

입체시 기반 공간정보의 효율적 갱신을 위한 3차원 디스플레이 장비 적용에 관한 연구

Study on Applying 3D Display Device for Effective Update of Spatial Information Based on Stereovision

최선옥¹⁾ · 김동욱²⁾ · 김덕인³⁾ · 위광재⁴⁾

Choi, Sun · Ok · Kim, Dong · wook · Kim, Deok · In · Wie, Gwang · Jae

Abstract

The paper deals with the selection of 3D display devices in accordance with the user's conveniences and accuracy of spatial information by applying 3D display devices to Spatial Information Update System (SIUS) which generate edit and update digital thematic maps. After applying different manufacturer's 3D display devices to SIUS, aerial images acquired from the stereo images were displayed through the devices and spatial information was extracted from the displayed 3D images. Assessment of 3D display devices were based on quantitative and qualitative analysis on accuracy of spatial information and user's conveniences. Planar's PL2020 and Redrover's Tru3Di 3D monitor has expressed outstanding display environment in 3D related tasks for the generation of spatial information compared to other 3D display devices. System improvement is expected regarding accuracy of spatial information, work efficiency and user's conveniences.

Key words : 3D Display Device, Thematic map, Aerial image, 3D Monitor, Spatial Information

초 록

본 논문에서는 최신 기술의 3차원 디스플레이 장비를 수치 주제도를 제작 및 수정, 갱신하는 공간정보갱신시스템에 적용하여 공간정보의 정확도 및 사용자의 편의성을 고려한 최적의 3차원 디스플레이 장비를 선별하는 연구를 수행하였다. 실험은 제조회사 및 구현방식이 상이한 각각의 3차원 디스플레이 장비를 공간정보갱신시스템에 적용한 후 스테레오로 획득된 항공영상을 3차원 디스플레이 장비를 통해 출력하여 각 디스플레이 장비에 나타난 입체영상으로부터 공간정보를 추출하였다. 3차원 디스플레이 장비의 평가는 사용자의 편의성 및 추출된 공간정보의 정확도에 대해서 정량적, 정성적 분석을 수행하였다. 실험결과 공간정보 생성을 위한 3차원 입체시 작업 시 PLANAR사의 PL2020과 Redrover사의 Tru3Di 3차원 모니터가 다른 장비들에 비해 시청환경면에서 우수한 성능을 나타내는 것을 확인할 수 있었으며, 사용자의 편의성, 업무 효율성, 공간정보의 정확성 면에서 시스템이 개선될 수 있을 것으로 기대한다.

핵심어: 3차원 디스플레이 장비, 주제도, 항공영상, 3D 모니터, 공간정보

1. 서 론

공간정보갱신시스템은 항공기 및 인공위성에 탑재된 광학센서로 획득한 스테레오 영상을 이용하여 주제도를

제작 및 수정, 갱신할 수 있는 시스템이다. 일반적으로 스테레오 영상을 이용하여 특수 목적의 지형도를 작성하는 시스템을 하드웨어와 총칭하여 수치사진측량시스템(DPW : Digital Photogrammetry Workstation) 이라고 한

1) 한진정보통신(주) 공간정보기술연구소(E-mail : sochoi@hist.co.kr)
2) 한진정보통신(주) 공간정보기술연구소(E-mail : dwkim09@hist.co.kr)
3) 한진정보통신(주) 공간정보기술연구소(E-mail : dikim@hist.co.kr)
4) 교신저자 · 정희원 · 공학박사 · 한진정보통신(주) 공간정보기술연구소(E-mail : gjwe@hist.co.kr)

다. 본 논문에서 실험에 사용된 공간정보갱신시스템은 수치사진측량시스템의 한 종류인 스테레오영상 기반의 공간정보추출시스템이라고 볼 수 있다.

수치사진측량시스템은 하드웨어 및 소프트웨어 산업의 발전과 함께 기계식 도화 시스템, 해석식 도화 시스템을 거쳐 개발된 최신의 시스템이다. 이러한 스테레오 기반 시스템을 이용하여 공간정보(벡터데이터)를 생성하기 위해서는 두 가지 대표적인 방법이 사용된다. 첫 번째 방법은 스테레오 영상에 대한 기하모형을 형성한 뒤 3차원 입체시작업을 통해 사용자가 직접 공간정보를 추출하는 방법으로 현재 공간정보갱신시스템에 적용되어 있는 방법이다. 두 번째 방법은 스테레오 영상에 대해서 기하처리가 끝난 영상에 DEM(Digital Elevation Model)을 적용하여 지형 기록의 편위가 보정된 정사영상을 생성한 후 공간정보를 생성하는 방법이다(이승호, 2003). 정사영상을 이용하는 방법은 수동추출 방법과 자동추출 방법이 있으나 자동으로 추출하는 방법은 공간정보의 추출율과 정확도가 높지 않기 때문에 수동추출 방법이 주로 사용된다. 본 방법은 항공사진을 이용한 정사영상 지도제작 및 임상도 제작에 주로 사용되는 방법으로 정사영상 생성 시 포함되는 기하학적 오차와 DEM 자체가 포함하고 있는 오차로 인해 첫 번째 방법인 스테레오 모형을 이용한 공간정보 획득 방법보다 정확도가 떨어진 다. 따라서 공간정보를 추출할 수 있는 가장 정확한 방법은 스테레오 영상을 이용한 3차원 입체시 작업이라고 할 수 있다. 현재 공간정보갱신시스템은 기하학적 기능들이 집합된 소프트웨어 부분과 3차원 입체시 작업을 가능하게 해주는 하드웨어 부분으로 구성되어 있다. 소프트웨어의 핵심 요소인 기하학적 알고리즘 부분은 국내를 넘어 해외에서도 큰 관심을 갖고 있는 분야로 현재까지 학계와 산업계 전반에 걸쳐 큰 관심을 가지고 연구를 진행하고 있으며 그 성과 또한 괄목할만하다. 그러나 3차원 입체시 작업과 관련된 하드웨어 부분은 수치사진측량시스템 시기에 진입한 이후 다소 발전이 더디어지고 있는 실정이다. 최근 국내외에서 3차원 영화 아바타의 흥행 성공을 시작으로 주요 TV업체들 및 산업 전반에 걸쳐 3차원 TV 및 콘텐츠들을 본격적으로 내세우면서 3차원 디스플레이 기술도 하루가 다르게 발전하고 있다(임현정 외 4인, 2011; 박소영 외 3인). 또한 기존의 안경방식에서 벗어나 무안경식 3차원 입체 디스플레이 기술에 대한 연구도 진행되고 있는 실정이다(이선근 등, 2008).

