

LCD 셔터를 이용한 입체 영상 디스플레이 시스템의 설계

이지종*, 김남진*, 문종승*, 김주영*, 박귀태*, 서삼준**
 고려대학교 전기공학과*, 안양대학교 전기공학과**

Design of a Stereoscopic Image Display System Using a LCD Shutter

Ki-Jong Lee*, Nam-Jin Kim*, JeongSueng Moon*, Ju-Young Kim*, Gwi-Tae Park*, Sam-Joon Seo**
 Dep. of EE, Korea Univ*, Dep. of EE, AnYang Univ**

Abstract - This paper describes a full color stereoscopic video display system using a LCD shutter. Human apprehends the world with a natural stereo vision. The left eye sees through a slightly different perspective from the right eye; proposed vision system combines two images into a single image that has stereo depth. That is, when the left image is on the screen, the left shutter opens and the right shutter closes - and vice versa. The LCD shutter channels the left image to the left eye, and the right image to the right eye. The brain then fuses the stereo pair into a single high-resolution, flicker-free 3D image. The designed vision system is a real-time system that shows stereoscopic images without the loss of image information from video cameras.

2. 입체 영상의 원리

사람은 일반적인 사물을 볼 때 입체상으로 보게 된다. 즉, 물체들의 상대적 거리감을 인지할 수 있으며 약간의 다른 각도를 통하여 사물을 바라보게 되면 그림 2.1과 같이 좌/우 두 눈을 통하여 서로 다른 두가지의 영상을 동시에 보게 되고 이를 인간의 뇌가 합성하여 깊이와 거리감을 해석한다.

이를 좀 더 자세히 살펴보면 삼각측량을 생각해 볼 수 있다. 이것은 어느 정도 떨어져 있는 장소의 한점을 좌우에서 각각 보고, 좌/우 선의 각도를 측정하여 한점까지의 거리를 계산하는 방법이다. 양쪽선의 내각은 대상과의 거리가 가까와지면 커지고 멀어지면 작아지게 된다. 예를 들면 무한히 먼 거리에 있는 것을 본 경우 시선은 평행이 된다. 이와 같은 방법을 사용해서 우리의 두 눈은 거리감을 측정한다.

1. 서론

최근 디스플레이 소자기술의 발전과 디지털 영상 처리 기술, 컴퓨터 그래픽스 기술, 입체시각에 대한 인간 시각 시스템 등의 진보에 따라 3차원 효과를 나타내는 입체 TV기술은 가까운 장래에 가정, 영화관, 미술관, 교육기관, 의료기관, 전시관 등에서 쉽게 접할 수 있을 것으로 예상된다.

인간은 두 눈을 통하여 사물을 입체로 인식한다. 오른쪽 눈과 왼쪽 눈은 약 6.5cm 떨어져 있기 때문에 같은 물체를 보는 경우에도 두 눈은 각각 다른 방향에서 다른 면을 보게되고 2개의 상을 뇌가 통합하여 입체감을 느끼게 해준다. 이 양안의 시차를 이용해 미리 왼쪽 눈에 비치는 상과 오른쪽 눈에 비치는 상을 각자 나누어 촬영, 인쇄하여 두고 좌우를 분리시켜주는 특수한 렌즈판 [1][2]이나 좌우 영상의 순차적 디스플레이 등을 통해 보면 입체감을 띤 입체 영상을 볼 수 있다.

입체영상을 실현하기 위한 방법은 크게 LCD 셔터를 이용한 방식, HMD(head mounted display)를 이용한 방식과 렌티큘라 방식이 있다. 렌티큘라 방식은 무안경 방식이라는 장점이 있으나 특수한 판을 화면에 부착하여 좌안, 우안상을 분리하도록 해주어야 한다. HMD 방식은 HMD를 착용하고 있는 동안은 오직 하나의 장소로 활동이 제한된다는 단점이 있으며 또, 가상 세계 이외의 환경에서 작업이 필요할 때마다 그것을 벗어야 하는 번거로움이 있다. LCD 셔터를 이용한 방식은 LCD 셔터를 착용하는 것 외에는 특수한 장비가 필요없고 HMD에 비해서 경제적이고 안경의 무게도 가볍기 때문에 착용하기 편하다는 장점이 있다.

본 논문에서는 LCD 셔터를 이용한 방식으로 입체영상 시스템을 설계·제작하였다.

