



특집 04

N-스크린 상에서의 3D 스테레오 디스플레이



유민준 (연세대학교)

-
- 목 차 »
1. 서 론
 2. 3D 디스플레이 방식 소개
 3. N-스크린 상에서 3D 영상 디스플레이
 4. 결 론
-

1. 서 론

최근 영화, TV, 게임을 비롯한 다양한 미디어 분야에서 가장 활발하게 관심을 받고 있는 것은 3차원(3D) 콘텐츠이다. 2011년 ‘아바타’의 큰 성공으로 인하여 많은 영화와 애니메이션들이 3D로 제작되어 발표되고 있으며, 3DTV의 판매량도 급증하고 있다. 또한 3D 게임과 3D 휴대폰에 이르기까지 3D 매체의 발전은 매우 빠른 속도로 진행되고 있다.

3D 영상물이나 애니메이션을 시청할 때 가장 크게 고려해야 할 것은 3D 영상물의 디스플레이 방법이다. 영상을 3D로 표현하려면 사람의 좌우 두 눈에 각기 다른 이미지를 보여야 하므로 하나의 디스플레이 화면 상에서 두 이미지를 보여주는 방식이 꾸준히 개발되고 있다. 크게 나누어서 입체안경 방식(stereoscopic)과 무안경 방식(autostereoscopic)이 있으며 각각 방식 안에도 다양한 기술들이 개발되어 왔다. 본 논문에서는 먼저 스크린 상에서 3D 콘텐츠를 보여줄 수 있는

다양한 기술에 대하여 소개한다.

3D 영상물은 사람의 눈이 일반 영상에 더하여 깊이감을 추가적으로 느낄 수 있게 하기위하여 인위적으로 이미지를 조작하게 된다. 이때 사람에게 깊이감을 주기 위한 가장 중요한 요소는 좌우 두 이미지의 차이, 즉 디스패리티(disparity)인데, 이 요소는 뷰어와 스크린 사이의 거리에 밀접하게 연관된다. 따라서 N-스크린 환경, 즉 다양한 스크린 사이즈를 갖는 디바이스 상에서 3D 영상물을 표현하기 위해서는 디스플레이 되는 디바이스마다 3D 영상물의 깊이 값이 달라져야 하며 이는 아직 현실적으로 많은 도전과제를 지니고 있는 주제이다. 본 논문에서는 이에 대한 더욱 상세한 내용을 설명하며 기존 관련 연구들도 소개한다.

본 논문에서는 다양한 디바이스 상에 디스플레이 될 수 있는 3D 방식에 대해서 논한다. 기본적인 3D 기술에 대한 더욱 자세한 내용은 정보처리학회지 2010년 7월 호 특집 ‘3D 기술’ 편 등을 참고할 수 있다.

2. 3D 디스플레이 방식

3D를 디스플레이하는 방식으로는 먼저 안경(eyewear)을 착용하는 방식(stereoscopic)이 있으며 이는 멀티플렉스 방식에 따라 색상 멀티플렉스, 극성 멀티플렉스 및 시간 멀티플렉스로 나누어질 수 있다. 안경이 필요하지 않는 방식(autostereoscopic)으로 패럴랙스 베리어 및 렌티큘러 스크린을 이용한 방식을 비롯한 다양한 방식이 존재한다. 이외에도 헤드 마운트 디바이스를 이용한 방식도 있지만 이 방식은 본 논문에서는 소개하지 않는다. 더욱 자세한 내용은 Urey et al.,의 논문^[1]을 참고할 수 있다.

2.1 스테레오스코픽 디스플레이 (Stereoscopic Displays)

2.1.1 색상 멀티플렉스(Color-Multiplexed) 방식

가장 초기의 방식으로 색상 필터가 있는 안경(anaglyph glasses)을 이용하는 방식이다. 가장 일반적인 방식은 왼쪽 눈으로 들어오는 이미지는 빨간색 채널을 이용하고, 오른쪽 눈으로 들어오는 이미지는 청록색(cyan) 채널을 이용하여 디스플레이한 후, 뷰어는 좌우로 각 채널의 이미지만 볼 수 있는 안경을 사용하여 각기 다른 이미지를 볼 수 있게 된다. 이 방식의 가장 큰 단점은 일정 부분의 색상 정보를 잃게 되며, 두 이미지가 서로 간섭하는 현상(crosstalk)이 발생할 가능성이 높다는 것이다. 하지만 이후로 설명될 다른 모든 3D 디스플레이 방식보다 저렴한 비용으로 3D를 표현할 수 있다는 장점이 있다. NVIDIA와 iZ3D 드라이버를 이용하여 이 방식으로 이미지를 표현할 수 있으며, ColorCode 3D 나 Infitec GmbH의 간섭(interference) 필터 기반 방식 등 현재도 이 방

식과 응용된 기술들이 개발되고 있다.