최근까지 상용화된 대표적인 3차원 디스플레이 기술은 편광 Passive방식과 셔터글라스 Active방식으로 분류

된다. 실제로 Piroddi(2010)는 자신의 연구에서 가장 대중적으로 사용되는 3차원 디스플레이 장비는 편광 Passive 방식과 셔터글라스 active 이라고 언급한바 있다. 본 연구에서도 대표적인 두 방식이 적용된 3차원 디스플레이 장비를 사용하였다. 편광 Passive방식의 디스플레이 장비 적용을 위해서 LG, Planar, Redrover사의 3D 모니터를 사용하였고 셔터글라스 Active방식의 디스플레이 장비 적용을 위해 삼성 3D 모니터를 사용하였다.

앞에서 언급한 것처럼 현재까지 스테레오 영상에 대해서 보다 정확한 기하모형을 형성하기 위한 연구는 많이 시도됐지만, 3차원 디스플레이 장비의 성능이 3차원 공간정보를 추출하는데 미치는 영향에 대해서 분석된 사례는 국내에서 찾아볼 수 없다. 이에 본 논문에서는 각 3차원 디스플레이 장비를 공간정보갱신시스템에 적용하였을 때 공간정보 추출 시 디스플레이 장비가 사용자에게 미치는 영향과 이때 추출된 공간정보의 정확도를 분석하고자 한다.

2. 공간정보갱신 시스템 발달사

벡터데이터 기반의 공간정보를 추출할 수 있는 수치사진측량시스템은 나날이 발전하고 있는 추세이다. 입체시 기반 시스템의 발전은 디지털을 기반으로 한 하드웨어의 발전, 하드웨어의 발전을 기반으로 한 소프트웨어의 발전 그리고 소프트웨어의 발전과 함께 입체시 기반 시스템의 핵심적인 부분을 담당하는 기하모델 알고리즘의 발전으로 설명할 수 있다.

이러한 시스템은 그림 1의 기계식도화기, 그림 2의 해석식도화기를 거쳐 그림 3, 그림 4, 그림 5 그리고 그림 6과 같은 현재의 수치사진측량시스템으로 발전하였다. 표 1은 각 단계별 도화 시스템 발달사를 나타낸 것이다(유복모, 2007).



그림 1. WILD(Leica) A10 기계식 도화기

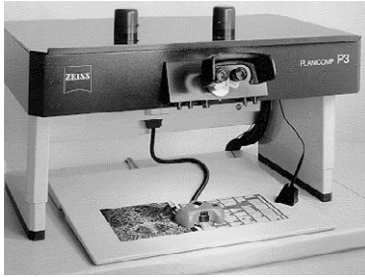


그림 2. ZEISS P3 해석식 도화기



그림 6. 3D TV를 적용한 공간정보갱신시스템



그림 3. Image station 디지털 도화기



그림 4. 3 차원 수치사진측량시스템



그림 5. 3D 모니터를 적용한 공간정보갱신시스템

표 1. 각 단계별 도화 시스템 발달

연도	장비명	특징
1900-1950	기계식도화기	기계사용 수동식
1950-1990	해석식도화기	컴퓨터사용, 반자동
1990-현재	수치사진측량시스템	컴퓨터발전 자동, 수치도화
2008-현재	3차원수치사진측량시스템	3차원장비 발전 자동, 3차원 도화

3. 디스플레이 장비 및 영상 데이터

3.1 디스플레이 장비

본 논문에서는 스테레오 영상의 3차원 입체 출력이 가능한 다양한 주사 방식의 디스플레이 장비를 공간정보갱신시스템에 적용하여 공간정보추출시 각 장비가 정확도 및 사용자에게 미치는 영향과 각 장비의 장, 단점에 대해서 분석하였다. 현재까지 개발된 3차원 디스플레이 방식은 현재 우리나라에서 주로 사용되고 있는 편광 Passive 방식과 셔터글라스 Active 방식을 포함하여 시차 스테레오 그림 방식과 렌티큘러 방식 등이 있다(중소기업청, 2009). 본 연구에서는 이중 현재 대중적으로 가장 널리 사용되고 있는 편광 Passive 방식과 셔터글라스 Active 방식이 적용된 디스플레이 장비를 사용하였다.

3.2 편광 Passive 방식의 디스플레이 장비

편광 Passive 방식은 3차원 정보를 표현함에 있어 셔터 active 방식과 기술적으로 전혀 다른 출력 방식을 사용한다. 편광 Passive 방식은 3D TV 혹은 3D 모니터에 주로 쓰이는 3차원 데이터 표현 방식으로 디스플레이 패널에 부착된 Patterned Retarder(PR)라는 편광 필름을 통해 출력된 서로 다른 편광 특성의 빛을 인식하는 방식이다. 디스플레이 패널에 부착된 편광 필름은 그림 10에 설명되어 있는 것과 같이 수평 방향의 짝수 및 홀수 라인에서 서로 다른 편광 특성의 빛을 나오게 하며 이때 편광 안경을 착용하면 왼쪽 눈과 오른쪽 눈에는 각각 짝수 라인과 홀수 라인에서 출력하는 영상정보를 확인할 수 있다(홍형기, 2011).

