

굴착기 시뮬레이터 및 필요장비

이 글에서는 시뮬레이터에 필요한 장비들을 설명하고, (주)하이테크미디어에서 개발한 굴착기 시뮬레이터를 소개한다.

손의석, 황세훈, 한경숙

가상현실의 응용분야

초기 가상현실의 개발이 군사 목적으로 개발되었던 점을 감안하면, 초창기 응용분야는 군사 시뮬레이션이 가장 많았으나 이를 상업과 연구목적으로 이용하게 되면서 건설, 의료, 교육, 영상산업, 엔터테인먼트(entertainment) 등 그 응용분야는 무한하다 할 수 있다. 국내에서 처음 상업적으로 도입, 운영되었던 분야는 건설이 가장 많았으며, 트레이닝(training) 목적의 시뮬레이션과 게임 등을 들 수 있다. 이후 인터넷의 보급이 확산되면서 인터넷을 이용한 가상현실 즉, IVR(Internet Virtual Reality)이 선보이게 되고 일반인들에게 보다 쉽게 다가갈 수 있는 기틀이 마련되고 있으며, 이러한 특성은 광통신 망의 보급이 확대됨으로 인해 보다 빠른 속도로 실생활에 파고들고 있다. 많은 적용분야 중 교육 훈련을 목적으로

당사에서 개발한 굴착기 시뮬레이터에 대한 내용으로 설명하고자 한다.

굴착기 시뮬레이터 훈련을 목적으로 적용되는 CBT(Computer Base Training)분야로서 시뮬레이터를 통한 가상의 교육 효과를 극대화할 수 있는 굴착기 시뮬레이터이다. 실제 장비로 운전 연습을 하는 현재의 교육을 개선하여 교육생이 컴퓨터 앞에서 실제 장비와 같은 운전 레버, 조이스틱을 양손에 잡고 화면상에서 굴착기를 운전하는 방식으로 실습비, 연료비 절감 및 시간적, 교육적 효과에서 효율적인 교육이 가능하도록 만들어진 시뮬레이터이다.

굴착기는 일반 차량과 같이 주행하기도 하지만 작업 현장에서의 굴착작업이 주요 목적이므로 일반 운전 시뮬레이터와는 차별



그림 1 조이스틱과 PC로 구성된 시뮬레이터

성을 가진다. 개발 기간과 비용의 단축을 위하여, 1차 개발에서는 주행을 제외하고 굴착작업에 필요한 레버 조작을 우선적으로 구현하였다. 굴착기 레버 조작의 연습은 조이스틱을 이용하는데, 시뮬레이터에 사용된 조이스틱은 아날로그 방식보다 안정성이 우수한 디지털 방식의 조이스틱이며, 이 조이스틱은 PC의 USB 포트에 연결된다. 개발된 시뮬레이터는 그림 1에서 보이는 것과 같이 PC와 두 개의 조이스틱으로

• 손의석/ (주)하이테크미디어, 팀장/ e-mail : esson@vr.co.kr

• 황세훈/ (주)하이테크미디어, 팀장

• 한경숙/ 인하대 공과대학, 조교수

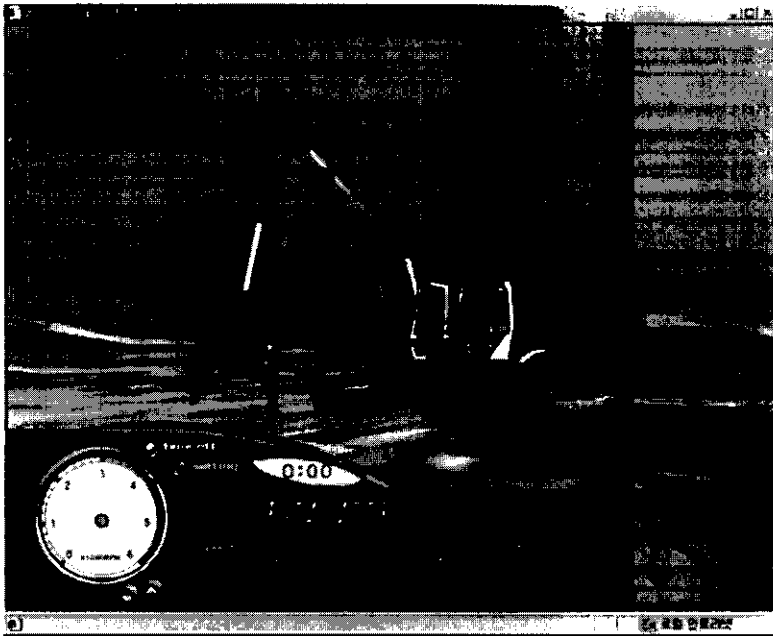


그림 2 굴착기 시뮬레이터의 화면(전체 시점)



그림 3 시뮬레이터의 구성 화면(운전자 시점)

구성된다.

