

# 테이블형 가상현실 장치를 이용한 의료교육용 응용 시스템의 설계 및 구현

최유주 김민정 정혜라 김명희  
이화여자대학교 공과대학 컴퓨터학과  
(choirina, kimmj, hrchung, mhkim)@mm.ewha.ac.kr

## Design and Implementation of Medical Education Application System using Table-type Virtual Reality Device

Yoo-Joo Choi<sup>U</sup> Min-Jeong Kim Haera Chung Myoung-Hee Kim  
Dept. of Computer Science & Engineering, Ewha Womans University

### 요약

본 논문에서는 보다 인간중심의 사용자 인터페이스를 제공하는 테이블형 가상현실 장치와 이에 적합한 직관적 상호작용 형태를 소개하고, 이러한 상호작용 기법을 이용한 의료교육용 응용시스템을 설계, 구현하였다. 본 교육 시스템은 테이블형 가상현실 장치를 사용함으로써, 다수의 참여자에 대한 공동 교육을 용이하게 하고, 인터랙션 장치간 케이블 연결을 최소화한 비디오 기반 트래킹을 통해 자유로운 사용자 인터랙션을 제공하였다. 또한, 헤드 트래킹을 기반으로 하여 주 관찰자의 시점으로 변화하는 동적, 입체 영상 가시화에 의한 증진된 몰입감을 제공함으로써, 교육의 효과를 높이도록 하였다.

### 1. 서론

가상현실 기술은 사용자로 하여금 가공의 현실을 경험하게 함으로써, 사용자의 흥미를 유발시킬 뿐만 아니라 현실적으로 경험하기 힘든 상황에 대한 현실감 있는 모의 실험을 통하여 비용절감 효과 및 정확한 작업 계획등을 수립할 수 있도록 한다. 그러므로 가상현실 기술은 교육, 훈련, 사건 모의 실험, 게임, 제품설계 및 전시 등 다양한 분야에서 활용 가능하다.

가상현실기술을 이용한 기존 2차원 모니터 기반 교육 시스템은 다수의 교육자 및 피교육자간의 공동 작업 환경 제공면에 있어서 제약점을 가지고 있으며, 사용자에게 가상교육 공간에 대한 몰입감 제공에 면에서도 한계를 가지고 있다. 반면 사용자로 하여금 완전 몰입감을 제공하는 CAVE와 같은 가상현실 장비들은 고가의 장비로서 넓은 장비 설치 공간을 요구하고, 동시 사용자의 수에 제약이 있다.

이에 본 논문에서는 다수의 사용자에 의한 공동 작업이 용이하고, 보다 인간 중심의 사용자 인터페이스와 직관적 상호작용을 제공하는 수평 테이블형 가상현실 장치를 기반으로 하여 의료교육용 응용 시스템

을 설계, 구현하였다.

본 시스템은 BARCO사의 테이블형 가상현실 장치인 가상테이블(Virtual Table) 장치를 기반으로 함으로써, 다수의 사용자에 의한 공동작업 환경과 가상공간에 대한 몰입감을 제공하며, 직관적 상호작용을 제공함으로써, 사용자로 하여금 행동의 제약을 최소화할 수 있도록 하였다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 반물입형 가상테이블 장치 기반 작업환경에 대한 하드웨어 및 소프트웨어 환경을 소개하고, 3장에서는 이러한 환경을 기반으로 한 의료교육용 응용시스템의 구성 및 기능에 대한 내용을 설명하며, 4장에서 본 논문의 결론을 맺는다.