2.1.2 극성 멀티플렉스(Polarization-Multiplexed) 방식

스테레오 이미지를 구성하는 각 이미지가 서로 직각을 이루는 극성의 형태로 디스플레이된다. 뷰어는 편광안경을 쓰게 되는데, 이 안경은 각 눈마다 서로 다른 눈으로 들어가야 할 이미지를 막는 편광자(polarizer)로 구성이 되어있다. 따라서 극성에 따라서 각 눈에 서로 다른 이미지가 보여지게 된다. 이 방식이 사용되기 위해서는 스테레오 이미지를 편광형태로 출력하는 디바이스와 편광안경이 필요하다. 최근에 다양한 관련 디바이스들이 소개되고 있으며, 3D 모니터의 경우 스테레오 이미지가 서로 수평으로 인터리빙(interleaving)되어 표현되는 방식으로 이용된다. 이 경우 해상도의 저하라는 단점은 있지만, 비교적 저렴한 가격에 안경을 이용하여 3D 콘텐츠를 볼 수 있다는 장점이 있다. 국내에서는 LG전자 등에서 소개하는 3D 전자제품이 이 방식을 사용한다.

2.1.3 시간 멀티플렉스(Time-Multiplexed) 방식

이 방식에서는 스테레오 이미지를 구성하는 각 이미지가 매우 빠른 속도(보통 120Hz)로 번갈아가며 디스플레이 된다. 뷰어는 디바이스에서 디스플레이 되는 이미지와 동기화되어 각 눈에 보여주는 액티브방식의 안경(shutter glass)를 이용한다. 이 방식의 가장 큰 단점은 액티브 방식의 안경의 상대적인 가격이 높다는 것이다. 하지만 3D를 출력하는 디바이스의 가격 및 복잡성은 극성 멀티플렉스의 경우보다 더욱 낮다. 시간 멀티플렉스 방식은 삼성과 미쯔비시에 의해서 주로 사용되고 있다.

2.1.4 각 디스플레이 방식과 디바이스 간의 관계

위에 설명한 디스플레이 방식은 각각의 장단점을 지니고 있다. 극장이나 홈 씨어터에서는 주로 극성 멀티플렉스 방식이 사용되는데, 이러한 환경에서는 주로 다수의 뷰어가 있을 수 있으므로, 상대적으로 가격이 저렴하고 다루기 쉬운 편광 안경을 사용하는 것이 좋기 때문이다. 하지만 편광방식의 스크린의 세팅 비용이 높고 간섭현상을 최소화하기 위해서는 정확한 세팅이 요구된다는 것이 단점이다.

데스크탑 수준의 디바이스의 경우에는 다양한 방식을 이용할 수 있는데, 주로 극성 방식과 시간 방식이 주로 이용된다. 각 디스플레이의 단점들은 기술의 발전으로 점차 극복이 되고 있는 상황이므로, 가격 및 사용의 용이성 등을 고려해서 여러 가지 종류 중에서 선택을 하는 것이 좋다.

2.2 오토스테레오스코픽 디스플레이 (Autostereoscopic Displays)

2.2.1 패럴릭스 배리어(Parallax Barrier) 방식

이 방식에서는 좌우 이미지가 한 화면에 번갈아가면서 출력되고, 그 위에는 검은색 마스크에 작은 구멍이 뚫려있는 패럴릭스 배리어가 위치한다. 이 배리어는 각 눈에게 특정 이미지만을 보이게 하는 역할을 한다. 이미지가 출력되어야 할 픽셀의 위치 등은 뷰어와 스크린간의 거리에 따라 밀접하게 연관된다. 이 방식은 밝기와 해상도에서 손해가 발생된다는 단점이 존재하며, 구멍의 크기에 따른 빛의 밝기와 간섭현상의 트레이드-오프 또한 존재한다. 최근의 기술들은 이러한 단점들을 많이 해결하고 있으며, 동적인 패럴릭스 배리어 방식은 뷰어의 위치의 변화에도 관

계없이 올바른 3D 영상을 디스플레이하며, 다수의 뷰어의 경우에도 사용할 수 있는 방식을 제공한다.

