

《論 文》

Color T.V Set를 이용한 삼차원 영상장치의 개발

김철중, 정상수

한국에너지연구소

1985년 2월 4일 접수

Development of Three Dimensional Vision Using a Color T.V. Set

C.J.Kim, S.S. Chung

ABSTRACT

A three dimensional vision is obtained by stereoscopic view using a modified commercial TV set and matching color filter glasses. Two video signals from two CCTV cameras are connected to the RGB (red, green, blue) inputs of picture tube selecting two different colors for two video signals. A synchronizing signal drives a CCTV camera and the color TV set. On the other hand, a delayed synchronizing signal drives the other CCTV camera shifting its image on display. This shift is used in correcting image distortion.

1. 서 론

작업 환경의 여건에 의하여 사람의 눈으로 대상을 보지 못하고 영상 감지장치의 도움을 받아야 할 경우, 삼차원 영상 장치가 이차원 영상 장치보다 능률이 더 좋다는 것이 실험에 의해서 입증되었으므로 삼차원 영상 장치에 대한 연구와 실용화 노력이 날이 갈수록 더 커지게 될 것이다. (ref.1)

삼차원 영상법은 여러 가지가 있으나 그 방법들은 적용되는 원리나 사용되는 장치의 종류에 따라 크게 세가지의 부류로 나뉘어 진다. (ref.2, 3)

1) holography 방법

2) stereoscope 방법

3) autostereoscope 방법

holography 방법은 빛의 간섭 현상을 이용해서 영상 정보를 기록한 뒤, 이것을 재생하는 방법으로 사람의 눈에 시각 장치를 부착할 필요가 없다. (ref.4,5)

stereoscope 방법은 사람의 두 눈이 하나의 삼차원 대상 물체에 대한 좌측 눈의 영상과 우측 눈의 영상을 받아 들여서 이들을 사람의 두뇌에서 판별하여 입체 영상을 인식한다는 원리를 응용하여, 사람의 두 눈을 대신하는 두 개의 영상 감지 장치를 써서 좌측 눈의 영상과 우측 눈의 영상을 얻고 영상들을 두개의 전송로를 이용해서 사람의

두눈에 분리되어 전달되게 하는데, 전송로를 만들어 주는 방법에 따라 여러가지 부류로 나뉘어 진다. (ref.6)

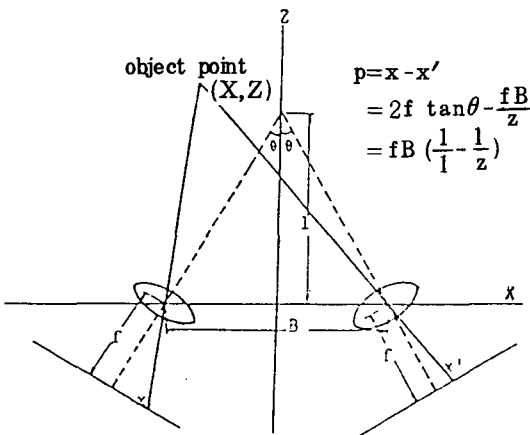
autostereoscope 방법은 삼차원 대상 물체에 대한 여러 방향에서의 영상 정보를 얻어서 이들을 동시에 나타내거나 순서대로 반복해서 나타나게 함으로써 결과적으로 사람에게 입체 영상이 영상 장치의 도움없이 보이도록 하는 방법이다.(ref.7)

2. 본론

-색상 분리를 이용한 삼차원 영상 감지 장치 (anaglyphic stereoscope) -

이 방법은 두 영상 정보를 분리하여 전달하는 두 개의 전송로들을 색상분리를 이용해서 분리시켜 얻는다. 빛의 삼원색 중 두 색상이나 광학 여파기를 이용해서 서로 분리해낼 수 있는 보색의 쌍들 중 TV 수상기에서 나타낼 수 있는 한 쌍의 색상들을 선택한 뒤 좌측 눈의 영상과 우측 눈의 영상을 색상을 달리해서 TV 화면에 나타나게 하고 두 눈에 광학 여파기를 사용하여 좌측 영상과 우측 영상을 분리시켜 받아 들이게 하는 방법이다.

