

1. 서론

정보화 시대에서 시각정보의 역할은 멀티미디어의 범주안에 있는 정보중 가장 크다고 말해도 과하지 않을 것이다. 이러한 시각정보를 보다 현실감 있고 자연스럽게 표현하고자 하는 것이 3차원 영상 디스플레이의 궁극적인 목적일 것이다. 과거 수세기전부터 인간은 이러한 목적을 달성하고자 끊임없이 노력해왔고 급기야 1939년에는 입체영화가 첫선을 보이기에 이르렀다. 물론 이때는 특수안경을 착용하고 시청하는 것이라는 점에서 시청 환경의 한계를 노출하고 있었지만 2차원 화면에서 깊이감이 더한 3차원 화상을 인지하는 새로운 차원에 대한 도전이란 점에서 일대 센세이션을 불러일으키기에 충분했다. 이와같이 3차원 영상 디스

홀로그래픽 (Holographic) 영상으로 구분할 수 있겠다. Volumetric이나 Holographic 디스플레이는 아직 여러 가지 극복해야 할 문제를 안고 있어 앞으로 많은 연구 개발이 필요한 상태이다. 2시점 영상의 3차원 디스플레이 장치중 가장 대표적인 것이 안경식인데 안경식은 기술적으로 완성단계에 있고 주변 인프라도 비교적 잘 갖추어져 있어 상업성이 뛰어난 반면 안경을 써야되는 불편함이 있으며, 광효율이 매우 낮고(30%이하), 깜빡임(flickering) 현상(LCD shutter 안경의 경우), 시점(Viewing Point)의 한정등으로 인한 눈의 피로함을 증폭시키는 단점들이 있다. 2시점의 무안경식 현재 기술의 조류는 이러한 문제를 극복할 수 있는 무안경식의 다시점 연구개발에 초점이 맞추어져 있다. 따라서 본 논문에서는 체적형 및 홀로그래픽 디스플레이

특집 ┃ 3차원 영상기술 I

3차원 영상 디스플레이 기술의 조류

김성식*

플레이의 대두는 디스플레이 기술이 꽃 피울 수 있는 최종 단계라는 점에서 지속적인 연구, 개발이 진행되어 왔으며 많은 진척이 이뤄져 오고 있다.

3차원 영상에는 표시가능 영상의 수에 따라, 우리 두 눈으로 한순간에 보는 상과 같은 단순히 깊이감만 있는 입체, 즉 2시점(Stereo-view) 영상, 두 눈이나 고개를 수평 방향으로만 단속적으로 움직일 때 인식되는 상과 같은 다시점(Multiview) 영상, 그리고 두 눈이나 고개를 수평방향으로 연속적으로 움직일 때 인식되는 상과 같은, 즉 수평 시차(Parallax)만 있는, 시점 수가 아주 많은 초다시점(Super-multiview) 영상, 그리고 두 눈이나 고개의 위치를 어느 한 방향에 고정시키지 않고 보는 상과 같은, 즉 수평과 수직시차가 동시에 있는 완전 시차(Full parallax) 영상과 더불어 완전한 3차원 영상을 구현할 수 있는 체적형 (Volumetric) 및

이와 안경식에 대해서는 언급하지 아니하고 이러한 분류에 따른 무안경식의 기술 조류에 대해 설명하고 분석해 보고자 한다.

2. 다시점(Multiview) 영상 디스플레이

2.1. 렌티큘라(Lenticular) 스크린

렌티큘라를 이용한 3차원 영상 디스플레이는 무안경식의 대표주자이며 가장 먼저 보편화 된 방식이라 말할 수 있다.[1][2] 렌티큘라 방식의 원리는 그림 1에서와 같이 반원통형 모양의 렌티큘라 스크린이라 불리는 렌즈의 초점면에 좌우영상을 LCD (Liquid Crystal Display)와 같은 표시소자에 수직 방향으로

* 삼성전자 책임연구원, ssk1234@samsung.co.kr

3차원 영상 디스플레이 기술의 종류

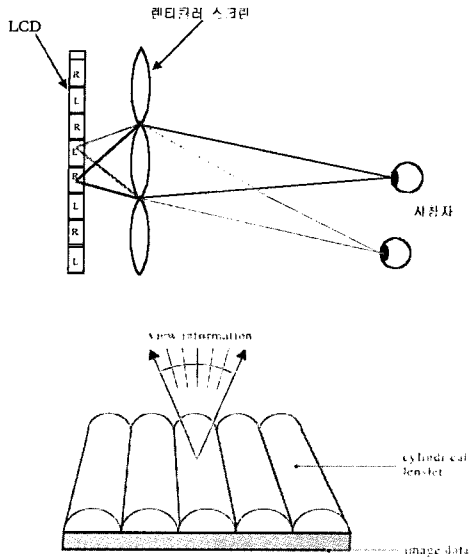


그림 1. 2시점 렌티큘라 스크린 방식

디스플레이하고 이 렌즈판으로 시청하면, 렌즈판의 지향성에 의해 좌우화상이 분리되어 LCD의 좌영상 (Left Image)은 왼쪽 눈에 우영상 (Right Image)은 오른쪽 눈에 들어오게 됨으로써 안경없이 깊이감 있는 3차원 영상을 인지할 수 있다는 것이다.

