

3D 가상환경시스템 이용한 공포증 치료에 대한 연구

백승운*

요 약

가상현실은 인간과 컴퓨터가 서로 커뮤니케이션 할 수 있도록 하는 새로운 테크놀로지이다. 이는 사용자로 하여금 컴퓨터로 만들어진 가상의 삼차원 환경 속에서 보고, 듣고, 느끼며 그리고 가상환경과 상호 작용할 수 있도록 한다.

본 논문에서는 정신치료 분야에 가상현실을 도입하고 이를 이용한 고소공포증 노출 치료 시스템을 개발하였다. 고소공포증은 높은 곳에 올라가면 불안, 공포를 느끼며 추락할 것 같은 두려움과 함께 자기도 모르게 뛰어내릴 것 같은 불안이 공포에까지 이르는 상태이다. 이 공포증을 치료하기 위해서는 약물치료방법과 인지, 행동 치료 방법이 주로 사용되었으나 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. 이 논문에서는 개인용 컴퓨터를 기반으로 가상 엘리베이터 시뮬레이터를 개발하여 고소공포증 치료에 이용하고자 한다. 가상 엘리베이터 시뮬레이터를 구성하기 위해 위치센서, 머리 부착형 디스플레이 장치와 사운드 시스템을 사용하였고, 치료를 위한 가상환경은 전망용 엘리베이터에서 바라본 건물들을 배경으로 구성하였다. 또한 가상현실 정신치료에서 중요한 요소로 작용하는 몰입감을 높이기 위해 머리 부착형 디스플레이 장치에 위치센서를 부착함으로써 환자의 머리이동이 가상환경에 적용되도록 하였으며, 삼차원 사운드를 적용함으로써 사실적으로 느껴지도록 하였다. 이 연구를 통하여 생체신호를 측정하여, 가상환경에 노출 전과 후의 ECG를 측정 비교하였다.

1. 서론

가상현실은 인간과 컴퓨터가 서로 커뮤니케이션 할 수 있도록 하는 새로운 테크놀로지이다. 이는 사용자로 하여금 컴퓨터로 만들어진 가상의 삼차원 환경 속에서 보고, 듣고, 느끼며 그리고 가상환경과 상호 작용할 수 있도록 한다. 여기서 사용자들은 더 이상 컴퓨터 화면에 나타난 자료나 이미지에 대한 단순한 관찰자가 아니라 컴퓨터 합성 3차원 가상세계에 참여하는 적극적

인 참여자인 것이다. 가상환경은 사용자에게 가상환경에의 실제감 혹은 몰입감을 제공하기 위해서 컴퓨터 그래픽, 다양한 디스플레이 그리고 입력테크놀로지를 통합한다는 점에서 전통적인 디스플레이와 구분된다. 가상환경을 창조하는 몇 가지 접근법이 있다. 머리 착용 디스플레이(Head Mount Display, HMD)는 개별 수상장치에 대한 분리된 독립된 디스플레이로서 구성되는 데 개별 수상장치들은 일종의 광학장치와 위치추적 장치들과 함께 머리에 착용하도록 되어있다.

가상환경은 또한 사용자로 하여금 가상공간들과 상호 작용하게 하는 특별한 기술들을 제공한

* 명지대학교 전기정보 제어 공학부 박사과정

다. 현재의 기술들은 손과 손가락의 위치들을 추적하여 사용자로 하여금 가상물체를 잡을 수 있게 해주는 특수한 장갑, 마우스, 네비게이션 장치들 그리고 사용자로 하여금 가상환경 내에서 자유롭게 움직일 수 있도록 해주는 자전거 또는 비행의자 등과 같은 이동장치들이 포함된다.

가상현실 테크놀로지를 이용하여 정신과적인 장애를 치료한다는 것은 1992년 미국에서 시작되었다. 가상 현실 시뮬레이터를 이용한 고소공포증의 치료는 환자에게 위치센서가 부착된 머리착용 디스플레이장치를 착용하게 한 뒤 가상환경을 체험하게 하고, 이때 가상엘리베이터는 각 층을 이동하여 환자와 상호작용 하게 된다. 이때 환자는 각 층의 높이에 대한 반응에 대해 공포감을 느끼게 되고 이를 극복함으로써 치료가 행해지게 된다. 정신장애의 진단과 통계 편람Ⅳ(미국 정신의학회, 1994)에 의하면 고소공포증은 특정공포증으로 분류되어 있으며 이러한 장애를 지니고 있는 사람은 어떠한 높은 곳에 노출되었을 때 현저한 불안, 당황, 높은 곳에 대한 회피, 그리고 그러한 두려움의 결과로 인한 일상생활의 방해로 나타날 수 있다.[1] 이러한 고소공포증을 치료하기 위해서, 기존에는 주로 약물치료 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 치료방법이다. 하지만 이는 환자가 공포 상황을 상상하는데 어려움이 있거나, 너무 두려워 실제 공포상황에 직면하지 못한다는 단점이 있다.[2]

