한국측량학회지, 제 28권 제 6호, 2010. 12 : pp. 669~676

# 다양한 센서로부터 획득한 공간데이터의 3D 입체 디스플레이

# 3D Stereo Display of Spatial Data from Various Sensors

박소영[1] · 윤성구[2] · 이용욱[3] · 이동천[4]
Park, So Young · Yun, Seong Goo · Lee, Young Wook · Lee, Dong-Cheon

**Abstract**

Visualization requires for effective analysis of the spatial data collected by various sensors. The best way to convey 3D digital spatial information which is modeling of the real world to the users, realistic 3D visualization and display technology. Since most of the display is based on 2D or 2.5D projection to the plane, there is limitation in representing real world in 3D space. In this paper, data from airborne LiDAR for topographic mapping, Flashi-LiDAR as emerging sensor with great potential to 3D data acquisition, and multibeam echo-sounder for underwater measurement, were stereoscopically visualized. 3D monitors are getting popular and could be information media and platform in geoinformatics. Therefore, study on creating 3D stereoscopic contents of spatial information is essential for new technology of stereo viewing systems.

Keywords : Sensor data, 3D visualization, Stereo display monitor

**초 록**

여러 종류의 센서로부터 획득한 공간데이터를 효과적으로 분석하고 이용하기 위해서는 시각화가 필요하다. 센서 데이터로부터 실세계를 모델링한 3차원 디지털 공간정보를 사용자에게 전달하기 위한 최상의 방법은 실감적인 입체 시각화와 디스플레이 기술이다. 대부분의 디스플레이 방법은 2D 또는 2.5D 투영 기반의 시각화이므로 3차원 공간상에 존재하는 실세계를 묘사하는데 한계가 있다. 그러므로 본 논문에서는 3차원 공간 데이터로 지형매핑에 활용도가 높은 항공 라이다, 최근에 개발되어 향후 공간정보 획득 기술로서 잠재력이 높게 평가되고 있는 Flash-LiDAR와 해저공간 정보획득을 위한 음향 측심기 데이터를 셔터안경 방식의 고해상도 입체 디스플레이 모니터상에 입체 시각화하였다. 측량 및 공간정보 분야에서도 일반 대중들의 관심이 높아지고 있는 3D 모니터를 정보전달의 매개체로 활용하기 위해서는 공간정보의 입체 콘텐츠 생성에 관한 연구가 진행되어야 한다.

핵심어 : 센서 데이터, 3차원 시각화, 입체 디스플레이 모니터

## 1. 서 론

최근 전 세계적으로 많은 관심의 대상인 입체영화와 TV 방송은 3D 디스플레이와 3D 입체 모니터 개발의 새로운 세대를 시작하는 계기가 되고 있으며, 여러 나라에서 신성장 동력산업으로 육성하고 있는 실정이다. 입체 시각화 기술을 본격적으로 적용하는 기술의 시초는 사진측량이며, 이미 오래 전부터 사진측량에서 필수적으로 사용되어 오고 있는 기술로서 새로운 것은 아니다. 그러나 영상매체의 대중화와 더불어 입체영상의 보급이 실현되고 있다. 이를 위하여 국내외의 유수 기업들이 입체 디스플레이 기술을 개발하고 3D 모니터들을 생산하여 디스플레이 산업이 활성화되고 있다(이선근 등, 2010).

기존의 2D 디스플레이는 3차원 공간을 2차원 화면에 투영하므로 실세계를 실감적으로 표현하기에는 부족하므로 3차원 공간데이터나 영상 정보를 정확하게 전달할 수 없

1) 세종대학교 지구정보공학과 석사과정(E-mail:sysypark@sju.ac.kr)
2) 세종대학교 지구정보공학과 석사과정(E-mail:sgyun@sju.ac.kr)
3) 정회원 · 인덕대학 토목환경설계과 교수(E-mail:leeyoungwook@empal.com)
4) 교신저자 · 정회원 · 세종대학교 지구정보공학과 교수(E-mail:dclee@sejong.ac.kr)

다. 3차원 좌표를 2차원 평면에 투영하는 2.5D 디스플레이 방법으로는 현실적 입체감 묘사에 한계를 지니며, 3차원에서 2차원으로 차원이 감소함으로써 지도투영에서 발생하는 것과 같은 기하학적 왜곡을 피할 수 없다.

입체 시각화의 기본 원리는 좌우 입체영상의 분리이며, 이는 항공사진측량을 위해 개발된 도화기에서 적용하고 있는 방법이다. 기계식 또는 해석식 도화기는 광학적인 방법으로, 디지털 영상을 사용하는 수치도화기(DPW)는 전자적인 방법으로 영상을 분리하여 입체시를 구현하고 있다. 최근 출시되고 있는 3D 입체 TV 및 컴퓨터 모니터는 DPW에서 주로 사용하고 있는 셔터안경(Shutter glasses) 방식 또는 편광안경 방식으로 입체영상을 디스플레이 하고 있다.