이러한 2시점 렌티큘라 이미지는 시역이 공간의 어느 한 위치에 고정되어 있어, 시선을 조금만 움직이게 되면 상이 보이지 않아 시청이 매우 불편하며 시청자의 두 눈이 획득영상의 한 점만 응시하는 현상, 즉 운동시차가 없어 부자연스러운 3차원 영상이 연출되어

장시간 시청시 눈의 피로함을 가중시키는 중요한 요인으로 작용하기도 한다. 따라서 최근에는 이러한 단점을 극복하기 위해 여러개의 이미지를 디스플레이 소자에 화소단위로 배열하고 이에 상응하는 렌티큘라 스크린을 부착한 다시점식 렌티큘라 방식이 제안되고 있다. 대표적인 예로서 필립스 (Philips)가 최근 상품화한 "7시점 (7 View Point) 3D-LCD"는 그림 2와 같이 렌티큘라를 수직으로 배열하지 않고 사선으로 배열한 일명 "슬랜팅 렌티큘라 (Slanting Lenticular)"를 사용하여 다시점 영상을 구현했다.[3]

그림 2의 좌측 그림은 필립스의 3D LCD의 구조이며 우측의 그림은 각 시역(Viewing Zone)마다 서로 다른 7개의 영상이 디스플레이 되고 있는 것을 예시하는 것이다. 그림과 같이 LCD의 RGB 하나의 화소를 각각 부화소(Sub-pixel)로 나누어 각 부화소마다 서로 다른 영상을 디스플레이 하도록 하며 좌측 그림과 같이 렌티큘라 스크린이 일정한 각도 (9.46°)로 경사되도록 배치하여 시야각 (Viewing Angle) 내에서 각 시역간 교차되는 현상 (Cross-talk)이 발생하지 않도록 하는 것이 특징이다. 단점으로는 14.5"LCD의 해상도가 약 1/3정도 줄어 438×256 으로 영상의 질이 저하되는 점이다. 그리고 시역의 크기나 수가 충분치 않기 때문에 2시점 렌티큘라가 갖고 있는 문제점도 크게 개선되어 보이지 않는다. 종합해 보면 렌티큘라식 디스플레이에서는 렌즈판의 피치, 두께, 곡률등의 광학 파라메타를 최적화하는 동시에 특정 렌티큘라 스크린에 부합하는 고해상도 표시소자의 개발 및 정밀한 상호 부착상태가 그 렌티큘라를 이용한 3차원 영상의

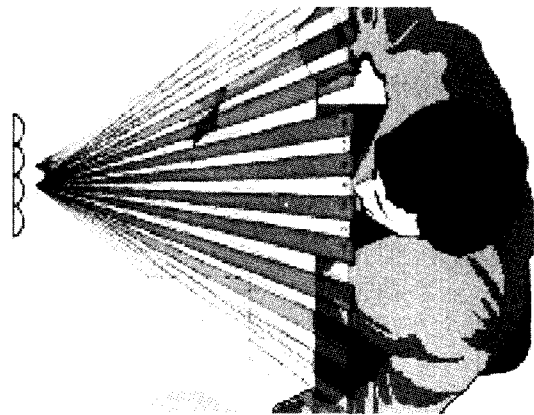
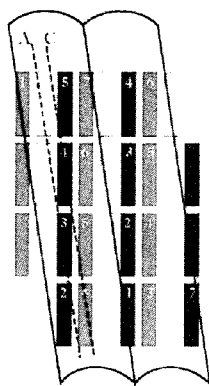


그림 2. 필립스의 다시점 3D LCD

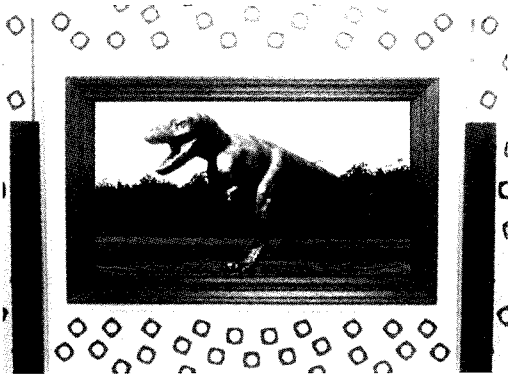


그림 3. 렌티큘라를 이용한 NHK 70" HDTV 시스템

질을 좌우하게 될 것이다.

그림 3은 일본의 NHK에서 2장의 렌티큘라 (Double-lenticular) 스크린을 이용하여 개발된 70" HDTV 급 프로젝션형 3차원 TV의 실물 모습이다.

2.2. 시차장벽 (Parallax Barrier)

DTI (Dimension Technology Inc.)는 시차장벽을 이용하여 그림 4와 같이 2시점 3차원 디스플레이를 구현하여 상품화하였다.[4] 작동 원리는 그림에서와 같이 LCD의 백라이트 (Back-light) 앞에 부분적으로 빛을 차단하는 격자 (Black Matrix)를 배열한 형태의 조사판과 화소별로 좌영상과 우영상이 교번되어 디스플레이 되어지도록 하는 LCD와의 간격 (Spacing) 등의 기하학적 파라미터를 조절함으로써 렌티큘라 방식과 유사하게 어느 공간에 좌영상과 우영상을 분리하여

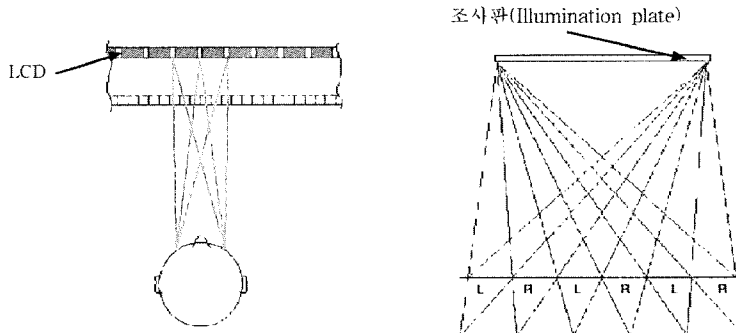


그림 4. DTI의 Parallax Barrier를 이용한 3차원 디스플레이

좌안과 우안에 그와 상응하는 영상을 뿌려주게 되어 입체영상을 관측하게 되는 것이다. 이때 사용되는 조사판은 주로 일반적인 LCD 백라이트 (Back-light)로 많이 쓰이는 냉음극관에 STN (Super Twisted Nematic) LCD를 접합한 형태이다. 단점으로는 렌티큘라가 갖고있는 영상의 불연속성이라든가 시점 고정으로 인한 불편함 외에 백라이트에서 나오는 빛이 격자 형태의 Black Matrix에 의해 흡수되어져 광효율이 매우 낮다는 그것이다. 또한 2시점 영상이라는 한계를 갖고 있고 해상도 또한 절반으로 떨어지는 화질 저하의 문제를 지니고 있다. 최근에는 이러한 단점을 극복하고자 격자의 형태를 바꾸어 다시점 영상을 디스플레이 하도록 하는 시제품을 DTI에서 개발하여 선을 보이기도 했다.