이제 stereoscope 에 대한 원리를 stereoscope-pair 영상을 얻는 원리와 stereoscope-pair 영상을 나타내는 원리의 측면에서 알아보기로 하고 먼저 영상을 얻는 원리를 알아본다.



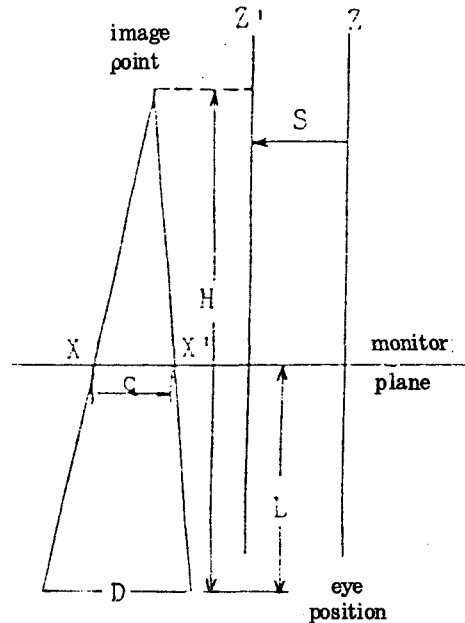
[그림 1] Stereoscope Pair 영상을 얻는 원리

$$\begin{aligned}
 p &= x - x' \\
 &= 2f \tan \theta - \frac{fB}{z} \\
 &= fB \left(\frac{1}{l} - \frac{1}{z} \right)
 \end{aligned}$$

stereoscope 에서 입체감을 느끼는 정도를 depth 라 정의 하고, depth 는 삼차원 대상 물체 상의 한 점이 결정되면 그 점에 대응하는 두 카메라의 초점면들에서의 대응점 X, X' 이 정해지고, X, X' 의 차이로 정의되는 시차(parallax) P 에 의해서 설명될 수 있다.

$$\begin{aligned}
 P &= X - X' \\
 &= 2f \tan (\theta) - \frac{fB}{Z} \\
 &= fB \left(\frac{1}{l} - \frac{1}{Z} \right) \quad (1)
 \end{aligned}$$

X, X' 은 좌측 카메라와 우측 카메라의 초점면에서의 대상 물체의 좌표이고, f 는 카메라의 초점 거리이다.



[그림 2] Stereoscope Pair 영상을 나타내는 원리

카메라에서 얻어진 영상이 TV 화면에 나타날 때, -m 배로 확대되어 나타난다. (m = TV 화면의 크기 / vidicon tube 의 크기)

따라서 화면에서의 시차 q 는 다음과 같다.

$$\begin{aligned}
 q &= X' - X \\
 &= -mX' + mX + S \\
 &= mp + S \quad (2)
 \end{aligned}$$

X, X'은 대상 물체에 대한 좌측 카메라의 영상과 우측 카메라의 영상이 TV화면에 나타날 때, 물체의 영상 화면에서의 대응점들이고 S는 수평 이동을 나타낸다.

시각 장치를 통해서 나타나는 삼차원 영상의 사람의 눈에서의 거리를 H라 하면, 그림 2로부터 다음의 수식이 유도된다.

$$H = \frac{Z}{M} \frac{1}{1 - Z \left(\frac{1}{L} + \frac{S-D}{mfB} \right)} \quad (3)$$

$$M = \frac{mfB}{DL} \quad (4)$$

(M은 사람의 눈에 보이는 영상이 실제 물체의 위치로부터 가까이 확대되어 보이는 비율이다.)

