

# 영상에 최적화된 깊이 조절을 통한 편안한 입체영상의 표현

장형욱 김동현 손광훈

연세대학교 전기전자공학과

brentjang@naver.com

## Depth Scaling Method for Comfortable 3D Image Representation

Jang, Hyung-Wook Kim, Dong-Hyun Sohn, Kwang-Hoon

School of Electrical & Electronic Engineering, Yonsei University

### 요약

양안시차를 이용한 입체 디스플레이는 입체감과 편안함이 상충하는 특징이 있다. 본 논문에서는 이를 해결하기 위해 영상 특성에 따른 깊이 조절을 통해 인지되는 입체감을 최대한 떨어뜨리지 않으면서 불편함을 최소화하는 방법을 연구하였다. 인간이 입체를 인지하는 기저는 상당히 복잡하며 영상의 여러 형태에 따라 동일한 깊이(양안시차, disparity)를 주는데도 입체감과 편안함이 다르게 인지된다. 따라서 영상 형태에 따라 다르게 인지되는 영향 인자를 선정하고 이에 대한 깊이감과 편안함의 관계를 실험을 통해 분석하여 적합한 값을 얻었다. 이를 표시되는 입체 디스플레이에 적용하여 들어오는 영상을 처리하여 영향 인자의 정도를 구하고 이에 따라 깊이가 조절(Depth Scaling)되도록 하여 편안한 입체 영상을 구현하였다.

### 1. 서론

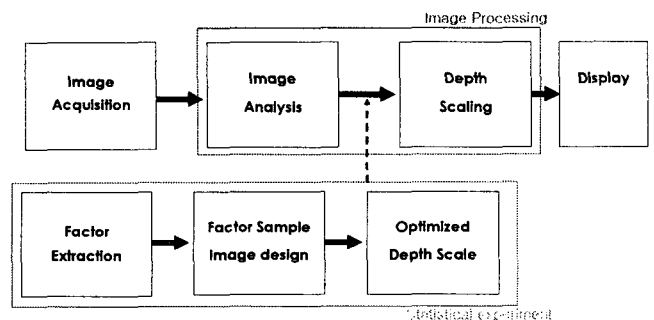
방송은 좀 더 실감나는 영상을 제공하기 위해 계속 발전하였으며 평면 화질 향상의 요구는 거의 충족되어 기술적 포화상태에 이르게 되었다. 이제 더 나아가 깊이가 표현되는 입체 방송에 대한 요구가 생기게 되었고 이에 관한 연구가 진행되고 있으며 방송 시스템을 구성하는 영상 정보의 생성과 전송, 표시의 모든 분야에서 어느 정도 기술적 발전이 이루어지고 있다.[1]

입체 영상은 2차원 평면 정보가 아닌 3차원 공간 정보이므로 정보량이 매우 많고 이를 표현하는 디스플레이 장치의 고안은 물리적인 한계로 인해 특히 어려웠다. 최근까지 개발된 입체 디스플레이 장치는 여러 가지가 있으나 가까운 미래에 방송에서 수용할 수 있는 정보량을 이용하는 방식은 양안시차 방식의 입체 디스플레이라고 할 수 있다. 인간의 두 눈이 받아들이는 영상의 차이를 양안시차라고 하며 이의 크기에 따라 깊이감은 비례하여 깊이 느껴지게 된다. 하지만 이를 이용한 양안시차방식 입체 디스플레이는 입체를 표시할 때 깊이감과 함께 어지러움이 커지게 되어 보는데 불편함을 느낀다. 이때 나타나는 불편함은 두 눈이 주시하는 주시점과 눈의 초점거리가 불일치함에 의해 생기는 것과 디스플레이 장치의 좌우 영상분리의 불완전성(cross talk)에 의해 발생하는 것으로 알려져 있다.[2][3]