2.3. 홀로그램 광학소자 (HOE: Holographic Optical Element)

홀로그램 광학소자, 흔히 HOE라고 불리는 방식은 HOE 자체에 어떤 영상정보가 담겨 있는 것이 아니라 일반적인 렌즈 특성을 지니는 것으로 입사되는 빛을 회절시켜 원하는 공간으로 투영하도록 디자인하여 3차원 영상 디스플레이에 응용하고 있으며 렌티큘라나 시차장벽의 방식에 대응하여 많은 연구, 개발이 진행되고 있는 실정이다.[6] 그림 5에서와 같이 표시소자 (보통 LCD를 많이 사용)에 좌우영상을 교번하여 디스플레이하고 회절격자의 역할을 하는 HOE를 사용하여 각각의 서로 다른 영상을 가시영역내의 일정한

3차원 영상 디스플레이 기술의 조류

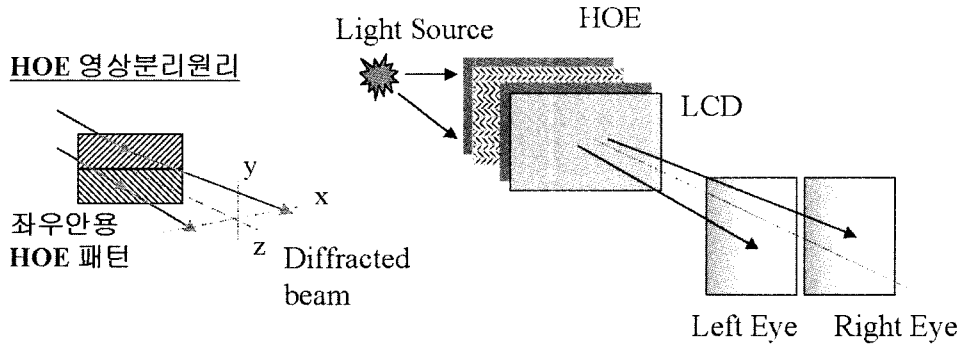


그림 5. 홀로그램 광학소자 (HOE)의 영상분리 원리

공간에 시역을 형성하도록 하는 것이 HOE의 시역 형성 원리이다.

최근에는 삼성종합기술원과 영국 Reality-Vision과의 공동개발로 그림 6과 같은 시제품을 선보였으며 특징은 광원을 여러개의 LED (Light Emitting Device)를 사용하고 이에 두부추적 (Head-Tracking) 시스템과 동기를 맞추어 관측자의 위치에 따라 시역을 형성토록 하게 함으로써 2시점의 한계를 극복하고자 했다는 점이다. 또한 홀로그램 확산기(diffuser) 효과로 자연감이 한층 나아졌고 슬림(slim)한 구조와 고효율, 대화면(15" 이상)을 구현했다는 점은 괄목할 만 하다. 하지만 2시점 영상만을 디스플레이 하기 때문에 오는 한계는 여전히 풀어야 할 숙제이다.

이에 비해 한국과학기술연구원(KIST: Korea Institute of Science and Technology)에서 선보인 홀로그래픽 스크린(Holographic Screen)은 대화면(40"

이상) 및 총천연색을 구현하면서 프로젝션형으로 디자인되어 다시점 영상 시청이 가능하도록 고안된 것이 그 특징이며 그림 7은 이러한 홀로그래픽 스크린의 시역 형성원리를 도시한 그림이다.

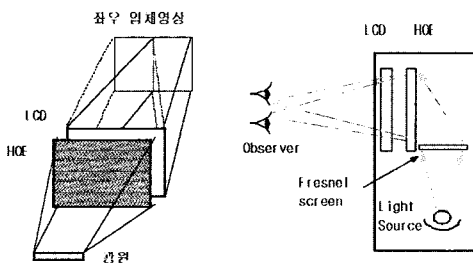
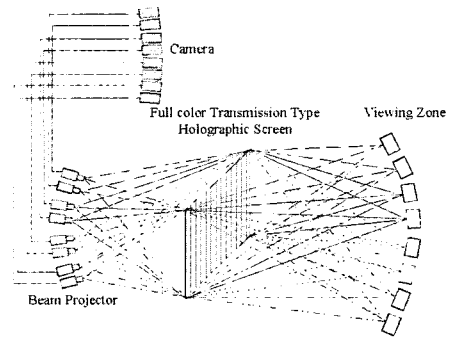


그림 6. Reality Vision의 HOE를 이용한 3차원 디스플레이 장치

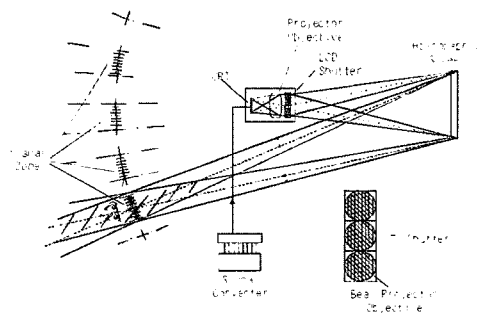


그림 7. KIST의 홀로그래픽 스크린의 시역 형성 원리

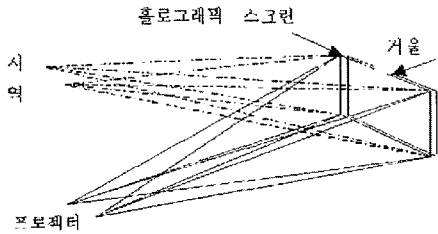


그림 8. KIST의 홀로그래픽 스크린을 이용한 3차원 디스플레이 장치

그림 7의 두 번째 그림은 액정셔터를 사용하여 다시점 영상을 구현한 것인데 이에 대해서는 다음절에서 자세히 설명하도록 하겠다. 주목할 점은 HOE의 고질적인 문제인 색천이 (Color Shifting) 현상을 없애는 독특한 방법으로 총천연색을 구현하였으며 반사형 (Reflection Type)으로 디자인하여 시야각을 넓히고 관측자의 위치 변화에 따라 스크린도 그에 상응한 시역을 형성하도록 스크린의 회전을 가능하게 하였고 스크린의 모자이크 처리로 대화면(120cm × 80cm)도 가능하게 했다는 점이다.[7] 그림 8은 이러한 반사형 홀로그래픽 스크린의 구성과 모자이크 처리된 120cm × 80cm의 홀로그래픽 스크린에 3차원 영상을 디스플레이한 모습을 도시하고 있다.

