인덱스를 찾은 후, 그 인덱스를 렌더링 모듈에 전달함으로써 그 시간의 정확한 표정의 변화를 표현할 수 있게 된다.

3) 가상인물의 음성

가상의 인물들은 연설도중에 옆 사람과 말을 한다거나, 웃고, 박수를 치는 등 여러 가지의 소리를 낸다. 이를 위해 본 연구에서는 직접 녹음을 하여 사운드 채취를 하였다. 그리고 이를 사운드 라이브러리를 사용하여 제작한 사운드읽기 모듈을 사용하여 WAV 파일 형식을 읽어서 재생하였다. 이때 읽어진 사운드에 아무런 조작없이 재생을 하게 되면 가상의 인물의 위치에 따라 소리의 변화가 없게 되는데, 이것은 사용자의 몰입감을 떨어뜨리는 요소로 작용한다. 따라서 본 연구에서는 Direct Sound SDK를 사용하여 가상의 인물의 위치에 따라 왼쪽과 오른쪽의 사운드의 소리크기와 주파수를 달리하여 소리가 나는 방향을 알 수 있도록 하였다. 따라서 환자가 고개를 돌릴 경우 이는 즉각적으로 반응하여 소리가 나는 위치를 바

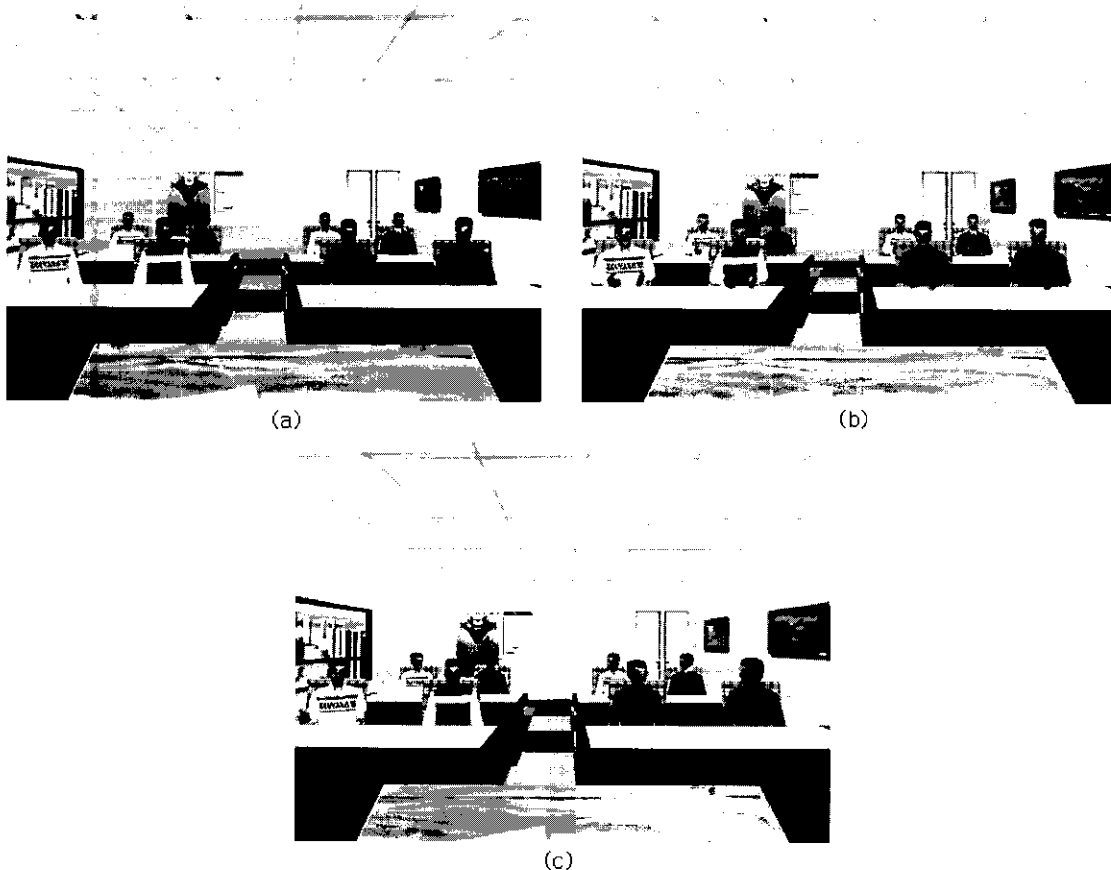


그림 4. 대중 앞에서 말하기 시뮬레이션의 가상환경 (a) 전체모습 (b) 가상인물의 행동(박수) (c) 가상인물의 무작위 행동

Fig. 4. Virtual environment for the public speaking (a) total scene (b) avatars' clap motion (c) avatars' random motion