2.2.2 렌티큘러(Lenticular) 방식

이 방식에서는 실린더 모양의 렌즈가 빛을 굴절시켜 특정 픽셀들을 의도된 방향, 즉 좌우 눈이 위치한 방향으로 보내는 방식이다. 따라서 렌즈의 배치가 이 방식의 정확성에 대해 크게 좌우하며, 해상도가 높을수록 더욱 정밀한 배치가 요구된다. 또한 뷰어의 위치에도 영향을 받는다. 패럴릭스 배리어와 렌티큘러 방식은 2D와 3D 모드로 변환이 용이하다는 부가적인 장점도 갖는다.

2.2.3 다중뷰 오토스테레오스코픽(Multiview Autostereoscopic) 디스플레이

고정된 위치에 있는 다수의 뷰어에게, 혹은 뷰어가 다양한 위치에서 보더라도 3D를 정확하게 디스플레이하고자 하는 기술도 개발되고 있다. 이 경우에는 각 뷰잉 위치에 따라 여러 종류의 다른 스테레오 이미지를 보여주게 된다. 따라서 각 이미지 사이에 비연속성이 나타난다는 단점이 있지만, 최근에 Newsight GmbH는 180인치의 크기 이면서도 각 이미지들이 연속되어 보이는 것처럼 보이는 디스플레이 장치를 소개하기도 하였다.

패럴릭스 배리어 방식으로 다중뷰를 구현하는 기술은 Sanyo에 의해서 개발된바 있으며, 여기에서는 7개의 스테레오 비디오를 연결하여 하나의 다중뷰 스테레오 비디오를 생성하였다. Endo는 원통형의 다중뷰 3D 디스플레이를 소개하였는데, 각각 60도의 뷰잉 각도를 갖는 70개의 뷰를 가능하게 한 기술이다.

렌티큘러 방식 또한 다중뷰 3D 디스플레이 기술에 사용될 수 있다. 이 경우에는 뷰가 많아질수록 해상도가 낮아진다는 단점이 있지만 최근에는

이를 극복할 수 있는 기술이 소개되고 있다. 시간 시퀀스를 이용한 오토스테레오스코픽 접근법도 새롭게 소개되고 있는데, 이는 빠른 속도로 각 눈에 도달하는 빛의 방향을 바꾸어 마치 두 눈에 다른 이미지가 보이는 것처럼 하는 방식이다.

2.2.4 각 디스플레이 방식과 디바이스 간의 관계

오토스테레오스코픽 기술은 모바일 디바이스에 주로 구현되고 있다. Sharp에서는 2000년대 초반 3D 기능이 있는 모바일 폰을 소개한바 있으며 백만대 이상 판매를 기록하였다. 뉴욕에 위치한 Bilkent 대학은 오토스테레오스코픽 3D 모바일 폰 기술에 대한 학계와 산업계의 컨소시엄을 이끌고 있으며 다양한 기술들을 소개하고 있다. 다중뷰 기술 또한 모바일 폰에도 적용되고 있는 중이다.

2.3 정리

위에서 소개한 스테레오스코픽 방식과 오토스테레오스코픽 방식은 각각의 장단점이 존재하며, 각 방식 안에서도 다양한 기술들이 존재한다. 일반적으로 모바일이나 컴퓨터 모니터 사이즈의 스크린의 어플리케이션인 경우 단일뷰 디스플레이 방식만으로도 충분한 경우가 많다. 하지만 TV이나 시네마 등의 스크린에서는 다중뷰 및 다수 뷰어를 위한 기능이 중요해진다. 따라서 스크린의 크기에 따라 3D 디스플레이를 하는 방식을 조절해야한다.

또한 스테레오스코픽의 경우 사용자는 특정 목적에 맞는 안경이 요구되는데, 각 스크린에 따라 너무 많은 수의 종류의 안경이 사용된다면 (같은 방식이어도 디바이스에 따라 안경의 종류가 다를 수 있다) 사용자가 불편을 겪을 가능성이 있기 때

문에 이에 따른 고려 또한 요구된다.

3. N-스크린 상에서 3D 영상 디스플레이

이번 장에서는 하나의 3D 영상물을 다양한 스크린의 크기를 갖는 디바이스에서 디스플레이할 때 고려해야 할 점을 고찰해본다. 일반적으로 3D 영상을 촬영할 때는 특정 베이스라인(baseline)¹⁾을 가진 카메라로 촬영하기 때문에 촬영당시부터 특정한 목적(영화 혹은 TV)을 가진 콘텐츠 생성을 가정하게 된다. 이 가정에 따라 생성된 3D 영상물은 다른 스크린의 크기 혹은 다른 목적을 갖는 디바이스에서 변환작업 없이 디스플레이되는 경우에는 문제가 생길 수 있다. 본 장에서는 이 문제에 대해서 논하며, 이 문제를 해결하고자 하는 다양한 연구들을 소개한다.