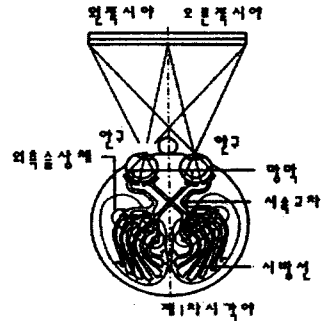


그림 2.1 눈을 통한 물체의 인식

우리 두 눈의 간격은 불과 6-7센티미터에 불과하지만 좌우로 떨어져 있기 때문에 어느 점을 주목할 때의 좌/우 시선은 대상이 무한한 먼 거리에 있는 것이 아닌 이상은 안쪽을 향하게 된다. 즉 안구가 조금 안쪽을 향해 있다. 따라서 대상까지의 거리에 따라 안구가 향해 있는 각도도 달라진다. 각도가 변하면 보이는 상도 필연적으로 변하게 된다. 이 두 눈에 보이는 영상의 차이가 양안시차이다. 이것은 떨어진 장소에 있는 입방체를 본다고 가정하면 이해하기 쉽다. 예를 들어, 보는 위치가 오른쪽에 치우쳐 있으면 우측 측면이 조금 넓게 보인다. 반대로 왼쪽에 치우쳐 있으면 좌측 측면이 조금 넓게 보인다. 결국 좌우로 나뉘어 있는 우리 눈에는 각각 아주 미세한 차이가 있는 거리감을 측정하여 입체로 보게 된다.

우리 뇌는 두 영상이 아주 조금 어긋나 있을 지라도 그 미묘한 차이를 감지하여 정보를 얻어낼 수 있다. 그리고 얻어진 정보를 상세하게 해석하여 대상까지의 거리나 깊이감을 알아낸다. 이를 이용하면, 보는 대상이 비록 평면이라 할지라도 의도적으로 어떤 방법을 사용하여

좌/우 눈에 입력된 영상에 적당한 어긋남을 주게 되면 입체감을 얻을 수 있다. 이것이 바로 입체 영상의 원리이다.

3. 입체영상 시스템

본 논문에서 구현한 시스템은 640×480 의 해상도를 갖는다. 또한 좌/우 영상을 한 필드씩 번갈아 가며 모니터에 디스플레이 해주고 LCD 셔터를 번갈아 개폐하여 해당하는 영상을 관찰자(viewer)가 입체적으로 보게 한다.

입체영상을 구현하기 위해서는 두 대의 카메라에서 나오는 각각의 NTSC 신호를 처리하여 하나의 화면에 보여 주어야 한다. 그리고 좌측의 홀수 필드와 우측의 짝수 필드가 동시에 나오도록 두 카메라의 동기를 맞춘다. 이와 같이 하면 좌측 카메라에서 홀수 필드와 우측 카메라에서 짝수 필드 데이터가 나오고 있을 때, 이들은 A/D 변환부를 거쳐 메모리에 저장되고 전에 메모리에 저장된 좌측의 짝수 필드와 우측의 홀수 필드가 화면에 비월주사된다. 그런데 하나의 필드의 주기는 60Hz이고 하나의 필드를 저장하는 동안 모니터에 2개의 필드를 비월주사해야 하므로 그 주기는 120Hz이어야 한다. 그래야만 깜박거림 없는 자연스러운 영상을 볼 수 있다.

녹화하고 재생한다.

이 NTSC 영상신호를 메모리에 저장하고자 하면 먼저 이 아날로그 영상신호를 디지털화 시켜야 한다. A/D 변환부에서는 카메라로부터 들어오는 아날로그 NTSC 신호를 받아들여 디지털 데이터로 바꾸어 주는 역할을 한다.

A/D 변환부의 출력은 RGB 데이터의 형태를 갖고 필요한 모든 클럭이나 수직 동기신호와 수평 동기신호같은 비디오 타이밍 신호들을 발생시킨다. 본 논문에서는 RGB 데이터의 출력을 16비트로 한다. 여기서 R, G, B는 각각 5비트, 6비트, 5비트를 갖는다. 보통 RGB 데이터는 각각 8비트씩 사용하는 것이 일반적이지만 상위의 5비트 또는 6비트의 데이터를 사용하여도 영상의 질이 크게 떨어지지 않는다.