공간정보는 실세계 공간을 간접적으로 경험할 수 있는 매체이므로 지형지물을 실감적이고 사실적으로 정확하게 디스플레이 하여야 그 효과를 극대화 할 수 있다. Google Earth를 입체 디스플레이할 수 있는 Stereo GE Browser는 다양한 종류의 3D 입체 모니터에 적용할 수 있는 입체영상 지원모드를 제공하고 있다. 그러므로 사진측량 분야에서 다양한 3D 공간 및 지리정보 콘텐츠를 일반대중 및 여러 응용분야의 사용자에게 제공할 수 있는 방안과 이를 구현할 수 있는 연구가 필요하다.

3D 입체 시각화 기술은 위치기반의 다양한 공간데이터 인프라(SDI)를 구축하는 기반 기술인 사진측량과 원격탐사 분야와 체계적인 공간분석에 의한 의사결정 시스템인 GIS를 포함하는 공간정보 분야의 핵심이다. 또한 공간 데이터의 실감적 시각화는 지형지물의 의미적 정보(Semantic information)를 이해하고 분석하기 위한 중요한 요소이다.

그러므로 위치정보를 기반으로 하는 3D 공간상의 데이터와 속성정보를 3D 입체 시각화하면 일반적인 2D나 2.5D에 비해 정보의 이해와 가독성이 향상되고 여러 현상을 효과적으로 분석하고 이를 기반으로 효율적인 의사결정을 지원할 수 있는 장점이 있다. 본 연구는 항공 라이다, Flash-LiDAR 및 음향 측심기와 같이 다양한 센서로부터 획득한 3D 공간데이터와 특성정보를 입체 시각화하여 현재 범용적으로 많이 사용되고 있는 NVIDIA 3D Vision 기술이 적용된 입체 모니터에 디스플레이 하였다.

## 2. 연구목적 및 범위

입체영상의 고해상도를 유지할 수 있는 셔터안경 방식의 입체 TV와 PC 모니터가 널리 보급되고 있어서 손쉽게 입체영상물을 접근할 수 있다. 셔터안경의 단점인 영상 떨림 현상에 의한 시각피로, 안경에 의한 색조변화와 밝기저하에 의한 화질저하 등이 발생하지만, 현재 입체 디스플레이 방법은 대부분 셔터안경 기술을 적용하고 있다.

사진측량에서는 중복 촬영된 입체영상으로 입체시를 하고 있지만, 본 연구에서는 3차원 좌표데이터 및 특성정보 데이터를 입체 시각화하였다. 3차원 좌표를 제공하는 항공 라이다, 동시에 격자화된 각 화소에 거리정보를 획득하는 지상 Flash-LiDAR, 그리고 공간정보 분야에서 중요한 해양공간정보 구축을 위한 음향 측심기 데이터를 사용하여 입체 시각화하였다. 그러므로 본 논문은 사진측량에서 요구하는 3차원 좌표측정과 기하학적 정확도 분석이 목적이 아니고, 디스플레이 방법과 시각적 평가에 주요 목적이 있다.

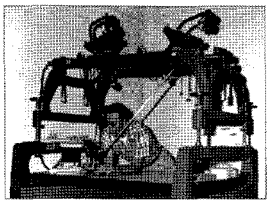
이를 위하여 본 연구에서는 대중화하고 있는 셔터안경 모니터와 NVIDIA 3D 디스플레이 그래픽 기술을 이용하여 공간정보 분야에서 활용도가 높은 다양한 종류의 데이터를 입체 콘텐츠화 할 수 있는 소프트웨어를 개발하였다.

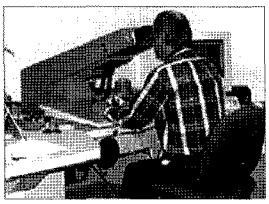
## 3. 입체 디스플레이 기술의 발전

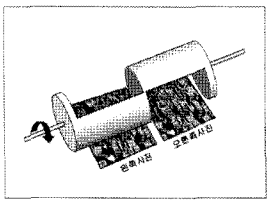
3D 입체 시각화와 디스플레이 방법은 이미 오래전부터 개발되어 상용화 되었으며, 사진측량에서는 입체기술의 발전에 따라 도화기에 적용하여 입체시에 의한 3차원 정밀 좌표측정, 지형도 제작, 수치지형모델 생성, 공간정보 인프라 구축 등에 활용하고 있다.

