
무안경 3D 모니터를 위한 Depth 화질 향상 Algorithm

송성호*, 이경일*, 이동하*, 박종철*, 이재준* · 김영길**

LG 전자, 아주대학교

The depth quality enhancement algorithm for Autostereoscopic 3D Monitor.

Sung-Ho Song*, Kyoung-Il.Lee*, Dong-Ha.Lee*, Jong-Cheol.Park*, Jea-Jun.Lee* · Young-Kil Kim**

LG Electronics, Ajou University

E-mail : songssh@nate.com

요 약

본 논문은 무안경 3D 디스플레이 제품의 품질을 향상시키기 위한 여러 가지 효과적인 방법을 구축하는데 목적을 두었다. 무안경 제품은 기존의 안경 방식에 비하여 3D의 depth 화질 품질이 떨어졌고, 특정 거리, 위치에서만 볼 수 있는 단점이 있어, 이를 보완하고자 Head Tracking 기술 및 영상 배치 알고리즘 등 여러 가지 기술을 적용하여 기존 system의 단점을 보완하였다.

본 논문은 3D 무안경 구현 방식 중 Parallax Barrier의 3D 품질 향상을 위한 Head Tracking을 통한 사용자의 위치 파악, 영상의 재배치 기술 및 Crosstalk 개선 방법에 대해 보고합니다.

ABSTRACT

In this paper, we found the many effective ways and apply for improve the 3D quality of Autostereoscopic 3D display products. Autostereoscopic products compared to traditional 3D glasses, the disadvantage is the poor depth of 3D picture quality and it only can see the fixed distance and position. So, for the compensate this disadvantage, we use the Head tracking technology and video placement algorithms and several techniques.

In this paper, the will report on how to improve the Parallax Barrier Autostereoscopic 3D quality through the Head tracking of the user identification, video replacement algorithms and crosstalk improving method.

키워드

Autostereoscopic, FPR glasses (passive retarder), Shutter glasses, Parallax Barrier, Lenticular, Barrier filter, Head Tracking, Crosstalk

1. 서 론

아바타 영화로부터 시작된 3D에 대한 관심이 현재는 많은 3D 제품과 다양한 3D Content의 확산으로 이어지고 있다. 또한, 다양한 분야에서 3D의 활용 방법에 대해서 연구, 적용하고 있다. Display 제품에서 3D를 구현하는 대표적인 방식은 안경 방식, 무안경 방식으로 분류를 할 수 있고, 이 중 안경 방식은 FPR 방식과 Shutter glasses 방식의 제품이 주로 출시가 되고 있고, 이러한 안경 방식 제품은 3D 영상을 시청하기 위해 구현 방식에 맞는 3D 안경을 착용하여 3D 영상을 시청해야 된다. 안경 방식의 가장 큰 문제는 안경을 착용해야 되는 것이고, 특히 안경 착용자는 자신의 안경 위에 3D 안경을 착용해야 되는 불편함

이 존재한다. 이러한 불편함을 제거하기 위한 방법으로 3D 무안경 제품에 대한 최근 관심이 증가하고 있고, 현재 여러 업체에서 3D 무안경 제품 개발 및 출시를 하고 있다. 아직까지 3D 무안경 제품은 가격, 시거리 제약, 3D Depth 등에서 안경 방식에 비해 열위 항목이 있고, 이를 개선하기 위한 연구가 진행 중이다.

본 논문에서는 3D 무안경 Monitor의 Depth 화질 향상 Algorithm인 Head Tracking을 통한 시거리 확장 및 View Shift 알고리즘에 대해 설명하고 이러한, 최적 영상 배치를 통한 3D 화질 향상을 구현 할 수 있다.

II. 본 론

2-1. 3D 무안경 구현 방식

3D 무안경 Display의 구현 방식은 오래전부터 존재해 왔고, 1980년대 이후의 연구 환경에서 주로 사용되어 왔다. 대표적인 3D 무안경 구현 방식은 Parallax Barrier 방식과 Lenticular 방식으로 구분이 되고, 각각의 구현 방법은 하기 그림 1, 그림 2와 같이 표현이 되고, 2가지 방식을 비교하면 표 1과 같다. 이 중 Cost 적인 이점 및 Monitor에 적합한 방식인 Parallax Barrier 방식에 대해서 본문에서 다루고자 한다.

2-2. Parallax Barrier 방식

Parallax Barrier가 LCD Panel 위에 배치가 되어 왼쪽 영상은 왼쪽눈에, 오른쪽 영상은 오른쪽 눈에 각각의 영상이 겹쳐지지 않도록 영상을 전달하도록 구성되어 있습니다. Parallax Barrier는 투명 액정 layer로 구성되며 전류를 통하여 구동이 되며, 전력 인가에 따라 즉각적인 2D, 3D 전환이 가능하다.

