

+ 호요성, 오관정 · 광주과학기술원 실감방송연구센터

TECH&TREND

다시점 비디오 기반의 3차원 실감방송

1. 서론

최근 3D 영화 '아바타'의 전 세계적 흥행과 함께 3차원 실감방송에 대한 관심이 크게 높아지고 있다. 이와 함께 해마다 미국 라스베이거스에서 열리는 세계 최대 전자제품 전시회인 CES(Consumer Electronics Show)의 화두 역시 3차원 TV를 포함한 다양한 3D 관련 제품이었다[1].

현재 유럽, 일본, 미국을 중심으로 3D 영상 기술을 활발하게 연구하고 있다[2]. 유럽에서는 ATTEST를 시작으로 MOBILE3DTV, 3DPHONE, 3D4YOU, 20203DMEDIA와 같은 3D 관련 대규모 프로젝트가 진행 중이며[3][4], 영국은 BBC에서 2012년 런던 올림픽을 3D로 방송할 계획이다. 일본은 1998년 나가노 동계 올림픽 당시 위성망을 통해 3DTV 중계에 대한 시연을 성공한 바 있고, 일본 위성방송인 BS11에서 2007년 12월 개국 이후 매일 1시간씩 3D 입체 프로그램을 방송하고 있다[5]. 또한, 일본의 주력 산업인 애니메이션 산업에 3D를 접목시키며, 다양한 콘텐츠 시장을 확보하고 있는 상황이다[6]. 미국의 경우 할리우드의 3D 영화 제작을 바탕으로 다양한 3D 콘텐츠에 대한 보급을 통해 3D 영상의 시장이 성장하고 있다[7]. 국내에서도 3D DMB 방송 서비스를 시작으로 2010년 10월에는 3DTV 실험 방송을 준비 중이며, 삼성전자와 LG전자에서는 3DTV 디스플레이 장치의 연구에 몰두하고 있다[8].

본 글에서는 다시점 비디오 기반의 3차원 실감방송에 관한 기술을 소개한다. 2장에서는 양안식 3차원 영상 기술에 대해 소개하고, 3장에서는 다시점 비디오 기반의 3차원 영상 기술에 대해 소개하며, 양안식 방식과 다시점 방식의 입체 영상을 비교한다. 끝으로 4장에서 본 글의 결론을 맺는다.

2. 양안식 비디오 기반 3차원 영상 기술

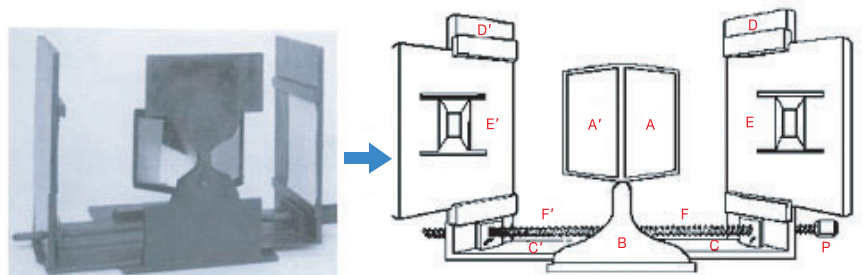
기원전 300년경 그리스의 유명한 수학자인 유클리드(Euclid)는 인간이 오른쪽 눈과 왼쪽 눈을 이용하여 서로 다른 시각 정보를 받아들인다는 사실을 발견했다. 또한, 인간의 양쪽 눈을 통해 얻어진 서로 다른 시각 정보는 인간 시각 시스템에 의해 3차원 거리 정보로 변환된다는 사실을 설명하였다.

그 후, 15세기 이탈리아의 미술가이자 수학자인 레오나르도 다빈치(Leonardo da Vinci)는 입체시(Stereopsis)라고 명명한 인간 시각의 인식 과정을 통해서 실제의 거리감을 느낄 수 있다는 것을 알아냈고 투시도법을 창시하였다. 19세기 중엽에 이르기까지 많은 미술가들은 원근법을 기반으로 명암, 전경, 배경을 변화시키며, 평면 캔버스에서 입체감을 표현하려고 시도하였다[9].