### 2. 가상테이블 장치 기반 작업환경

사용자 인터페이스를 제공하기 위해서 일반적으로 키보드나 마우스와 같은 입력 장치와 모니터를 통한 디스플레이 장치가 사용되어 왔다. 그러나, 건축, 도시, 설계와 같은 분야에서 일반적으로 사용하는 책상 또는 의료분야의 수술대를 대신하는 보다 인간중심의 사용자 인터랙션을 제공할 수 있는 환경이 요구되어왔다. 이러한 요구에 적합한 공동 작업 환경의 한 예로, 반물입형 가상테이블 장치를 들 수 있다. 이 장치는 첫째, 수직 (vertical) 형태가 아니라, 수평 (horizontal)형태로 대상 물체들을 자연스러운 방법

본 연구는 정보통신부 '97-2차 국제공동연구지원사업과 '99 대학 S/W 연구센터 지원사업 연구비 지원에 의한 결과임

으로 가시화 할 수 있고 직관적인 인터페이스를 사용자에게 제공할 수 있으며, 둘째, 넓은 공간(스크린 크기 : 1610× 1580)상에 디스플레이 함으로써 공동 작업에 유리하다. 그림1은 가상 테이블 공간에서 입체적인 가상 학습 공간을 통하여 공동 학습이 이루어지고 있는 장면이다.

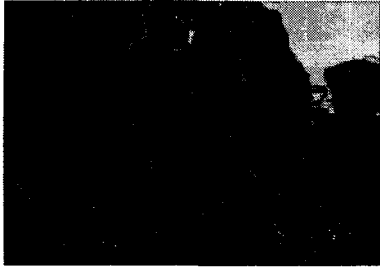


그림 1. 가상테이블을 통한 작업 장면

본 연구진은 가상테이블에서 사용자와의 직관적인 상호작용 작업을 지원하는 가상 의료 훈련 공간을 구현하기 위하여, 본 연구진과 공동 연구를 진행하고 있는 독일의 ZGDV(Computer Graphics Center) 연구팀의 SQUINT 시스템[2]과 VR 어플리케이션 구축을 용이하게 하는 AVALON 시스템[3], 음성정보를 제공할 수 있도록 문자/음성 변환 시스템을 기반으로 하여 반물입형 3차원 입체영상과 직관적 상호작용, 음성정보를 지원하는 통합적인 VR 환경을 구축하였다.

그림2은 반물입형 VR 어플리케이션 구현을 위하여 본 연구진이 보유한 VR 통합 환경에 대한 구성도이다.

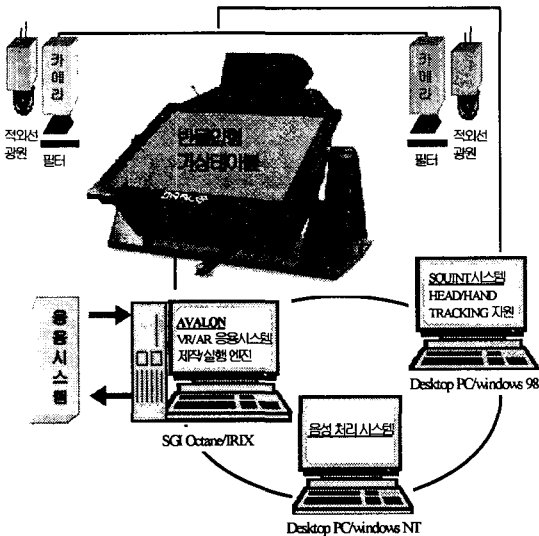
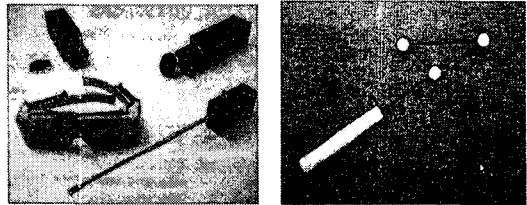


그림2. 가상테이블 장치 기반 하드웨어/소프트웨어 통합 구성도

가상테이블 장치 기반 VR 통합 환경을 구축하기 위하여, 1대의 SGI Octane 시스템과 2대의 데스크탑 시스템을 네트워크상에 연결하고, SGI Octane과 가상테이블은 Splitting Box를 통하여 연결하였다. Windows NT를 탑재한 데스크탑 시스템에는 선택된 가상객체에 대한 음성 정보를 제공하기 위하여 음성 처리시스템을 설치하였고, Windows 98 탑재 데스크탑 시스템에는 Head/Hand 트래킹을 지원하는 SQUINT 시스템을 설치하였다. SQUINT 시스템은 FrameGrabber 카드를 통해 입력되는 연속된 사진영상을 기반으로 캘리브레이션을 수행하고, 사용자의 시점 방향 및 위치, 포인터 위치를 실시간 추적한다[2]. SGI Octane 시스템에는 SQUINT 시스템과 음성 처리 시스템과의 연결을 통하여 직관적인 상호작용을 지원하고, 확장된 VRML를 통하여 VR 응용시스템 구축 및 실행을 지원하는 AVALON 시스템을 설치하였다.