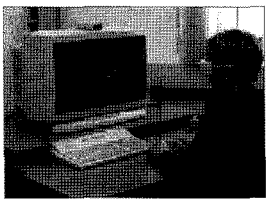
현재까지 입체시 방법은 광학적 방법인 여색 입체시(예: Kelsh 기계식 도화기, <그림 1-a> 참조), 입체경 방식(예: Zeiss 해석식 도화기, <그림 1-b> 참조), 셔터 입체시 원리(<그림 1-c> 참조), 기계적 셔터방식을 전자적 방법으로 구현한 셔터안경식(예: Intergraph 수치도화기, <그림 1-d> 참조), 편광안경식(예: DAT/EM 수치도화기, <그림 1-d> 참조) 등이 있다. 최근에는 무안경 입체 모니터(예: Philips, <그림 1-f>)가 개발되고 있다.

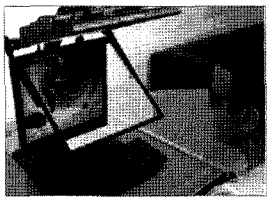
3D 입체 디스플레이 기술이 발전하고 대중화함에 따라 3차원 데이터 및 입체영상을 기반으로 하는 공간정보 및 GIS 분야의 콘텐츠는 각광받을 수 있는 잠재력을 가지고 있다. 최근에 입체 디스플레이 기술에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 특히 전 세계의 디스플레이 산업을 주도하는 국내의 유수기업에서는 신성장 동력산업인 차세대 입체 디스플레이 기술연구와 개발에 주력하고 있다.


(a) 여색입체 기계도화기


(b) 입체경 해석도화기


(c) 기계적 셔터 입체원리


(d) 셔터안경식 수치도화기


(e) 편광안경식 수치도화기

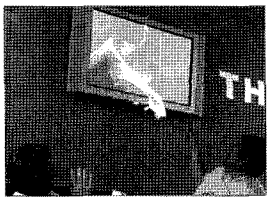

(f) 무안경 입체 모니터

**그림 1. 입체 시각화 기술**

채호병 등(2009)은 시점추적시스템에서 활용할 수 있는 이동형 패럴랙스배리어 패널을 제안, 4등분한 패럴랙스배리어를 사용해 눈의 움직임에 따라 보다 빠르고 자연스러운 입체영상을 획득할 수 있는 가능성을 제시했다. 이선근 등(2010)은 3차원 좌표값으로 이루어진 지형 공간데이터를 공선조건식을 적용하여 입체영상을 생성하였으며, 다양한 입체 시각화 기법을 이용하여 실감적인 디스플레이 기법을 제시하였다. 서영호 등(2008)은 실시간으로 3차원 입체영상을 재생할 수 있는 하드웨어 시스템을 구현하기 위해 side-by-side와 up-down 방식의 입체영상을 위한 설계를 하였으며, 다양한 해상도의 비디오를 실시간으로 처리하도록 하였다. 윤창옥 등(2007)은 거리 및 기하정보를 이용하여 새로운 시점에서의 영상을 획득하여 입체영상을 표현하는 방법을 사용하였다. 이두성(2004)은 가상현실(VR)시스템 기술을 사용하여 3차원 지하 공간데이터를 분석하고 해석 결과를 보다 입체감 있게 시각화 할 수 있는 시스템을 제작하였다.

Kim (2008)은 디지털의 발전에 따라 점차적으로 3차원 입체 디스플레이에 대한 관심이 더해갔으며, 그로 인해 다양한 입체 디스플레이 기술과 방법이 개발되어져 왔고, 현재 무안경 입체 모니터 기술 단계까지 발전했다고 소개했다. Peterka 등(2006)은 가상의 세계를 바라보는 개인의 시각이 여러 방향으로 분산되어있기 때문에 바라보는 방향에 따라 입체 시각화가 이루어 질 수 있는 범위에 대한 연구로 실세계에서의 다양한 생활화를 기대하고 있다.

## 4. 셔터안경에 의한 입체 시각화

3D TV 및 모니터에 가장 많이 사용되고 있는 셔터안경 방식은 3D 프로세서가 다양하게 입력되는 영상의 형태를 출력할 모니터의 형식에 맞게 변환시켜 데이터를 처리하고 출력한다(그림2 참조). 프레임패킹, 좌우, 상하, 프레임순차식의 영상을 입력하면 3D 프로세서는 인터리빙, 프레임순차식의 출력영상으로 변환시켜 사용자에게 제공한다.