2.4. 이동 개폐 (Moving Shutter) 방식

이동 개폐 방식은 주로 LCD를 이용하여 개폐하기 때문에 LCD Shutter 방식이라고도 하는데 그림 9는 이러한 방식의 원리를 설명하는 그림이다. 그림에서와 같이 표시소자는 주로 CRT (Cathode Ray Tube)를

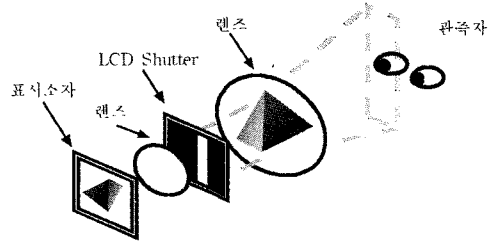


그림 9. LCD Shutter를 이용한 다시점 영상의 구현 원리

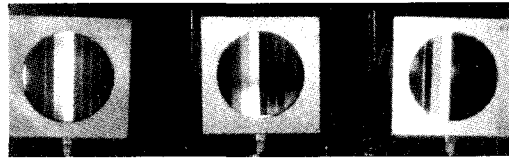


그림 10. 액정셔터가 작동하고 있는 모습

쓰며 보통의 CRT 수직주파수 보다 4 ~ 8배가 빠른 240Hz ~ 480Hz의 고속 구동을 하고 이와 동기가 맞추어진 LCD Shutter가 그와 같은 속도로 개폐 (On/Off)하여 다시점 영상을 구현하게 되는 것이다.

예를 들어 8시점 영상을 구현하기 위해서는 초당 480 프레임 (Frame)을 뿌려주는 표시소자를 선택하고 이에 동기(Synchronization)가 맞추어져 있고 8개의 구역으로 분할된 LCD를 Shutter로서 사용하여 표시소자가 1번째 영상을 디스플레이 하는 순간에는 LCD Shutter의 1번째 구역(그림의 밝은 부분)만 on 상태를 유지하고 나머지 부분은 off 상태를 유지하게 하며 2번째 영상이 디스플레이 될 동안은 2번째 컬럼의 LCD만 열어주는 방법으로 마지막 8번째까지 진행하게 되면 8시점의 서로 다른 영상이 렌즈에 의해 어느 공간내에 시역을 형성하게 하면 된다. 다시 말해 표시소자와 동기가 맞추어진 액정 셔터의 순차적인 디스플레이 및 개폐를 통해 다시점영상을 구현하고 렌즈와 같은 광학계를 통해 그림의 점선 부분과 같이 시역을 형성하게 하여 양안시차와 운동시차가 있는 다시점 디스플레이를 구현 할 수 있다. 그림 10은 이러한 액정 셔터가 동작되고 있는 모습의 실물 사진이다. 사진에서의 액정셔터는 RGB 각각의 서로 다른 CRT에 부착되어 있고 사진에서 밝게 보이는 부분의 액정셔터가

3차원 영상 디스플레이 기술의 조류

On 상태에 있음을 알려준다.

이러한 일련의 순차적인 개폐의 이해를 돕기 위해 그림 11에서 샘플링하는 방법을 도시하였다. 이러한 액정셔터를 이용한 다시점 영상 디스플레이 시스템을 국내에서는 KIST의 3차원 영상매체 센터에서 개발에 성공하여 시제품을 선보였으며 이 시스템은 보통의 CRT의 구동속도보다 8배 빠른 480Hz의 수직 주파수로 구동되는 특수 제작된 CRT를 사용하고 시공분할(Time & Spatial Multiplexing)이라는 독특한 방법을 창안하여 16시점 3차원 디스플레이 시스템을 구현하였다(8). 시공분할을 이용한 16시점 3차원 영상 시스템을 위한 투사광학계를 설계하는 방법은 여러 가지로 제안되어 개발되었는데 그림 12는 상기의 8시점 시스템을 이용한 3가지의 다른 투사광학계의 구성을 보여주고 있다. 이 그림에서, 3원색의 빛을 발산하는

3개의 CRT를 다이크로익 빔 분할기(dichroic beam splitter)에 의해 함께 결합되어 천연색 영상표시 블록(block)을 형성한다. 가장 간단한 투사광학계는 그림 12 (a)에 있는 것처럼 기존의 8시점 영상 투사광학계 두 개를 양면 반사경(folding mirror)에 의해 결합시키는 것이다. 그림 12 (a)에서 두개의 8시점 투사광학계는 90도의 각도로 접힌 양면 반사경을 따라 정반대 쪽에 위치한다. 두 번째는 그림 12 (b)에 있는 것과 같이 그림 (a)의 8시점 영상 투사광학계에서 LCD 셔터만 분리하여, 두개를 합쳐 하나로 만들어 양면 반사경의 접힌 변을 중심으로 대칭으로 놓는 것이다. 이 경우, LCD 셔터는 반드시 16개의 LCD 띠(strips)를 지녀야 한다. 또 다른 하나의 방법은 그림 (c)에서 보이는 것처럼 두 채널의 영상표시부만 양면 반사경으로 통합하여 한 개의 투사렌즈와 이것의 입력개구(input