1833년 영국의 발명가이자 물리학자인 찰스 휘트스톤(Charles Wheatstone)은 최초로 입체 도면을 작성하여 인간이 3차원 장면을 인식하는 방식에 대한 변화를 가져왔다[10]. 찰스 휘트스톤은 거울을 이용하여 입체경(Mirror Stereoscopic)을 제작하였는데, 직접 그린 입체 도면을 제작한 입체경으로 관찰함으로써 3차원 입체 영상에 대한 원리를 깨달았다.

[그림 1]은 영국 런던의 과학박물관에 소장되어 있는 찰스 휘트스톤의 거울 입체경과 입체 영상 원리를 보여준다. [그림 1]에서 보듯이, 각 도면을 거울 입체경의 오른쪽과 왼쪽 가장자리에 위치시키고, 거울 입체경의 가운데에 위치하고 있는 V자 형태로 배열된 두 개의 거울을 통해서 반사되어진 도형 그림을 본다. 결과적으로 왼쪽 눈에는 왼쪽 눈으로 본 도형 그림이 입력이 되고, 오른쪽 눈에는 오른쪽 눈으로 본 도형 그림이 입력되어 3차원으로 보이게 된다. 현재 우리가 3차원 사진을 촬영하고 볼 수 있게 된 것은 찰스 휘트스톤의 공이 컸다고 할 수 있으며, 찰스 휘트스톤의 거울 입체경은 오늘날 3차원 입체 영상의 기술의 시발점이라고도 할 수 있다[11].

이후, 1849년 스코틀랜드의 과학자 데이비드 브루스터(Davide Brewster)는 휘트스톤의 입체경의 크기는 줄이고 그림은 크게 보이는 새로운 입체경을 개발하였다. 이는 1860~90년대 빅토리아시대 때 3차원 입체 영상의 첫 번째 황금기를 이끄는 계기가 되었다.



[그림 1] 최초의 입체경

1880년대에 프랑스 과학자 뒤코 뒤 오롱(Louis Ducos du Hauron)의 에너글리프 발명과 1937년에 미국의 발명가 에드윈 랜드(Edwin Land)의 3차원 입체 영상을 즐기 위한 편광 필터 발명은 3차원 입체 영상 산업의 본격적인 시작을 이끌었다. 편광 필터는 한 방향으로 진동하는 빛만 통과시키는 유리 또는 플라스틱 재질의 필터를 말한다. 편광의 방향이 서로 다르게 설정된 왼쪽과 오른쪽의 영상을 편광 필터가 부착된 입체 안경을 착용하여 보면, 왼쪽 눈에는 편광된 좌영상이 보이고, 오른쪽 눈에는 편광된 우영상만 보이게 되어 3차원으로 느끼게 된다. 편광 방식의 입체 영상은 오늘날 3차원 입체 모니터와 입체 영상 제작 등에 널리 응용되고 있다.



[그림 2] 로치화이트의 입체 카메라와 입체경

1947년에 미국의 로치화이트(Rochwhite)는 'Stereo Realist'라는 입체 카메라를 개발하였다. 'Stereo Realist'는 35mm 필름을 사용하여 3차원 입체 영상을 촬영할 수 있도록 고안되었다. 로치화이트의 입체 카메라는 손쉽게 입체 영상을 필름에 담을 수 있어 영화 산업에 큰 영향을 끼쳤다.

1950년대는 35mm 필름을 사용한 3차원 입체 카메라와 편광 방식을 기반으로 한 3차원 입체 영화가 많은 인기를 얻은 시기였다[12]. 1950년대는 빅토리아 시대에 이은 3차원 입체 영상의 두 번째 황금기였다. 당시 텔레비전의 보급이 급격하게 증가함에 따라, 극장으로 향하는 관객이 급격히 줄어들고, 영화 산업이 침체되자 영화사들은 관객을 다시 극장으로 불러들일 새로운 매체와 콘텐츠가 필요하였다.