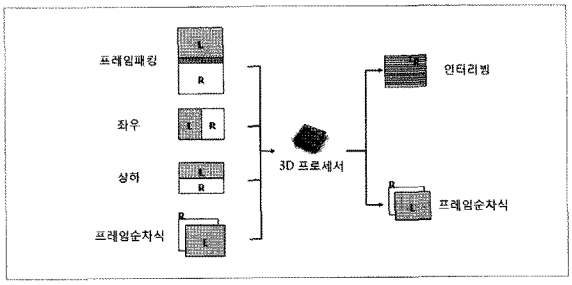



**그림 2. 입체영상의 입출력 형식**

사용한 NVIDIA 3D Vision은 프레임 순차식으로 셔터안경을 사용하므로 인터리빙 방식에 비해 고해상도의 3D 입체영상을 얻는다. 프레임 순차식 이란 오른쪽과 왼쪽으로 분리된 영상이 영상 당 60Hz로 영상이 순차적으로 반복되어 디스플레이 되는 것을 의미한다. 왼쪽 영상이 화면에 디스플레이 되면 셔터안경의 왼쪽렌즈가 활성화되고, 오른쪽렌즈는 정전된다. 마찬가지로 오른쪽 영상이 화면에 디스플레이 되면 셔터안경의 오른쪽렌즈는 활성화되고, 왼쪽렌즈는 정전되어 입체 디스플레이가 구현된다.

셔터안경 방법은 좌우 영상을 인터리빙 시켜 입체감을 느낄 수 있게 하는 lenticular 또는 parallax barrier 기법 등에 비해 원본 영상의 해상도를 저하시키지 않고 좌우 영상을 반복적으로 한쪽 눈에만 보이도록 함으로 선명한 영상을 볼 수 있는 장점이 있다.

입체영상을 인식하기 위한 가장 중요한 두 눈의 간격이 입체감을 좌우한다. 각각의 양쪽 눈으로부터 교차지점까지의 거리인 화면깊이(Screen depth)를 기준으로 왼쪽과 오른쪽 눈의 차이인 시차가 대상물의 깊이를 결정하여 입체감이 형성된다(그림3 참조). 화면을 기준으로 바깥쪽에 꼭

지점이 위치하여 꼭지점 깊이가 화면 깊이보다 길면 입체시가 되지만, 반대의 경우 역입체시가 될 수 있으며, 또한 화면 깊이와 꼭지점 깊이가 같은 경우 단일 영상으로 보이게 된다.

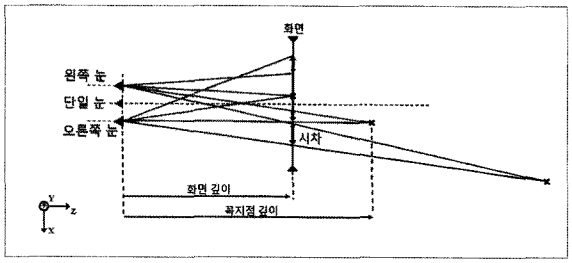



그림 3. 시차와 깊이감

## 5. 입체 시각화를 위한 공간 데이터 처리

### 5.1 데이터 획득

항공 라이다 데이터는 Optech ALTM 3070로 획득된 것이며, 장비의 사양은 표 1과 같다.

표 1. ALTM 3070 사양

| | |
|---|---|
| 레이저 반복속도 | 33 ~ 167kHz |
| 작동고도 | 80 ~ 4000m |
| 수평정확도 | 1/11,000 × 고도 |
| 수직정확도 | 5 ~ 10cm |
| 스캔주파수 | 100Hz |
| 스캔각 | 0 ~ ±25° |
| 스와스(Swath) 폭 | 0 ~ 0.93 × 고도 (m) |

항공 레이저 스캐너(ALS) 시스템은 레이저빔을 정확하게 시준하여 스캔하여 데이터를 획득하지만(김정현, 2009), Flash-LiDAR는 레이저를 카메라의 Flash처럼 여러 방향으로 방사시켜 레이저파를 발사할 때마다 각 화소에 거리정보를 영상면에 획득하는 장치이다. Flash를 사용하여 카메라로 영상을 촬영하는 것과 같은 방법으로, Flash 대신 레이저파를 이용하여 대상지역의 밝기값을 얻는 것뿐 만 아니라, 영상센서의 각 픽셀에 레이저가 물체에 반사되어 돌아오는 시간차로 거리를 측정하는 기능을 포함, 즉, TOF(Time-of-Flight) 방법으로 3D 정보를 획득한다. 따라서, 각 픽셀에 밝기값과 거리정보를 모두 포함하게 된다.

Flash-LiDAR 데이터는 거리정보와 밝기값을 동시에 획득하기 때문에 영상과 라이다 데이터간의 좌표등록 과정이 불필요하므로 궁극적으로 고유영상(Intrinsic image) 데이터 제공이 가능하다는 장점이 있다. Flash-LiDAR는 실시간 3D 비디오 영상촬영, 지형도 매핑, 로봇, UAV, UGV 등의 시각 시스템, 우주선의 자동 랑데부, 우주 탐사선의 내비게이션, 우주 탐사선 착륙시험(그림 4 참조) 등 여러 분야에서 유용하게 활용되는 차세대 공간정보 획득 센서로 관심을 받고 있다.

