

구형 스크린을 이용한 준몰입형 VR 시스템 개발

서명원* · 박대유** · 조기용**

Development of the arm mounted display VR system using spherical screen

Myung Won Suh, Dae Yu Park, Ki Yong Cho

Key Words: ARM MOUNTED DISPLAY(준몰입형), Virtual Reality(가상현실), 3 Channel Graphic Division System(3 채널 그래픽 분할 시스템), 3 Channel Spherical Screen(3채널 구형 스크린)

Abstract

The virtual reality technology has been developed as the computer and computer graphic technology are progressed. However it has still the limits of the use because of it costs a great for system construction. A virtual reality technology is the best application example to reduce time and cost of development in engineering. Actually, VR(Virtual reality) technology has given engineers the ability to design, test and evaluate engineering systems in a virtual environment. The objective of this paper is to construct the arm mounted display VR system by using 3 channel spherical screen and to show its capabilities of an engineering system development.

This paper describes the development of arm mounted display VR system with 3 channel spherical screen system and the generation of 3 channel graphic modules. The arm mounted display VR system provides a highly economical efficiency because of it uses a popular computer system as a graphic server.

1. 서 론

가상현실(Virtual Reality)이란 컴퓨터 모형화와 모의실험을 통해 사용자로 하여금 인공적인 3차원 시각적 환경 및 그 밖의 감각적 환경과 상호 반응하게 하는 기술을 의미한다.⁽¹⁾ 인간은 현실의 세계와 유사한 환경을 컴퓨터를 이용한 가상현실로 구성함으로써 실제와 유사한 환경을 경험할 수 있다. 이러한 환경을 Virtual Environment, 또는 Cyber Space라고 부른다. 가상현실이라는 말은 1985년 재런 래니어(Jaron Lanier)가 ‘컴퓨터에

의해 제작된 몰입적인 시각적 경험’을 의미하는 단어로 쓴 데서 유래했다. 가상현실 기술은 이미 60년대부터 국방 분야인 전투기 비행 훈련 분야에서 개발되었고 노스 캐롤라이나대(University of North Carolina)에서는 학문적으로 60년대 말부터 계속 연구하여 왔다. 그러나 가상현실을 구현하는 기술은 비용이나 기술면에서 연구소나 대학 수준에서 시도하기 어려운 투자가 필요하였다. 대중화되기 시작한 시기는 컴퓨터의 성능이 RISC 마이크로프로세서의 등장으로 그래픽 워크스테이션이 등장한 80년대라고 할 수 있다. 80년대 NASA의 범용 그래픽 워크스테이션에서 우주 왕복선의 컴퓨터 모형의 비행시 받는 공기 저항 패턴을 CFD(Computational Fluid Dynamic)모델로 해석, 그 결과를 가시화 하는데 가상현실 기술을 적용하였다. 이는 저가형 그래픽 워크스테이션에서 가상 현실 기술을 응용 분야에 적용하는 가능

* 성균관대학교 기계공학부

** 성균관대학교 대학원 기계공학과

성을 제시하였고 이를 계기로 일반 기업이나 연구소에서 다양한 분야에 가상 현실 기술을 적용하기 시작하였다

가상현실을 구현하는 요소에는 세계 모델링(World Modeling), 실시간 그래픽 렌더링, 사용자 상호작용, 실시간 시뮬레이션, 다양한 감각 표시기 구동 기술이 필요하다. 그 중에서도 가상현실 시스템이 갖추어야 할 요소 중 가장 중요한 것은 인간의 감각 기관 중 가장 큰 부분을 차지하는 시각적인 요소이다. 시각 표시기는 컴퓨터 스크린, 프로젝션 스크린(Projection Screen), Head-mounted Display(HMD)등이 상용화되어 사용되고 있다.⁽⁷⁾

본 논문에서는 가상현실 구현을 위한 시각시스템의 개발을 위해 3 채널 구형 스크린을 이용한 준몰입형 가상현실 영상 시스템을 구성하고, 고가의 워크스테이션이 아닌 PC를 그래픽 서버로 채택하여 가격대비성능에서 우수한 구형 스크린을 이용한 준몰입형 VR 시스템 개발을 완성하여, 자동차, 플랜트 등 공학 및 산업분야에서의 활용 예를 제시하고자 한다.