개발 환경

굴착기 시뮬레이터의 구성을

일반인들이 보편적인 PC 환경에서 사용할 수 있도록 하는 데 초점을 맞추었다. 프레임 디스플레이 속도를 고려하여 16 MB 비디

오 메모리를 기준으로 구현작업이 진행되었으나, 8 MB 비디오 메모리가 있는 PC에서도 어느 정도 사용이 가능하다.

개발을 위하여 사용한 소프트웨어는 가상현실 전문 저작 도구인 Superscape VRT이다. Superscape VRT는 두 개의 조이스틱을 지원하기 때문의 별도의 드라이버를 제작할 필요가 없다. 자체의 모델링 기능을 이용해 굴착기 모델과 프로그램을 삽입함으로써 각 객체와 디바이스의 상호 작용이 연동되도록 구현하였다. Superscape VRT가 제공하는 일곱 개의 에디터 중에서 네 개의 에디터(3D 모델의 공간 배치와 속성 부여의 작업이 가능한 World Editor, 이미지 파일 작업을 하는 Image Editor와, 화면 구성을 지원하는 Layout Editor)를 각 단계에서 사용하였다. 또한 시뮬레이터 설계 단계에서, 향후 HMD, Position Tracker 등의 디바이스를 동시에 사용하여 사용자의 몰입감을 높이도록 하는 2차 개발 계획을 반영하였다.

시뮬레이터 제어와 화면 구성

시뮬레이터의 시각적 효과는 사용자를 가상의 상황에 몰입하게 하는 중요한 수단이기 때문에, 시뮬레이터에서 시각적 효과가 차지하는 비중은 상당히 크다. 따라서, 본 시뮬레이터에서 시각적 효과를 위한 작업은 굴착기 자체와 굴착작업의 모델링, 사용자 인터페이스 부분으로 나뉘어 진행되었다.

가상현실을 이용한 시뮬레이터

의 이점을 살려, 시뮬레이터 사용자는 작업 상황을 여러 시점에서 관찰할 수 있도록 하였다. 시점 설정은 굴착기 외부에서 굴착기 전체를 관찰하는 전체 시점(그림 2)과 운전석에서 외부를 바라보는 운전자 시점(그림 3) 등 두 가지 형태로 분류된다. 전체 시점과 운전자 시점에는 각각 두 가지 형태가 있는데, 굴착기 운전석이 회전함에 따라 시점이 변하는 것과 운전석 회전과 상관없이 시점이 고정되는 것이다. 일단 시점이 선택되면 일정한 영역만 볼 수 있도록 고정하였다.

음향 효과

굴착기 운전 시뮬레이션에서 사실감을 높이기 위해서는 상황에 맞는 적절한 효과음이 필요하다. 실제 상황과 같은 효과음을 만들어내기 위해서 굴착 동작에서 발생하는 소리를 다음 다섯 가지 종류로 구분하였다.

- ① boom, arm, bucket 등이 작동하면서 발생하는 소리
- ② bucket 이 지면과 닿으면서 발생하는 소리
- ③ 각 부분이 과부하로 인하여 나는 굉음
- ④ rpm에 의한 소리
- ⑤ 흙이 떨어지는 소리

각 소리의 샘플을 채취하여 1초 단위로 분해하여 저장하고, 상황에 맞는 음을 반복적으로 발생하였다. 결론적으로, 1초 단위에 의한 반복으로는 굴착기 동작에서 발생하는 다양한 음향을 표현하기에 미흡하였다. 사용자가 땅을 파면서 발생하는 음의 길이는