삼차원 영상이 축소 또는 확대되어 보이면서 찌그러지지 않으려면 식(3)의 영상거리 H가 실제 거리 Z의 일차 함수가 되어야 하므로

$$S = D - \frac{mfB}{L} \quad (5)$$

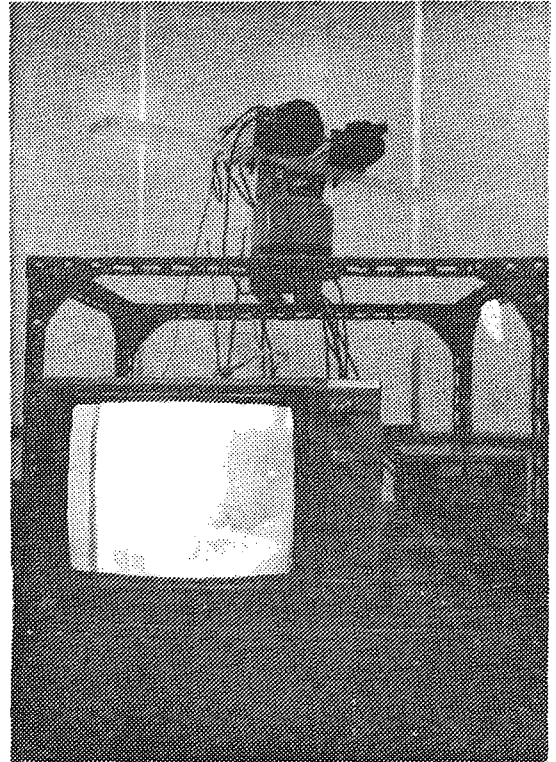
가 성립해야 한다.

이 원리들을 이용한 색상 분리에 의한 삼차원 영상을 얻기 위하여 사용된 장비나 장치의 종류와 전체 시스템의 구성, 동작에 대하여 알아 보기로 한다.

우선 종류를 알아 보면 다음과 같다.

- 1) 외부 동기가 가능한 흑백 TV 카메라 두 대.
- 2) 카메라 두 대를 설치할 지지대 한 개.
- 3) 지지대의 방향과 각도를 변화시키는 motor driver 한 대.
- 4) Zoom-lens 두 대.
- 5) Zoom-lens 와 motor driver 를 조정하는 decoder 한 대.
- 6) 20" TV 수상기 한 대.
- 7) 18 volt power supply 한 대.

이 전체를 조립한 모습이 사진 1에 나와있다. 이 실험에서 중요한 카메라에 관하여 알아본 뒤 전체의 동작에 대하여 간략히 설명하기로 한다.



(사진 1) 전체 조립

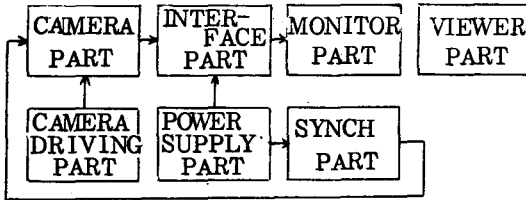
TV 카메라의 종류를 다루는 색상에 의하여 분류하면 color TV 카메라와 흑백 TV카메라가 있고, 촬상관의 종류에 따라 나누면 TV 카메라의 종류에는 vidicon 카메라, image orthecon 카메라, Plumbicon 카메라, epicon 카메라, CCD array 를 이용한 카메라등이 있다. (ref.8)

Image orthecon 카메라는 화질이 우수하여 방송용으로 사용되나 부피가 크고 사용이 까다로우며 가격이 매우 비싸다.

CCD array 를 이용한 카메라는 화면이 안정되고, 동일 제품이면 카메라간의 특성 차이가 적으므로 한 쌍으로 사용하기에 좋고 digital technique 을 잘 적용할 수 있으나 해상도(화질의 선명도)가 낮다.

vidicon 카메라는 화질이 좋고 사용이 간편하며 가격이 저렴하나, 동일 제품일지라도 카메라간의 특성 차이가 심하다. 본 실험에서는 vidicon 카메라를 사용 하였다.