이러한 시대배경에서 아치 오볼러(Arch Oboler) 감독이 제작한 최초의 편광 컬러 3차원 입체 영화 'Bwana Devil'이 성공을 거두자, 대형 영화 제작사들은 3차원 영화에 투자하게 되었다. 이렇듯 1950년대는 20세기 폭스, 유니버설 등 많은 세계적인 영화사들이 3차원 입체 영화를 제작하면서 3차원 입체 영상의 상업적 가치를 확인하게 되는 시기였다[13].

1950년대에 제작된 영화로는 'Kiss Me Kate', 'House of Wax' 등이 있었으며, 국내에서 60년대 후반 '천하장사 임꺽정'과 '몽녀' 등이 제작되었다.



[그림 3] 1950~60년대의 3차원 입체 영화



하지만, 당시 3차원 입체 영상을 처리하고 보정하는 기술이 개발되지 않아, 3차원 입체 영화는 소수의 극장에서만 개봉되었으며, 때때로 영사기의 설정이 잘못되어 눈의 피로와 두통을 유발하는 경우가 빈번하였다[14]. 결과적으로, 1960년~1970년대 들어 3차원 입체 영화의 인기는 점차 시들해졌고, 간간히 3차원 입체 영화가 개봉되는 정도였다.

그러나, 1980년대는 입체 영상 기술의 발달과 함께 기존의 3차원 입체 영상의 문제점을 보정하는 기술들이 등장하고, 아이맥스 같은 특수한 영화관이 설립됨에 따라 3차원 입체 영화가 많이 상영되었다.

이후, 1990년대와 2000년대에는 컴퓨터 그래픽(computer graphics, CG)을 기반으로 한 3차원 입체 영화가 제작되었고, 다양한 형태의 양안식 3차원 콘텐츠가 보다 널리 보급되었다[15]. 또한, 이러한 양안식 입체 영상 기술을 이용한 다양한 방송 서비스가 성공적으로 시범 서비스 되었고, 양안식 3차원 입체 영상 재현을 위한 안경 방식과 무안경 방식의 다양한 디스플레이 장치도 개발되었다[16]. 최근에는 영화 '아바타(Avatar)'의 대흥행과 함께 3차원 입체 영상의 세 번째 황금기가 도래하였다.

3. 다시점 비디오 기반 3차원 영상 기술



[그림 4] 다시점 카메라 시스템

다시점 비디오는 기존의 양안식 비디오의 시점을 확장을 위해 다수의 양안식 비디오를 연속적으로 배치한 형태이다. 기존의 양안식 비디오가 두 시점을 획득하여 하나의 시점에 대한 입체 영상만을 제공하는 반면, 다시점 비디오는 [그림 4]와 같이 다수의 카메라를 통해 획득된 영상을 이용하여 여러 다른 시점에서 3차원 입체 영상을 제공할 수 있다[17]. 즉, 입체감 있는 영상을 제공할 수 있을 뿐만 아니라, 시청하는 시점에 대한 자유도를 증가

시킨 것이다. 이를 통해 사용자는 원하는 시점에 대한 입체 영상을 제공받을 수 있다[18].

양안식 기반의 3차원 영상과 다시점 기반의 3차원 영상의 차이는 두 방식에 대한 디스플레이 장치를 비교해 보면 쉽게 이해할 수 있다. 양안식 방식은 우선 시점이 단 2개이기 때문에 시야각이 상당히 좁다. 따라서, 시점을 좌우로 크게 이동하면 입체 영상의 품질이 떨어지는 단점이 있고, 물체의 전후방 배치에 초점을 맞춰 입체감을 제공하기 때문에 측면 정보를 표현하는데 한계가 있다.

또한, 실제로 육안을 통해 3차원 공간상의 물체를 볼 때에는 얼굴을 움직이면 물체의 입체감이 다르게 느껴지지만, 양안식 방식의 경우에는 특정 환경에 맞춰 촬영된 영상만을 재현하기 때문에 시청시 얼굴을 움직여도 입체감이 달라지지 않아 실제로 육안을 통해 느껴지는 입체감과 조금 차이가 있다. 안경 방식에는 편광 방식, 셔터글라스 방식, 광학 입체 방식, 적청 방식이 있고, 무안경 방식으로는 패럴렉스 배리어와 렌티큘러 방식이 있다[19].