최근 들어 이러한 단점을 보완하기 위해서 가상현실 기술을 이용한 공포증치료기술이 대두되고 있다. 이는 가상적으로 점진적인 공포상황을 구현하여 환자에게 제공함으로써 치료하는 방법이다.[3] 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.[4,5]

하지만 현재까지 가상현실을 이용한 정신치료에 대한 연구중 고소공포증에 대한 연구는 최근에 미국의 애틀랜타 대학에서 고소공포증을 위한 가상환경이 개발되었지만 시스템 자체가 고가 워크스테이션을 기반으로 구성되었기 때문에 가격면에 있어 일반인들이 사용하기 힘들다는 단점이 있다.[6]

이미 정신장애 치료분야에서 가상현실을 이용한 연구는 비행공포, 고소공포, 거미공포 그리고 대중 앞에서 말하기에 대한 두려움 등의 특정 공포증에 집중되어 활발히 진행되고 있지만 대부분이 고가의 의료시스템을 사용하고 있으며, 가상환경의 실질적인 측면인 사실감에서도 애니메이션 효과를 꺾야하기 때문에 위치추적에 따른 실시간 행동감이 떨어지고 있다.[7]

본 연구에서는 고소공포증 치료를 위해 개인용 컴퓨터를 기반으로 가상현실 구성하였고, 이를 이용하여 고소공포증 치료에 가상 엘리베이터 시뮬레이터의 효능을 실험하였다. 가상현실에서 몰입감을 높이기 위하여 머리 부착형 디스플레이 장치에 위치센서를 부착함으로써, 피실험자의 머리가동이 가상환경에 적용되도록 하였다. 또한 가상현실이 고소공포증에 효과가 있는

지 확인하기 위하여, 피실험자가 몰입상태에 있을 때와 실제상황에서의 신체신호를 측정 비교하였고, 또한 기존의 논문들에서 행했던 질문에 의한 방법을 병행 비교함으로써 가상환경의 치료 가능성을 검증하고자 한다.

II. 가상환경 시스템의 구성

피실험자에게 공포를 유발시키기 위해 가상환경은 현실과 거의 유사하게 만들어야한다. 본 연구에서 사용된 가상환경은 원하는 시점에서 피실험자가 조작할 수 있고, 또한 실험자에 의해 조작이 가능하도록 하였다. 그리고 실험중에 피실험자의 신체에서 나오는 ECG 데이터를 취득하여 가상현실에서와 실제상황에서의 ECG 데이터를 비교 가상환경의 성능을 비교하였다. 전체 시스템은 높은 곳에 대한 두려움을 유발하기 위한 가상고소공포 환경과 데이터 추출을 위해 그림 1과 같이 구성하였다.

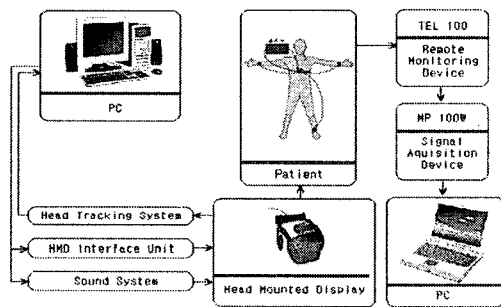


그림 4 시스템 구성도

Fig 1. Block Diagram of virtual reality therapy system

2.1 하드웨어

가상 건물을 구현하기 위한 하드웨어로는 PentiumIII 1GHz PC, Fire GL 4000 3D 가속 지원 비디오 카드, 위치 추적센서가 내장되어있는 HMD(i-glasses), 그리고 사운드 시스템을 이용하였다. 사람의 눈은 대략 280°정도의 각도로 관찰할 수강 있지만 컴퓨터 모니터의 경우는 약 56°정도를 인간에게 디스플레이 해주고 있다. 이것을 극복하는 기술이 선행되어야 하는데 그 중 하나가 TRACKING 장치를 통한 제한된 관찰 각의 극복이다. 이 위치센서를 통하여 HMD를 쓴 피험자의 움직임을 따라 화면이 움직여 더욱 현실감을 느낄 수 있도록 제작하였다.