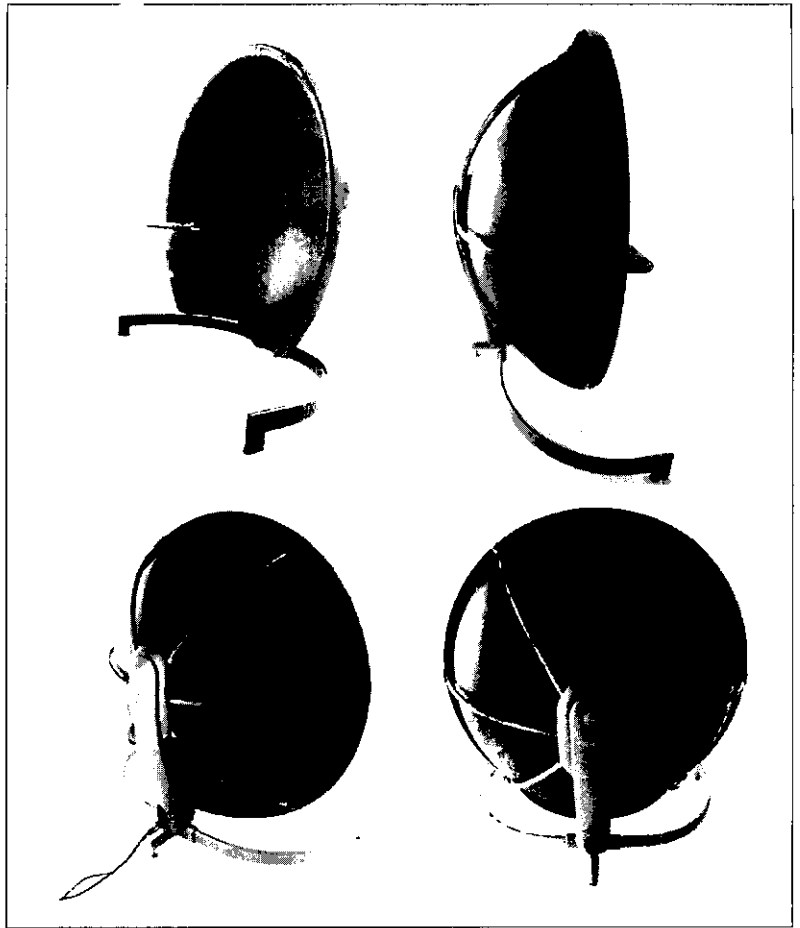


그림 4 Vision Station Vs

0.5 초, 0.7 초, 1초 이상과 같이 임의적이기 때문에, 적어도 0.2 초 단위로 음을 편집하여 각 상황에 적합한 음향을 만드는 것이 최상의 방법이다. 보유하고 있는 장비를 이용하여 샘플로 채취한 음을 0.2 초 단위로 분해하는 작업이 무리였기 때문에, 대신 음의 크기와 피치를 조절하여 다양한 효과를 나타내었다.

제작의 의미

기존의 시뮬레이터들이 값비싼 장비의 사용 등으로 인해 그 필요

성에 반해 일반인들이 쉽게 이용할 수 없었던 점을 해결하기 위하여, PC와 조이스틱을 이용하여 굴착기 운전 면허 취득을 대비하는 운전 연습 시뮬레이터를 개발하였다. 이 시뮬레이터는 굴착기의 기하학적인 정보를 바탕으로 굴착기를 모델링하고 조이스틱을 조작함에 따라 굴착기의 각 부분이 움직이는 것을 재현하는 가상 현실 시스템이다. 현재 구현된 시뮬레이터는 운전면허 취득 과정에서 굴착작업을 지원한다. 본 시뮬레이터의 개발은 실험실 연구 결

과물 수준이 아니라, 국내에서는 처음으로 일반인에게 보급될 훈련용 글자기 시뮬레이터로 제작되었다는 의의를 갖는다.

가상현실 장비

가상현실 장비에는 대표적으로 Immersive VR 관련 장비와 Data Glove, 3D Mouse, HMD(Head Mount Display), CAVE System 등이 있다. 각 장비의 기능 및 종류는 다음과 같다.

① Immersive VR 관련 장비 : Vision Station과 Vision Dome, Cave CO4(CAVE System)이 있으며, Tracking Device로는 Fastrak, Isotrak II, Image Trak가 있다.

② Data Glove : 5th Glove(접단의 광섬유 굵속 센서(fiber-optic flex sensor)를 사용하여 손가락의 굽힘 정도를 파악하여 데이터를 얻어내는 Data Glove와 가상현실, Gesture 입력, 모션캡처 그리고 캐릭터 Animation과 같은 Silicon Graphics Platform 상의 application에서 정확하게 gesture 인식을 할 수 있도록 해주는 C++ Class library의 Glove GRASP가 있다.