2. 가상현실 영상 시스템 구성

2.1 시각 시스템의 구성

가상현실 시스템은 가상환경, 컴퓨팅 환경, 가상현실 입출력 기술 및 상호 작용 방식의 4요소로 구성된다. 가상현실 하드웨어는 3차원 그래픽 영상을 실시간 방식으로 처리할 수 있는 컴퓨터와 VR주변기기로는 시각장치, 청각장치 및 촉각장치와 이 기기들의 공간상의 위치 변화를 컴퓨터가 인식하도록 하는 공간 추적장치 및 3D 입력장치 등으로 이루어져 있다.

인간이 시각을 통해 파악할 수 있는 외부의 정보는 약 60-70%정도를 웃돈다. 그만큼 시각이 중요한 기능을 차지하고 있으나 사람의 시각만큼 하드웨어의 성능이 발달하지는 못하고 있다. 예를 들면 우리의 눈은 약 280° 정도의 각도로 관찰할 수가 있지만 컴퓨터 모니터는 겨우 약 56° 정도를 인간에게 디스플레이 해주고 있다. 따라서 이것을 극복하는 기술이 선행되어야 하는데 그 중 하나가 TRACKING장치를 통하여 제한된 관찰각을 극복하는 방법이고, 다른 하나는 본 연구에서 사용된 방법으로 다채널 구형 스크린을 이용

하여 사용자의 시야를 확보하는 방법이다.⁽¹⁾

가상현실의 중요한 구성요소인 시각시스템은 비몰입형, 준몰입형, 몰입형의 3가지로 분류하여 나타낼 수 있는데, 본 연구에서 구축한 시각 시스템은 준몰입형(ARM MOUNTED DISPLAY)이다.

2.2 준몰입형 VR 시스템

준몰입형 VR 시스템은 프로젝터 VR 시스템과 시뮬레이터 VR 시스템으로 나누어진다. 프로젝터(projector) VR은 프로젝터를 사용해서 스크린에 영상을 출력하는 시스템으로, 3차원 컨트롤러, 조이스틱, 압력 패드, 터닝 디바이스(turning device) 등을 입력장치로 사용하고, 출력은 백/프론트 프로젝터(back/front projector)나 비디오 벽으로 보내진다. 프로젝터를 이용한 시스템은 주로 여러 사람이 동시에 가상세계를 경험하고자 할 때에 쓰이는 시스템이다. 시뮬레이터(simulator) VR은 가장 오래된 가상현실 시스템으로 현재 시뮬레이터 VR은 위험한 장비를 다루어야 하는 운전자를 훈련시키는 경우나 실제로 구현하기 힘든 상황을 모사하는 경우에 사용되고 있다. 본 연구에서는 3채널 구형 스크린을 이용한 프로젝터 VR 시스템을 이용하여 가스플랜트, 원자력 발전소 및 차량 주행 시험장과 같은 대규모 설비의 가상현실 체험에 적합한 준몰입형 VR 시스템을 구축하였다. Fig. 1은 3채널 구형 스크린을 이용하여 본 연구에서 구축한 준몰입형 프로젝터 VR 시스템 전경을 나타낸 것이다.

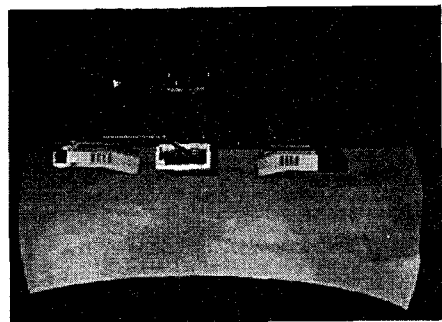


Fig. 1 Project VR system

2.3 3채널 구형 스크린 시스템의 구성

본 연구의 목표인 준몰입형 VR 시스템 개발을 위해 구성된 프로젝터(projector) VR 시스템은 구

형 스크린, 3대의 그래픽 서버용 컴퓨터, 3대의 CRT 프로젝터로 구성되어 있다.