또한 실험중 나타나는 피험자의 신체적 증상을 객관적인 데이터로 파악 및 분석하기 위하여 생체신호를 취득하였는데, 이 데이터 취득에는 심장의 질병 유무 판별을 위해 사용되는 표준 임상 심전도 취득용 12-리드 시스템을 기반으로 원격 감시 장비(remote monitoring device)를 조합하여 장시간의 표시가 가능한 시스템 구현을 목표로한다. 부착용 전극(electrode)은 EL500(P.N.S. foam dual element electrode: Vermont Medical Inc)과 SS@(shielded electrode : BIOPAC Inc.)를 연결 구성한다.

표준 가지 리드- I (standard limb lead- I)을 통해 취득된 심전도 원신호는 원격 감시 장비인 TEL100(BIOPAC system Inc.)을 이용하여 증폭한다. TEL100을 환자의 몸에 휴대하여 실제 상황과 가상현실 상황에서의 심장 활동의 변화를 전달하며 원신호에 대한 증폭율은 1K가 적절하다. 원격 감시 장비를 통해 전달된 환자의 심전도 기록은 MP100W (BIOPAC System Inc.)를 통해 디지털 샘플링 된다. MP100W 신호 취득 장비(signal acquisition device)는 PC를 통한 인터

페이스가 용이하며 생체 신호 취득을 위한 범용 장비이므로 심전도만을 위한 별도의 시스템을 구축하는 것에 비해 상대적인 저가·고효율을 얻을 수 있다.

TEL100으로부터 증폭, 전달된 심전도는 MP 100W를 통해 200Hz 샘플링 되어 PC의 디스크에 저장된다.

2.2 소프트웨어

3차원 모델링툴인 3D STUDIO MAX(Kinetix)를 사용하여 전체적인 가상환경의 모델들을 디자인하고 텍스처를 맵핑하였으며, 이를 Visual C++, OpenGL을 사용하여 사용자가 가상환경을 실시간으로 사용할 수 있게 하였다.

본 연구에서 제작한 모델 읽기 모듈을 사용하여 3D STUDIO MAX에서 생성한 가상건물의 모델을 읽어들이고 이는 OpenGL, Visual C++을 이용하여 제작한 실시간 렌더링 모듈을 통해 적절하게 변환된 다음 화면에 보여지게 된다. 이때 실시간 렌더링 모듈은 초당 30프레임의 렌더링 속도를 유지하게 위해 화면에 보이지 않는 폴리곤들을 잘라내거나 모델의 자세한 정도를 조절함으로써 폴리곤 수를 적절히 조절하면서 화면에 그리게 하였다. 3D MAX에서 만들어진 모델들을 3ds 라는 파일로 생성하여 Visual C++과 OpenGL에서 읽어들이는 다음 폴리곤 변환 매트릭스를 통해 3차원 오브젝트를 2차원 평면상의 화면에 보여주게 하였다.

화면구성시 음영처리(shading)는 Phong Shading 방법을 사용하였으며 이 방법은 음영처리 알고리즘 중 광원과 물체에 반사되는 빛, 물체에서 빛이 반사되는 정도, 관찰자의 위치 등을 고려하여 표현하는 방법이다. Phong Shading 방법은 물체의 표면에서의 정반사의 광도를 $\cos^n \phi$

에 비례하도록 하고, n은 관측될 면의 형을 결정한다. Phong Shading 방법은 식 (1)과 같이 일반화된다.

$$I = \frac{I_a \times ka \times Oda + fatt \times Ip [kd \times Od]}{(\vec{N} \cdot \vec{L}) + ks (\vec{R} \cdot \vec{V})^n} \quad (1)$$

where, I_a = the ambient intensity
 ka = the ambient co-efficient
 Oda = the colour for the ambient
 $fatt$ = the atmospheric attenuation factor
 Ip = the intensity of the point source
 kd = the diffuse co-efficient
 Od = the objects colour
 ks = the specular co-efficient
 n = the objects shinyness
 \vec{N} = the normal vector
 \vec{L} = the lighting vector
 \vec{R} = the reflection vector
 \vec{V} = the viewing vector

그리고, 사운드 읽기 모듈을 통해서 삼차원 사운드를 구현하여 사실감을 증가시켰다. 또한 엘리베이터의 높이 조절도 피실험자의 직접적인 통제하에 이루어지도록 구성하였다.

2.3 가상환경의 구성

가상 엘리베이터는 우리가 일반적으로 쉽게 접할수 있는 10층 빌딩의 전망용 엘리베이터를 모델로 공포를 극대화하기 위해 중앙에 놓인 벽과 천장, 바닥, 옆면등이 유리로 되어있는, 즉 열린 엘리베이터의 형식으로 구성하였으며, 엘리베이터는 Page Up/ Down, space bar 세 버튼을 통해서 아래위로 움직이거나, 정지할수 있도록 구성하였고 가상엘리베이터가 한층을 올라가거나 내려오는데 10초의 시간이 소요되도록 제작하였다.