5th Glove를 사용한 Alias Shape-Shifter



그림 5 Vision Station에 뿌려지는 영상물

operation에 대하여 real-time control 기능을 제공하는 animator를 위한 tool인 Glov Motion이 있고 손가락과 손목의 움직임과 위치를 반복적으로 정확하게 측정하는 장비로서 유연한 센서가 달려 있는 가벼운 장갑의 형태를 띄고 있다. 장갑의 디자인은 우수 디자인 상을 수상할 정도로 매우 세련된 디자인을 자랑하며, 고정밀 관절 감지기술(high-precision joint sensing technology)를 적용하고 있어 Data Glove 중 최고의 성능을 자랑하고 있는 Cyber Glove와 Haptic feedback interface인 CyberGrasp는 CyberGlove에 사용하며 가상공간에서 가상의 물체에 힘을 주었을 때 사용자의

손에 반발력을 느끼게 해주는 장비이다.

③ HMD : V6[TrueColor VGA(640×480)의 해상도를 제공하는 Active matrix LCD를 사용한 HMD]

V8[True Color VGA((640×3)×480)의 해상도를 제공하는 Aactive matrix LCD를 사용한 고성능의 HMD], VFX3D[VGA의 지원이 대폭 향상되어 모든 비디오 카드의 사용이 가능].

④ 3D Mouse : Spaceball, Space Mouse, Space Mouse*, Cyberpuck 등이 있다

⑤ CAVE System : CAVE System은 Illinois 주립대학의 Electronic Visualization 연구소의 연구결과를 기초로 만들어진

가상현실계의 걸작이다. CAVE는 공간 몰입형 VR System으로 세계적으로 가장 널리 알려져 있고 가장 많이 설치되어 있어 그 품질을 인정 받고 있는 대표적인 VR System이다.

Multi-wall과 floor에서 쏘아지는 Projector의 Display는 운송장비(자동차등)들의 내부 장식을 검토하거나 Virtual Walk-through, scientific/research visualizations 등에 효과적으로 활용된다.

CAVE System의 특징으로는 다음과 같은

것을 들 수 있다

① Problem-solving : 시뮬레이션 대상체의 문제를 효과적으로 찾아서 수정할 수 있다.

② Rapid Prototyping : CAVE C04는 제조공정상의 부품별 Prototyping을 더욱 정확하고 빠르게 실현시켜 줄 수가 있다.

③ 원거리 공동 디자인 : 다수의 사용자가 각기 다른 위치에서 하나의 CAVE C04의 가상환경을 사용하여 Video Conference를 수행할 수 있다.

④ Supercomputer 로서의 활용 : CAVE C04는 수많은 computer들과 Link되어 복잡한 가상환경을 빠르고 쉽게 광활한 스펙트럼으로서의 역할을 수행할 수 있다.

⑤ 기타 Virtual Reality Device들과의 연결 : 사용자는 여타 VR 기술을 CAVE C04에 연결하여 같은 가상현실 환경상에서 동시에 여러 과제를 수행할 수 있다.

위에서 열거한 Virtual Reality Device 외에도 많은 장비들이 있지만 그 중에서 Vision Station과 Vision Dome은 고가의 Cave system과 일반 디스플레이 장비들의 중간 형태로 기존 디스플레이 장비와는 다른 개념의 장비로서 그 기능과 재원에

대해서 소개를 하고자 한다.

Vision Station & Vision Dome

Vision Station & Vision Dome은 반구타입의 프로젝트를 이용하여 몰입감을 극대화시켜주는 Display 장비로 DOME 형태의 프로젝션 시스템을 말하며 동영상 및 3D Modeling, Animation 등을 3차원적으로 보여주는 장비이다. 특히 3D Max를 활용하고 별도의 VRML 뷰어가 있으며, 개인용 3D 모니터로 별도의 장비(예 : HMD) 없이 3D를 느낄 수 있다.