그림3는 사용자 상호작용을 위하여 사용하는 인터랙션 장비들이다. 가상테이블용 포인터를 이용하여 사용자들은 가상테이블 앞에서 가상공간안에 존재하는 가상객체를 보다 쉽게 선택, 조작할 수 있고, 헤드 트래킹 장치가 부착된 스테레오 글래스를 착용함으로써, 사용자의 위치 및 시선방향이 추적된다.



(a) 카메라, 스테레오 글래스, (b) 가상테이블용 포인터 캘리브레이션 스틱

그림 3. 가상테이블용 사용자 상호작용 장비들

본 통합환경은 응용 시스템의 각 화면을 가상 테이블장치를 통하여 입체적으로 가시화시키고, 사용자의 위치 및 시선방향에 따라 가상객체의 가시면을 변경시킴으로써 사용자가 몰입감을 체험할 수 있도록 하였다. 또한 비디오 기반 트래킹 시스템을 기반으로 하여 사용자의 행동에 제약을 주는 케이블 장치나 기계적 연결 장치를 최소화하였다.

### 3. 의료교육용 응용시스템

본 절에서는 2절에서 기술한 통합 VR 환경을 기반으로 하여 의료교육용 응용시스템을 설계, 구현하였다.

#### 3.1 시스템 구성

본 시스템은 크게 기능모듈과, 인체모델 및 해부학적 정보를 저장하고 있는 데이터 모듈로 구성된다.

본 시스템의 구성 모듈은 그림 4와 같다.

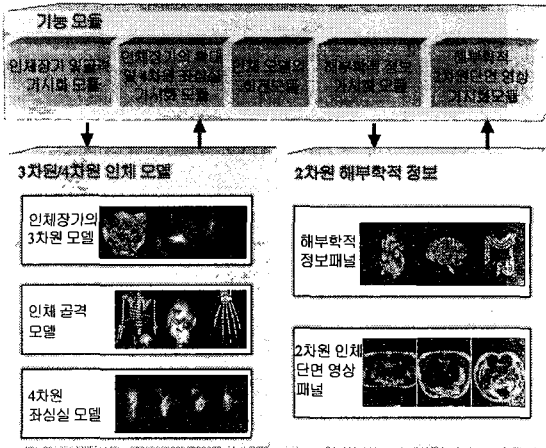


그림 4. 의료교육용 응용 시스템의 구성 모듈

기능 모듈은 시스템 기능별 제어 모듈로 구성되며, 데이터 모듈은 3차원/4차원 인체 모델과 2차원 해부학적 정보로 구성된다. 3차원/4차원 인체 모델은 NLM(National Library of Medicine)에서 제공하는 Visible Human Data Set을 기반으로 한 3차원 인체 장기 및 골격에 대한 3차원 모델[5]과 4차원 좌심실 모델[4]을 포함한다. 또한, 2차원 해부학적 정보는 각 인체 내부기관에 대한 세부 명칭을 보여주는 해부학적 정보 패널과 2차원 인체 단면 영상 패널을 포함한다.

### 3.2 사용자 인터페이스

본 교육 시스템은 크게 세가지 영역, 즉 해부학적 인체 모델의 가시화 영역, 인체 기관에 대한 해부학적 정보를 보여주는 패널 영역, 기능 선택을 위한 기능 선택 버튼 영역으로 구성된다. 본 시스템의 화면 구성은 그림 5와 같다.