건물의 제작은 실제 있는 건물과 같은 높이가 되어야 사실감이 더해지므로 한층의 높이가 2.5m인 10층 건물로 제작하였으며, 피험자가 바라보

는 건물들은 일상적으로 자주 접하게 되는 상황들을 설정하였다.

따라서 건물은 서울의 도심지 배경으로 도로와 빌딩숲 그리고 자동차를 두었다.

피실험자가 바라보는 전체적인 건물들의 구성은 3D STUDIO MAX를 사용하여 생성하였으며, 3D STUDIO MAX에서 만들어진 모델들을 3ds 파일로 포맷하여 OpenGL, Visual C++을 통해 읽어들이는 다음 화면에 보여주게 하였다. 이는 엘리베이터의 움직임이나, 피험자의 눈위치에 따라서 그때의 시간과 각 물체들의 회전축과

그 회전축에 대한 회전값으로 구성되어있다. 가상환경이 부드럽게 움직이게 하기 위해 각각의 키값 사이의 회전값을 선형 보간법을 적용하였다.

가상환경의 몰입감을 증가시키기 위해서 3차원 음향을 지원하는데 이 가상환경속의 음향은 엘리베이터 작동시, 엘리베이터에서 나오는 문 닫히는 소리와, 모터소리들을 녹음하여 사운드를 채취하였다. 그리고 이를 사운드 라이브러리를 사용하여 제작한 사운드 읽기 모듈을 사용하여 wav 파일형식을 읽어서 재생하였다. 이는 피험자가 엘리베이터 버튼을 조작할 시 즉각적으로 반응하여 소리가 나게 만들어줌으로써 피험자가 엘리베이터 안에 있다는 현실감을 줄수 있게 제작한 것이다.

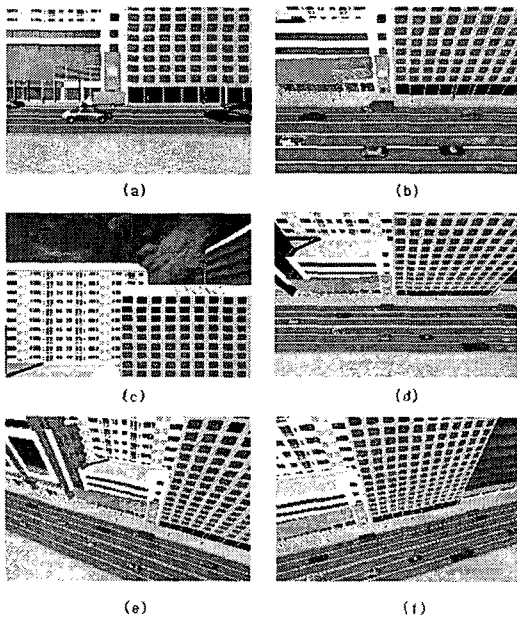


그림 2 엘리베이터에서 바라본 가상장면들
 (a) 1층에서 바라본 장면
 (b) 5층에서 내려다본 장면
 (c) 10층에서 내려다본 장면
 (d) 10층에서 정면을 바라본 장면
 (e)(f) 10층에서 옆을 바라본 장면

Fig 2. Virtual scenes of building with a elevator

III. 실험 및 결과

본 논문의 실험은 그림 4와 같은 진행순서에 의해서 실험되어졌다.

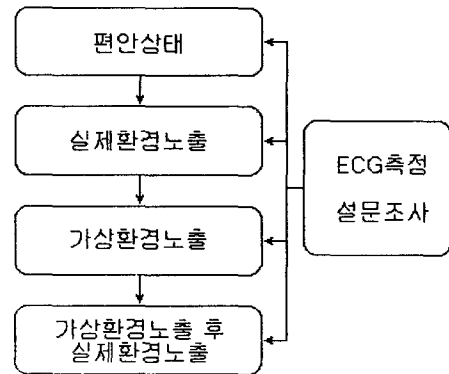


그림 3 실험의 진행과정
 Fig 3. Overall procedures

본 논문은 생체신호를 이용해서 가상현실을 경험하는 사람에 대해, 실험시 발생하는 생체신호를 바탕으로 가상현실 환경의 영향을 분석하였다. 가상현실의 인체에 대한 영향 평가를 위하여서는 가상현실에서 일어날 수 있는 여러 가지 상황들을 구분해서 분석하는 것이 필요하다. 우선 가상현실이 얼마나 현실과 비슷하고 피험자가 제시된 가상환경에 얼마만큼 빠져 들었는지를 나타내는 입장감과 가상현실에서 느끼는 불편함 중 일반적으로 가장 크게 호소하는 simulator sickness를 구분하는 것이 중요하다.