3채널 디스플레이(3 Channel Display)방식으로 건설된 3채널 구형스크린은 몰입형(Immersive) 가상현실에 비하여 몰입감이 떨어지는 단점을 보완하기 위해 크기가 9.555m × 3.145m이며 150° 0°의 시야각(Field of View)을 확보한 구형 스크린을 이용하여 사용자들로 하여금 최대한의 몰입감을 느끼도록 구성하였다. 또한, 사용자가 가상현실을 체험하는 위치를 설정함에 있어 Eye point 높이를 1.55m, 거리를 3.65m로 설정하였다. 이는 가상환경에서 아바타 즉, 가상인물의 크기를 고려하여 설정한 값이다. Table 1에 3채널 구형 스크린의 구성에 대한 사양이 나와있다. Fig. 2와 Fig. 3은 3채널 구형 스크린 시스템의 레이아웃을 나타낸 것이다.

Table 1 Spherical screen specification

Type	Spherical
No. of Screen	3
Screen	9.555m × 3.145m
Radius	3.6m
HFOV	150.00°
VFOV	40.9806°
Overlap	6.82°

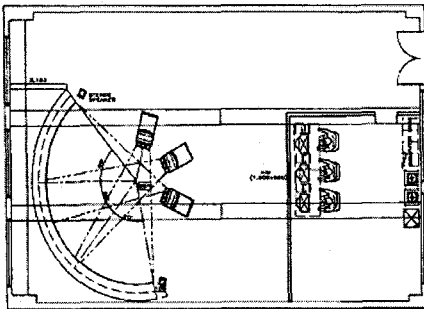


Fig. 2 Floor plan of 3 channel screen

3 채널 분할 방식을 지원하기 위해 사용된 3대의 CRT 프로젝터는 Barco사의 GRAPHICS 808s를 사용하였으며 최대 1600 x 1200 Pixel의 초고해상도와 1250 Lumen의 밝기로 좌우 150°, 상하 40°의 가시영역을 확보하여 최적의 가상 환경을 구현하였다.

그래픽 서버(Graphic server)로는 windows NT를

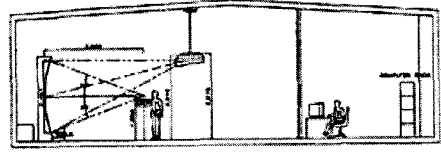


Fig. 3 Section plan of 3 channel screen

OS로 사용하는 일반 PC를 사용하여 시스템을 개발하였다. 몇 년 전 만해도 개인용 PC에서 가상현실을 구현하는 것은 컴퓨터의 성능 한계 때문에 그 구현이 불가능했다. 예로, 사람의 인지 능력의 80%를 차지하는 시야를 형성하기 위해 필요한 3차원 가상공간을 만드는 것만 하더라도 실시간을 확보해야 하므로 삼차원 가속장치가 없는 중앙 처리장치 때문에 거의 불가능했다. 하지만, 근래에는 개인용 PC의 성능이 워크스테이션에 가까울 만큼 향상되었고, 삼차원 가속보드도 비교적 저렴한 가격으로 구입할 수 있게 되었다.⁽⁸⁾

Table 2 Graphic server specification

Model	Intergraph TDZ2000GX1
No. of Graphic PC	3
Main Processor	Pentium III Xeon 550MHz/512KB Cache Processor
Memory	512MB SDRAM
Hard disk	9.1 GB IVD Disk
Graphic Card	Intense 3D Wildcat 4105 (16MB Frame Buffer /64MB) Texture Memory/Geometry Accelerator)

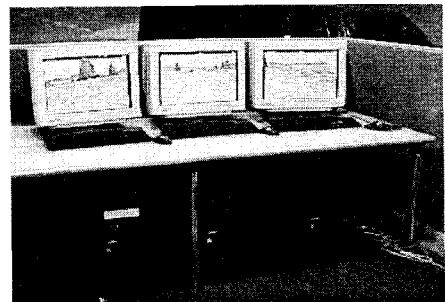


Fig. 4 Graphic server system

따라서, 본 연구에서는 고가의 워크스테이션이

아닌 3대의 Intergraph TDZ Zx1 컴퓨터를 사용하여 39프레임이상의 고성능 그래픽 처리 속도를 지원하는 가격대비성능이 우수한 가상현실 영상 시스템을 구축하였다.

