

연구논문

3차원 공간 자료 분석을 위한 입체형 시각화 시스템 구축

이두성¹⁾

Building a Stereoscopic Display System for 3-D Spatial Data Analysis

Doo Sung Lee¹⁾

요 약 : 몰입형 가상현실 시스템은 석유탐사를 위한 목적으로 다양한 지하정보 즉, 검층자료, 3차원 탄성파 자료, 지층면, 단층, 기타 저류층 특성 등을 시각화하고 분석하는 데 사용되고 있다. 가상현실 시스템은 매우 편리한 도구이나 대체로 고가이다. 여기서는 시중에서 쉽게 구입할 수 있는 일반 전자부품으로 3차원 공간 자료를 한 개의 스크린에 시각화하는 수동형 가상 현실 시각화 시스템을 구성한 사례를 제시하였다. 이 시스템은 2채널 3차원 그래픽 카드를 장착한 PC 1개와 2개의 프로젝터, 편광 안경으로 구성된다. 이러한 시스템은 용도에 따라 다양한 형태로 기본 부품들을 선택하여 제작할 수 있다.

주요어 : 가상현실, 3차원 시각화, 공간정보 시각화

Abstract : Immersive virtual reality has been used in areas of oil and gas exploration for visualization and analysis of various spatial data, such as wireline logs, 3-dimensional seismic data volume, formational boundaries, fault, and some other reservoir characteristics. Although virtual reality is a valuable tool in this area, in most cases, it requires a large budget. This paper describes the construction of a single screen, passive stereo, virtual reality, display system based on commodity, or otherwise, low-cost components. The core elements of the system are a PC with a two-channel 3-D graphics, two projectors, and a polarized stereo. There are many options available for the major elements of such a system, and the basic system can be modified or adapted to many different styles of use.

Keywords : Virtual reality, 3D display, Spatial data visualization

서 론

입체 영상은 兩眼의 視差(binocular disparity)를 갖는 두 개의 2차원 영상을 左右眼에 따로따로 분리 제시함으로써 表示面의 깊이가 있는 영상을 재현하는 것이다. 이를 구현하는 방법에는 요지경(瑤池鏡) 방식, 필터 안경 방식(수동형), 시분할 방식(능동형) 등이 있다. 본 연구에서는 수동형(passive type) 중에서 편광 필터(polarized filter) 방식을 이용한 장비를 채택하였다. 이 방식은 다른 방식에 비해 여러 사람이 동시에 볼 수 있고, 완전 컬러의 동영상 표시가 가능하며, 구현과 유지 보수가 쉽다는 장점이 있다.

입체영상은 가상현실 시스템 구축에 필수 요소이다. 가상현실이란 컴퓨터 합성(computer-synthesized)에 의한 3차원 환경으로 그 속에서 複數의 사람이 참가하여 특정한 환경 상황을 컴퓨터를 이용한 모의실험(simulate)을 통하여 그것을 사용하는 사람이 마치 실제 주변 상황 환경과 상호작용을 하고 있는 것 같은 환경을 말한다. 컴퓨터와 상호작용이 가능한 몰입형

(immersive) 가상현실(Virtual Reality: VR) 시스템은 다양한 3차원 공간데이터 분석 도구로서 활용되고 있고 최근에는 영화, 게임, 예술 등 많은 영역에서 활용되고 있다(Nugent, 1991).

가상 현실을 구현하는 방법은 여러 가지가 있으나 궁극적인 방식은 사용자의 시점이 가상 세계 안에 완전히 몰입되는 몰입형 시스템(immersive system)이다. 몰입형 시스템은 HMD(Head Mounted Display)를 사용하는 방식과 여러 개의 영상면(projection screen)을 연결하여 사용자를 둘러싸는 케이브(CAVE) 시스템 등이 있다(Isdale, 1998).

과거에는 VR이 특수한 분야에서만 사용되고 고가의 제작경비가 필요하였으나, 최근에는 영사기와 스크린이 많이 대중화되었고, 특히 PC의 성능이 크게 향상되어 비교적 저비용으로 3차원 영상을 생성하는 시스템을 구축할 수 있다(Pape and Umbrae, 2002)는 1개의 스크린을 사용한 시스템을 소개한 바 있고(Sauter, 2002)는 2개 이상의 스크린을 사용한 케이브 시스템 구성에 대한 보고를 한 바 있다.

가상 현실 시스템은 3차원 영상을 생성하는 부분과 이를 입

*2004년 1월 15일 접수
1) 한성대학교 정보공학부
이 연구는 2004년도 한성대학교 교내 연구비 지원에 의하여 수행되었다.

제 영상으로 변환하고 시각화 하는 부분, 그리고 사용자의 입력을 받고 제어하는 부분 등으로 이루어져 있다. 본 연구에서는 사용자의 입력/제어 부분은 컴퓨터 입력 장치로 대신하였다.