현재까지 가상현실이 노출된 인체에 대한 여러 가지 영향은 Motion Sickness History Questionnaire(MHQ) 라는 사전 설문지와 기능장애 평가를 위한 Postural Test, 그리고 가장 널리 쓰이는 Simulation Sickness Questionnaire(SSQ) 라는 사후 설문지를 통해서 주관적으로 평가되는 것이 일반적인 방법이었다.

그러나 이런 방법은 피험자가 훈련을 받지 않는 실험 환경에서는 커다란 오차를 발생할 수 있고, 설문은 사전 사후의 별도의 시간이 필요하며, 실험 순간과는 시간적이 차이가 있기 때문에, 실험중의 순간적인 요인에 대해서는 측정할 수 없다. 그래서 주관적인 설문 이외에 객관적인 방법으로 실험중 인체에 대한 영향을 생체신호의 검출 및 분석을 통하여 객관적으로 규명해내는 일은 가상현실 시스템 설계를 위해서 매우 필요한 일이라 할 수 있다.

인체의 영향평가를 위한 시스템은 다음의 몇 단계로 구성되어있다. 제일 앞단의 생체신호 입력부에서 임상 심전도 취득용인 BIOPAC을 이용하여 인체 표면의 전위를 측정하는데 사용하는 전극은 EL500 (P.N.S. foam dual element electrode: Vermont Medical Inc.)은 피실험자의 양어깨(왼쪽+, 오른쪽-)와 배꼽근처(접지극)에

부착한 뒤 SS2(shielded electrode: BIOPAC Inc.)와 연결시켜 구성한다. 구성된 전극은 원격 감시 장비인 TEL 100(remote monitoring device: BIOPAC Inc.)을 통해 0.05 Hz 기전선(baseline) 제거 필터링과 80Hz highpass filter, 60Hz notch 필터링, 그리고 채널 이득 10 K 증폭 후 MP 100W(digital signal acquisition device: BIOPAC Inc.)를 사용하여 20 분 동안 200 samples/sec 32 비트 단위로 취득 저장하여 실험에 사용하였다. 전처리 과정의 협대역 필터링에는 MP100W의 제어 패키지인 Acknowledge(ACK100W: BIOPAC Inc.)에서 제공하는 디지털 소프트웨어 필터를 사용하였다. 소프트웨어 필터의 사용은 아날로그 협대역 필터 제작의 어려움을 해결하고 디지털 샘플링된 신호를 크게 왜곡시키지 않는 장점에 비해 시스템의 실시간 연산 능력 구현을 어렵게 하는 단점을 지닌다. 신호 검출 측정은 피실험자의 심전도 해석을 한다.

우선 피실험자의 심전도 데이터는 가상환경에 접하기 전과, 가상환경에 노출된 상황에서의 데이터를 비교해보기로 하였다.

정상상태에서의 피험자의 심전도 데이터를 위해 가장 편안한 자세로 누워있을 때의 심전도를 20분간 취득하였다. 가상환경 노출 실험 시간은 약 30분 가량이었으며 실제 가상환경에는 약 10~15분간 노출되었다.

본 실험은 크게 두 가지로 가상현실 시스템의 효능을 검증하는데 첫째로 현재까지 평가되고 있는 각 상황별 설문지 조사이고, 둘째로 생체신호 즉 심전도를 취득 해석하는 것이다. 본 실험에서는 먼저 실험을 시작하기 전, 치료효과를 객관적으로 증명하기 위해 심전도 생체신호 취득을 위한 센서를 부착하고 생체신호를 획득 및 비교 분석한다. 그리고 가상환경 노출시 생체신호를 취득하여 생체신호 획득 및 비교 분석하였다.

우선 질문지를 살펴보면, 질문지는 정신장애의 진단 및 통계 편람 제 4판에 따라 피실험자들을 고소공포증으로 분류할수 있는 병력을 가진 환자들을 배제할 수 있는 문항들을 포함하는 불안측정 검사, 공포 질문지(Fear Questionnaire), 고소공포증 질문지(Acrophobia Questionnaire), 높이에 대한 태도 질문지(Attitude Towards Heights Questionnaire)를 택하였다.

표 1은 각 질문지의 지수와 지수에 따른 심리상태를 나타낸 것이다. 우선 불안측정 검사의 불안지수는 총 21문항으로 각 문항당 0~3점으로 총 0~63점의 점수 분포로 나타내어지고, 공포질문지 불안지수는 총 8문항으로 각 문항당 0~8점으로 나타내어지고 총 0~64점의 점수분포로 나타내어진다. 그리고 고소공포증 질문지는 총 20문항으로 0~6점의 분포로 0~120점의 점수로 나타내어지고 높이에 대한 태도 질문지의 불안지수는 총 6문항으로 구성되어있고 각 문항당 0~10점의 분포를 가지고 있으며 총 0~60점의 점수 분포로 나타내어진다.