반면, 다시점 기반의 3차원 영상은 양안식 비디오와 달리 여러 시점으로 구성되어 있어 시야각이 넓은 장점이 있다. 따라서, 여러 방향에서 많은 사람이 봐도 자연스러운 입체 영상을 재현할 수 있고, 느껴지는 입체감도 보다 뛰어나다. 하지만, 시점의 증가로 인해 3차원 비디오 시스템에서 처리하고 압축해야 할 데이터의 양이 크게 늘어나는 단점이 있다.

일반적으로 다시점 비디오를 재현하는 디스플레이 장치를 Auto-stereoscopic 방식이라 부르고, 다시점 비디오를 기반으로 한 다시점 방식의 디스플레이뿐만 아니라 단층 촬영을 활용하는 체적형, 그리고 빛의 진폭과 위상을 모두 기록하여 재생하는 홀로그래피 기술이 오토-스테레오스코픽 디스플레이에 속한다[20].

다음 표는 양안식 방식과 다시점 방식을 위한 3차원 디스플레이들에 대한 장단점을 비교하여 보여준다.

[3차원 영상 재현 방식의 분류 및 비교]

기술	구분	구현방식	장점	단점
양안식 비디오 (스테레오 스코픽)	안경식	편광 방식	· 색 재현성 좋고 해상도 높음 · 3D 품질 우수 · 시야각(좌우 free, 상하 20도) · 동시에 많은 관객 시청 가능 · 구현이 쉬움	· 편광필름 및 안경 제조비 · 관찰자 위치에 따라 잔상 발생 · 어두운 영상 · 수평해상도 1/2로 저하
		셔터글라스 방식	· 시야각 좋음 · 3D 품질 우수 · 구현 비용이 저렴	· 밝은 화면에서 화질 열화 · 수직해상도 1/2로 저하 · 동기화 관련 어지러움 발생 · 셔터글라스가 고가임
		광학입체 방식	· 화질 저하가 없음	· 제조가 까다롭고 부피가 큼 · 고가의 제품 가격
		적층 방식	· 기존 디스플레이 장치로 3D 효과 적용이 가능함 · 3D 구현 비용이 저렴	· 컬러영상 디스플레이에 부적합 · 적층 분리로 인한 어지러움 · 색감 왜곡이 심함
	무안경식	렌티큘러 방식	· 가장 대중화 된 방식	· 대형화가 어려움 · 수평해상도 1/2로 저하
		패럴렉스 배리어 방식	· 2D/3D 겸용 디스플레이 가능 · 제작 과정이 간단	· 관찰자 위치에 따라 밝기 변화 · 검은 패턴 발생 · 수평 해상도 1/2 저하 · 시야각 분리 · 콘텐츠 제작비용 높음
다시점 비디오 (오토 스테레오 스코픽)	다시점	다시점 패럴렉스	· 2D/3D 겸용 디스플레이 가능	· 광 시야각에서 해상도 감소 · 수직방향 시차 인지 불가
		다시점 렌티큘러	· 2D/3D 겸용 디스플레이 가능	· 광 시야각에서 해상도 감소 · 수직방향 시차 인지 불가
		인테그럴 포토그래피	· 수평, 수직방향 모두 시차 제공 · 일정 시야각에서 연속 시차제공 · 천연색 실시간 디스플레이 가능 · 기존 평면 디스플레이와 호환성	· 좁은 관측 시야각 · 깊이감 표현 제한 · 낮은 해상도 · 요소 영상이 대용량
	체적형	· 전 방향에서 시청이 가능 · 실제적인 공간에 3D 영상 재현	· 제품 가격이 고가임	
	홀로그래피	· 오류에 강인함 · 실제적인 입체감 제공	· 기록 재생시 레이저 사용의 문제 · 제품 가격이 고가임 · 방대한 정보량	