이렇게 각각 8비트의 RGB 데이터를 사용할 때보다 각각 5비트, 6비트, 5비트씩 사용할 때 영상에 있어서는 많은 차이가 없지만 시스템 구성에 있어서 많은 장점을 갖는다. 즉, 전자의 경우에는 한 픽셀에 해당하는 영상 정보를 저장하기 위해서는 24비트가 필요하지만 후자의 경우에는 16비트만 필요하므로 메모리의 양을 크게 줄일 수 있다. 640×480 의 영상의 한 필드에 대한 영상 데이터를 저장할 때 전자의 경우에는 450K바이트의 메모리가 필요하고 후자는 300K바이트의 메모리가

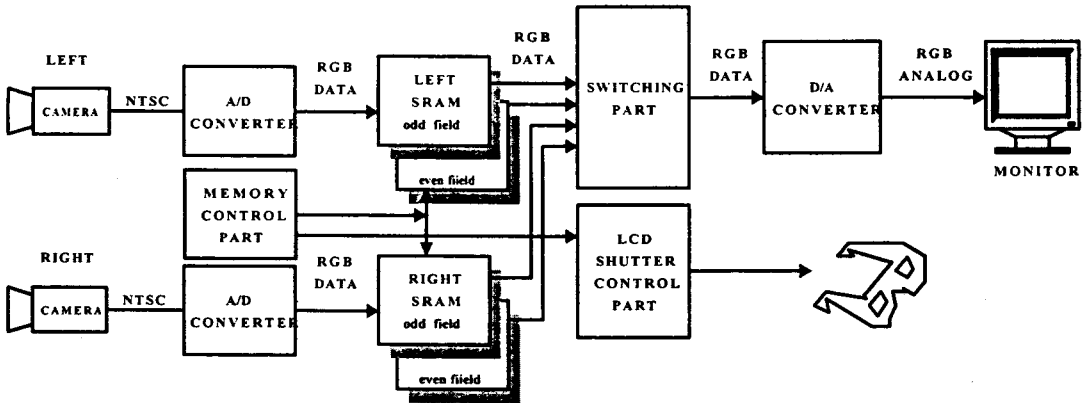


그림 3.1 전체 시스템 구성도

그림 3.1에 입체영상 시스템의 전체 구성도를 나타내었다. 그림에서 보는 바와 같이 입체영상 구현 시스템은 두 대의 카메라로부터의 입력 영상을 디지털화된 RGB 데이터로 바꾸어주는 A/D 변환부, RGB 데이터를 메모리에 저장하고 스위칭부로 넘겨주는 메모리 제어부, 메모리로부터의 출력 데이터중 하나를 선택하는 스위칭부, 그리고 D/A 변환부와 전자식 셔터를 개폐하도록 하는 LCD 셔터 제어부로 구성되어 있다. 각각의 구성은 다음과 같다.

3.1 A/D 변환부

NTSC 영상신호는 미국, 일본, 국내 등에서 사용하는 영상 방송 규격이다. 이 규격은 화면을 구성하는데 필요한 정보를 번조하는 방식을 정의한 것으로, 한장의 화면이 525개의 수평주사선으로 구성된다. 전자빔은 한 장의 화면, 즉 프레임을 구성하는데 2가지 과정을 거친다. 처음에는 홀수 주사선을 따라서 위에서 아래로 주사하고, 그 다음 남아있는 짝수 주사선을 따라서 주사한다. 이러한 과정이 60Hz의 주기로 일어나 화면을 표시한다. 참고로 홀수와 짝수가 나뉘어 주사하는 방식을 '비월주사'라고 하며, 비월주사 방식에서 짝수 혹은 홀수 주사가 한 번 일어나는 것을 필드(Field)라고 한다. 따라서 NTSC 방식은 1초에 30프레임으로 영상 데이터를

필요하다. 본 논문에서 구현한 입체영상 시스템은 총 4개의 메모리가 필요하므로 후자는 전자에 비해 총 600K바이트의 메모리가 절약되고, 여러 가지 주변회로도 간단해진다.

3.2 메모리 제어부

입체영상 시스템에서 메모리 제어부는 RGB 데이터를 메모리에 저장하고 스위칭부로 넘겨주는 역할을 한다.