표 1. 평가척도로 사용한 질문지

Table 1. Questionnaires using for assessment

| questionnaire | point |
|---|---|
| 불안 측정 검사 (Anxiety Questionnaire) | 0 = 불안하지 않다. 3 = 심한 불안 상태 |
| 공포 질문지 (Fear Questionnaire) | 0 = 전혀 피하지 않는다 8 = 항상 피한다 |
| 고소공포증 질문지 (Acrophobia Questionnaire-Anxiety) | 0 = 전혀 불안하지 않다 6 = 극도로 불안하다 |
| 높이에 대한 태도 질문지 (Attitude Towards Heights Questionnaire) | 0 = 회피하거나 두려워하지 않는다 10 = 매우 회피하고 두려워한다 |

이 질문지들은 피실험자를 각 상황별 실험의 생체신호인 ECG 데이터 취득 후에 치료의 평가

척도로 질문지를 작성하게 하였다.

실험에 대한 신호검출 측정은 피실험자 2명이 각 상황에 접했을 때의 ECG와 HRV를 측정하였다.

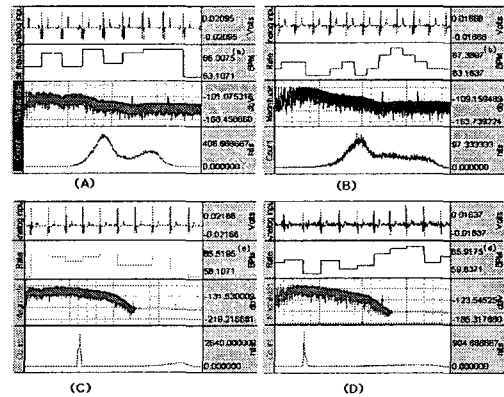


그림 4 A 피실험자의 ECG, HRV, FFT, Histogram

Fig 4. ECG, HRV, FFT and Histogram data of subject A

그림 4는 높은곳에 대한 공포감이 거의 없는 A 피실험자의 실험당 취득된 ECG와 각종 데이터들이다.

위 그림을 살펴보면 (a)는 처음에 실시한 가장 안정적인 상태에서 ECG를 취득한 것이고, (b)는 A 피실험자가 실제상황인 전망엘레베이터를 탔을 때의 ECG 이다. 이때 (a)와 (b)를 비교 살펴보면 (b) 상황에서 심박수가 빨라진 것을 확인할 수 있다. (c)는 A 피실험자가 가상환경에서 훈련했을 때의 ECG 데이터이다. (d)는 피실험자가 가상환경에 8번 노출된 이후에 (b)상황과 같은 엘리베이터에서 다시 취득한 데이터이다. A 피실험자의 가상환경에 훈련전 실제상황과 가상환경에 훈련후 실제상황에 접했을 때의 심박수를 비교하면 각각 67BPM과 66BPM

으로 나타내어진다. 질문지의 결과값을 봤을때 도 낮은 점수들로 나왔다.

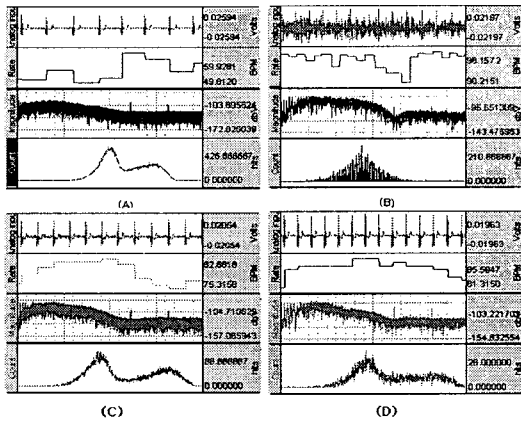


그림 5 B 피실험자의 ECG, HRV, FFT, Histogram

Fig 5. ECG, HRV, FFT and Histogram data of subject B

그림 5는 높은 곳에 대한 공포감을 가지고 있는 B 피실험자의 각 상황별 실험당 취득된 ECG와 각종 데이터들이다.(a)는 그림 4의 (a)상황과 마찬가지로 가장 안정한 상태에서 ECG 데이터를 취득한 것이고, (b)는 피실험자가 실제상황인 전망엘리베이터를 탔을 때 얻어진 ECG 데이터이다. 이때 B 피실험자는 아래를 제대로 내려다보지 못하였고, 자주 눈을 감아 측정이 상당히 어려웠다. 또한 아래를 쳐다봤을 때는 몸이 떨리고, 손발에 땀이 나고, 현기증과 같은 어지러움증과 매스꺼움등의 신체적 증상을 호소하였다. 결국 B 피실험자는 1층에서 10층까지 2번 왕복을 함으로써 3분간의 데이터밖에 취득을 못하였다. (c)는 가상환경에서 마지막 8번째 훈련을 할때의 ECG 데이터이다. 처음 훈련을 하였을때는 실제상황과 비슷한 몸의 떨림과 어지러움을 느꼈고 호흡이 가빠지는 등의 신체적 증상