Table 2는 가상현실 시스템 구성을 위해 사용한 Graphic server의 사양을 도시한 것이다. Fig. 4는 실제로 구성한 3채널 구형 스크린 시스템의 그래픽 서버용 PC를 나타낸 것이다.

3. 3채널 그래픽 관리 시스템 개발

3.1 3채널 그래픽 분할 시스템

3 채널 구형스크린을 이용하여 구성한 VR 시스템은 3대의 CRT 프로젝터가 3대의 그래픽 서버용 PC에 각각 연결되어 그래픽 이미지를 구형 스크린에 영상하도록 구성되어 있으며, 전체 구형 스크린에 영상될 화면을 완성하기 위해서는 3채널 구형 스크린 시스템과 그래픽 서버용 PC에서 3채널로 그래픽을 분할하는 그래픽 분할 시스템을 개발하였다.

3개의 구형스크린은 Fig. 5에 도시된 바와 같이 54.55°의 투영각을 갖으며, 각각 6.82°씩 겹쳐 있다. 이 겹쳐진 구간은 시스템 하드웨어의 구성 시 프로젝터의 밝기를 50%씩 감소시켜 영사시킴으로써 겹쳐진 구간이 하나의 연결된 스크린 화면으로 영사되도록 한다.

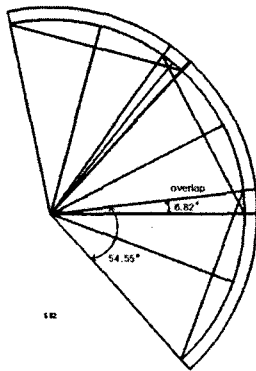


Fig. 5 Spherical screen layout

Fig. 6은 Fig. 5의 레이아웃을 실제로 도시한 것으로써 3채널 디스플레이 방식으로 구성된 준몰입형 VR 시스템의 초기화면을 도시하고 있다. 그림에서 보여지는 두 개의 흰색 줄무늬는 Fig. 5

에 도시된 스크린의 Overlap각으로써 실제 가상현실 시스템의 구현을 위해서는 다음에 기술하게 될 3채널 그래픽 분할 시스템을 사용하여 사용자로 하여금 3대의 스크린이 마치 하나의 스크린으로 구성된 것처럼 느낄 수 있도록 정확히 분할해 주어야 한다.

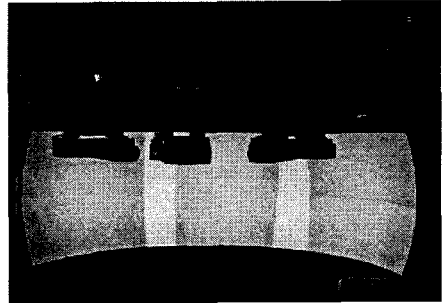


Fig. 6 3 channel display screen



Fig. 7 3 Channel display of spherical screen

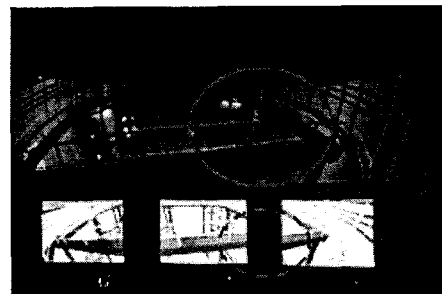


Fig. 8 3 Channel graphic division system

그래픽 서버에서 지원하는 3채널 그래픽 분할 시스템은 Fig. 5에 도시된 구형 스크린 시스템의 레이아웃과 동일하게 3채널 디스플레이 환경을

구성하고, 투영각, Overlap, viewpoint, 스크린의 center point를 계산하여 3대의 그래픽 서버에서 프로그램을 구성하여 분할해주어야 한다. 구형 스크린의 채널분할 기능을 지원하는 장비로 SGI Onyx와 같은 고가의 컴퓨터 장비들이 있으나, 가격대비성능의 향상을 고려한 가상현실 시스템 개발을 위해 본 연구에서는 고가의 워크스테이션 장비를 사용하지 않고 일반 PC 환경에서 가상현실 시스템을 구현하기 위해 Multivis라는 다채널 화면 분할 프로그램을 이용하였다. 그러나, 이 상용 소프트웨어는 본 연구에서 구축하고자 하는 구형 스크린의 채널분할 방식을 위한 기능을 지원하지 않기 때문에, 실제 구성된 3채널 구형 스크린에 대해 패턴(Pattern)을 제작하고 수치적으로 계산한 값들을 이용하여 3채널 그래픽 분할 시스템을 개발하였다. Fig. 7은 3채널 그래픽 분할 시스템을 이용하여 3개의 디스플레이 채널로 화면을 분할시킨 모습이다. Fig. 8은 PC의 모니터에 의해 분리된 부분이 영사된 스크린에서는 정확하게 연결된 화면으로 영사되고 있음을 보여준다.