3차원 영상 생성 장치(3-D image generator)

가상 현실의 대상이 되는 3차원 영상을 제작하는 방법은 3차원 카메라나 3차원 스캐너를 이용하여 물체로부터 3차원 좌표를 직접 획득하는 방법과 2차원 영상을 3차원 영상으로 변환하는 등의 하드웨어적인 방법이 있으나, 3차원 탄성파 볼륨, MRI 같은 공학 분야에서는 자료 처리 결과로 얻어진 수치 자료를 소프트웨어를 이용하여 3차원적으로 시각화하는 방법이 일반적으로 사용된다. 이 방법은 그래픽 성능이 우수한 컴퓨터와 시각화 소프트웨어만 있으면 되므로 다른 방법보다는 저렴하게 구현할 수 있다. 본 연구에서는 이원 출력(dual output)이 가능하고 3차원 렌더링 능력이 우수한 PC를 기반으로 한 시스템을 제작하여 사용하였고 시각화 소프트웨어로는 입체시각(stereo viewing), 즉 3차원 영상을 좌우안 영상으로 분리하여 도시하는 기능을 지원하는 TGS社의 OpenInventor를 채택하였다. Open Inventor는 OpenGL에 기반한 객체지향적인 3차원 그래픽 도구로서 컴퓨터와 사용자사이의 상호작용이 가능한 그래픽 프로그래밍에 필요한 대부분의 기능을 가진 함수와 과 큐브 폴리곤등 다양한 모델 객체를 보유하고 있는 라이브러리이다(Wernecke, 1988, <http://oss.sgi.com/projects/inventor/>).

Table 1에 본 시스템을 구성한 PC 및 소프트웨어의 사양을 제시하였다.

입체 표시 시각 장치(stereoscopic display system)

한 표면에 입체적으로 어떤 물체를 도시하기 위해서는 영상의 시각적 깊이정보를 첨가해야한다. 영상의 깊이감(depth perception)을 표시하는 방법은 一眼 또는 兩眼을 사용할 경우로 분류할 수 있다. 一眼을 사용하는 경우는 깊이감은 영상이 갖고 있는 고유의 단서로부터 얻을 수 있다. 이 단서들은 원근법(perspective), 그림자(shadow), 또는 관찰자에 상대적으로 인접한 개체가 멀리 있는 개체를 가리는 occlusions, 개체의 질감, 그리고 관찰자의 視방향이 변했을 때 인접한 개체가 더 많이 이동한 것 같은 운동시차(motion parallax) 등이다. 兩眼을

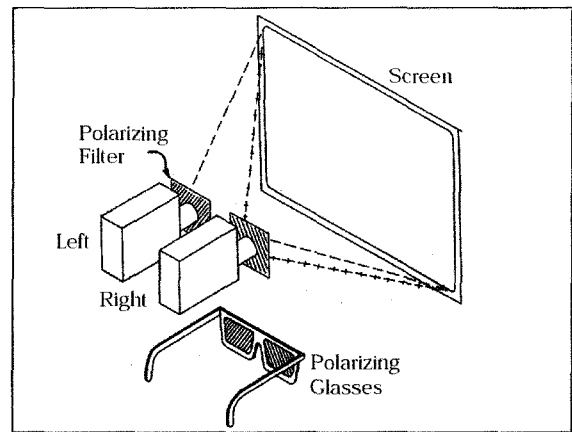


Fig. 1. Schematic of a single screen, passive stereo, virtual reality display system.

사용하는 경우 대부분의 경우 개체의 입체視(stereopsis)는 두 뇌에서 양안에 입력된 영상의 수평방향으로의 편차를 사용하여 깊이정보를 추출하게 된다(Julez, 1971).

VR에서 입체영상(stereoscopy)을 표시하는 일반적인 방법은 양안의 시각차(binocular disparity)를 갖는 두 개의 2차원 영상을 左右眼에 분리 제시함으로써 표시 면의 전후에 깊이가 있는 영상을 재현하는 것이다(技多利, 1998). 이를 구현하는 방법에는 요지경 방식, 필터 안경 방식(수동형), 시분할 방식(능동형) 등이 있으며 본 연구에서는 수동형(passive type) 중에서 편광 필터(polarized filter)를 이용한 방법을 채택하였다. 이 방식은 다른 방식에 비해 여러 사람이 동시에 볼 수 있고, 완전 칼라의 동영상 표시가 가능하며, 구현과 유지보수가 쉽다는 장점이 있다. 이 방식은 빛의 편광 원리를 이용해 좌우안 영상을 분리하여 화면에 투사하고 이를 편광 필터가 달린 안경을 쓰고 관찰함으로써 좌우 영상을 선택적으로 받아들이는 것이다(Fig. 1). 이 방식은 하나 또는 두 대의 영상기(projector)를 사용하여 구현할 수 있는데 두 대를 이용하는 방법이 제작과 사