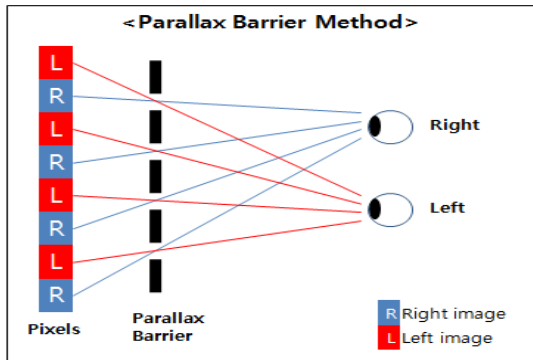


그림 1. Parallax Barrier 구현 방법

2-3. Lenticular 방식

Lenticular 방식은 LCD Panel 위에 Lens가 부착되고 최적의 거리에서 각 눈에 맞는 영상을 볼 수 있도록 구성된 3D 무안경 방식이다. 즉, Lens의 굴절을 이용하여 최적의 거리에서 3D 영상을 볼 수 있도록 구성된다.

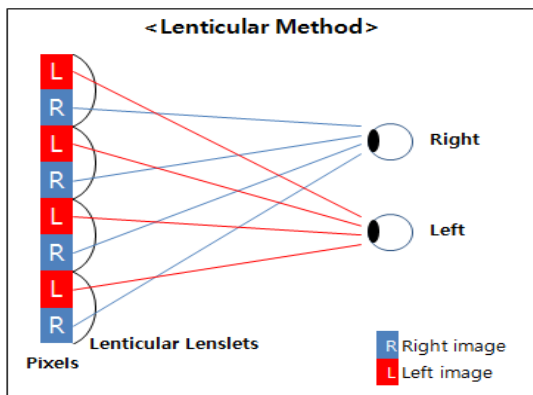


그림 2. Lenticular 구현 방법

이와 같은 2가지 대표적인 3D 무안경 구현 방식은 제한적인 영역에서만 3D를 볼 수 있는 단점이 있다. 하지만, Head Tracking 및 위치 정보에 기반한 영상 재배치 Algorithm을 통해 그 단점을 극복해 나갈 수 있다. 앞서 설명한 2가지 3D 무안경 구현 방식을 간단히 비교하면 아래 표 1과 같은 각 방식만의 장단점을 확인 할 수 있다.

	Parallax Barrier	비교	Lenticular
3D Resolution	해상도 저하	=	해상도 저하
3D Brightness	100nit ↓	<	200nit ↑
Cost	cheaper	>	expensive

표 1. 3D 무안경 구현 방식별 차이 비교

III. 구 현

본론에서 언급한 바와 같이 3D 무안경의 대표적인 구현 방식인 Parallax Barrier와 Lenticular 방식이 가지고 있는 단점은 최적의 3D 구현 지점에서만 효과적인 3D 입체 효과를 볼 수 있다는 것이고, 본 문에서는 이러한 단점을 보완하는 방법에 대한 검토를 진행하였다. 또한, 1인 사용자에게 최적화된 Monitor의 특성상 근거리에서의 효과적인 Head Tracking 방식을 통해 사용자의 위치 data에 따른 View Shift값 결정 및 시거리에 따른 View 배치/ 시거리 확장 Algorithm에 대해서 검토를 진행하였다.

3-1. 2D to 3D Switchable Barrier Filter

3D 무안경 모니터의 경우 사용상의 특징으로 인해 2D에서 작업하는 경우와 3D에서 작업하는 경우를 모두 감안하여야 하므로 투명 액정으로 구동이 가능한 Parallax Barrier 방식을 사용하였고, 아래 그림 3과 같이 2D Panel 위에 3D Barrier filter가 합착되는 구조를 가지게 된다. 액정에 전압을 인가하여 Barrier를 형성하는 원리 및 동작 방법은 아래 그림 4와 같다.

3DLCDM (2D Panel과 결합)

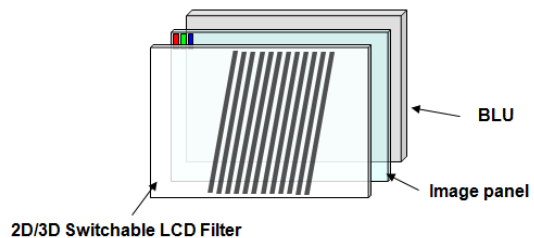


그림 3. 3D LCM의 구조

3D Filter에 전압 인가 시 Barrier가 2D Panel 위에 형성되는 원리는 아래 그림과 같이 구현된다.