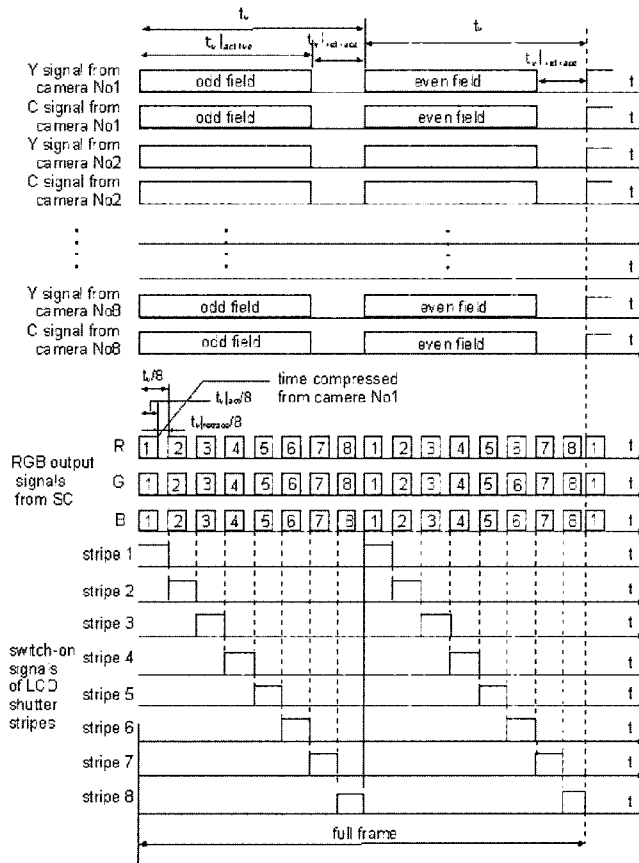


그림 11. 8시점 카메라 영상의 전송을 위한 영상 샘플링 방법

pupil)에 놓인 16개의 띠형 셔터로 구성된 LCD 셔터를 이용하여 투사하는 것이다. 그리고 스크린으로는 앞에서 언급한 홀로그래픽 스크린을 쓴 것도 특이할 점이다.

해외에서는 영국의 캠브리지 (Cambridge) 대학에서 이러한 액정셔터를 이용하여 24시점 디스플레이 시스템을 미국의 Infinity사와 공동으로 개발했으며 그림 13은 이들이 최근에 선보인 50"급 3차원 디스플레이 시스템이다[9]. 이 기술은 시분할 (Time Multiplexing) 방식만으로 3차원 다시점 영상을 구현했기 때문에 여러대의 CRT를 사용하여 사진에서와 같이 시스템의 크기와 부피가 큰 것도 개선해야 할 부분이다.

앞에서 언급한 바와 같이 액정셔터를 이용한 다시점 디스플레이는 영상의 질이 렌티큘라나 시차장벽 방식 등에 비해 우수하나 비교적 복잡한 광학계의 구조와 CRT를 쓰는 투사식이어서 bulky한 시스템이 단점으로 지적되고 있는 실정이다. 이러한 단점을 극복하고자 삼성전자와 KIST의 공동개발로 LCD를 Imager로 사용하여 크기와 부피를 줄이면서 영상의 질을 높인 16시점 3차원 영상 디스플레이 시스템이 최근 개발 완료되어 시제품을 발표했다.[10] 이 기술은 근본적으로 시역분리를 위해 액정셔터를 사용했다는 점은 다른 기술들과 동일하나 시분할 (Time-multiplexing) 방식을 사용하지 아니하고 액정셔터의 정해진 위치에 의해 상이 분리되는 일종의 공간분할(Spatial Multiplexing) 방식을 사용했다. 그리고 이미저 (Imager)인 LCD 위에 디스플레이 되는 좌우영상을 액정셔터로 분리하여 어느 일정한 공간에 투사하고 관측자의 움직임을 두부추적 (Head Tracking) 장치[11]를 사용하여 포착한후 그때 그때마다 서로 다른 16시점 영상을 디스플레이 함으로써 3차원 디스플레이 시스템을 구현하였다. 물론 이와같은 방법은 1인용으로 관측자의 수가 국한되긴 하지만 독특한 기술을 사용함으로써 액정셔터 방식이 지니고 있는 한계를 극복했다는 점에서 앞으로 주목할 만한 기술이라 할 수 있겠다. 작동 원리는 그림 15에서와 같이 띠형의 구형반사경을 투사광학계로 사용하며, 좌측 및 우측 영상을 표시하는 액정 영상표시 장치의 조명광원의 영상은 서로 수직방향으로 분리되어 구형반사경 표면에 띠형의 길이방향으로