인간이 입체를 인지하도록 하는 요인은 양안시차와 함께 움직임, 크기, 명암, 가림, 비례 등의 단서가 있으며 이들은 복합적으로 입체를 인지하도록 작용한다. 입체 디스플레이에 표현되는 영상에 따라 같은 크기의 양안시차를 가지는 영상이라도 입체감과 어지러움이 다르게 느껴짐이 실험을 통해 나타나게 되었는데 이는 양안시차가 영상의 형태

에 따라 깊이감과 어지러움으로 인지되는 정도가 달라진다는 생각을 해 볼 수 있다. 또한 영상에 들어있는 양안시차 이외의 언급한 여러 단서들에 의해서도 양안시차의 효과가 달라짐을 생각해 볼 수 있다.[4]

본 논문에서는 양안방식 입체 디스플레이에서 영상의 형태에 따라 양안시차에 의한 깊이감과 편안함이 달라짐을 실험을 통해 보였으며 이를 이용하여 표현하고자 하는 입체 영상에 따라 깊이감을 많이 감소시키지 않으면서 더 편안한 입체영상이 되도록 양안시차의 크기를 조절하도록 하였다. 그림 1에 처리 과정을 보였다. 영상의 인자는 영상에서 주요한 물체의 크기, 수량, 초점범위로 나누었고 이에 대한 실험 영상을 3차원 영상 편집기를 이용하여 양안시차의 크기를 다르게 하여 실험영상을 제작하였다. 입체 디스플레이는 9개의 시점을 가지는 다시점(multi view) 양안방식 17인치 입체 모니터를 사용하였다.

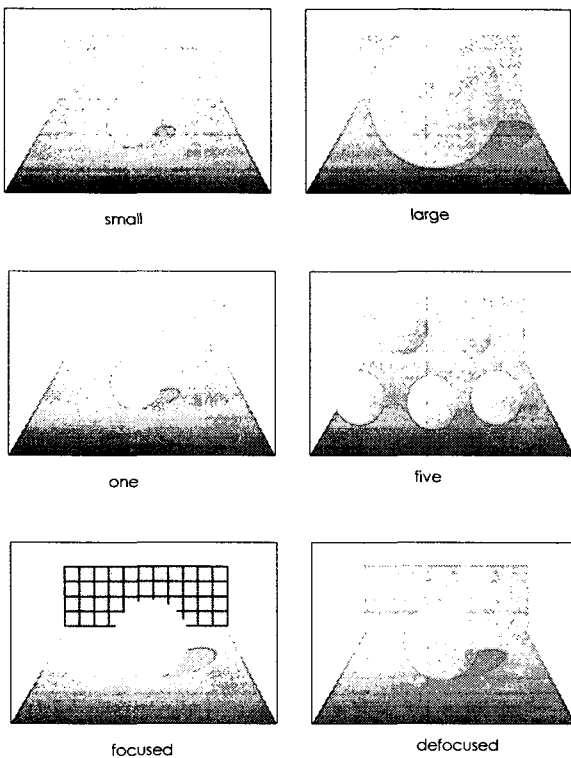


[그림 1] Depth Scaling Method의 블록 다이어그램

### 2. 입체 영상 인자의 선정 및 영향에 대한 실험

## 가. 영상 인자의 선정

영상 형태에 따라 동일한 양안시차를 적용해도 깊이감이나 어지러운 정도가 다르게 느껴지는데 이것은 영상 내 물체가 주변과의 상대적인 깊이나 물체 자체를 집중하는 정도가 다르기 때문이라는 가정을 하였다. 이에 따라 물체를 주목하는 것에 영향을 주는 크기와 수량을 인자로 정하였다. 또한 주변과의 상대성을 고려하기 위해 초점이 영상의 전체에 잘 맞거나 일부에 잘 맞는 경우로 구분하였다. [그림 2]에서 보이는 것과 같이 구 형태의 물체를 모델로 만들었다. 크기는 전체 화면의 가로 크기의 1/10, 1/5, 1/2의 크기에 대한 구를 만들어서 샘플로 하였다. 수량은 한개, 두개, 다섯 개에 대해 샘플을 만들었으며 초점은 배경에 놓여진 판에 바둑판무늬 텍스처를 입히고 이것을 선명하게 한 것을 초점이 깊은 것으로 하고 흐리게 한 것을 초점이 얇은 것으로 하였다. 따라서 초점 깊이는 배경의 복잡한 정도와 같이 생각할 수 있다. 그 외에 영상의 텍스처나 물체들 간의 깊이 분포 등을 인자로 고려할 수 있겠으나 실험의 복잡도가 증가하고 심리학적인 측면에서 상세하게 다루어야 하므로 본 논문에서는 제외하였다.