을 호소하였다. (d)는 가상환경에서 8번의 훈련을 거친 후 다시 실제 전망 엘리베이터에 탔을 때의 ECG 데이터이다. 이때의 ECG 데이터를 보면 가상환경에 훈련을 하였을 때보다는 조금 빨리 뛰는 것을 볼 수 있지만 (b) 상황과 비교를 눈으로 확인이 가능할 정도로 많이 호전된 것을 볼 수 있다. 이때 B 피실험자는 두려움이나 약간의 불안함을 호소하였지만 비교적 담담하게 반응을 하였다. 이 피실험자의 각 질문지 결과를 살펴보면 안정상태일때는 1점, 0점, 0점, 1점으로 전혀 불안감을 느끼지 못하지만 실제상황 접할시 56점, 59점, 93점, 49점으로 높은 불안 점수를 받았고, 가상현실에서 훈련시는 29점, 40점, 71점, 39점으로 많이 낮아졌다. 그리고 다시 실제상황에 접했을때의 점수는42점, 43점 77점, 39점으로 같은 실제상황이지만 불안지수가 많이 낮아진 것을 알 수 있다. B 피실험자의 경우 현실과 비슷한 상황의 가상현실 훈련으로 인해 불안감이 감소했다는 것을 알 수 있다.

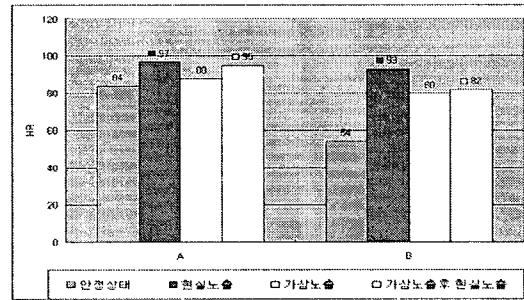


그림 6 피실험자들 두명의 각 상황에서 HR
Fig 6. HR data of two subject

그림 6은 두명의 피실험자들의 평균 심박수이다. 심박수는 사람들 마다 차이가 있는데 본 연구에서는 각 상황에서 심박수의 차이를 보고자 각 상황에서 1분간 평균 심박수를 기록하였고,

심박수를 비교한 이유는 공포증 환자의 진료에 있어서 초기에 검사하는 것이기 때문이다. 위 그림에서 두 피실험자의 심박수 변화를 확실하게 알 수 있다.

특히 변화가 큰 B 피실험자의 심박수를 보면 안정상태와 실제 현실노출상태의 심박수가 39BPM의 차이가 나는 것을 알 수 있다. 가상환경에서 훈련을 하고 있을 때도 A 피실험자보다 더 많은 심박률의 차이가 나타난다. 이는 가상환경에서도 실제와 완벽히 같을 수는 없지만 그래도 비슷하게 공포감을 느낀다는 것을 알 수 있다. 가상환경에 훈련된 이후에 실제상황의 심박률을 훈련전과 비교해보면 11BPM이나 떨어진 것을 볼 수 있다. 이로써 가상현실 훈련으로 인해 불안감이 감소했다는 것을 어느 정도 확인할 수 있다.

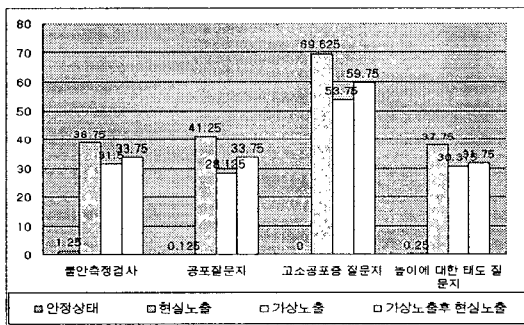


그림 7 실험후 각종 질문지의 비교 결과
 Fig 7. Comparison result of a variety of questionnaire of after experiment

이 연구에서 모든 실험과 같이 실시한 각종 질문지의 검사, 생체신호의 취득 및 이의 분석을 통하여 가상현실을 이용한 고소공포증 치료 전후의 수치를 비교하였으며 이의 비교 결과를 그림7에서 나타내었다. 각종 질문지의 비교결과를 살펴보면 가상현실 훈련 후 실제상황에 접했을 때의 결과 가상현실 훈련 전 실제상황에 접

했을 때의 결과보다 전체적으로 많이 향상된 수치를 나타내고 있다. 특히 고소공포 질문(AQ)과 높이에 대한 태도 질문(ATHQ), 이 두 질문지를 살펴보면 전 실험을 통하여 피실험자들마다 거의 모든 항목에서 수치가 감소한 것을 알 수 있다.