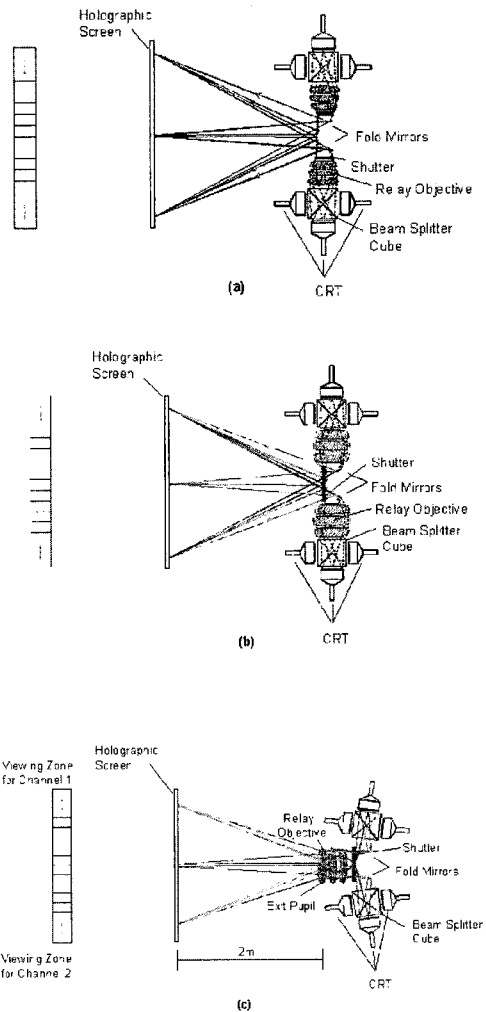


그림 12. 시공간 분할을 이용한 KIST의 16시점 디스플레이 시스템

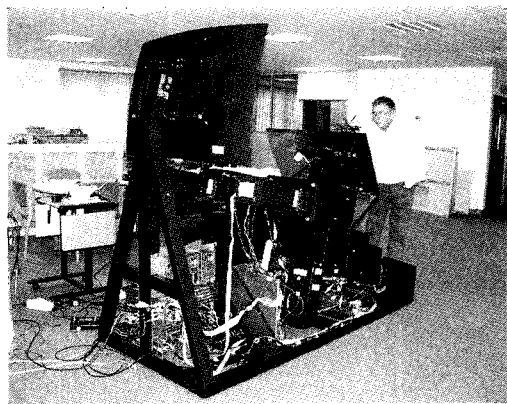


그림 13. Infinity사의 액정셔터를 이용한 다시점 디스플레이 시스템

3차원 영상 디스플레이 기술의 조류

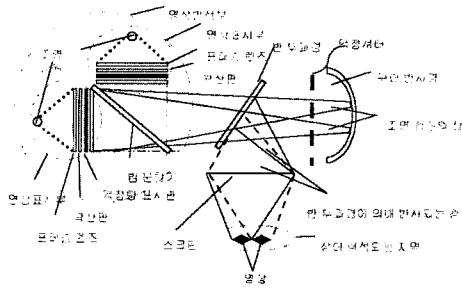


그림 14. Head Tracking을 이용한 16시점 3차원 디스플레이 시스템의 구조

평행하게 확산되어 나타나게 하며, 각기 조명광원의 영상은 구형반사경 전면에 놓인 구형반사경의 길이와 유사한 길이를 가진 2열의 액정서터의 각기 대응열을 통과하게 하여, 각 열의 액정서터를 동일 기선(Reference Line)으로 분리하여 서로 반대 방향으로 서터를 개폐시킴에 의해 영상투사스크린에 의해 수직방향으로 확대된 2열 서터의 영상이 서로 중첩됨이 없이 시역을 형성하도록 함에 의해 다시점 입체 영상의 표시가 가능하도록 하는 것이다.

이 기술의 중요한 요소중의 하나인 2열 액정서터의 구조는 그림 14에서 예시하였다.

2.5. 완전 시차 방식

이제까지 기술한 다시점의 3차원 영상 방식은 광학 판에 의해 독립적인 시역(Viewing Zone)을 형성하도록 하여, 시청자(Viewer)는 이 시역을 통해서 입체 영상을 인식하도록 하고 시청자가 시선을 움직이게 되면, 다른 시점에서 본 영상에 의한 시역에 눈을 맞추게 되어 다른 시점 영상을 보게되므로 3차원 영상 인식을 할 수 있다. 그러나, 이러한 광학판을 이용하는 영상방식은 우리 두 눈의 양안시차에 의한 입체감에다 운동시차를 가미시킨 것으로, 수평시차만이 주어지고 수직시차가 없고, 또한 실제 현실에서 우리 두 눈이 3차원 영상을 인식하기 위해 사용하는 초점조절(Accommodation)이나 폭주(Convergence)작용에 대응할 수 없어 우리 눈을 피로하게 만들므로, 3차원 영상의 관측을 오랫동안 하기가 어렵다는 문제점이 있다. 이 문제

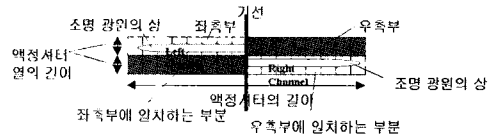


그림 15. 2열 액정서터의 구조

를 일부 완화할 수 있는 방법은 수직 및 수평시차를 동시에 줄 수 있는 방법의 개발이다. 수직 및 수평시차를 동시에 주게되면, 현재의 2차원 영상모니터와 같이 어떤 자세로도 시청이 가능하므로 눈의 피로가 줄어든다. 수직 및 수평시차를 동시에 주는 방법중 가장 알려진 것은 홀로그래피이다. 그러나 홀로그래피 방식은 샘플링해야 할 데이터 양이 너무 많기 때문에 홀로그래피 비디오와 같은 수신단에서의 표시 가능성에 대해서만 연구가 되고 있어, 아직 실용화를 위해서는 시간이 더 필요하다[12][13]. 또 하나 잘 알려진 것은 IP(Integral Photography)가 있다. 이 것은 마이크로 렌즈 배열판을 통해 영상을 촬영하여, LCD(Liquid Crystal Display)와 같은 평판 표시소자에 표시판을 통해 이 촬영된 영상을 표시하고, 촬영시와 유사한 특성을 가진 마이크로 렌즈 배열판을 통해 표시영상을 시청하는 방식이다. IP는 마이크로 렌즈판을 구성하는 각각의 렌즈가 렌즈판 내에서의 주어진 위치에서 본 대상 물체(Object)의 전체 상을 촬영하므로, 마이크로 렌즈판은 많은 카메라가 2차원적으로 배열된 것과 같은 역할을 한다(14). 그러므로, IP는 수직 및 수평시차를 동시에 나타내며, 체적형의 영상을 표시하나, 마이크로 렌즈 하나에 대상체의 전체상을 기록해야 하므로, 마이크로 렌즈의 직경에 해당하는 면적에 대상체의 전체상(Whole Image)을 규정 해상도를 가지고 표시할 수 있는 해상도를 가진 표시소자의 개발이 필요하여, 상대적으로 고해상도의 마이크로 렌즈판을 만들기 어렵고 또한 마이크로 렌즈 사이의 공간에 의해 주어지는 영상의 불연속도 문제를 야기시킨

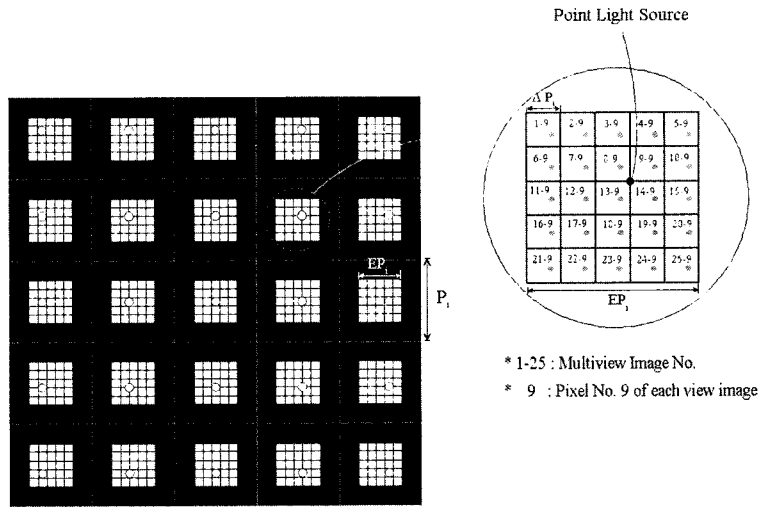


그림 16. 영상표시 마스크의 구조

다.