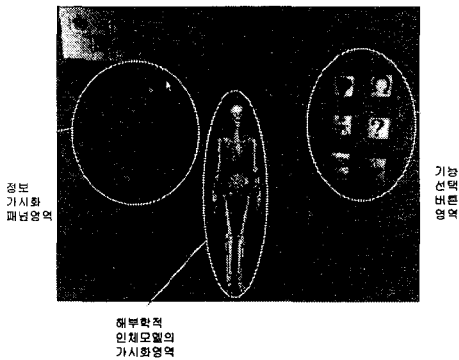


그림 5. 해부학 교육 시스템의 화면 구성

### 3.3 시스템 기능

본 시스템의 인체모델은 세 가지 표현모드로 가시화 된다. 즉, 인체모델은 인체장기와 골격 가시화

모드, 인체 장기의 가시화 모드, 선택된 개별 장기의 확대 가시화 모드로 구분되어 표현된다. 인체 모델의 각 표현 모드에서 기능 선택버튼 영역의 버튼을 선택함으로써, 회전기능과 해부학적 정보 및 2차원 인체 단면영상을 제공받게 된다. 각 기관별 해부학적 정보나 2차원 인체 단면 영상은 시스템의 패널영역에 가시화 된다.

인체 장기와 골격 가시화 모드에서는 인체 모델 상의 움직이는 판을 실시간 이동함에 따라 해당 부위의 2차원 해부학적 단면 영상을 제공한다. 인체 장기의 가시화 모드에서는 장기간 상대적 위치 정보를 제공하고, 후면 장기의 위치 파악을 위한 인체 모델의 회전 기능과 선택된 내부 기관에 대한 명칭 및 해부학적 정보를 제공해 준다. 또한, 선택된 개별 장기에 대한 확대 가시화 및 회전 기능을 제공해준다. 특히 사용자가 심장 부위를 선택한 경우 4차원 좌심실 모델[4]을 가시화 한다.

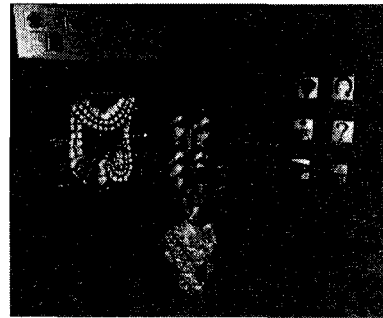


그림 6 인체기관에 대한 해부학적 정보 가시화 화면

그림 6은 인체 내장기관의 확대 가시화 및 사용자가 선택한 기관에 대한 해부학적 정보를 제공하는 화면이다. 사용자가 학습하고자 하는 기관위로 포인터의 위치를 이동시키면 해당 기관에 대한 해부학 정보가 패널에 보여지고, 해당 기관의 명칭이 음성처리 시스템으로부터 미리 선택한 음성으로 나온다.

인체 장기의 가시화 모드에서 각 내부기관을 선택함으로써, 각 장기가 확대 가시화되고, 사용자가 원하는 위치로 각 장기를 회전시킴으로써, 선택된 장기의 모형 및 움직임을 정확히 파악할 수 있다. 특히 심장을 선택한 경우, 박동하는 좌심실 모델이 확대 가시화된다. 좌심실의 박동 속도에 따라 좌심실의 각 부위를 서로 다른 색으로 가시화 함으로써, 좌심실의 운동특성을 보여 준다. 사용자는 포인터를 이용하여 박동하는 좌심실 모델을 회전시키면서, 좌심실의 각 부위의 운동특성을 파악할 수 있다.

그림 8은 사용자가 움직이는 판을 실시간 이동 시킴에 따라 해당 위치에 대한 2차원 해부학적 단면 영상을 제공하는 화면이다. 사용자는 가상테이블용 포인터를 이용하여 이동판을 선택하고, 실제 공간상에서 가상테이블 포인터를 이동시킴으로써, 쉽게 가상테이블 상에 보여지는 이동판을 움직일 수 있다.