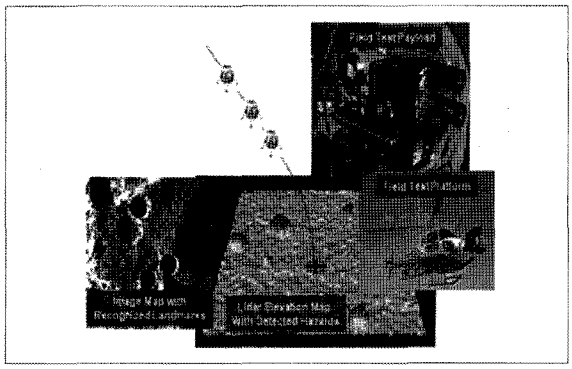
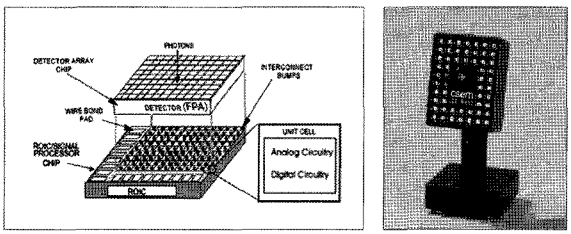


그림 4. Flash-LiDAR에 의한 우주탐사선 착륙시험

그림 5는 데이터 획득에 사용된 Flash-LiDAR의 구조와 장비를 보여주고 있으며, 표 2에서 장비의 주요 사양을 설명하고 있다.

표 2. Flash-LiDAR csem SR3000 사양

| | |
|---|---|
| 픽셀배열 사이즈 | 176 × 144 (QCIF) |
| 시야각 | 47.5 × 39.6 degrees |
| 발광파워 | 1 watt (평균) |
| 파장 | 850nm |
| 출력데이터(픽셀당) | x, y, z좌표, i(강도) |
| 변조 주파수 | 20MHz |
| 비모호 범위 | 7.5m |
| 프레임 비율 | 25 fps |




(a) 내부구조 (b) csem Flash-LiDAR

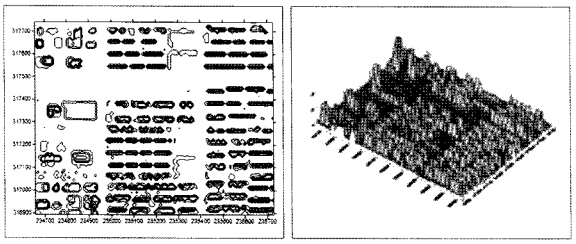
그림 5. 지상 Flash-LiDAR

해저 데이터는 정밀 음향 측심기의 음파를 이용하여 측정한 후방산란 데이터이며, SeaBeam 2000로 획득하였다. 표 2에 음향 측심기의 사양을 보여주고 있으며 SeaBeam 2000은 측정이 가능한 28개의 음원 발생기를 동시에 작동시켜 해저면으로부터 반사된 신호를 84개의 수신기로 수신하는 다중빔 음향 측심기이다(이근창, 2006). 본 연구에 사용된 데이터는 수심 4,600m~5,100m의 태평양 심해저에서 획득한 것이다(과학기술부, 2000).

**표 3. 정밀 음향 측심기 SeaBeam 2000 사양**

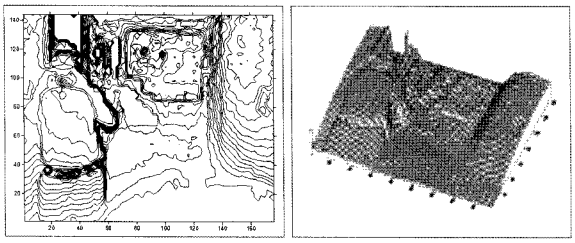
| | | |
|---|---|---|
| 작동 주파수 | | 12kHz |
| 깊이측정 범위 | | 10~11,000m |
| 최대 ping속도 | | 1Hz |
| 빔 개수 | | 121 |
| 너비 폭 | | 90~120 deg |
| 펄스 길이 | | 3~20 ms |
| 피치 | | ± 7.5 deg |
| 롤 | | ± 10 deg |
| 깊이모드 | 얕은지역 | 10~600m |
| | 깊은지역 | 400~11,000m |

그림 6, 그림 7 및 그림 8은 여러 센서로부터 획득한 3차원 공간 데이터로부터 생성한 등고선과 수치표면모델(DSM)을 보여주고 있다.