3.2 3채널 그래픽 모듈 생성

구형 스크린을 이용한 준몰입형 VR 시스템의 개발의 완성을 위하여 가상현실 환경을 구축하기 위한 그래픽 모듈을 생성한다. 이 과정을 3D visualization이라 하며, Fig. 9에 그래픽 모듈 생성을 위한 과정이 도시되어 있다.

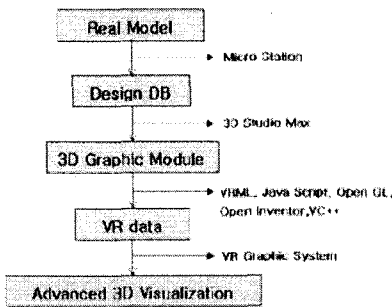


Fig. 9 A process of 3D visualization

본 연구에서 구성한 가상현실 그래픽 모듈로는 가상 주행 시험장, 가스 플랜트, 원자력 발전소 등이 있는데, 이들은 모두 공학 및 산업분야에서 활용할 수 있는 대상으로 선정하였다. 가상현실 환경을 구성하기 위한 그래픽 모듈의 생성은

사용자로 하여금 몰입감 및 현장감을 느낄 수 있도록 하는 것이 필수적인 요소인데, 그러기 위해서는 실물을 정밀하게 분석하고 3D 모델로 생성하는 작업이 매우 중요하다. 본 연구의 개발모델로 선정된 차량 주행 시험장, 가스 플랜트 및 원자력발전소는 실물자료와 2D 도면을 기초로 하여 생성한 것이다.

3차원 그래픽 모듈의 생성과정 중 그래픽 데이터의 효율적 관리와 가상현실 환경에서 대용량의 그래픽 데이터로 인한 그래픽 처리속도의 저하를 방지하기 위해 Design DB를 작성하여 최적의 3차원 그래픽 모듈을 생성하였다. 본 연구에서 사용된 그래픽 툴(Graphic tool)은 3D Studio Max를 사용하였다. 3차원 그래픽 모듈의 생성과정에서는 실제로 촬영한 사진 또는 사실감을 높여주는 텍스처(texture)를 오브젝트(Object)에 입히는 텍스처 맵핑(Texture Mapping)작업을 하여 가상현실 체험자로 하여금 실제 현장에 있는 듯한 현실감을 제공할 수 있다. 그러나, 실사의 텍스처를 사용하는 작업은 그래픽의 속도를 저하시키는 원인을 제공하게 되므로 그래픽 노드의 계산을 최소화할 수 있도록 편집된 텍스처를 사용하여야 한다.

생성된 3차원 그래픽 모듈은 다시 VR data로 작성하여 Multi viewpoint, 네비게이션 등의 가상현실 환경을 구성하기 위한 기능들을 생성하고, 3채널 분할 기능을 제공하기 위해 전용 툴을 사용하여 3채널 그래픽 관리 시스템을 완성하였다. 본 연구에서는 3채널 분할 프로그램은 VTree라는 Open GL기반의 가상현실 저작 툴을 사용하였다.

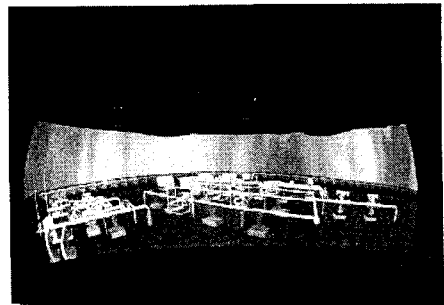


Fig. 10 3 channel display of virtual gas plant

생성된 3채널 그래픽 모듈은 구성된 3채널구형 스크린 시스템을 이용하여 영사시킴으로써 준몰입형 VR 시스템을 완성하게 된다. Fig. 10, Fig.