전체 구성에 대한 블록 선도가 그림 3에 나와 있고 그림에서 화살표는 신호나 정보, 전력의 흐름을 나타낸다.



[그림 3] 전체 구성에 관한 블록선도

power supply part 에서 interface part 와 synch part 에 18 volt, 300 mA 의 전력을 공급한다.

synch part 는 카메라에서 필요로 하는 동일한 수직 외부 동기신호들과 좌측 카메라에 들어갈 수평 동기신호 하나, 우측 카메라에 들어갈 시간 이 동된 수평 동기신호 하나를 만들어 준다.

camera driving part 는 카메라를 지지하는 지지대의 방향과 상하 각도를 변화시키는 두 개의 motor 의 구동과 카메라에 설치된 zoom lens 의 zooming, 초점 조절을 제어한다.

camera part 는 zoom-lens 두개와 흑백 카메라 두개로 되어 있고, 흑백 카메라를 사용할 경우 삼원색 중 녹색과 적색이 색상 분리를 이용한 삼차원 영상법에 가장 좋다.

이 실험에서는 좌측 카메라 신호는 녹색의 영상을, 우측 카메라 신호는 적색의 영상을 나타내며 좌측 카메라의 영상이 기준이 되고 우측 카메라의 영상은 화면에서 수평 이동이 될 수 있게 하여 주었다.

화면에서 영상의 수평 이동은 다음과 같이 얻었다. 좌측 카메라의 동기신호에 대하여 우측 카메라의 동기신호는 동일한 신호가 시간영역에서 이동되게 해주면 우측 영상은 화면에서 좌우로 이동되게 된다. 우측 카메라의 동기신호가 더 빠르면 우측 카메라의 영상이 좌로, 늦으면 우로 이동되게 된다.

interface part 는 카메라의 영상을 TV의 브라운관에 연결해주는 역할을 하는데, 카메라의 영상 신호들이 TV 수상기의 회로를 거치지 않고 interface part 를 거쳐서 브라운관에 연결되므로 이 부분에서 contrast, brightness, tint 를 조정할 수 있게 해주어야 하며, blanking 신호(ref.10) 도 넣어 주어야 한다.

monitor part 는 20" TV 수상기를 개조하여 사용하였는데, 개조하여 사용한 이유는 다음과 같다.

1) TV 카메라에서 나오는 영상 신호의 주파수 대역폭이 4 MHz 인데 비하여 NTSC(ref.11) 에서 규정한 색상 신호의 처리 규정대로 하면 색상 신호의 주파수 대역폭이 I 신호는 0.5 MHz, Q 신호는 1.5 MHz 밖에 되지 아니하므로 카메라 영상 신호를 NTSC에서 규정한 색상 신호로 바꾸어 주면 해상도가 저하된다. (ref.12)

2) TV 수상기의 회로들이 색상 신호를 처리할 때 I 신호는 0.5 MHz, Q 신호는 0.5MHz 정도의 대역폭으로 신호를 처리하므로 색상 신호의 해상도는 더욱 저하된다. (ref.12)

3) 색상 신호를 규정대로 처리(ref.13) 하면 회로가 이상적인 회로가 아니므로 Y 신호를 통하여 red, green, blue 의 색상 신호들이 혼합되어 결국 화면에서 좌우 화면의 색상을 통한 분리가 저하될 우려가 많다.

이러한 이유들에 의하여 입체영상에 필요한 신호들을 외부 회로에서 처리하여 수상기의 적당한 부분에 연결하여 주고 내부 신호와 혼선이 될 경우 내부 회로를 절단하여 주었는데 다음과 같다.

1) 브라운관의 R, G, B 입력 중에서 R과 G 는 외부 신호와 내부 신호를 선택하게 하고 B 는 내부 신호와 단선을 선택하게 해 주었다.

2) 동기신호 분리 회로는 외부와 내부를 선택하게 해 주었다. 외부 입력선은 좌측 카메라(녹색 영상)의 동기신호를 넣어 준다.