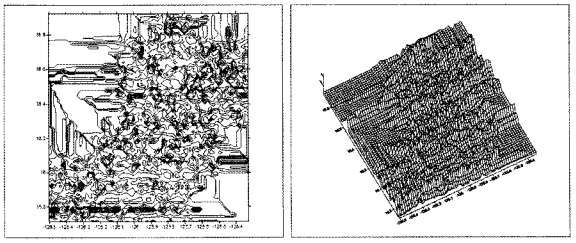
(a) 등고선 (b) DSM

**그림 6. 항공 라이다 데이터** (데이터 제공: 한진정보통신)



(a) 등고선 (b) DSM

**그림 7. Flash-LiDAR 데이터**
(데이터 제공: The Ohio State University/Center for Mapping)



(a) 등고선 (b) DSM

**그림 8. 해저 데이터** (데이터 제공: 한국해양연구원)

## 5.2 시각화를 위한 데이터 전처리

획득한 데이터의 시각효과를 향상하기 위해 히스토그램을 기반으로 색조를 조절하고, 래스터 영상화 하기 위하여 격자화 하였다. 또한 데이터가 손실된 부분을 보완하고 노이즈를 제거하기 위하여 최근린 보간과 3×3의 중앙값 필터를 적용하여 입체시에 방해 되는 요소를 최소화 하였다.

그림 9는 원시 데이터와 처리 결과를 보여주고 있다. 항공 라이다 데이터의 노이즈가 제거되었으며, Flash-LiDAR의 경우 데이터를 획득할 수 있는 최대거리를 초과하여 데이터가 없는 부분과 격자무늬가 제거되었음을 알 수 있다. 또한 음향측심 데이터에서 발생하는 line-dropout 현상에 의한 줄무늬 노이즈를 제거하였다. 특히 line-dropout는 데이터의 품질을 현격히 저하시키는 치명적인 센서결함 중 하나로써 Landsat과 SPOT 등 위성영상에서도 흔히 발생하는 계통오차(Systematic error)이다. 이를 효율적으로 제거하기 위한 연구가 진행되고 있다(정형섭, 2006).

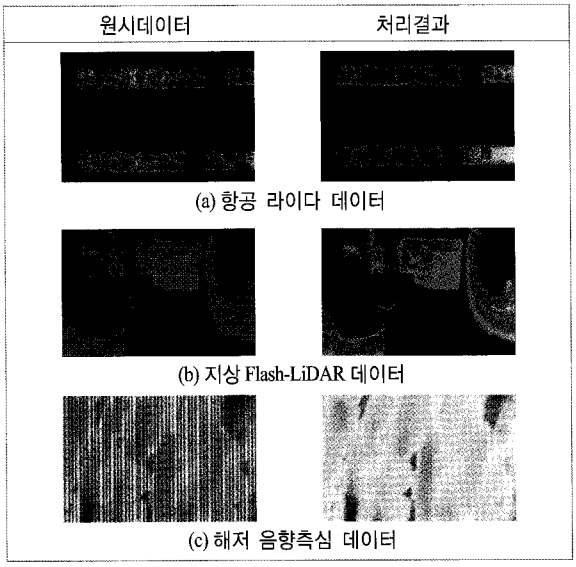
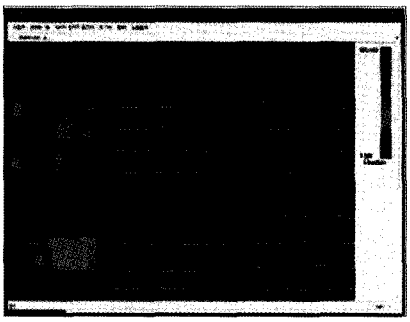



**그림 9. 전처리 결과**

### 5.3 입체 시각화 소프트웨어 개발

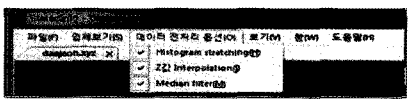
개발한 소프트웨어(그림 10 참조)는 다음과 같은 주요 기능을 포함하고 있다.

- 공간 데이터의 선명한 시각화를 위해 히스토그램을 조절하여 밝기값과 대조비가 개선된 입체영상 생성
- 데이터 획득이 완전치 않아 데이터가 존재하지 않은 부분(예: Flash-LiDAR 센서에서 데이터 수집 최대거리를 초과한 지역, 음향측심 센서에서 발생한 line-dropout 현상)을 시각화하면 입체 시각화가 불가능 하므로 소실된 데이터를 보간하여 자연스러운 입체감 생성
- 데이터 획득 시 여러 원인에 의한 과대오차는 자연스러운 입체 시각화를 위해 제거
- 3차원 좌표로 이루어진 공간 데이터는 카메라로 촬영된 영상과 달리 색감이 존재하지 않으므로 효과적인 시각화를 위해 데이터값에 따라 색상을 부여한 false-color를 이용하여 디스플레이하고 데이터의 특성에 따라 색상과 색조설정
- 관측자가 다양한 공간 데이터를 입체로 볼 수 있도록 횡시차를 발생시켜 시점이 다른 좌우 영상을 생성하고 셔터안경으로 영상을 분리하여 입체 디스플레이
- 관측자가 보는 방향과 시점을 임의로 변경하고 원하는 노선에 따라 flying through 연속 입체 동영상 생성