그림 5. 가상인물의 다양한 행동들
Fig. 5. Avatars' various behaviors



그림 6. 가상인물들의 표정변화
Fig. 6. Avatars' facial expression

뛰춤으로써 소리가 훨씬 더 사실적으로 들리게 제작하였다.

결과 및 고찰

본 연구에서는 대인공포증 환자가 두려워하는 가상 연설 시뮬레이터를 PC를 기반으로 하여 개발하였다. 이 시뮬레이터는 세미나실 안에 가상의 청중이 8명이 존재하고 각각의 가상의 청중들은 그들의 행동, 목소리, 표정 등을 가지고 있게 제작이 되었다. 이러한 가상의 청중들은 발표자의 공포를 유발하기 위해 치료자에 의해서나, 계속적인 무작위 행동을 하게 된다.

그림 4는 대중 앞에서 말하기 시뮬레이션 도중의 전체 화면을 나타낸다. 발표자의 앞에 연단이 있고, 그 앞에 8명의 청중들이 발표를 듣고 있다. 그림 4(a)는 시뮬레이션의 초기 모습을 나타내는 것이며, 가상인물이 아무 것도 하지 않고 연설을 듣고 있는 상황이고, 그림 4(b)는 시뮬레이션 도중에 조작자의 명령에 의해 가상인물 전체가 박수를 치고 있는 모습을 보여준다. 그리고 그림 4(c)는 환자의 발표도중에 가상인물들이 서로 얘기를 한다든지, 이해를 못하는 행동을 하는 등의 무작위로 행동을 하는 것을 보여준다. 그림 5는 가상인물의 박수나 이해를 못하는 행동 그리고 기지개 등의 행동들을 보여준다. 이 행동들은 치료도중 환자에게 공포를 일으키는 요소로 작용

한다. 그림 4와 그림 5에서는 치료자의 조작에 의해 가상의 인물에 명령이 내려질 수 있으며, 또한 실제 살아있는 사람처럼 계속해서 어떤 동작들을 행할 수 있다는 것을 보여준다. 그림 6은 시간 테이블을 이용한 텍처서 애니메이션 기법에 의한 가상인물의 하품하는 표정의 변화를 나타내고 있다.

본 시뮬레이터의 가상환경은 일상적으로 접할 수 있는 발표 상황을 기반으로 제작되었으며, 개발한 대중 연설 시뮬레이터는 몇 가지의 개선점을 가지고 있다.

첫째로, 가상인물의 행동과 행동사이의 연결이 부자연스러워 사실감을 떨어뜨리는 점이다. 예를 들면 박수를 치는 행동에서는 로봇의 동작처럼 끊어지는 현상을 발견할 수 있었다. 이는 애니메이션의 키 재생시 선형 보간법을 사용하였기 때문으로 생각된다. 이러한 문제는 애니메이션 키를 자세하게 생성하거나 고차의 보간법을 사용함으로써 해결될 것으로 기대된다. 그리고 모션 캡처장비를 이용하여 애니메이션 키를 얻는 방법도 생각해 보아야 할 것이다.

두 번째로, 가상인물의 행동과 표정, 음성 사이에 동기화가 잘 이루어지지 않는다는 점이다. 이는 특히 표정과 음성 사이와 행동과 효과음 사이에서 이런 동기화의 문제가 두드러짐을 볼 수 있었다. 예를 들면 얘기를 하고 있는 말과 입 모양이 맞지 않는 경우, 또는 박수모션과 박수소리와 동기가 잘 이루어

지지 않는 경우를 들 수 있다. 이로 인해 환자가 가상현실의 경험시 현실과의 동떨어진 느낌을 가질 수도 있으며, 이는 가상현실에서의 몰입을 떨어뜨리는 요소로 작용할 수 있다. 이는 사운드를 구간별로 잘라서 모션과 표정의 스크립트에 맞추어 재생하는 방법으로 해결될 수 있을 것이다.