3) TV set 의 흑백 영상 입력단자 (Y 신호 :

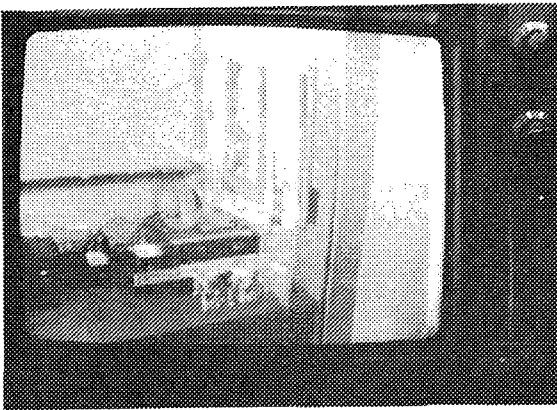
ref. 14)는 내부와 단선을 선택하게 해 주었다.

4) RF 검파 회로의 출력선은 연결이나 단선 중 하나를 선택하게 하였다.

TV 수상기를 monitor 로 쓸때에 1)에서 R, G는 외부, B는 단선을 선택하고 2)의 동기신호는 외부, 3)의 Y 신호는 단선을, 4)의 RF 검파 회로는 단선을 선택하여 연결해 주게 한다. (외부란 interface part 를 의미한다)

viewer part 는 녹색과 적색의 아크릴 판들로 만든 안경을 사용하였다.

이상을 조립하여 좌측 영상과 우측 영상을 얻은 것이 사진 2에 나와 있다. 이 사진은 수평이동이 크게 강조된 것이다.



(사진 2) 좌우영상의 중첩사진

3. 실험 결과의 고찰

삼차원 영상 장치에 대한 실험 결과를 살펴 보기로 한다.

두 개의 카메라에서 나오는 영상 신호의 해상도가 서로 다를 수 있으니 그 차이가 크지 않으면 이것은 그다지 영상 관측에 장애가 되지 아니하였다. 두개의 카메라의 빛에 대한 특성이 다르면, 화면에서의 밝은 부분과 어두운 부분의 명암차이와 영상의 평균적인 밝기가, 동일한 조명 조건에서 하나의 대상 물체에 대한 좌측 카메라의 영상과 우측 카메라의 영상이 서로 다르게 나타나는 수도 있는데, 이는 어느 정도까지 inter-

face part 로 보정해 주었다.

적색 색상과 녹색 색상의 눈에 대한 상대적 강도가 다르므로, 사람의 눈에 느껴지는 입체 영상의 전체적인 색상이 노란색이 되도록 녹색과 붉은색의 배율비를 조정해 주면, 아주 밝은 부분은 적색 색상을, 아주 어두운 부분은 녹색 색상을 조금 느낄 수 있으나 입체감에는 그다지 영향이 없었다. 수평 동기 신호의 주파수를 높혀 주면, 해상도가 좋아 진다. (즉, 수상기 horizontal line 의 수를 525 line 보다 많게 해준다.) 이 방법은 어느 정도까지는 해상도를 높혀줄 수 있는데 이것은 TV 화면의 수직 방향의 해상도가 한 개의 화면에 대한 수평 주사선의 숫자에 따라 증가하기 때문이나 수평 동기 회로의 특성에 의하여 어느 정도까지는 높혀 줄 수 있으나 그 이상이 되면 수평 동기 회로의 부품을 바꾸어 주거나 회로를 바꾸어야 하므로 한계가 있다. (실제로는 525-580 line 으로 해 주었다.)

수직 동기 신호의 주파수를 높혀 주면 화면의 flicker 현상을 줄여줄 수 있다. 이것은 1초당 화면의 숫자가 많아지기 때문이나 주파수가 설계된 주파수에 비해 많이 더 높으면 회로를 바꾸어야 하고, TV 화면의 형광 물질의 발광 시간보다 더 높은 주파수가 되면 앞의 영상과 뒤의 영상이 겹치게 되므로 어느 정도 까지로 제한된다. (실제로는 64 Hz - 67 Hz 로 높혀 주었다.)