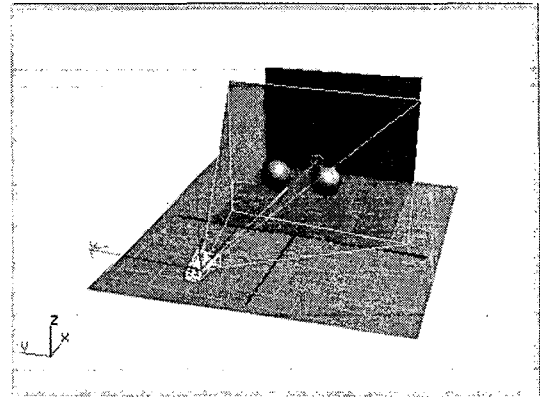


[그림 2] 크기(상), 수량(중), 초점(하) 인자 샘플 영상

영상에서 인자의 특징인 크기와 수량에 대한 정보를 얻기 위해서는 영상 패턴 인식을 해야 하나 이를 통해서 정확한 형태를 파악해 내기는 그리 쉽지 않다. 하지만 입체 디스플레이에 제공되는 영상은 기본적으로 스테레오 영상이므로 이를 이용하여 깊이 정보를 추출하고 동일 수준의 깊이에 대해 동일한 물체로 간주하여 비교적 간단하게 인자의 특징을 얻을 수 있다. 그리고 초점의 깊이 여부는 영상에 대한 공간간주파수를 구하여 주 물체의 영역과 배경 영역에서의 차이가 크면 초점이 얇고 차이가 작으면 초점이 깊음을 판별할 수가 있다.

## 나. 영상 인자의 영향 실험

선정한 인자에 대한 입체 영상의 깊이감과 편안함에 대한 실험을 하였다. 입체 영상을 제작하기 입체영상 편집기를 사용하여 [그림 3]과 같은 가상 스튜디오를 만들었다.

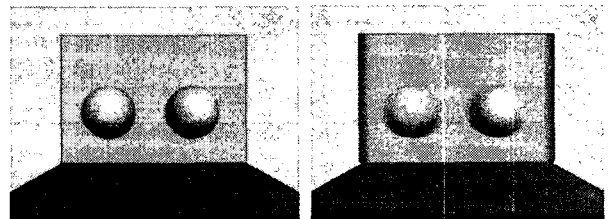


[그림 3] 실험 영상 제작을 위한 가상 스튜디오

스튜디오는 바닥판과 뒷벽으로 구성되어 놓고 그 안에 인자에 대한 물체를 모델링하여 놓았다. 카메라는 스튜디오의 전면에서 투사 촬영하도록 가상카메라를 설정하였다. 전체적인 규격은 다음과 같다.