본 논문에서 구현한 시스템은 고속의 CMOS SRAM을 사용한다. SRAM의 경우는 DRAM에 비해 리프레시(refresh)가 필요 없으므로 속도가 빠른 특성을 가지고 있다. 입체영상 시스템은 메모리에 영상을 저장하거나 출력할 경우 고속으로 이루어져야 하므로 빠른 동작 시간을 갖는 SRAM을 사용하여 구현한다. 그림 3.2에 메모리 제어부에 대한 구성도를 나타내었다.

A/D 변환부에서 나오는 16비트의 RGB 데이터를 메모리 제어부에서의 메모리 번지 신호와 기타 메모리를 제어하는 신호를 입력받아 메모리에 저장한다. 입체영상을 구현하기 위해서는 좌/우 영상에 대해 홀수 필드와 짝수 필드에 메모리가 각각 따로 필요하므로 네 개의 메모리가 필요하다.

A/D 변환부에서 나오는 수직 동기신호와 수평 동기신호 및 RGB 데이터와 동기된 기준 클럭을 사용하여

SRAM의 번지를 만들어서 픽셀 각각의 데이터를 메모리에 저장하고 20MHz의 오실레이터를 기준 클럭으로 하여 SRAM의 번지를 만들어서 메모리에 저장된 데이터를 읽도록 한다.

그런데 각 SRAM에는 같은 편에서 데이터의 입력과 출력이 이루어 지므로 버퍼를 사용하여 데이터를 입·출력시켰다. 저장 타이밍일 때 16비트 RGB 데이터는 SRAM에 쓰여지도록 버퍼를 통해서 들어가고 반대로 읽기 타이밍일 때 버퍼는 하이 임피던스 상태가 되어 16 비트 RGB 데이터가 이 버퍼를 통해서 들어가지 못하게 하므로 SRAM에서 나온 출력데이터와 충돌을 막아준다.

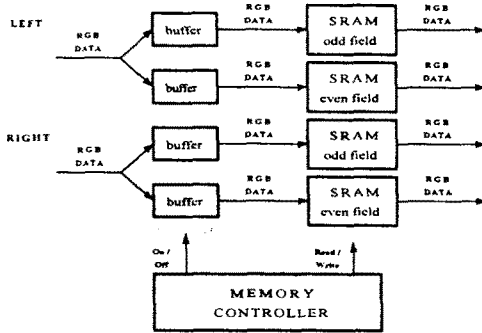


그림 3.2 메모리 제어부의 구성도

메모리에 RGB 데이터를 쓸 경우와 메모리로부터 이들 데이터들을 읽을 경우에 다른 방법에 의해 메모리를 제어한다. 즉, 메모리에 데이터를 쓸 때에는 NTSC 신호를 RGB 데이터로 바꾸어줄 때의 클럭 속도에 맞추고 반대로 메모리로부터 데이터를 읽어들이 때에는 20MHz의 클럭을 사용한다. 메모리에 쓸 때는 1/60초마다 한 필드씩의 RGB 데이터를 쓰지만 읽을 때에는 1/120초에 한 필드씩의 RGB 데이터를 읽어야 하기 때문이다. 즉, 두대의 좌/우 카메라로부터 각 한 필드의 RGB 데이터를 얻고 있는 동안 출력쪽에서는 한 필드의 좌/우 RGB 데이터를 번갈아 가며 모니터에 출력하여야 한다.

3.2.1 데이터 저장

메모리에 A/D 변환부에서 출력된 16비트 RGB 데이터를 저장할 때는 RGB 데이터와 동기된 기준 클럭과 수직 동기신호와 수평 동기신호를 이용한다.

3.2.2 데이터 읽기

보통 CCD 카메라는 1초에 60필드의 영상을 보내주며, 따라서 1필드는 1/60초, 즉 16.67 msec마다 나오게 된다. 이것은 수직 동기 신호도 1/60초마다 나온다는 것을 의미한다. 그런데 입체영상을 구현시키기 위해서는 모니터에 수직 동기신호를 120 Hz로 보내주어야 플리커와 같은 화면 떨림 현상이 없어 자연스럽게 영상을 입체적으로 느낄 수 있다. 입체영상 구현시의 수평 동기신호와 수직 동기신호는 상호간 일정비로 하여 한 필드에 240라인의 영상이 존재하도록 다시 말하면 한 프레임에 480라인의 영상이 존재하도록 조절하여야 모니터에 완전한 영상이 출력될 수 있다.