(a) 입력 데이터의 2D 디스플레이

(b) 입체보기 모드



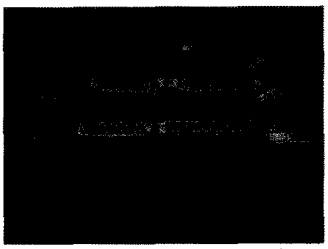
(c) 데이터 전처리 옵션

**그림 10. 입체 시각화 소프트웨어 시제품**

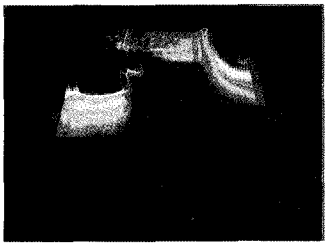
### 5.4 입체 시각화 결과

그림 11은 개발한 소프트웨어를 이용하여 22인치 ViewSonic FuHzion 120Hz 3D LCD 모니터상에 디스플레이한 결과를 보여주고 있다. 3차원 데이터로부터 횡시차를 발생시켜 좌우 입체영상을 생성하고 셔터안경을 착용하여 입체감을 볼 수 있다. 관측시점으로부터 대상지역까지의 거리에 따라 횡시차가 변하여 실감적 입체를 체험할 수 있으며, 관측자가 임의로 시점과 방향을 변경하여 확대, 축소 및 회전을 통하여 대상지역을 여러 위치와 방향에서 입체적으로 관측할 수 있다. 또한 대상지역에 대한 walking through 및 flying through를 통해 입체적으로 시뮬레이션하는 시각적 효과도 구현하였다.

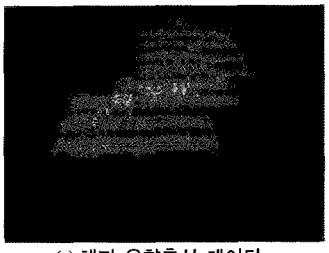
영상의 경우에는 중복 촬영된 지역의 횡시차를 이용하여 입체시를 구현하지만, 3차원 좌표로 이우어진 공간데이터의 입체 시각화는 관측 위치에 임의대로 최적의 횡시차를 발생시켜서 가상의 좌우 입체영상을 생성할 수 있다. 그러므로 3차원 좌표기반의 데이터를 제공하는 센서는 종류에 관계없이 입체시가 가능하고 입체시 방법도 동일하다.



(a) 항공 라이다 데이터



(b) 지상 Flash-LiDAR 데이터



(c) 해저 음향측심 데이터

**그림 11. 입체 디스플레이**

## 6. 결 론

인간은 공간상에 존재하는 객체와 현상을 입체로 볼 수 있도록 두 개의 눈을 가지고 있지만 대부분의 시각화와 디스플레이는 2D 또는 2.5D로 제한되어 있으므로 실세계를 실감적으로 경험하기에 부족하다. 최근 3D 입체 모니터와 입체 영상물에 대한 세계적인 관심이 집중되고 있는 시점에 3차원 데이터의 획득과 가공처리 다루는 공간정보 분야에서는 다양한 입체 콘텐츠 생성과 이를 일반 대중에게 제공하는 방안에 더욱 관심을 가질 필요가 있다.