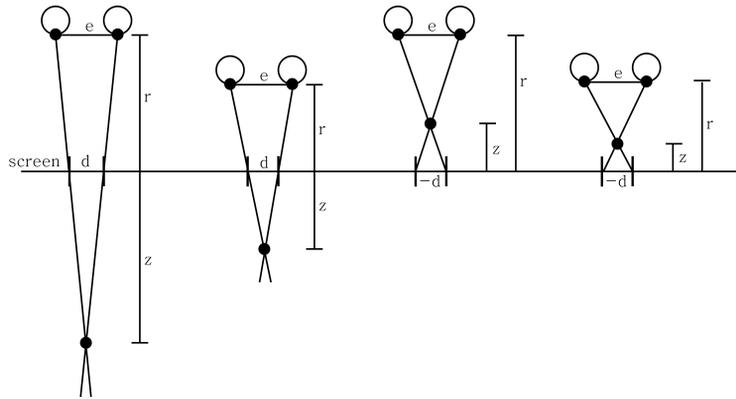
3.1 깊이 공식

3D 인식에서 가장 밀접하게 관련되는 것은 뷰잉 조건, 즉 뷰잉 거리 및 스크린의 사이즈 등이다. 이러한 요소들은 다음과 같은 공식으로 표현이 된다²⁾.

$$z = \frac{r \cdot d}{e - d}$$

여기에서 z 는 인지되는 깊이(perceived depth), r 은 뷰잉 거리(viewing distance), d 는 스크린에서의 디스패리티(on-screen disparity), 그리고 e 는 사람의 두 눈 사이의 거리이다(그림 1). 이 공식

1) 3D 영상을 촬영할 때는 각 눈에 보여지는 이미지를 촬영하는 두 개의 렌즈를 가진 카메라를 이용하여 촬영하는 경우가 많다. 이 때 두 개의 렌즈 사이의 거리를 베이스라인이라고 부른다.



(그림 1) 인지되는 깊이(z)는 뷰잉 거리(r)와 스크린에서의 디스패리티(d) 및 사람의 두 눈 사이의 거리(e)와 관련된다

에 따르면 인지되는 깊이는 뷰잉 거리(r)에 대한 선형 함수형태로 표현된다. 즉 동일한 3D 영상물을 볼 때 뷰잉 거리가 변한다면, 느껴지는 깊이의 정도에도 차이가 있다는 것이다. 이는 일반적인 3D극장에서도 좌석의 위치에 따라서 보이는 영화의 깊이감에 차이가 느껴질 수 있다는 것을 의미한다. 따라서 영화관, 거실에서 보는 3DTV, 모바일 장비 등 뷰잉 거리와 스크린의 크기가 완전하게 달라지는 매체에서 동일한 깊이감으로 3D 영상물을 보게 하기 위해서는, 3D 영상물의 디스패리티 정보를 반드시 수정을 해야 한다. 3D 애니메이션 같은 경우, 렌더링을 다시해서 깊이 값을 조정할 수 있지만, 3D 영화나 영상의 경우 이 과정에는 별도의 노력이 요구된다.

3.2 디스패리티 수정 연구

뷰잉 위치가 변하는 경우와 스크린의 사이즈가 변하는 경우 모두, 디스패리티 값을 변환하는 작업이 요구된다. 3D 콘텐츠 생성과정에서 이 과정은 유용성 측면 아니라 콘텐츠의 품질을 높이기 위해서도 중요한 기술이기 때문에 많은 연구자들이 디스패리티를 수정하는 연구를 수행해왔다.

이에 대한 여러 가지 가이드라인 및 법칙들(특히 3D 영화에 대한)이 제시되긴 했지만, 대부분의 기존 기술들은 수동적인 수정이 많이 들어가는 기법들이었다. 하지만 하나의 이미지가 아닌 3D 콘텐츠에 대하여 이러한 수동적인 수정을 행하는 것은 매우 시간과 노력이 많이 들어가는 작업이다.