3.2.1 LG 3D 모니터

LG 3D 모니터는 대표적인 편광 Passive방식의 모니터로 주 사용목적은 영화감상 및 비디오게임을 위한 3차원 데이터 구현이다. 본 연구에서는 공간정보 추출 시 3차원 구현을 위한 디스플레이 장비로 사용되었다. 그림 7은 본 연구에서 사용된 LG 3D 모니터이다.

모니터에 대한 재원은 표 2에 자세하게 설명되어 있다.



그림 7. LG 3D 모니터 DX2342

거울(AMLCD: Active Matrix Liquid Crystal)로 두 영상을 투과시켜 편광안경의 왼쪽 면과 오른쪽 면에 각각의 LCD에서 출력한 영상을 통해 입체영상을 볼 수 있게 하는 방식이다(PLANAR, 2006).



그림 8. Planar PL2020 모니터

3.2.2 Planar 3D 모니터

Planar 3D 모니터는 공간정보 추출 및 해석을 위해 사용되는 대표적인 디스플레이 장비 중의 하나로서 스테레오 영상의 3차원 입체시 구현을 위해 사용된다. 본 연구에서 사용된 Planar 3D 모니터는 그림 8과 같다.

본 모니터는 워크스테이션의 이중 출력 그래픽 카드에서 보낸 영상 신호를 모니터의 위, 아래로 달린 두 개의 LCD모니터로 보낸 후 특수하게 제작 된 스테레오

3.2.3 Redrover 3D 모니터

Redrover사의 3D 모니터는 최근 각광받고 있는 3D 모니터이다. 주 사용목적은 공간정보 추출 및 분석, 비행시뮬레이션, 의학, 비디오 게임, 공학디자인 등이다. 본 모니터는 도로 고정되어 있는 두 LCD패널에서 출력하는 영상정보를 LCD 중앙에 고정 되어 있는 Optical beam splitter를 통해 편광안경의 왼쪽 면과 오른쪽 면에 영상정보를 전달하는 방식이다. 본 연구에서 사용된 Redrover사의 3D 모니터는 그림 9와 같다.

표 2. 실험에 사용된 3D 디스플레이 장비 세부정보

제조사	LG전자	PLANAR	Redrover	삼성전자
제품명	DX2342	PL2020	SDM190M	2233RZ
3D출력방식	편광 Passive	편광 Passive	편광 Passive	서티 Active
해상도	19201080	16001200	12801024	16801050
패널사이즈(inch)	23"	20.1"	19"	22"
픽셀 크기(mm)	0.2650.265	0.2560.256	0.294(H)0.294(W)	0.2820.282
3D 밝기(cd/)	250	150	250	300
색(million colors)	16.7	16	16.7	16.7
화면재생율(Hz)	60	49 to 75	60	120
응답시간(ms)	5	16	5	3
명암비	1000:1	700:1	1000:1	1000:1
무게(kg)	3.5	21	30	5.2



그림 9. Redrover SDM190M 모니터

3.3 셔터 Active방식의 디스플레이 장비

그림 10은 셔터 Active방식의 디스플레이장비를 통해 사람의 눈이 3차원 데이터를 인식하는 상황을 간단

하게 나타낸 자료이다. 셔터 Active방식은 그림 10에서 확인할 수 있는 것과 같이 디스플레이 패널과 3D 안경을 통해 3차원 데이터를 구현한다. 우선 디스플레이 패널에서 인간의 눈이 인식할 수 없을 정도의 속도로 (120Hz) 왼쪽 눈과 오른쪽 눈에 대응되는 영상을 순차적으로 출력하면 3D안경에서는 순차적으로 출력되는 영상과 동기화가 되어, 안경의 왼쪽 면에 영상정보를 출력할 때 오른쪽 면은 빛을 차단시키고, 안경이 오른쪽 면에 영상정보를 출력할 때 왼쪽 면의 빛을 차단하여, 왼쪽 눈과 오른쪽 눈은 서로 다른 영상을 보는 원리를 이용 한다(홍형기, 2011). 즉 셔터 안경을 이용하여 순차적으로 왼쪽 눈과 오른쪽 눈을 차단한 후 왼쪽 눈을 차단했을 때 오른쪽 눈에 대응하는 영상을 보여주고 오른쪽 눈을 차단했을 때는 왼쪽 눈에 대응하는 영상을 보여주는 방법이다.