기존의 2D 디스플레이 모니터상에서는 공간을 분석하고 현상을 이해하는데 공간적 정보의 손실이 발생하여 신뢰성 높은 의사결정에 한계가 있다. 이에 본 논문에서는 두 눈을 이용하여 다양한 센서로 획득한 3차원 공간 데이터를 입체로 보기위한 시각화를 구현하여 입체 모니터상에서 디스플레이 방법을 제시하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 센서로부터 획득한 데이터는 입체 시각화에 완전하지 않으므로 입체영상 생성을 위한 센서오류, 노이즈, 손실 데이터 처리를 위해 적절한 전처리 과정이 요구된다.
- 건물 등 인공 구조물이 존재하는 항공 라이다 데이터는 전처리 과정에서 건물 데이터 정보의 손상 또는 왜곡을 최소화하여야 하며, Flash-LiDAR는 해상도가 낮고 데이터 획득 최대거리의 초과에 의해 발생하는 손실을 복원하기 위해 보간법 적용이 필수적이다. 또한, 해저 음향측심 데이터의 경우도 노이즈나 line-dropout 현상을 제거하기 위한 보간기법이 중요하다.
- 본 연구에서 사용한 세가지 센서로부터 얻은 데이터는 기본적으로 X,Y,Z의 3차원 좌표 데이터이므로 관측위치에 따라 횡시차를 발생시켜 최적의 외부표정요소를 부여한 가상의 입체영상을 생성하여 입체 시각할 수 있었다. 그러므로 센서에 종속되지 않고 동일한 입체처리 기법으로 입체 디스플레이가 가능함을 보여주고 있다.
- 왼쪽 사진과 오른쪽 사진을 직접 촬영하여 사진측량 방법으로 입체시하는 것 이외에 3차원 공간 데이터로 구성된 3차원 수치지도, DEM, 건물 및 도시모델, 실내공간, 해저지형 뿐 아니라 인체, 분자구조 등 다양한 특성정보 및 자연현상의 입체 시각화에 의한 고부가가치의 공간정보 제공 가능성을 보여주고 있다.
- 3D 입체 디스플레이는 고품질의 증강현실 응용분야와 접목할 가능성이 예상되므로 파급효과가 클 것으로 기대되며, 이를 위한 기반 기술개발이 필요하다.
- 가까운 장래에 일반 대중들이 3D 입체 공간정보를 접하게 될 것을 대비하여 다양한 입체 정보 콘텐츠 생성에 대한 연구 활성화가 중요하며, 또한 향후 웹기반의 3D 입체 공간정보 서비스를 위한 입체생성 및 디스플레이 관련 표준연구에도 관심을 갖아야 한다.

## 감사의 글

이 논문은 공간정보 전문인력 양성사업의 지원을 받아 수행된 연구임. 항공 라이다 데이터를 제공해준 한진정보통신, Flash-LiDAR 데이터를 제공해준 The Ohio State University의 Center for Mapping의 Charlse Toth 박사님, 그리고 음향측심 데이터를 제공해 준 한국해양연구원의 고영탁 박사님께 감사드린다.

## 참고문헌

과학기술부 (2000), 심해저 광물자원 탐사기술 및 환경보전 연구, 한국해양연구소, pp. 201-239.

김정현 (2009), 다양하고 복잡한 건물의 자동 모델링을 위한 LiDAR 데이터 처리 기법, 석사학위논문, 세종대학교, pp. 56-64.

서영호, 최현준, 김동욱 (2008), 스테레오 비디오를 이용한 실시간 3차원 입체 변환 시스템, 한국통신학회논문지, 한국통신학회, 제 33권 제 10호, pp. 813-819.

윤창옥, 윤태수, 이동훈 (2006), 영상 기반 모델링 기법을 이용한 대화식 3차원 입체 영상 저작 시스템, Journal of the Korean Society for Industrial and Applied Mathematics, 한국산업응용수학회, 제 10권 제 2호, pp. 53-66.

이근창, 김현섭, 고영탁, 정미숙, 함동진, 김종욱 (2006), 한국 심해연구지역에서 획득된 EM 120과 SeaBeam 2000의 자료 비교, Ocean and Polar Research, 한국해양연구원, 제 28권 제 4호, pp. 467-473.

이두성 (2004), 3차원 공간 자료 분석을 위한 입체형 시각화 시스템 구축, 물리탐사, 한국지구물리탐사학회, 제 7권 제 2호, pp. 105-108.

이선근, 전영재, 이동천 (2010), 차세대 무안경 3D 입체 모니터와 공간정보, 한국측량학회 춘계학술발표회 논문집, 한국측량학회, pp. 81-85.

정형섭 (2006), SPOT 영상의 시선 벡터 조정 모델을

이용한 3차원 위치 결정 및 줄무늬 제거 연구, 박사학위논문, 연세대학교, pp. 53-92.

채호명, 유영록, 이강성, 이승현 (2009), 이동형 패럴랙스배리어와 시점 추적을 이용한 3D 디스플레이 시스템, 방송공학회논문지, 방송공학회논문, 제 14권 제 4호, pp. 419-427.

Kim, E. (2008), Future 3D display technologies and applications, *International Meeting on Information Display*, 한국정보디스플레이학회, pp. 133-138.

Peterka, T., Sandin, D., Ge, J., Girado, J., Kooima, R., Leigh, J., Johnson, A., Thiebaux, M., and DeFanti, T. (2006), Personal Varrier: Autostereoscopic virtual reality display for distributed scientific visualization, *Future Generation Computer Systems*, Vol. 22, Issue 8, pp. 976-983.

(접수일 2010. 12. 23, 심사일 2010. 12. 24, 심사완료일 2010. 12. 26)