11, Fig 12는 구형 스크린을 이용하여 완성한 준 몰입형 VR 시스템의 실제 모습을 나타낸 것이다.

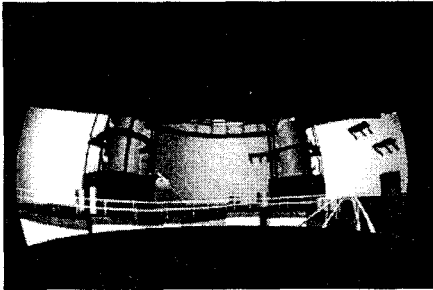


Fig. 11 3 channel display of nuclear power plant

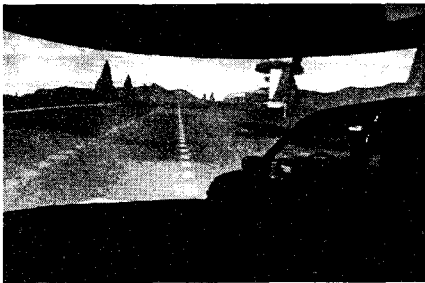


Fig. 12 3 channel display of virtual proving ground

4. 결론

본 연구에서는 구형 스크린을 이용한 준몰입형 VR 시스템을 개발하였다. 본 시스템의 개발을 통하여 일반 PC를 그래픽 서버로 사용하여 가격대비 성능에서 우수한 시스템을 개발하였고, 공학 및 산업분야에서 활용할 수 있는 그래픽 모듈의 개발을 완성하였다. 따라서, 본 연구에서는 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 고가의 고성능 워크스테이션이 아닌 PC를 그래픽 서버로 채택하여 가격대비 성능이 우수한 가상현실 시스템을 개발하였다.
- 2) 몰입형 VR 시스템에 비해 준몰입형 VR 시스템이 갖는 몰입감의 부족을 보완하기 3채널 구형 스크린을 구성하여 사용자의 시야각을 확보하였고, 일반 PC를 이용하여 세계 최초로 3채널 그래픽 분할 시스템을 완성함으로써, 공학 및 산업분야에서의 가상 현실 시스템의 범용성을 높였다.

3) 원자력 발전소, 가스 플랜트, 차량 주행 시 험장과 같은 공학 및 산업분야에서 활용할 수 있는 그래픽 모듈을 개발하여 기계공학 분야에서의 가상현실 기술의 활용 예를 제시하였다.

후기

본 논문은 한국과학재단 산하 성균관대학교 산업설비 안전성평가 연구센터의 연구비지원으로 이루어진 것으로써, 이에 관계자 여러분께 감사드립니다.

참고문헌

- (1) 조기용, 2001, "가스플랜트에 대한 VR Monitoring System 개발", 성균관대학교 석사학위 논문, pp 15-32
- (2) S. Hass and U. Jasnoch, 1994, "Cooperative Working on Virtual Prototypes, Proceedings of the IFIP WG 5.10 Workshops on Virtual Environments and Their Applications and Virtual Prototyping", pp.48-57 .
- (3) 조준희, 박경균, 이운성, 김정하, 1997, "차량시뮬레이터의 시각 및 음향 시스템 개발", "97 춘계 학술대회, pp476-481"
- (4) System Analysis lab. Okayama Univ., 1997, "Application of Virtual Reality Technique to Plant Design, Operation Supporting in an Emergency"
- (5) Dr. Ing. Peter Ebbesmeyer, Dipl.-Ing. Peter Gehrman, Dipl.-Ing. Michael Grafe, Dipl.-Inf. Holger Krumm, 1999, "Virtual Reality for Power Plant Design", ASME Design Engineering Technical Conference, DETC99/CIE-9037
- (6) M. A. Bossak, 1998, "Simulation Based Design", Journal of Process Technology 76, pp8-11
- (7) 고희동, 1997, "Virtual Reality", "97 한국 CAD/CAM학회지, pp70-72
- (8) 서정태, 정문렬, 1997, "PC용 가상현실 입출력 인터페이스의 설계 및 구현", 1997 한국감성과학회 학술대회, pp129-133