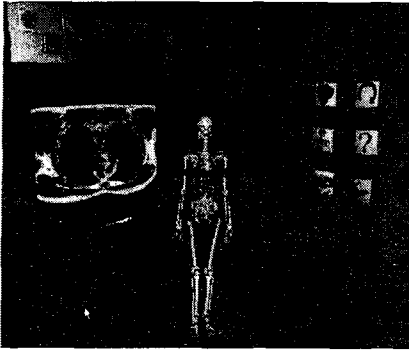


그림 8. 해부학적 2차원 단면에 대한 가시화

또한 사용자는 인체 내장 기관 모델을 회전시킴으로써, 정면에서는 가시화 되지 않은 후면 기관에 대한 위치 및 모양을 확인해 볼 수 있다. 사용자는 기능버튼 중에서 회전 버튼을 선택하고, 인체모델을 선택한 후, 간단히 가상테이블용 포인터를 공간상에서 움직임으로써 쉽게 인체 모형을 회전시킬 수 있다.

#### 4. 결론 및 향후 연구

본 논문에서 소개한 가상테이블 기반 VR 통합 환경에서는 케이블 장치나 기계적 연결 장치에 의한 사용자 행동 제약을 최소화하기 위하여 비디오 기반 트래킹 기법을 사용하였다. 이 방법의 경우 외부 조명의 밝기에 민감하게 반응하여, 주위 조명이 밝은 경우 잘못된 트래킹의 결과를 유발할 수 있다. 또한, 넓은 디스플레이 공간과 수평형태의 가시화 방법으로 다중사용자에 의한 공동작업이 유리하나, 한 사람의 주사용자만이 인터랙션을 수행하고, 다른 사용자들은 주사용자 시점에서 공간, 입체 모델의 가시화를 통한 몰입감을 체험하는 한계점을 가진다.

이에 향후 연구로, 주위 조명의 밝기에 영향을 받지 않고 안정된 트래킹을 지원할 수 있는 트래킹 기법에 대한 연구와 함께 가상테이블 장치에 적합한 인터랙션 기법에 대한 연구를 진행하고자 한다. 또한, 네트워크 환경상의 다중사용자가 가상테이블 기반 가상환경에서, 각자 인터랙션을 수행하고, 서로간의 작업을 공유할 수 있는 다자공동 상호작용형 작업환경에 대한 연구와 이러한 다자공동 작업환경에 적합한 응용 시스템에 대한 연구를 수행하고자 한다.

#### 참고문헌

[1] Nicholas Lavroff : Virtual Reality, Hitech, pp19-24, 1995  
 [2] Klaus Dorfmueller, H. Wirth : Real-Time Hand and Head Tracking for Virtual Environments using infrared Beacons, In: N. Mageneat-Thalmann, D.Thalmann (Eds.) "Modelling and Motion Capture Techniques for Virtual Environments", International

Workshop, CAPTECH'98, Geneva, Switzerland, November 1998, Prceedings LNAI 1537, Heidelberg: Springer Verl., 1998  
 [3] J. Behr: Avalon - A VR/AR system which uses VRML as application description language, <http://www.zgdv.de/~avalon>  
 [4] S.M.Choi, M.H.Kim: Modeling of the Left Ventricle with a Dynamic Gaussian Blob Model, International Conference on Visual computing(ICVC '99), 1999. 2  
 [5] the Northeast Parallel Architecture Center, 3D visible Human Room in VRML2, <http://www.npac.syr.edu/projects/3Dvisiblehuman/VRML>  
 [6] Jed Hartman, Josie Wernecke : The VRML 2.0 Handbook, Addison Wesley Developers press, 1996  
 [7] Web3D consortium. X3D, <http://www.web3d.org>  
 [8] Myoung-Hee Kim, Soo-Mi Choi, "Cardiac Wall Motion Simulation with Deformable Models", The Fourth Beijing International Conference on System Simulation and Scientific Computing (BICSC'99), 1999.  
 [9] Marc Alexa, Johannes Behr, Wolfgang Muller: "Morph Node", Proceedings of the Web3D-VRML 2000 fifth symposium on Virtual reality modeling language, 2000, Pages 29 - 34