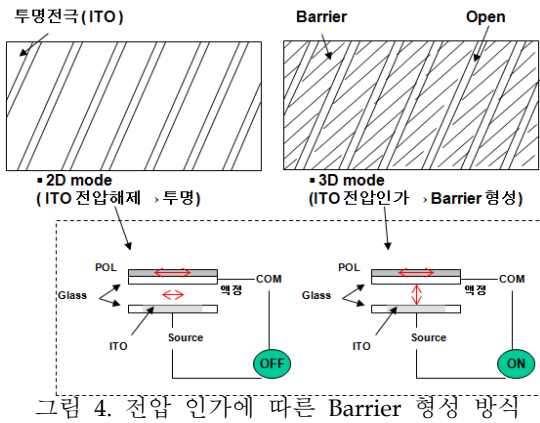


그림 4. 전압 인가에 따른 Barrier 형성 방식

3-2. Head Tracking Calibration

사용자의 위치 정보를 확인하기 위하여 카메라를 사용하게 되고, 카메라의 Calibration에 따라 data가 변하게 되므로 이 과정이 중요하다. Calibration의 원리는 Webcam 중심 C_{cam} 으로부터 시역의 중심 C_{eye} 값을 보정하는 것이고, 모니터와 Webcam 합착 후에 반듯이 추가적인 보정을 해주어야 한다. (그림 5.)

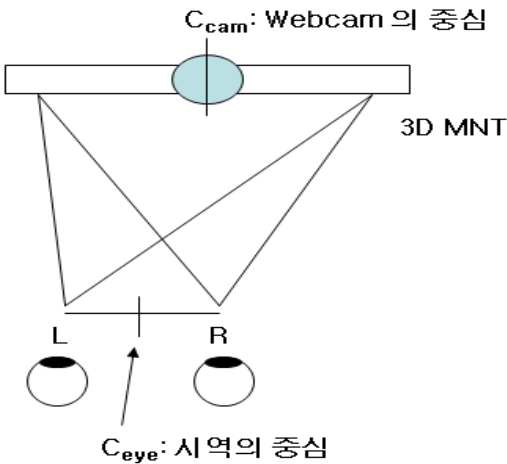


그림 5. Webcam Calibration

3-3. 사용자 위치에 따른 View Shift 값 결정

Multi view 방식의 무안경 디스플레이에서는 정해진 시야각을 벗어나게 되면, 입체 영상 시청이 불가능하다. 하지만, Head Tracking 기술을 이용하여, 시청자의 위치를 파악 후 그 위치에서 최적화하여 영상을 재배치함으로써, 정해진 시야각 외의 영역에서도 입체 영상 시청이 가능하도록 하였다. 영상 재배치 방법은 그림 6.에서 알 수 있듯이 시청자가 sweet spot 지점으로부터 이동한 거리만큼 디스플레이 패널 상에서 비례적으로 영상을 이동시켜 시청자가 같은 영상을 지속 시청할 수 있도록 하는 방법이다. 즉, 그림 6.의 두 삼각형의 비에 의하여, 영상 이동량 S는 $S = s*Q/q$ 가 된다.

이를 View Shift 값으로 변환하면,

$$View\ Shift = Mod (s/DPV_X, N)$$

$$* DPV (Distance Per View) = Q / V,$$

$$V = View$$

이 된다.

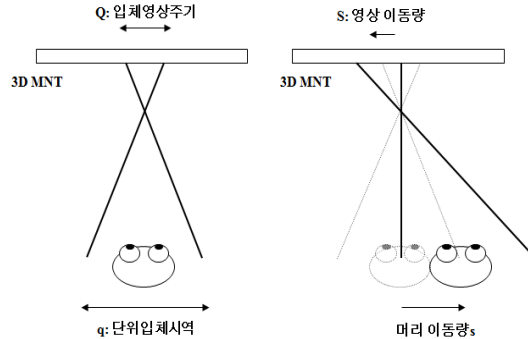


그림 6. 사용자 위치에 따른 View Shift 값 결정법

3-4. View shift 값 결정에 따른 Image Shift

아래 그림 7.과 같이 사용자의 이동에 따른 Image Shift의 Concept을 설명하면 다음과 같다. 현 위치에서 왼쪽 눈에 가장 많이 보이는 영상은 4번 영상이고, 얼굴이 오른쪽으로 이동하게 되면 왼쪽 눈에서는 4번 영상이 아닌, 오른쪽 눈에 대한 영상을 보게 된다. 이 과정에서 Crosstalk이 발생한다. 이 문제를 해결하기 위해서는 현재의 image를 얼굴이 이동하는 량에 맞도록 오른쪽으로 Shift 해야 한다.