4. 결론

본 글에서는 양안식 비디오와 다시점 비디오를 기반으로 한 3차원 영상 기술을 소개하였다. 양안식 비디오의 경우, 좌우 영상을 일정한 시차를 두고 획득하여 안경식 혹은 무안경식 디스플레이 장치에 재현함으로써 3차원 입체 영상을 제공한다. 양안식 3차원 입체 영상의 단점인 좁은 시야각 문제를 해결하며, 보다 넓은 시점을 제공하기 위해서 다시점 비디오 기반의 3차원 입체 영상 기술이 개발되었다. 다시점 비디오의 경우, 부분적으로 양안식 비디오의 입체 영상을 재현하면서 시청자에게 시점 선택의 자유를 제공하여 보다 다양한 응용 분야에 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었다.
[NIPA-2010-(C1090-1011-0003)]

참고 문헌

- [1] 호요성, 김성열, "3차원 TV와 실감방송," 방송과기술, Vol. 148, pp. 130-143, 2008. 04.
- [2] 이봉호, 엄기문, 이현, 허남호, 김진웅, "3DTV 방송기술 동향," 방송공학회지, 제13권 제1호, pp. 4-15, 2008. 03.
- [3] 호요성, 이은경, "3차원 TV와 실감방송 - 유럽의 3차원 TV," 방송과기술, Vol. 149, pp. 127-137, 2008. 05.
- [4] A. Redert, M. op de Beeck, C. Fehn, W. Jsselsteijn, M. Pollefeys, L. van Gool, E. Ofek, I. Sexton, and P. Surman, "ATTEST - Advanced Three-Dimensional Television System Technologies," Proc. of International Symposium on 3D Data Processing Visualization and Transmission, pp. 313-319, 2002.
- [5] 호요성, 허진, "3차원 TV와 실감방송 - 일본의 3차원 TV," 방송과기술, Vol. 150, pp. 134-144, 2008. 06.
- [6] T. Okoshi, "Three-Dimensional Imaging Techniques", Academic Press, 1976.
- [7] 호요성, 이상범, "3차원 TV와 실감방송 - 미국의 3차원 TV," 방송과기술, Vol. 151, pp. 136-145, 2008. 07.
- [8] 호요성, 김성열, "3차원 TV와 실감방송 - 한국의 3차원 TV," 방송과기술, Vol. 152, pp. 112-123, 2008. 08.
- [9] 이승현, 3D 영상의 이해, 진샘미디어, 2010.
- [10] W. Charles, "On some remarkable, and hitherto unobserved, phenomena of binocular vision", Philosophical Transaction of the Royal Society of London, vol. 128, pp. 371-394, 1838.
- [11] 호요성, 김성열, 3DTV 3차원 입체영상 정보처리, 두양사, 2010.
- [12] R.M. Hayes, "3-D Movies: A History and Filmography of Stereoscopic Cinema", McFarland & Company, 1998.
- [13] R. Zone, "Stereoscopic Cinema and the Origins of 3-D Film", The University Press of Kentucky, 2007.
- [14] G.J. Iddan and G. Yahav, "3D Imaging in the Studio and Elsewhere...", Proc. of SPUE Videometrics and Optical Methods for 3D Shape Measurements, pp. 48-55, 2001.
- [15] B. Mendiburu, "3D Movie Making: Stereoscopic Digital Cinema from Script to Screen", Focal Press, 2009.
- [16] Stereoscopic Displays and Applications: <http://www.stereoscopic.org>
- [17] 호요성, 이은경, 강윤석, "다시점 카메라와 깊이 카메라를 이용한 3차원 영상 생성 방법" 한국콘텐츠학회 학회지, 2010. 03.
- [18] 호요성, 오관정, "3차원 비디오 부호화 기술" 한국통신학회지 정보와 통신, 27권, 3호 pp. 29-35, 2010. 03.
- [19] B. Javidi, F. Okano, "Three-dimensional television, video, and display technologies", Springer, 2002.
- [20] C.J. Kuo, M.H. Tsai, "Three-dimensional Holographic Imaging", Wiley InterScience, 2002.