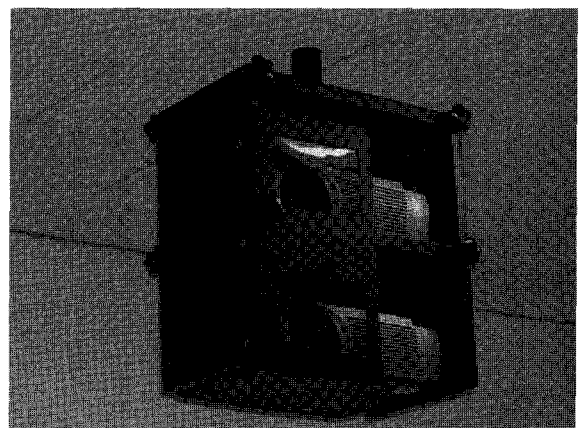


Fig. 2. Two projectors are installed in a bracket for the stereoscopic projection.

Table 1. The specifications of the 3-D image generation equipments.

CPU	Pentium4 1.7 GHz
RAM	DDR 512 MB
Graphics Card	nVIDIA Quadro FX 2000
Operating System	Microsoft Windows XP
Visualization Software	TGS OpenInventor 3.1.1

Table 2. The specifications of the LCD projector for stereoscopy.

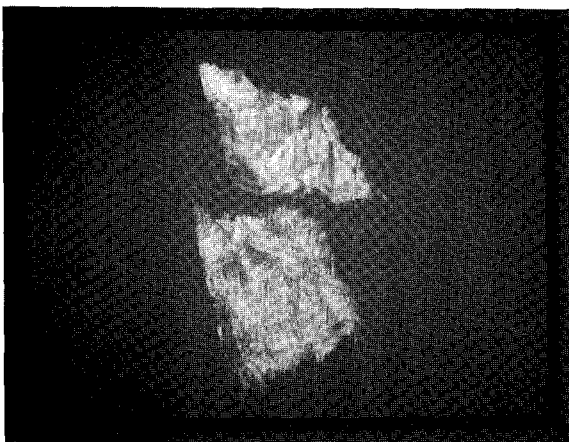
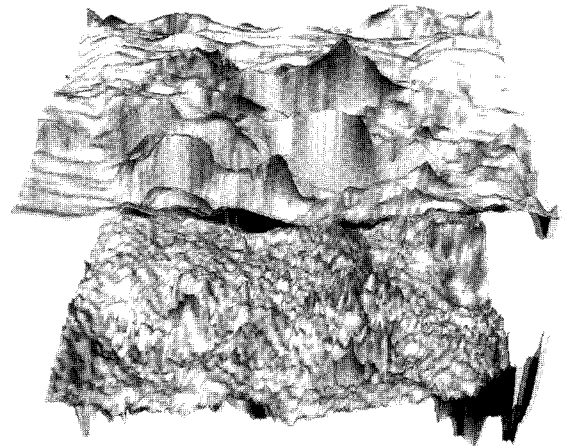
Manufacture	HITACHI
Model	CP-X430
Basic Resolution	XGA (1024×768)
Max. Resolution	UXGA (1600×1200)
Brightness	2600 ANSI Lm
Contrast Ratio	400:1 이상
Dimension (WHD)	360×106×256 (mm)
Weight	4.5 kg

용에 있어 더 용이하므로 본 연구에서는 두 대를 이용하는 dual projection 방법을 채택하였다. 즉 OpenInventor에서 생성한 좌우 영상을 PC에서 두 개의 비디오 포트에 dual로 출력하고 이를 각각의 영사기에 연결하는 것이다.

Dual 영사를 하는 경우 하나의 영사기에서는 좌안에 투사되는 영상을, 그리고 다른 영사기에서는 우안에 투사되는 영상을 표시하게 된다. 두 영사기에서 출력된 영상은 화면의 같은 영역으로 투사되어야 하므로 이를 조정된 상태를 유지하기 위해 영사기를 bracket을 사용하여 고정한다. 이 때 bracket의 전면부에는 서로 직교하는 두 개의 편광 필터를 각 영사기의 투사구 앞에 설치하였다(Fig. 2).

영사기의 종류는 CRT, DLP, LCD 등이 있는데 어떤 것을 사용해도 상관없으나 영상이 편광 필터를 두 번 지나면서 초기 휘도(brightness)의 약 38%만이 보존되므로(Barco, 2002) 가능한 휘도가 높은 모델을 쓰는 것이 좋다. 본 연구에서는 가격과 휘도를 고려하여 LCD 영사기를 선택하였으며 주요 사양은 Table 2와 같다.