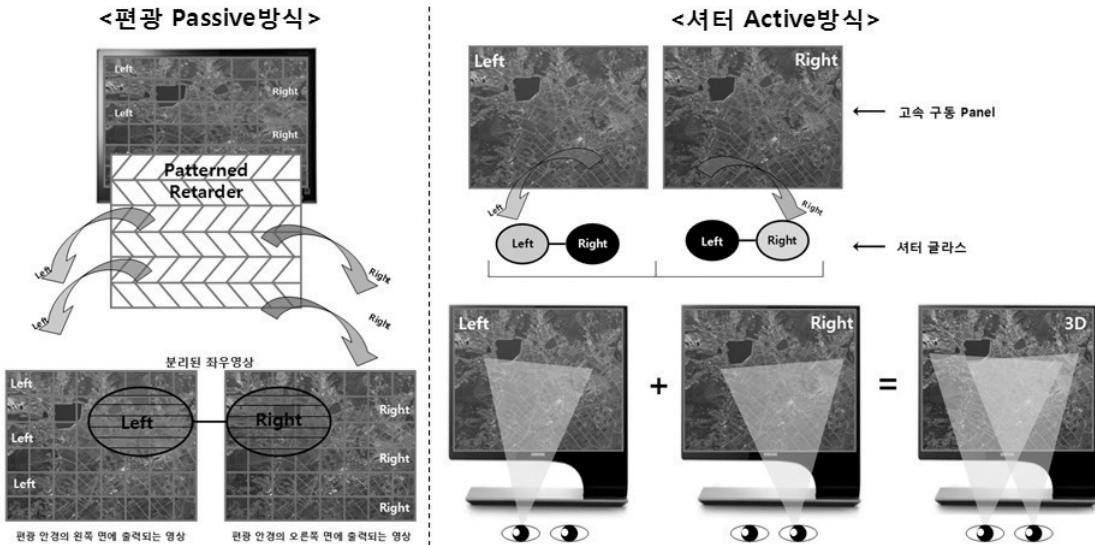


그림 10. 편광 Passive방식과 셔터 active방식에 대한 설명

3.3.1 삼성 3D 모니터

삼성 3D 모니터는 셔터 Active방식으로 3차원 정보를 출력하는 대표적인 디스플레이 장비다. 그림 11은 본 연구에서 사용된 3D 모니터이다. 모니터에 대한 재원은 표 2에 자세하게 설명되어 있다.

3.4 영상 데이터

3차원 디스플레이 장비 별 공간정보 추출 시 공간정보



그림 11. 삼성 3D 모니터 2233RZ

의 정확도 및 각 장비의 장, 단점 등을 확인 하기 위해서 ADS80(Airborne Digital Sensors) 카메라로 촬영된 스테레오 영상을 사용하여 공간정보의 정확도 검수를 수행하였다. 실험에 사용한 스테레오 영상의 세부 정보는 표 3과 같다.

표 3. 실험에 사용된 영상정보

영상 ID	영상크기 (pixel)	해상도 (cm)	촬영 날짜	촬영 지역
Kimjae_RGBB	12270 33778	10	2011 2. 20	김제
Kimjae_RGBN	12238 33778	10	2011. 2. 20	김제

영상은 공간정보 데이터 생성 시 추출되는 벡터 정보의 다양성을 확보하기 위해서 산지, 건물, 강, 도로 등의 지형지물이 포함된 영상을 선택하였다.

3.5 검사점 데이터

본 연구에서 사용된 검사점 데이터는 GPS(Global Positioning System) 정지측량을 통해 획득되었다. 측량을 통해 획득된 검사점은 총 15점으로 각 점의 좌표는 표 4와 같다.

표 4. 실험에 사용된 검사점의 좌표 정보

Points	X(m)	Y(m)	Z(m)
L001	191739.826	359966.254	31.140
L002	193671.256	360120.158	11.852
L003	191760.497	359247.610	35.650
L004	193811.391	358993.044	9.471
L005	191628.647	358308.333	30.917
L006	193821.422	358160.525	28.257
L101	192688.840	360110.377	12.647
L102	192766.173	359015.086	26.503
L103	192794.258	358320.807	22.398
T001	191754.741	360009.900	30.467
T002	193725.405	360068.050	18.507
T003	191758.502	359248.681	37.482
T004	193811.394	358993.053	9.543
T005	191628.696	358308.254	30.921
T006	193860.394	358167.712	31.571

실험에 사용된 검사점들의 위치는 그림 12와 같다.

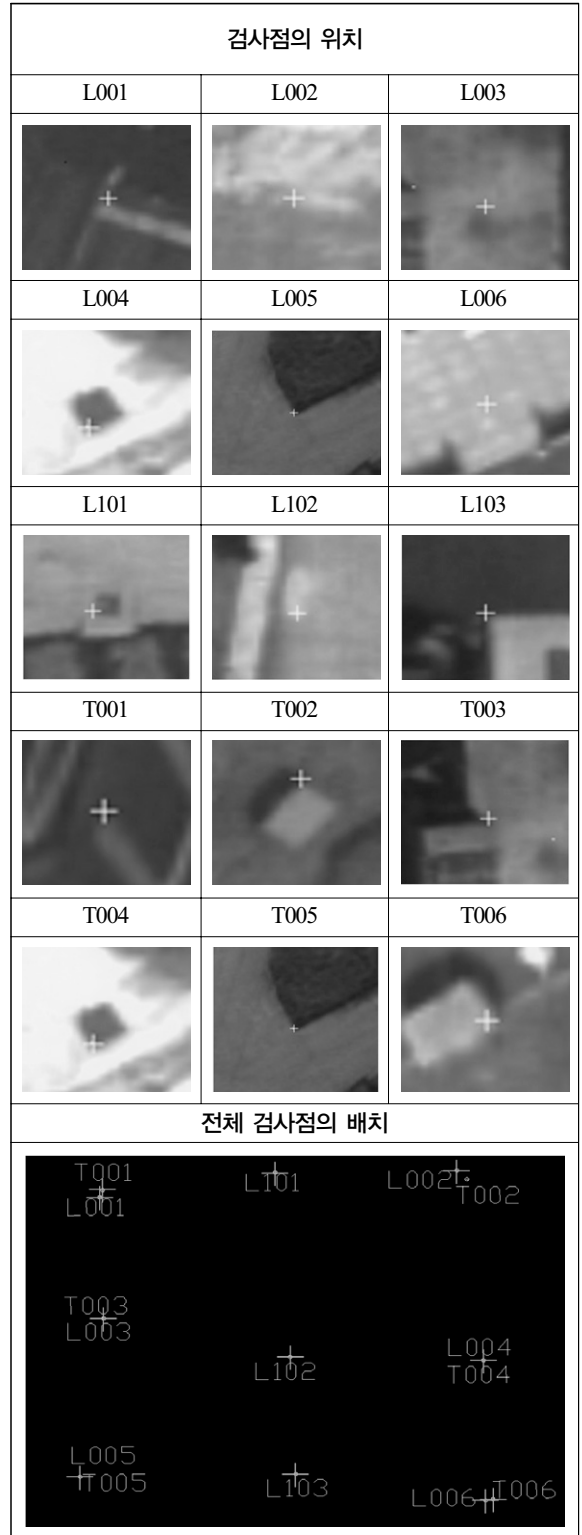


그림 12. 전체 검사 점의 위치 및 배치

4. 실험방법 및 결과

실험은 공간정보갱신시스템에 디스플레이 장비를 연결한 후 입체시 작업을 통해 정확도 검수를 수행하여 사용자의 편의성 및 추출된 공간정보의 정확도 면에서 정성적, 정량적 분석을 수행하였다.