① H/W 최소환경 : Pentium III, 700MHz, 256MB RAM, 1GB free disk space, 1 high end

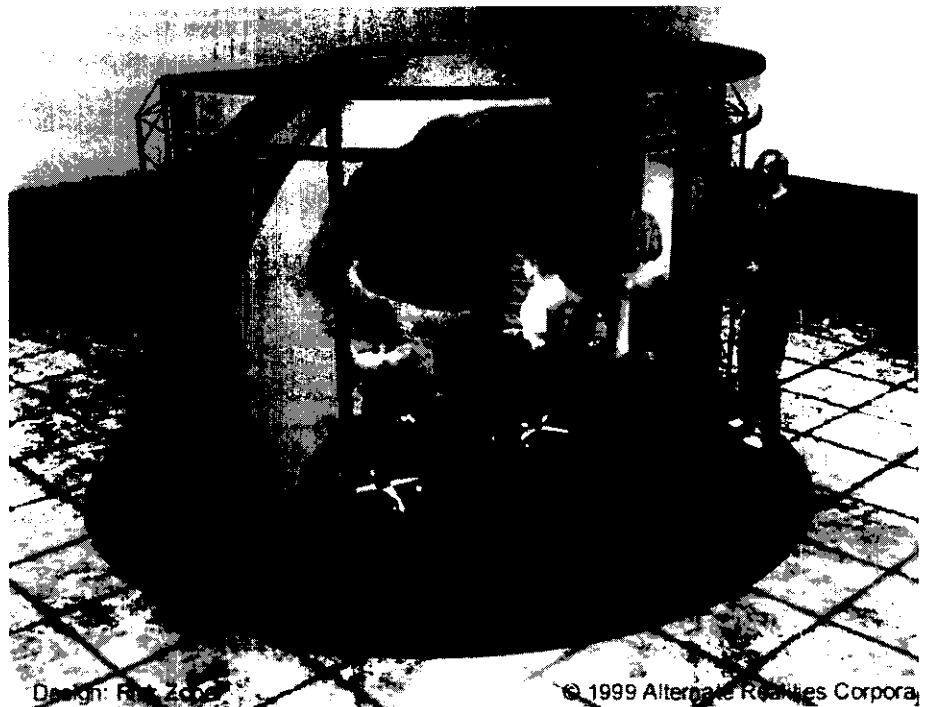
professional graphics card , (known to work with the Intense 3D Wildcat series and the FireGL 1 and FireGL 2).-1 high-end, professional graphic's card. (Examples include Intense3DR WildcatTM 4110, 3DlabsR OxygenR GVX-1, and NVIDIATM Quadro TM-based graphics cards.)

② S/W 환경(현재) :

- Microsoft Windows 98 SE
- Microsoft Windows NT, SP6a
- SGI IRIX 6.5 or higher

③ 지원하는 Software :

- OpenGL을 기반으로 한 TruTheta 기술을 적용한 Software OpenGL로 표현되는 3D 화면을 처리하는



Design: Frank Zappa © 1999 Alternate Realities Corporation
그림 6 Vision Station Vs3(up to 5 user)



그림 7 Vision Dome V4(up to 10 user)



그림 8 Vision Dome V5(up to 30 user)

- visionstation(1024×768 해상도 지원 1 인용)

⑤ 프로젝터(엡슨 사의 제품

1000 Ansi Lumens) 개요 :

- 자연스러운 시각 몰입 효과
- 사용자들의 다양한 가상체험 효과
- 현실감의 증대 효과
- 마케팅 / 프로모션 활용 효과
- SGI / WindowsNT, 2000 지원
- 설치 및 이동이 용이(2 인이 2 시간 내 설치 완료)
- TruThetaR 알고리즘을 통해 반구 스크린에 고품질 프로젝션 화면을 제공함으로써 넓은 FOV를 지원.
- 프로젝션 및 렌더링 방식, full color, high-resolution, interactive, 3D display 등의 소유권 및 HMD나 입체안경 없이도 몰입감있는 화면 제공

⑥ 응용분야 :

시뮬레이션 및 교육 훈련분야, 국방 및 교육 연구분야, 제품개발, 디자인 및 프로토타입 분야, 제품 및 서비스의 마케팅 프리젠테이션 분야, 의료, 진단, 수술 계획 및 훈련 분야, 건축 및 공간 시각화, 네비게이션 분야, 엔터테인먼트, 아케이드, 박물관 및 테마파크분야

DoomGL 또는 SPI, API의 일종으로 개발 및 테스트 단계

- TruMotion 2x라는 자체 Video codec 기술 적용
- 2D 정지 사진에 대한 3D 맵핑 프로그램 개발 중
- VisionStation을 위한 AVI

file 제작 (현재 지원)

- 3D Studio Max, 3D Studio Viz using the TruShade plugin for RayGun3.

④ 제품비교 :

- VisionDoom(1280×1024 해상도 지원, 3~6 인용)