따라서 이러한 수정을 자동화하기 위한 여러 기술들이 개발되어왔는데, 가장 기본적인 접근 방법은 이미지 기반의 뷰 보간(interpolation) 기법들이다. 즉 이미지들을 서로 보간하여 다른 디스패리티를 갖는 이미지를 생성하는 기법이다. 많은 연구들이 이러한 기법을 사용했는데 좋은 품질의 결과를 얻기 위해서는 대부분 여러 장의 이미지나 혹은 부가적인 깊이 정보를 요구한다^[3,4]. 이미지 보간 기법을 사용한 스테레오 상업적 이미지 편집 소프트웨어도 소개가 되었는데 대표적인 소프트웨어로 Foundry의 Ocula 가 있다. 이 소프트웨어는 일반적인 3D 스테레오 에디팅의 널리 사용되고 있다. 디스패리티를 크게 수정하지 않을 때는 이미지 기반 뷰 모핑(Morphing) 기술^[5]도 활용될 수 있는 하나의 대안이다. 최근에 Lang et al.,은 디스패리티 매핑 연산(disparity mapping

operators)를 소개하였다^[6]. 이 기술은 와핑(Warping) 기법에 기반을 둔 방법으로 부가적인 정보 및 복잡한 부가 계산 없이 원본 이미지만으로 바로 디스패리티를 변경할 수 있다는 장점이 있다. 다만 이 기술은 이미지 와핑 기법을 사용하기 때문에 디스패리티의 값의 수정이 크게 요구되는 경우엔 정확성이 떨어진다는 단점이 있다. 이와 같이 현재까지도 디스패리티를 변경하고자 하는 다양한 연구가 진행 중이고 아직도 해결해야 할 문제가 많이 남아있다. 이러한 기술의 개선을 통해 하나의 3D 영상을 다양한 디바이스에서 더욱 효율적으로 디스플레이 할 수 있는 가능성이 점차 높아질 것이다.

4. 결론

본 논문에서는 현재까지 개발된 다양한 3D 디스플레이 기술들을 살펴보았으며 디바이스의 크기 및 목적에 따라 사용되는 기술들의 차이가 있음을 알아보았다. 또한 인식되는 깊이는 뷰잉 거리에 따라 크게 관계가 있기 때문에 특정 디바이스를 목표로 만든 3D 영상을 다른 디바이스에서 디스플레이하려면 디스패리티 정보를 수정을 해야 한다는 사실을 소개하였으며, 이러한 디스패리티 정보 수정을 위한 기존연구들을 살펴보았다. 3D와 N-스크린은 요즘 가장 크게 이슈화되고 있는 대표적인 개념이자 기술이다. 따라서 이 두 요소는 앞으로도 서로 더욱 연관을 지니고 서로 많은 발전이 있을 것이라 기대한다. 또한 국내의 많은 연구자들에게서도 좋은 관련 기술의 개발이 이루어지길 희망한다.

참고 문헌

- [1] H. Urey, K.V. Chellappan, E. Erden and P. Surman, State of the Art in Stereoscopic and autostereoscopic Displays, Proceedings of the IEEE, Vol.99, No.4, 2011, pp.540-555.
- [2] A. Smolic, P. Kauff, S. Knorr, A. Hornung, M. Kunter, M. Muller and M. Lang, Three-Dimensional Video Postproduction and Processing, Proceedings of the IEEE, Vol.99, No.4, 2011, pp.607-625.
- [3] M.-B. Kim, S. Lee, C. Choi, G.-M. Um, N.-H. Hur, and J.-W. Kim, Depth Scaling of Multiview Images for Automultiscopic 3D Monitors, In 3DTV Conference 2008, pp.181-184.
- [4] A. Smolic, K. Muller, K. Dix, P. Merkie, P. Kauff and T. Wiegand, Intermediate View Interpolation Based on Multiview Video plus Depth for Advanced 3D Video Systems, In Proceedings of IEEE International Conference on Image Processings, 2008, pp.2448-2451.
- [5] D. Mahajan, F.-C. Huang, W. Matusik, R. Ramamoorthi, and P.N. Belhumeur, Moving Gradients: A Path-based Method for Plausible Image Interpolation, ACM Transaction on Graphics, Vol.28, No.3, 2009.
- [6] M. Lang, A. Hornung, O. Wang, S. Poulakos, A. Smolic, and M. Gross, Nonlinear Disparity Mapping for Stereoscopic 3D, ACM Transaction on Graphics, Vol.29, No.4, 2010.

저 자 약 력



유 민 준

이메일 : debussy@cs.yonsei.ac.kr

- 2004년 아주대학교 정보및컴퓨터공학부 학사
- 2006년 연세대학교 컴퓨터과학과 석사
- 2011년 연세대학교 컴퓨터과학과 박사
- 2011년~현재 연세대학교 문화기술연구소 연구원
- 관심분야: 멀티미디어 응용, 음악 기술, 컴퓨터 그래픽스, 감성 컴퓨팅