4.1 입체시를 통한 높이 값의 비교분석

본 실험은 각 디스플레이 장비에 적용된 3차원 표현 방식이나 특성, 시청환경 등이 사용자에게 영향을 준다면 생성되는 공간정보의 정확도 또한 다르게 나타날 것이라는 가정하에 수행되었다.

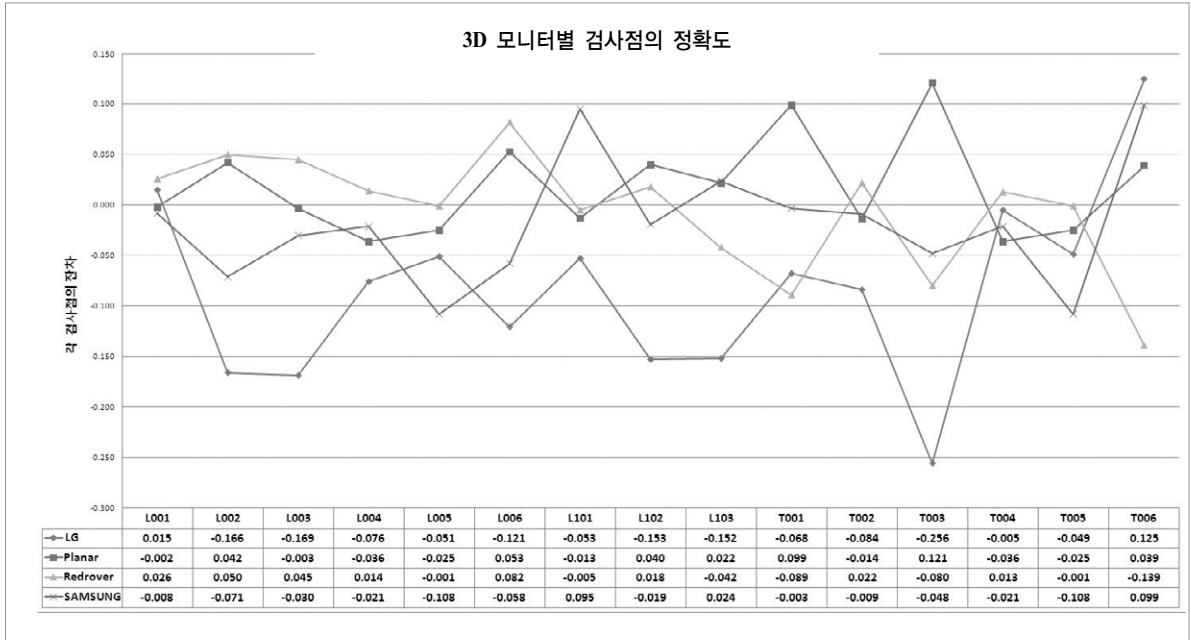


그림 13. 3D 모니터별 검사점의 정확도

표 5. 각 디스플레이 장비에서 추출한 높이 값 데이터

Points	LG			Planar		Redrover		SAMSUNG	
	관측값(m)	관측값(m)	잔차(m)	관측값(m)	잔차(m)	관측값(m)	잔차(m)	관측값(m)	잔차(m)
L001	31.140	31.125	0.015	31.127	-0.002	31.100	0.026	31.108	-0.008
L002	11.852	12.020	-0.166	11.978	0.042	11.927	0.050	11.998	-0.071
L003	35.650	35.820	-0.169	35.822	-0.003	35.777	0.045	35.807	-0.030
L004	9.471	9.548	-0.076	9.584	-0.036	9.571	0.014	9.591	-0.021
L005	30.917	30.968	-0.051	30.993	-0.025	30.994	-0.001	31.103	-0.108
L006	28.257	28.379	-0.121	28.325	0.053	28.243	0.082	28.302	-0.058
L101	12.647	12.701	-0.053	12.714	-0.013	12.719	-0.005	12.624	0.095
L102	26.503	26.656	-0.153	26.616	0.040	26.598	0.018	26.618	-0.019
L103	22.398	22.551	-0.152	22.529	0.022	22.571	-0.042	22.547	0.024
T001	30.467	30.536	-0.068	30.436	0.099	30.525	-0.089	30.528	-0.003
T002	18.507	18.592	-0.084	18.606	-0.014	18.584	0.022	18.593	-0.009
T003	37.482	37.738	-0.256	37.617	0.121	37.697	-0.080	37.745	-0.048
T004	9.543	9.5481	-0.005	9.584	-0.036	9.571	0.013	9.591	-0.021
T005	30.921	30.968	-0.049	30.993	-0.025	30.994	-0.001	31.103	-0.108
T006	31.571	31.446	0.125	31.407	0.039	31.546	-0.139	31.448	0.099
잔차평균		-0.084		0.017		-0.006		-0.019	

4.1.1 실험방법

실험은 공간정보갱신시스템으로 각 디스플레이 장비에 스테레오 영상을 출력하여 두 스테레오 영상에서 Y시차를 제거한 후 검사점과 동일지점을 검색하여 해당점들에 대한 높이 값의 추출을 통해 수행되었다. 이렇게 관측된 높이 값들은 검사점의 높이 값과 비교하여 그 차이를 알아본 후 각 디스플레이 장비의 출력방식의 차이가 공간정보 갱신 시 줄 수 있는 영향에 대해서 분석하였다. 검사 점의 좌표 비교 분석 시 평면 좌표(X, Y)를 제외 시킨 이유는 입체시 작업 시 각 관측점의 평면좌표를 검사점과 동일하게 맞추어서 개인오차를 최대한 줄이기 위해서이다.