영사 화면은 반사에 의한 편광 간섭이 없어야 하므로 銀으로 표면 처리된 재질의 특수한 화면을 사용하였으며, 화면의 크기는 몰입감을 높이기 위해 120 인치의 비교적 큰 제품을 사용하였다. 또한 화면의 틀(frame)은 이동성을 고려하여 조립과 설치가 간편한 제품을 채택하였다. 이 틀은 실험실의 벽면

**Fig. 3.** A stereoscopic image of the two seismic horizons projected on a screen.**Fig. 4.** A stereoscopic image of the two seismic horizons display on a paper.

에 부착되어 있으며 필요한 경우 탈착 분해하여 운반할 수 있게 되어있다. Fig. 3은 이 스크린에 투사된 것은 3차원 탄성파 자료로부터 발췌한 2개의 지층면이다. 이 영상은 편광경(polarized glass)을 사용할 경우 입체감을 느낄 수 있다. 이러한 영상을 종이에 출력할 경우는 2개의 영상을 각각 다른 색을 사용하여 스테레오영상으로 출력할 수 있고 출력된 영상은 2색안경으로 입체감을 느낄 수 있다. Fig. 4는 좌안은 빨간색 우안은 파랑색으로 2개의 지층면 이미지를 종이에 출력한 예이다. 따라서 이 이미지는 좌우에 각각 빨간/파랑색 안경 착용으로 입체감을 느낄 수 있다.

결론

VR 기술을 사용하여 3차원 물리탐사 자료 등 다양한 3차원 지하 공간 자료를 분석하고 해석결과를 보다 입체감 있게 3차원 환경에서 시각화할 수 있는 시스템을 제작하였다. 이 시스템은 케이트 형의 몰입형 가상 현실을 구현하기 위하여 영사기를 이용한 방식으로 제작하였다. 이 시스템은 크게 3차원 영상 생성 부분과 입체 표시 부분으로 구성되어 있다. 3차원 영상 생성 장치는 다양한 지하공간 자료를 입력받아 소프트웨어적으로 3차원 개체를 생성하여 시각화하며 이를 左右眼 영상으로 분리하여 출력한다. 이 부분은 일반적인 PC와 시각화 소프트웨어를 활용하여 제작하였다. 입체 표시 장치는 편광 필터를 이용한 수동형 방식으로 제작하였는데, 두 대의 영사기가 PC에서 생성한 좌우안 영상을 각각 입력받아 스크린에 투사한다. 이 때 좌우 영상을 분리하기 위해 영사기의 투사구 앞에 편광 필터를 설치하고 사용자는 편광 안경을 사용하여 분리된 영상을 선택적으로 받아들임으로써 입체 영상을 구현하였다. 본 시각화 시스템은 1개의 스크린을 이용한 시스템이다. 차후 연구에서는 2개의 영사면을 사용하여 몰입도가 높은 가상 환경을 생성하며, 또한 사용자와 상호 작용할 수 있도록 입력/제

어 장치를 설치함으로써 좀 더 완전한 VR 시스템을 구축할 것이다.

감사의 글

본 연구의 대상인 가상현실 시각화 장비 및 기기는 국가지정 연구실 사업 “탄성파 영상화 기술 개발 및 응용”의 일환으로 구입 설치되었다. 해당기관에 감사한다.

참고문헌

- Aukstakalnis, S., Blatner, D., and Roth, S. F., 1992, *Silicon Mirage: The Art and Science of Virtual Reality*, Peachpit Press.
- Barco, 2002, *Stereoscopic Projection*, Barco.
- Isdale, J., 1998, What Is Virtual Reality?, <http://vr.isdale.com/WhatIsVR.html>.
- Julez, B., 1971, *Foundations of cyclopean perception*, University of Chicago Press, Chicago, 406 p.
- Lipton, L., 2001, The Stereoscopic Cinema: From File to Digital Projection, *SMPTE Journal*, 586-593.
- 枝多利, 1998, 3차원 영상의 기초, NHK 방송기술연구소.
- Nugent, W. R., 1991, Virtual reality: Advanced imaging Special Effects Let you roam in cyberspace, *J. of American Society for Information Science*.
- Pape, D., and Umbrae, R., 2002, Workshop: Building an affordable projective, immersive display, *SIGGRAPH Conference Abstracts and Applications*, 55 p.
- Sauter, P. M., 2002, VR2Go: A new method for virtual reality development. *ACM SIGGRAPH Computer Graphics*, **37**, 19-24.
- Wernecke, J., 1988, *The inventor mentor: Programming object-oriented 3D graphics with Open Inventor, Release 2*, Addison-Wesley.