IV. 결론

개인용 컴퓨터를 기반으로 실제상황과 흡사한 가상환경 현실을 이용하여 10층 건물을 따라 올라가는 전망 엘리베이터 가상환경을 구성, 실제상황의 고소공포증 환자가 위험에 직면할 수 있는 인지·행동 치료의 직접적인 치료가 아닌 가상환경의 노출에 의해 반복적 학습을 할 수 있는 환경을 만들어 치료를 할 수 있게 하였다. 가상환경으로 인한 고소공포증에 대한 치료효과를 측정하기 위해 생체신호 측정 장치인 BIOPAC으로 ECG 측정과 주관적인 상태를 측정하기 위하여 여러 질문지를 이용하였으며 피실험자들에게 단 4주간 8번의 가상현실에 집중 훈련시킴으로서 실제 자극을 주는 상황에도 임할 수 있게 되었다. 실험을 통하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있다.

1. 가상환경에 몰입된 피실험자는 가상현실 내에서도 두려움의 정도가 증가하였으며, 실제상황에서와 같은 어지러움증과 손에 땀이 나는 등의 신체적 증상을 호소하였고, 또한 각 상황에서의 훈련시간이 지속될수록 두려움의 정도는 감소하였다.
2. 실험 전후의 각종 데이터의 결과로 보면 질문지의 수치는 불안지수 5점, 공포질문지(FQ) 7.5점, 고소공포증 질문지 (AQ) 9.875점, 높이에 대한 태도 질문지 (ATHQ) 6점이나 감소한 것

과 HRV가 5.25BPM 감소한 것으로 미루어 가상환경의 훈련을 받은후 피실험자들의 높은 곳에 대한 두려움의 정도가 많이 감소된 것을 알 수 있다.

이러한 결과로 앞으로 다른 정신장애인 광장 공포증이나 대인공포증 같은 다른 공포증의 치료에도 적용될 수 있을 것으로 사료된다.

본 연구는 차후 ECG 뿐만이 아니라 각 정신장애에서 가장 중요하게 나타내어지는 EEG와, GSR등의 테스트에 의한 정량적 분석이 이루어져야 하며, 마지막으로 피실험자가 HMD의 거부 반응을 줄여 가상환경에 장시간 몰입할수 있는 방법을 연구할 것이다.

참고문헌

1. American Psychiatric Association(1994), "Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders". 4th Edition. Washington D.C.
2. M. North, S. M. North, and J. R. Coble, "Virtual Reality Therapy: An Effective Treatment for Psychological Disorders", Virtual Reality in Neuro-Psycho-Physiology IOS Press, 1997
3. R. W Bloom, "Psychiatric Therapeutic Applications of Virtual Reality Technology (VRT): Research Prospectus and Phenomenological Critique", medicine Meets Virtual Reality IOS Press, 1997
4. 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
5. 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
6. 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
7. M. P. Huang, J. Himle, N. E. Alessi, et al., "Comparing Virtual and Real Worlds for Acrophobia Treatment". Medicine Meets Virtual Reality, IOS Press and Ohmsha, 1998

A Study on the Phobia Treatment Using 3D Virtual Reality System

Seung-Eun, Paek*

Abstract

Virtual Reality(VR) is a new technology which makes humans communicate with computer. It allows the user to see, hear, feel and interact in a three-dimensional virtual world created graphically. In this paper, we introduced VR into psychotherapy area and developed VR system for the exposure therapy of acrophobia. Acrophobia is an abnormal fear of heights. Medications or cognitive-behavior methods have been mainly used as a treatment. Lately the virtual reality technology has been applied to that kind of anxiety disorders. A virtual environment provides patient with stimuli which arouses phobia, and exposing to that environment makes him having ability to over come the fear. In this study, the elevator stimulator that composed with a position sensor, head mount display, and audio system, is suggested. To illustrate the physiological difference between a person who has a feel of phobia and without phobia, heart rate was measured during experiment. And also measured a person's HR after the virtual reality training. In this study, we demonstrated the subjective effectiveness of virtual reality psychotherapy through the clinical experiment.

* Dept. of Electric & Information Control Engineering, Myongji University