- 카메라와 스튜디오 거리: 2.5 m
- 스튜디오 바닥판 크기: 2.0 x 2.0 m
- 카메라 시점 이동 구분 간격: 0.6 cm

다시점 입체 모니터에 표시하기 위한 영상은 9개의 카메라 이동 영상이 필요하므로 한 장면에 대해 시점을 9번 이동하여 영상을 취득하였다. 이때 카메라가 이동하는 간격에 따라 양안시차의 크기를 조절할 수 있으며 실험에서는 6단계(최소 1단계 0.6cm 간격부터 0.6cm씩 단계별로 증가하여 최대 6단계는 3.6cm 간격)로 구분하여 시차의 크기를 변화시킨 실험 영상을 만들었다. 만들어진 실험용 영상은 [그림 4]와 같이 다시점 영상으로 합성하여 입체 디스플레이에서 보이도록 하였다. 그림에서 보이는 것과 같이 시차가 큰 6단계에서는 물체가 여러 개로 포개어져 있는 것이 두드러지게 된다. 시차가 작은 1단계의 영상에서도 물체는 여러 개가 포개어져 있으나 간격이 워낙 작아서 겹쳐진 형상이 잘 보이지 않는 것이다. 시차의 크기는 영상에서 픽셀(pixel)로 환산되는데 1단계는 8 픽셀이고 가장 큰 6단계는 40 픽셀로 나타났다.



[그림 4] 양안시차 크기에 따른 다시점 영상(좌:1단계 우:6단계)

크기 3샘플, 수량 3샘플, 초점 2샘플에 대해 각각 6 단계씩 모두 48개의 샘플영상을 가지고 실험을 하였다. 실험은 12명을 대상으로 실

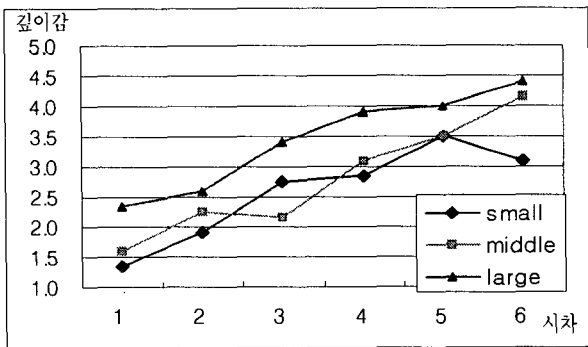
시하였다. 제작된 샘플 영상을 입체 디스플레이를 통해 보여주고 피험자가 입체감과 편안함을 설문지에 기록하는 형식으로 진행하였다. 설문은 입체감과 편안함에 대해 각각 5수준으로 나누어서 응답하도록 하였다. 실험 시 영상의 순서는 무작위로 배치하여 피험자가 규칙성을 파악하여 짐작에 의한 영향이 없도록 하였다.[5]

### 다. 실험 결과

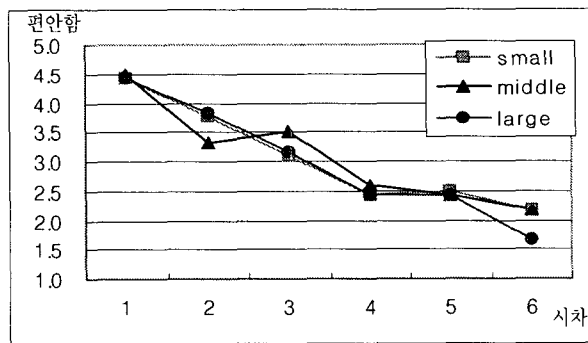
실험 결과 시차가 커짐에 따라 입체감은 커지고 편안함은 떨어지는 전체적인 경향은 일관되게 나왔으며 동일한 시차에 대해 깊이감이 달라져 보이는 결과가 부분적으로 나타났다. 실험 결과의 평균값을 그림 [5]~[7]에 나타내었다. 그림의 가로축은 시차의 정도이고 세로축은 인지결과이다.

동일한 시차에 대해 통계적으로 유의한 차이를 보이는 부분은 크기와 개수 인자에서 나타났다. 크기는 가장 큰 물체가 중간 크기나 작은 크기에 비해 동일한 시차에서 깊이감이 더 깊은 것으로 인지되었으며 물체의 개수는 5개 일 때가 1개나 2개보다 깊이감이 더 깊게 인지되는 것을 알 수 있다. 하지만 모든 시차의 영역에서 유의한 차이를 보이는 것은 아니며 시차가 3에서 5단계인 부분에서 차이가 났다.