작년에 KIST에서는 점 광원 또는 점 광원을 대신한 IP판, 렌티큘라 판 또는 교차 렌티큘라판, 사각 렌즈판 등을 다 시점 영상표시 마스크와 동시에 사용하여 수평시차 또는 수직시차 또는 수직 및 수평시차를 동시에 주는 다 시점 3차원 영상 디스플레이 시스템을 개발하여 그 결과를 학계에 발표하였다[15]. 영상표시 마스크는 다 시점 영상표시는 물론, 점 광원, IP판, 렌티큘라판, 교차 렌티큘라 판, 사각 렌즈 등으로부터의 광선을 시점 영상별로 분리하여 시역 형성이 가능하도록 다 시점 영상을 화소별로 모아 만든 실효영상 표시역을 만들고, 이 실효영상 표시역을 각 다 시점 영상의 화소배열과 같은 패턴으로 배열해놓은 것이다. 실효영상 표시역은 기준 시역과 동일한 형태를 가지며, 다 시점 영상의 동일 번호 화소들이 다 시점 영상자체의 배열 순서와 동일하게 배열되어 있다. 그림 16는 이러한 영상표시 마스크의 구조를 나타내는 그림이며 25개의 서로 다른 영상(25시점)을 디스플레이 할 수 있는 형태의 구조이다.

이와 같은 유사한 방법은 U.S Pat. 4, 829, 365 (Eichenlaub, May 9, 1989)에 개념만 주어진 화소 (Pixel) 분할 방식이다. 이 방식은 좌우 및 상하의 여러 시점에서 본 영상들에서 대응하는 화소별로 그룹화하여, 정사각형 셀(Cell)내에 영상의 상대적 위치에 대

응하도록 화소들을 배열하고, 이 셀을 화소순서와 동일하게 서로 인접하도록 배열한 마스크 판을 만들고, 각기 셀의 중앙선 상에 위치한 점 광원(Point Light Source)에 의한 조명에 의해 시점별 영상을 분리시키는 것이다. 각 셀 내의 시점별 화소를 나타내기 위해, 이 셀을 다 시점 영상 수만큼의 소형 정사각형 셀로 나누고, 이 소형 셀 내의 일부를 개구(Aperture)화 시켰다. 소형 셀 내의 개구의 위치는, 이 개구를 통과한 점 광원으로부터의 광이 다른 셀 내의 대응하는 소형 셀의 개구로부터 광과 동일위치에 모여질 수 있도록 정한다. 이 방식은 수식적인 근거가 없는 단순한 개념적인 것이어서, 각 셀의 중앙에 위치한 점 광원과 주어진 각 소형 셀 내의 화소에 대응하는 개구에 의해 다 시점 영상이 분리될 지가 의문이며, 또한 개구의 크기가 소형 셀에 비해 그 면적이 작아 광 효율이 아주 낮다. 그림 15는 영상표시 마스크내의 각 화소 셀내의 실효영상 표시역(점선부분)과 점 광원의 실효영상 표시역 위치를 도시하고 있다. 검은 색 정 사각형으로 주어진 화소 셀내에 실효영상 표시역은 흰색의 그리드(Grid)로 주어져 있으며, 각 점 광원은 소형 원으로 주어져 있다. 각 화소 셀사이에 갭(Gap)은 존재하지 않으며, 점 광원은 영상표시 마스크의 중앙으로 갈수록 실효영상 표시역의 중심부근에 위치하는 것을 알 수 있다. 그림 15에서 보면 각 화소 셀내의 각 시점에 대응하는 화소

3차원 영상 디스플레이 기술의 조류

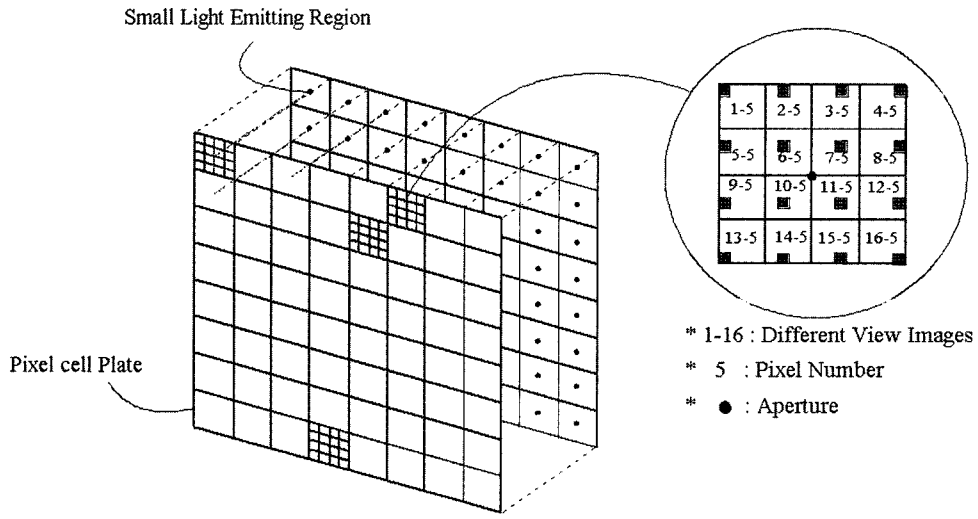


그림 17. Eichenlaub의 화소 분할방식의 구조

는 그림 17의 Eichenlaub 특허와 같이 각 화소 셀을 각기 독립적으로 대표하는 정사각형의 소형 셀로 등분하고 있는 것이 아니고, 실효영상 표시역내에 모여 있다. 또한 각 화소는, Eichenlaub의 특허와 같이 점 광원에 의한 각 화소 셀 내의 특정 시점에 대응하는 소형 셀로부터 빛을 모아 시점별 영상을 재생할 수 있도록 소형 셀의 일부가 개구화되어 빛을 통과 할 수 있도록 되어 있는 것이 아니고, 실효영상 표시역 자체가 다시 점 영상의 배열 구조와 동일한 구조로 화소 수만큼 구분되어 각기 화소 고유의 색상과 명도(Gray Level)를 가지고 대응하는 점 광원의 빛을 투과 또는 반사시킨다.