대상 물체를 선정할 때, 물체의 명암이 고르고 반사가 적은 물체가 아니면 조명의 조정이 필요하며, TV 와 우측 카메라, 좌측 카메라 세개의 동기회로에 모두다 잘 동작하는 동기신호 주파수들로 조정하기가 어렵다.

4. 결 론

위의 실험 결과에서 살펴보면 카메라의 특성과 시각장치의 성능이 삼차원 영상의 화질에 크게 영향을 미침을 알 수 있다. 색상 분리를 이용한 삼차원 영상 장치는 좌측 눈과 우측 눈의 영상이서

로 색상이 다르므로 관찰자에게 부담이 많고 두 색상의 밝기의 차이가 심하면 입체 영상의 관측이 곤란하고, 입체 영상을 얻기 위한 조건이나 조정이 까다로운 반면에 제작이 비교적 간단하고 조정이 된후의 사용이 간편하며 저렴하게 영상을 얻을 수 있고, 필요한 장비나 장치가 비교적 간단하며 가까워서 쉽게 구할 수 있다는 이점이 있다.

색상 분리를 이용한 삼차원 영상법의 단점을 보완할 수 있는 다른 stereoscope 방법들로는, stereoscope에 필요한 두개의 전송로를 시간 영역에서의 다중화를 이용해서 실현하는 PLZT(ref. 15)를 이용하는 방법과 linear 편광판(polarizer)의 극성을 이용해서 좌우 영상을 분리하는 방법들이 있는데, 좌측 카메라의 영상과 우측 카메라의 영상들에 대한 영상 분리 성능 우수하다.

PLZT를 이용하는 방법은 빛의 감쇠가 심하고 시각 장치에 500V 정도의 동기 신호를 인가해주는 단점이 있어 linear 편광판을 이용하는 방법을 실험할 예정이다.

이 방법은 흑백의 영상들을 이용하여 흑백의 입체 영상을 얻을 수가 있으므로 색상 분리를 이용한 영상법보다 화면의 해상도가 더 좋고 눈에 대한 부담이 적으며 TV 수상기의 회로를 바꾸지 않고 영상을 나타낼 수도 있고 좌우 영상의 분리 성능도 우수하나, 관찰자의 머리를 항상 곧게 하여 관측해야 하는 단점이 있다.

5. References

1. R.L. Pepper., SPIE, Vol. 402 (1983) pp. 170-1973.
2. J.-L. Tribillon., SPIE, Vol. 402 (1983) pp. 13-18.
3. B. Lane., SPIE, Vol. 367 (1982) pp. 20-32.
4. H.J. Caulfield., SPIE, Vol. 402 (1983) pp. 114-118.
5. S.A. Benton., SPIE, Vol. 367 (1982) pp. 15-19.
6. A.W. Lohmann, N. Streibl., SPIE, Vol. 402 (1983) pp. 6-12.
7. J.F. Butterfield., SPIE, Vol. 199 (1979) pp. 42-46.
8. B. Grob., Basic Television Principles and Servicing, Mcgraw Hill, Kogakusha. pp. 31-44.
9. J. Guichard., SPIE, Vol. 402 (1983) pp. 133-137.
10. B. Grob., Basic Television Principles and Servicing, Mcgraw Hill, Kogakusha. pp. 66-72.
11. B. Grob., Basic Television Principles and Servicing, Mcgraw Hill, Kogakusha. pp. 13-14.
12. B. Grob., Basic Television Principles and Servicing, Mcgraw Hill, Kogakusha. pp. 157-160.
13. B. Grob., Basic Television Principles and Servicing, Mcgraw Hill, Kogakusha. pp. 144-158, 172-180.
14. B. Grob., Basic Television Principles and Servicing, Mcgraw Hill, Kogakusha. pp. 151-152.
15. J.A. Roese., SPIE, Vol. 199 (1979) pp. 152-159.