평균을 표시한 그래프에서 보여 지는 수준의 차이가 산포를 고려한 통계적인 유의성을 가지는지 살펴보기 위해 크기에 따른 결과에서 시차가 3단계일 때 큰 공과 작은 공의 깊이감에 대한 결과를 분산 분석하여 보았다. 그 결과 F분포 값은 6.40 이며 P-value 는 0.019로 유의수준 5%에서 차이가 있음을 확인할 수 있었다. 동일한 그래프에서 시차가 2단계일 때 큰 공과 중간 공의 결과를 분산 분석해 보면 F분포 값이 0.77이고 P-value가 0.391이 나와서 통계적인 유의성이 없음을 알 수 있다. 따라서 그래프에서 수준의 눈금이 0.5 이상 차이가 나는 부분이 대략적으로 유의한 차이임을 알 수 있다.

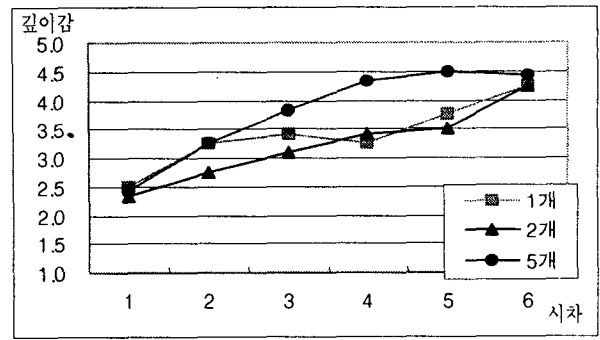


(a)

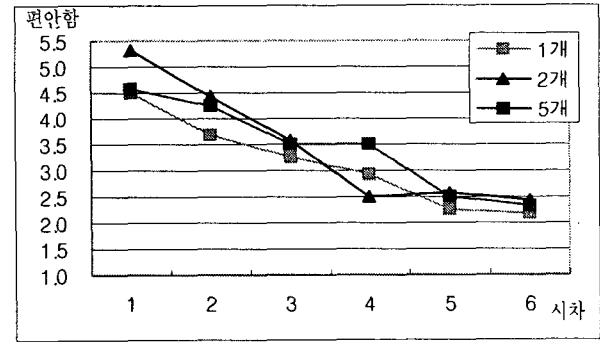


(b)

[그림 5] 물체의 크기에 따른 결과 (a)깊이감, (b)편안함

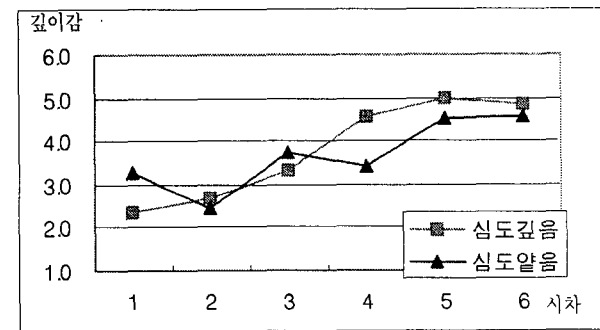


(a)

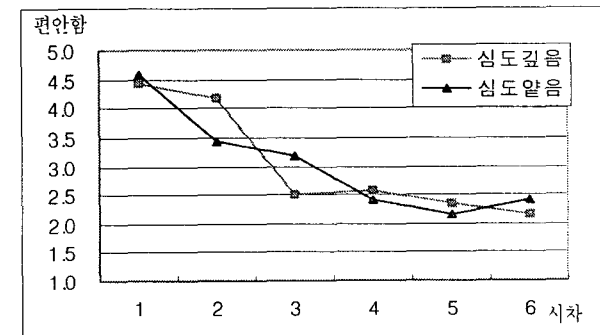


(b)

[그림 6] 물체의 개수에 따른 결과 (a)깊이감, (b)편안함



(a)



(b)