메모리를 읽을 때 20MHz의 오실레이터를 기준 클럭으로 사용한다.

3.3 스위칭부

입체영상을 구현하기 위해서는 카메라에서 한 프레임이 나오고 있는 동안에 모니터에는 두 프레임, 즉 네 필드의 영상을 디스플레이해야 한다. 따라서 카메라에서

한 프레임의 영상을 받아들이는 동안에 SRAM의 저장 및 읽기 동작을 잘 제어하여 위와 같이 두 배 빠른 속도로 디스플레이해야 한다. 따라서 현재 좌측의 홀수 필드와 우측의 짝수 필드를 메모리에 저장하고 있을 때(카메라로부터 좌측의 홀수 필드와 우측의 짝수 필드가 들어올 때), 좌측의 짝수 필드와 우측의 홀수 필드가 모니터에 비워주어진다. 그 반대도 위와 같은 방식이다.

3.4 D/A 변환부

입체영상을 일반 모니터에 디스플레이하려면 메모리에 저장했던 디지털 값을 아날로그 값으로 변환하여야 한다. RGB 데이터를 아날로그 신호로 바꾸는 경우 8비트의 RGB 데이터 각각을 아날로그 신호로 바꾸어주는 D/A 컨버터가 사용된다. 그런데 앞에서 RGB 데이터에 대하여 각각 5비트, 6비트, 5비트의 색 정보를 저장하였으므로 이 D/A 컨버터에 입력되지 않는 비트가 생긴다. 하위 비트에 해당하는 영상 정보는 영상의 미묘한 변화에 해당하는 데이터이고 영상의 큰 골격은 상위비트에 해당하므로 남은 하위 비트에는 '0'으로 만들어 준다.

3.5 LCD 셔터 제어부

LCD 셔터 안경은 모니터에 이미지가 번갈아 가며 투사될 때 한쪽 눈에 하나의 이미지만 허용하기 위해 다른 한쪽 눈의 LCD 셔터는 순간적으로 닫혀져야만 한다. 즉, 모니터 화면과 동기화되어 매우 빠르게 셔터를 개폐한다. 1/120초를 주기로 좌/우 영상에 대한 영상 데이터를 읽어서 모니터에 디스플레이를 해주므로 이 시간 동안 한쪽 LCD를 열고 다른 쪽은 닫히도록 하고 그 다음 1/120초 동안에는 반대로 LCD를 동작시키면 좌/우 눈은 각각에 해당하는 좌/우 영상을 따로 볼 수 있다.

4. 결 론

본 논문에서 구현한 입체영상 시스템은 640×480의 해상도를 갖는다. 또한 좌/우 영상을 한 필드씩 번갈아가며 모니터에 디스플레이해주고 LCD 셔터를 번갈아 개폐하여 해당하는 영상을 관찰자가 입체적으로 보게 한다. LCD 셔터를 사용하여 입체영상을 구현하였기 때문에 일반적으로 많이 사용하고 있는 HMD에 비해서 경제적이고 안경의 무게도 가볍기 때문에 보다 착용하기 편하다는 장점이 있다. 그리고 CCD 카메라로부터의 NTSC 아날로그 신호를 24비트가 아닌 16비트의 RGB 데이터로 변환하여 메모리와 이에 따르는 주변 회로들을 줄일 수 있었던 반면에 영상의 질은 크게 떨어지지 않게 한다. 본 논문에서 구현된 입체영상 시스템은 영상의 해상도를 보장하면서 영상 정보의 손실없이 실시간으로 입체영상을 모니터 화면에 디스플레이하여 관찰자가 보게 한다.

[참 고 문 헌]

- [1] Kenji Akiyama, Nobuji Tetsutani, Morito Ishibashi, Susumu Ichinose, and Hiroshi Yasuda, "Consideration on Three-Dimensional Visual Communication Systems," *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, Vol. 9, No. 4, pp. 555-560, May 1991.
- [2] Takanori Okoshi, "Three-Dimensional Displays," *Proceeding of the IEEE*, Vol. 68, No. 5, May 1980.
- [3] Lenny Lipton, "Foundations of the Stereoscopic Cinema. A Study in Depth," *Van Nostrand Reinhold Company*, pp. 53-61, 1982.
- [4] 서종한, "가상현실의 세계," 영진출판사, 1994.