실효영상 표시역이 정사각형 형태의 경우, 각 화소의 크기를 동일하게한 경우의 화소 분포는, 그림 17의 화소 셀과 같은 각 화소에 대응하는 소형 셀의 배열로 개구는 없고, 각 소형 셀 전체가 개구가 된다. 이러한 구조로 수평 수직 시차를 표현할 수 있는 3차원 초다시점 영상 시스템을 그림 18에 도시하였고 이러한 영상의 결과가 그림 18에 나타나 있다.

그림 19은 32 x 32 화소를 갖는 6 x 6의 36시점 영상을 디스플레이 한 결과를 도시하고 있으며 (a)는 원 영상이고 (b)와 (e)는 영상표시 마스크(Pixel Cell Plate)이며, (c)는 그림 (b)의 실선부분을 확대한 그림, 그리고 (d)는 복원된 영상이다.

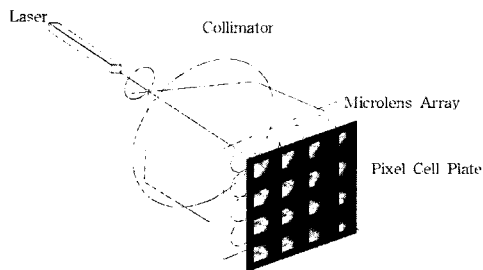


그림 18. 완전시차 방식의 구현

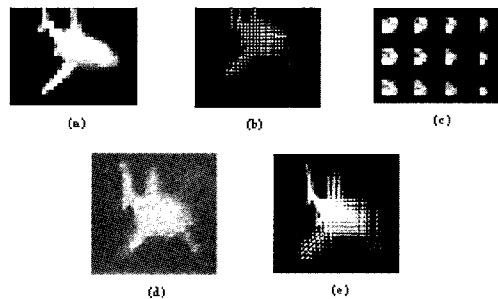


그림 19. 완전시차 방식의 이미지 패턴

3. 결론

앞에서 서술한 바와 같이 3차원 영상 디스플레이의 기술은 완벽한 3차원 영상을 구현할 수 있는 총천연색 동영상 홀로그래피가 완성되기 전까지는 당분간 다시점 영상이 주류를 이룰 것이며 이중에서도 특히 KIST에서 제안한 완전시차 방식은 수직 및 수평시차를 동시에 주게되어 현재의 2차원 영상모니터와 같이 어떤 자세로도 시청이 가능하므로 HDTV 및 Digital TV를 뛰어넘는 차세대 디스플레이 장치로의 가능성을 엿볼 수 있게 되었다. 다만, 완전시차 방식이 디스플레이 시장에서 성공을 거두기 위해서는 많은 시점의 동영상을 디스플레이 하기 위한 초고해상도의 표시소자 개발과 실시간 방송을 위한 영상압축등의 신호 처리 및 그와 상응하는 주변 인프라 기술들의 개발들이 시급한 상태이다. 분명 3차원 영상은 디스플레이 시장의 주류를 차지하게 될 것이며 이때를 대비한 국가적 차원의 투자와 산학연의 연구개발에 박차를 가해야 할 것이다.

참고 문헌

- 1) Koseki K., Horiuchi M. and Suzuki T., "Studies on Three-Dimensional Effect by Lenticular Screen Method", TAGA Meeting, 1969.
- 2) Shinichi Shiwa et al., "Development of direct-view 3D display for videophones using 15 inch LCD and lenticular sheet" IEICE Trans. Information and System E 77-D, 940 (1994)
- 3) C. van Berkel, D. W. Parker and A. R. Franklin, "Multiview 3D LCD", Proc. SPIE vol 2653 pp 32-39 (1996)
- 4) Eichenlaub, J. "An autostereoscopic display with high brightness and power efficiency" Proc. SPIE vol. 2177 pp 4-15 (1994)

- 5) Eichenlaub, J. Mollands, D. Hutchins, J., "A prototype flat panel hologram-like display that produces multiple perspective views at full resolution" Proc. SPIE vol. 2049 pp 102-112 (1995)
- 6) Trayner D., Orr E., "Autostereoscopic display using holographic optical elements" Proc. SPIE (1996)
- 7) J. Y. Son, V. I. Bobrinev, H. S. Lee, Y. J. Choi, S. S. Kim, "Holographic Screens for Three Dimensional Image Projection" Proc. SID pp 1224-1227 (2000)
- 8) J. Y. Son, Vadim V., Smirnov, K. T. Kim, Y. S. Chun, "A 16-view TV System based on Spatial Joining of Viewing Zones", Proc. SPIE pp 184-190 (2000)
- 9) Travis AR, Lang SR, Moore JR, Dogson NA, "Time-multiplexed three-dimensional video display" SID 95 Digest pp 851-854 (1995)
- 10) Jung-Young Son, Sung-Sik Kim, S. Shestak, "Autostereoscopic Display With Head Tracking Capability" Proc. SPIE (2001)
- 11) S. Ichinose, et. al., "Full color stereoscopic video pick-up and display technique without special glasses" Proc. SID, pp 319-323 (1989)
- 12) Benton SA, "The second generation of the MIT holographic video system", TAO First Int. Symp. S-3-1-3 ~ 6 (1993)
- 13) Okoshi T., "Three-Dimensional Imaging Techniques" Academic Press, New York, 1976
- 14) Fumio Okano, Jun Arai, Haruo Hoshino and Ichiro Yuyama, "Three-dimensional video system based on integral photography", Opt. Eng., 38 (6), pp. 1072-1077 (1999)
- 15) Sung-Sik Kim, Vladimir Savaljev, Eugene F., Jung-Young Son, Kwang-Hoon Sohn, "A full parallax three-dimensional imaging system based on a point light source array", Proc. SPIE (2001)

약 력

김성식

1주요 경력:

미주리 주립대 전자공학 박사과정 수료
연세대학교 대학원 전기전자공학과 졸업예정(공학박사)
해군사관학교 교수부 전임강사
현 삼성전자 책임연구원