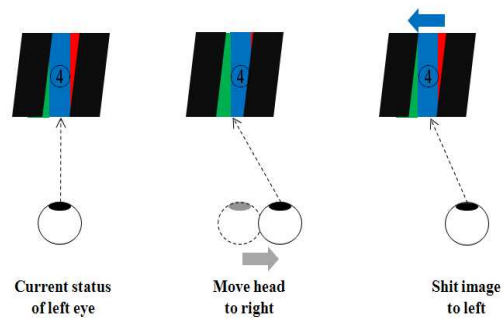


그림 7. Image Shift Concept

3-5. Head Tracking에 의한 시거리 개선

시청 거리가 멀어지면 해당 지점에서 보여지는 pixel의 크기가 작아지고, 이는 아래 그림 8.과 같다. 왼쪽 그림은 최적 시거리에서의 View 배치에 대한 예이고, 오른쪽 그림은 최적 시거리보다 먼 거리에서의 View 배치를 나타낸다. 최적 거리에서 3 Pixel의 View 배치가 (1, 6, 11)로 정수 값으로 배치되지만, 거리가 멀거나 가까운 경우 이 최적 시거리에서의 View 배치를 기준으로 하여 View 배치에 대한 Alpha Blending Rule이 적용되어 상수 값을 가지게 된다. 즉, 각 Pixel이 주변 색을 나누어 갖게 된다. 이때 최대로 섞이게 되는 비율은 10% 정도이다.

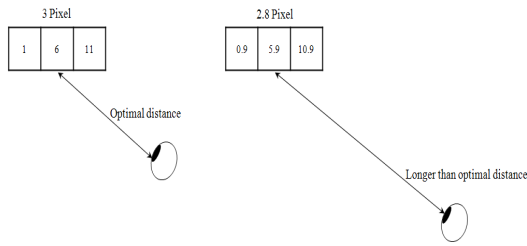


그림 8. 시거리 배치 concept

이를 개선하기 위해 Head Tracking을 통하여 아래와 같이 Pixel 수에 따른 시거리 조정을 해주어 개선 할 수 있다.

$$\text{Distance(mm)} = K / \text{Eye Separation Pixel}$$

- K : 거리 계산 상수값
(Webcam의 종류에 따라 다름)
- Eye Separation Pixel : 눈 사이의 pixel 수

3-6. 무안경 3D 모니터의 구성

위에서 설명된 내용이 최종적으로 아래 그림 9. 와 같은 일련의 처리 Process를 통하여 최적의 입체효과를 볼 수 있도록 Display된다. 현재는 SW 적으로 처리하는 방식을 적용하여 Head Tracking이 Spec적인 제한이 있으나, 사용상 불편함이 없다. 또한, HW 방식으로 진행된다면 이러한 제약 사항도 조만간 해소 될 것으로 보인다.

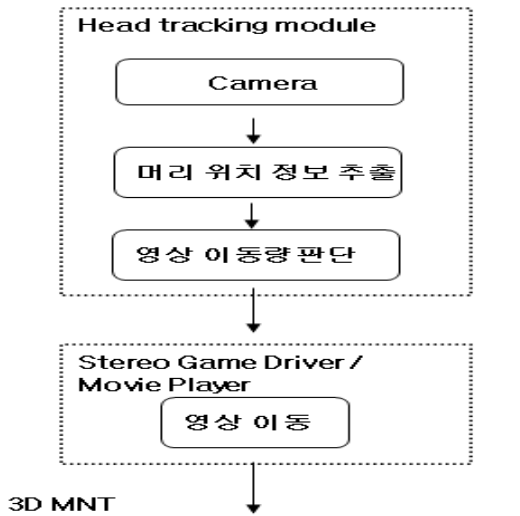


그림 9. 무안경 3D Monitor의 영상 처리 순서도

IV. 결 론

본 논문은 3D 무안경 모니터 제품 시 적용한 Head Tracking 방법, 사용자의 View Shift 계산법, Image Shift & 시거리 계산 Algorithm을 통하여 보다 자연스러운 입체 효과를 볼 수 있는 방법에 대하여 제안하였다. 현재 3D 무안경 모니

터는 1인용으로 동작하게만, 이러한 개선 방법의 확대 적용 및 Stereo to Multi View 변환 Algorithm의 추가 개발을 통해 Multi user를 위한 무안경 모니터/TV 제품에 적용 가능 하다.

참고문헌

- [1] Phil Surman, Ian Sexton, Klaus Hopf, Wing Kai Lee, Richard Bates, Edward Buckley, "Head tracked single and multi-user autostereoscopic displays", Nov 2006.
- [2] Neil A. Dodgson, "Autostereoscopic 3D displays", Aug 2005.
- [3] Lueder, Ernst, "3D Displays", Jan 2012.