4.1.2 실험결과

실험결과 Redrover사와 planar사의 3D 모니터를 사용하여 공간정보를 추출하였을 때 검사점의 평균잔차 정확도가 가장 높게 나타났다. 그리고 각 디스플레이 장비별 검사 점에 대한 잔차 값도 거의 모든 검사점에서 20cm 이내로 들어오는 것을 확인할 수 있었다. 이와 같은 결과는 표 5를 통해 확인할 수 있다. 그림 13은 전체 검사점에 대한 각각의 잔차를 그래프로 나타낸 것이다. 그래프를 확인해보면 T001, T003, T006을 제외한 모든 검사점에서 Planar와 redrover의 3D 모니터가 다른 3D 모니터에 비해 어느 정도 안정적인 결과값을 나타내는 것을 확인할 수 있다. 이와 같은 실험결과는 Planar사와 redrover사의 3D 모니터를 사용하여 공간정보를 추출하면 다른 두 장비에 비해 안정적인 정확도로 공간정보 데이터를 추출할 수 있다는 것을 나타낸다. 그리고 거의 모든 검사점의 잔차 값이 20cm 이내의 정확도를 나타낸다는 것은 1:1000 및 1:5000의 주제도 작성 시 본 연구에서 사용된 3D 모니터를 사용하면 국토지리정보원의 수치지형도 작성 작업내규를 만족하는 주제도를 작성할 수 있다는 것을 증명한다. 표 6은 국토지리정보원의 축척별 도화오차 허용범위(국토지리정보원, 2009)를 나타낸다. 이와 같은 결과를 종합해보면 본 연구에서 사용된 각 모니터의 주사방식 및 사양의 차이(화면크기, 해상도, 색감)가 있다고 하더라도 추출될 공간정보의 정확도에 큰 영향을 미치지 않는다는 것을 나타낸다.

표 6. 수치도화의 축척별 허용범위

도화 축척	최대오차(m)		
	평면위치	등고선	표고점
1:1000	0.4m	0.6m	0.3m
1:5000	2.0m	2.0m	1.0m

4.2 디스플레이 장비의 화면크기 비교분석

디스플레이 장비의 화면크기는 일반적으로 화면의 크기가 클수록 화각이 넓어져 몰입도가 높아진다. 각 제조사들이 보다 큰 화면크기를 갖는 디스플레이 장비를 개발하려고 경쟁하는 이유도 큰 화면을 통해 영상이 포함하고 있는 객체들의 현실감을 극대화 시키기 위함이다. 그러나 공간정보 추출을 위해 필요한 디스플레이 장비의 크기는 따로 정해져 있는 기준이 없다. 따라서 본 연구에서는 디스플레이 장비의 화면크기를 사람의 시야각으로 추정하여 공간정보 추출 시 사용자에게 효율적인 디스플레이 장비의 크기를 추정하였다.

4.2 디스플레이 장비의 화면크기 비교분석

디스플레이 장비의 화면크기는 일반적으로 화면의 크기가 클수록 화각이 넓어져 몰입도가 높아진다. 각 제조사들이 보다 큰 화면크기를 갖는 디스플레이 장비를 개발하려고 경쟁하는 이유도 큰 화면을 통해 영상이 포함하고 있는 객체들의 현실감을 극대화 시키기 위함이다. 그러나 공간정보 추출을 위해 필요한 디스플레이 장비의 크기는 따로 정해져 있는 기준이 없다. 따라서 본 연구에서는 디스플레이 장비의 화면크기를 사람의 시야각으로 추정하여 공간정보 추출 시 사용자에게 효율적인 디스플레이 장비의 크기를 추정하였다.

4.2.1 실험방법

공간정보갱신시스템은 각 각의 눈에서 인지하는 Floating mark의 상대적인 위치 값을 일치화 시킨 후 floating mark를 중심으로 공간정보를 생성한다. Floating mark는 디스플레이 장비의 중앙에 고정되어 있으므로 디스플레이 장비의 중앙부분을 제외한 나머지 부분의 화면크기는 사용자의 시야 각 안에 들어오는 것이 패널 안의 전체 대상물 인식을 위해 효율적이라고 할 수 있다.

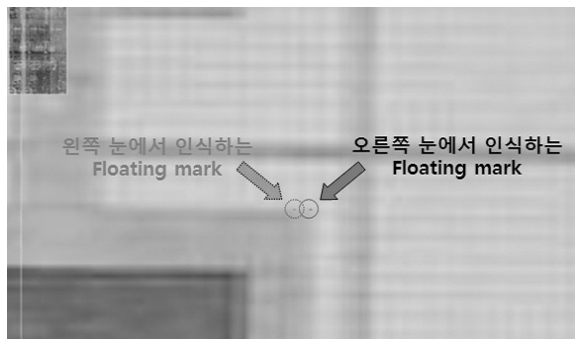


그림 14. 각 눈에서 인식하는 Floating mark

사용자의 시야 각보다 큰 화면은 오히려 사용자에게 비효율적일 수 있다. 그림 14는 입체시 작업 시 두 눈이 인식하는 Floating mark를 나타낸다. 공간정보갱신시스템을 이용하여 공간정보를 생성하기 위해서는 하드웨어가 설치된 데스크에 모니터를 설치한 후 사용자가 의자에 앉아서 작업을 수행한다. 이 때의 사용자의 눈과 모니터와의 적정 거리는 실제 도화사들이 도화장비를 운용할 때의 실거리를 직접 측정하여 이를 평균하였다.