셋째로, 대인공포증을 가진 사람의 증상이 다양하고 서로 공포를 일으키는 상황이 달라 여러 가지의 가상환경 구성이 요구된다. 특히 본 연구에서는 가상인물을 8명으로만 구성하였는데 이는 너무 적은 청중들이라서 어떤 환자들에게는 공포를 유발하지 않을 수도 있다. 이는 더 많은 가상인물이 포함된 가상환경을 구성해야 할 것이다. 하지만 현재의 기술은 실시간으로 처리할 수 있는 폴리곤 수가 정해져 있으므로 가상인물을 추가하는 것은 한계가 있다. 따라서 가상인물의 추가에 따른 렌더링 속도의 감소를 줄이기 위한 알고리즘이 필요할 것으로 생각된다.

결 론

본 연구에서는 대인공포증 치료를 위한 대중 연결 시뮬레이터를 개발하였다. 이 시뮬레이터는 기존의 약물치료나 행동치료는 중독성과 비효율성의 문제점을 갖고있는 것을 보완하여 더 경제적이고, 안전한 정신치료에 이용되는 것에 목적이 있다.

본 연구에서 개발한 시뮬레이터는 가상현실 정신치료에서 중요한 요소로 작용하는 몰입감을 높이기 위해 환자의 머리의 움직임이 가상환경에 적용되도록 하였고, 청중들의 소리를 입체적으로 느낄 수 있는 삼차원 사운드를 적용하였으며, 여기에 환자의 공포를 유발할 수 있는 가상인물의 행동, 표정, 음성 등의 여러 가지 요소를 가지게 하였다. 이러한 요소들은 환자들에게 가상환경의 체험 중 공포감을 불러일으키고 환자는 이를 극복함으로써 치료받게 될 것이다.

앞으로의 연구에서 임상실험을 통한 가상현실에 대한 몰입과 공포유발 인자 및 치료효과에 관한 정보를 얻고 이를 본 가상연설 시뮬레이터에 적용하는 연구가 계속 되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

1. M. M Antony, "Assessment and Treatment of Social Phobia", Can J Psychiatry, Vol.42, pp.826-834, October 1997
2. M. Slater, D. P. Pertaub, A. Steed, "Public Speaking in Virtual Reality: Facing an Audience of Avatars", IEEE Computer Graphics & Application Vol.19 No.2 pp6-9, March/April 1999
3. M. North, S. M. North, and J. R. Coble, "Virtual Reality Therapy: An Effective Treatment for Psychological Disorders", Virtual Reality in Neuro-Psychology IOS Press, 1997
4. D. Strickland, L. Hodges, M. North, S. Weghorst, "Overcoming Phobias by Virtual Exposure", Comm. ACM, Vol.40, No.8, pp.34-39, 1997
5. R. W Bloom, "Psychiatric Therapeutic Applications of Virtual Reality Technology(VRT): Research Prospectus and Phenomenological Critique", Medicine Meets Virtual Reality IOS Press, 1997
6. M. P. Huang, J. Himle, K. P. Beier, N. E. Alessi, "Comparing Virtual and Real Worlds for Acrophobia Treatment" Medicine Meets Virtual Reality IOS Press, 1998
7. B. O. Rothbaum, L. F. Hodges, R. Kooper, D. Opdyke, J. S. Willford, M. North, "Effectiveness of Computer-Generated(Virtual Reality) Graded Exposure in the Treatment of Acrophobia", Am J Psychiatry 152:4, pp.626-628, 1995
8. B. O. Rothbaum, "Virtual Reality Graded Exposure in the Treatment of Acrophobia: A Case Report", Behavior Therapy, Vol.26, pp.547-554, 1995
9. M. North, S. M. North, J. R. Coble, "Effectiveness of Virtual Environment Desensitization In The Treatment of Agoraphobia", The International Journal of Virtual Reality, Vol.1, No.2, pp.25-34, 1995
10. M. North, S. M. North, "Relative Effectiveness of Virtual Environment Desensitization and Imaginal Desensitization in the Treatment of Aerophobia", The Archnet Electronic Journal on Virtual Culture, Vol.2, Sept. 1994
11. J. Vince, Virtual Reality Systems, Addison-Wesley Publishing Co., 1995
12. F. Parke and K. Waters, Computer Facial Animation, A.K. Peters, Wellesley Mass., 1998