표 6. 사용자와 디스플레이 장비의 거리

사용자 눈에서 모니터까지의 거리(m)	
사용자 1	0.854
사용자 2	0.791
사용자 3	0.898
사용자 4	0.902
사용자 5	0.847
사용자 6	0.951
사용자 7	0.937
사용자 8	0.912
사용자 9	0.946
사용자 10	0.897
평균	0.894

사람의 시야 각은 양쪽 눈을 모두 떼을 때 겹치는 시야 각이 수평 120도, 수직 135도이다(Wandell, 1995). 결국 두 눈을 모두 뜨고 디스플레이 장비의 화면을 볼 때에는 시야에서 120도 안에 들어오는 객체만 식별할 수 있다. 그림 15는 디스플레이 장비의 크기와 시야 각 대비 디스플레이 장비의 크기를 계산하는 방법을 나타낸 것이다.

4.2.2 실험결과

본 실험에서는 사람의 일반적인 시야 각을 조사하고 사람의 눈에서 디스플레이 장비까지의 거리를 추정하여 공간정보 추출 시 사용자에게 유용한 화면크기를 계산하였다. 그림 15는 사람의 가로시야 각, 세로시야 그리고 눈에서 디스플레이 장비까지의 거리를 고려하여 계산된 시야 거리를 나타낸다. 본 거리는 삼각함수의 삼각비정의를 사용하여 간단하게 계산할 수 있다.

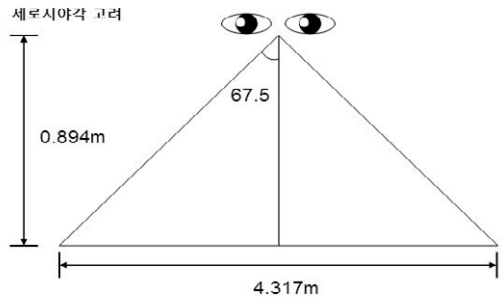
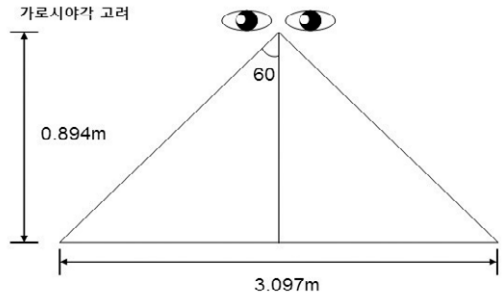


그림 15. 시야 각으로 계산된 디스플레이 장비의 크기

이렇게 계산된 가로 시야각의 거리와 세로 시야각의 거리를 그림 16과 같이 피타고라스의 정리를 통해 계산하면 사람의 시야 각으로 볼 수 있는 화면크기를 계산할 수 있다. 이와 같은 결과를 표 2의 각 디스플레이 장비의 패널크기와 비교해본 결과 모든 디스플레이 장비의 패널크기가 시야 각 안에 들어오는 것을 확인할 수 있었다. 그러나 이러한 값은 사람의 시야 각을 통해 확보할 수 있는 한계거리이므로 객체인식을 위해 집중해서 몰입할 수 있는 시야 각과는 차이가 있음을 확인할 수 있다. 따라서 사물에 대해서 몰입할 수 있는 각도와 디스플레이 장비크기에 대한 분석이 추후로 필요할 것으로 예상된다.

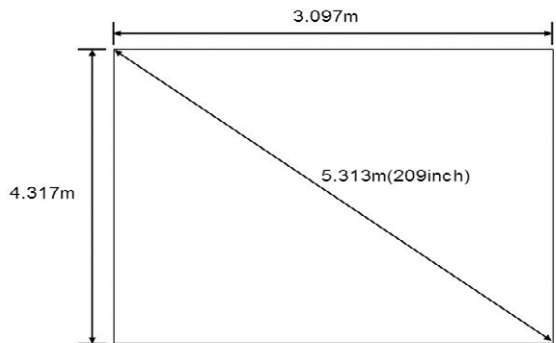


그림 16. 시야 각을 통해 계산된 시야거리

표 7. 사용자 편의성 분석 결과

디스플레이 장비	3D 주사방식	장점	단점
LG 3D 모니터	편광 Passive	1. 3차원 구현 시 화면이 밝음 2. 안경이 가벼워 작업시 편의성 좋음	1. 편광방식으로 인한 벡터데이터 끊김 현상 발생 2. 좌우측 영상의 플로팅 마크 모양이 상이하여 정확한 높이값 추출이 어려움 3. 눈의 피로도 증가
Planar 3D 모니터		1. 3차원 구현 시 화면이 밝음 2. 안경이 가벼워 작업시 편의성 향상	1. 스테레오 작업 시 스테레오 Mirror을 올리고 내려야 하는 불편함이 있음
Redrover 3D 모니터		1. 3차원 구현 시 화면이 밝음 2. 안경이 가벼워 작업시 편의성 향상 3. 모니터의 박스가 외부의 빛을 막아주므로 영상에서 벡터데이터를 추출하기 효율적임 4. 화면에서 출력하는 영상 및 벡터데이터의 품질이 좋음	1. 장비가 무거워 이동이 불편함
SAMSUNG 3D 모니터	셔터 Active	1. 셔터글라스의 인해 화면이 어두움 2. 화면에서 출력하는 영상 및 벡터데이터의 품질이 좋음	1. 무거운 안경으로 인한 피로감 증대 2. 어두운 안경으로 인한 지형지물 파악 오류 발생 가능성 증가 3. 지역별 영상 밝기를 조절해야 하는 불편함 존재

4.3 사용자 편의성 분석

사용자 편의성 분석은 각 디스플레이 장비를 공간정보 갱신시스템에 연결 한 후 장시간 공간정보 추출 시 사용자가 느끼는 편의성 면에서 연구를 수행하였다.

4.3.1 실험방법

사용자 편의성 분석은 평균 5~10년 이상의 스테레오 플로팅 관련 경력을 가진 전문가 10인을 대상으로 각 장비 별 작업 시 장단점에 대한 인터뷰를 수행하였으며, 내용을 요약하면 아래와 같다.

4.3.2 실험결과

본 실험을 통해 나타난 실험결과는 다음과 같다.

실험결과 3차원 디스플레이 장비를 장시간 사용할 때에는 안경의 가벼움으로 인해 셔터글라스 Active방식보다 편광 passive방식이 높은 편의성을 갖는 것으로 나타났다. 또한 3차원 데이터 구현 시에도 편광 Passive방식이 밝은 화면으로 인해 지형, 지물 추출 시 더 높은 효율

성을 가지는 것으로 나타났다. 그러나 동일 편광 Passive 방식의 디스플레이 장비라 하더라도 LG 3D 모니터는 편광 출력방식의 차이로 인해 눈의 피로도 증가 및 높이 값의 추출 시 비효율적인 것으로 나타났다. 그리고 셔터 글라스 Active방식의 3D 모니터는 화면에서 출력하는 영상 및 벡터데이터의 품질이 좋은 편이었으나 안경에서 나타나는 단점이 많아 장시간 공간정보 추출 시 적합하지 않다는 결과를 나타냈다. 지금까지의 사용자 편의성 분석 결과를 종합해 봤을 때 공간정보 추출 시 사용자 편의성 면에서 가장 효율적인 디스플레이 장비는 Planar사와 redrover사의 3D 모니터인 것을 알 수 있었다. 표 7은 사용자 편의성 분석 결과를 나타낸 것이다.

5. 결론

본 논문에서 적용한 3차원 디스플레이 장비의 주사 방식과 사양에 따라 Planar사와 redrover사의 3D 모니터가 공간정보 추출 시 가장 정확한 결과값을 나타내는 것을

확인할 수 있었다. 또한 본 연구에서 사용된 모든 디스플레이 장비에서 추출한 검사점들의 정확도를 국토지리정보원의 수치지형도 작성작업내규의 정확도와 비교한 결과 국토지리정보원에서 요구하는 요구정확도를 모두 만족하는 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 3차원 디스플레이 장비의 차이가 있다고 하더라도 추출되는 공간정보의 정확도에는 큰 영향을 주지 않는다는 것을 나타낸다. 또한 디스플레이 장비의 패널 크기는 추출될 공간정보의 정확도에 거의 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 그러나 패널 크기에 대한 유효 시야각에 대한 연구는 추가적인 연구가 필요할 것으로 예상된다. 사용자의 편의성에 대한 실험에서는 장시간 디스플레이 장비를 사용했을 때 눈의 피로, 작업의 효율성 면에서 차이가 나는 것을 확인할 수 있었다. 장시간 공간정보를 생성하여 주제도를 작성해야 하는 작업환경에서 사용자의 편의성, 즉 시청환경은 추출될 공간정보의 일관성 있는 정확도 확보를 위해 필요한 최우선 요소라고 할 수 있다. 사용자 편의성에 대한 인터뷰 결과 두 개의 모니터를 반사시키는 편광 Passive방식을 적용한 Planar사와 redrover사의 3D 모니터가 우수한 결과를 나타냈다. 원 패널 방식인 LG, SAMSUNG 제품은 서로 다른 주사방식으로 인한 장단점으로 순위를 가리기가 어려웠으며, 사용자 별로 선호도의 차이가 존재했다. 지금까지의 실험결과를 종합해본 결과 공간정보갱신시스템을 이용하여 수치지형도 및 주제도를 제작할 경우 Planar사와 redrover사의 3D 모니터가 정확도 및 사용자의 편의성 면에서 가장 우수한 성능을 나타내는 것을 확인할 수 있었다. 이와 같은 실험결과를 현재 시행중인 국가지리정보체계구축(NGIS: National Geographic Information System)을 위한 원천데이터(수치지형도 및 주제도)생성시 정확도 향상에 기여할 수 있을 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 건설교통부 첨단도시기술개발 사업·지능형국토정보기술혁신사업과제의 연구비지원(07국토정보C03)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

- 국토지리정보원 (2009), 수치지도 작성작업내규
박소영, 윤성구, 이용욱, 이동천 (2010), 다양한 센서로부터 획득한 공간데이터의 3D 입체 디스플레이, 한국측량학회지 제 28권, 제 6호, 한국측량학회, pp. 547-554
중소기업청, 3D 디스플레이 시장 기술 보고서 (2009), 유복모 (2001), 사진측량학, 문운당, pp. 6-7
이선근, 이동천 (2008), 무안경식 입체 모니터를 이용한 지형공간 데이터의 디스플레이 기법, 한국측량학회지, 제 26권, 제 6호, 한국측량학회, pp. 599-609
이승호 (2003), 정사항공사진을 이용한 수치임상도 제작, 산림지, 제115권, 제 1호, pp. 115-119
LG전자, 시네마 3D 모니터 사용 설명서,
<http://www.lge.co.kr/cokr/product/main/catalog/LgeFrontProductDetailCmd.laf?prdid=eprd134552>
임현정, 정광희, 윤국진, 정원식, 허남호 (2011), 3DTV 표준화 및 국내 3D 방송 서비스 동향, 전자통신동향분석, 제 26권, 제 4호, pp. 57-67
홍형기 (2011), 안경방식 3D 디스플레이 측정 표준, 한국정보디스플레이학회지, 제12권, 제 3호, pp. 76-81
Piroddi, R. (2010), Stereoscopic 3D Technology, Snell White Paper, <http://www.snellgroup.com/community/knowledge-center/white-papers>
PLANAR, PL2020 Stereoscopic Monitor USER'S GUIDE. 020-0455-00A, <http://www.planar3d.com/3d-products>
Redrover, True3Di USER'S GUIDE,
<http://www.true3di.com>
Wandell, B. A. (1995), Foundations of Vision, Sinauer Associates Inc., Sunderland Massachusetts