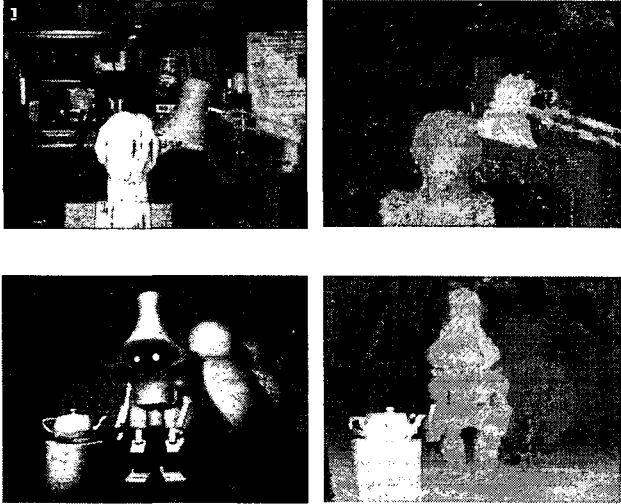
[그림 7] 초점에 따른 결과 (a)깊이감, (b)편안함

## 3. 깊이 조절 적용 및 결과

### 가. 영상분석

위 결과를 가지고 입체 디스플레이에 표현하고자 하는 스테레오 영상에 대한 인자를 분석하여 적합한 깊이 조절을 해 보았다. 시험 영

상은 두 가지를 사용하였으며(그림 5) 각각의 영상에 대해 분석되어진 결과를 [표 1]에 나타내었다. [그림 5]에서 왼쪽은 원래의 영상이며 오른쪽의 개조로 표현된 그림은 스테레오 영상으로부터 만들어진 물체의 깊이를 표현한 영상이다. 이 깊이 영상은 다층적 블록 매칭 방법을 이용하여 생성하였다. 깊이 영상으로부터 동일한 수준의 깊이를 추출하여 물체의 인자를 얻었다.



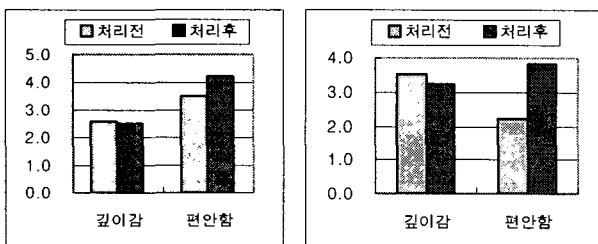
[그림 8] 적용 시험에 사용된 영상 (위: Tsukuba , 아래: Robot)

[표 1] 시험 영상의 분석된 인자

	Tsukuba	Robot
주 물체의 크기	중간	큼
물체의 수량	2개	3개
초점 깊이	배경 복잡	배경 단순

### 나. 조절 적용 결과

분석된 영상의 인자를 가지고 적합한 시차 조절을 하였다. 이에 대해 처리 전과 후를 [그림 9]에 비교하여 나타내었다. Tsukuba 영상은 시차 범위가 원래 5~11 픽셀이었는데 2~8로 스케일링하였다. Tsukuba 영상은 원래 영상이 깊이가 작고 비교적 편안하게 볼 수 있었으며 주 물체의 크기가 작고 수량이 적어서 깊이 조절에 의한 효과는 크게 나타나지 않았다. Robot 영상은 원래 영상의 깊이가 시차크기 5~25 픽셀로 깊어서 보기 불편한 상태였으며 깊이 조절 효과가 잘 나타나는 인자의 특징인 큰 물체와 수량을 가지고 있어서 3~15로 시차를 스케일링한 후 편안함이 2.3 수준에서 3.8수준으로 향상된 결과를 보여주고 있다.



[그림 9] 깊이 조절 적용 결과 (좌: Tsukuba, 우: Robot)

## 4. 결론

본 논문에서는 양안방식 입체 디스플레이에 표현되는 입체 영상에서 시차의 크기를 조절해서 깊이감을 최대한 떨어뜨리지 않으면서 편안하게 보이도록 하는 방법을 연구하여 소개하였다. 시차를 조절하는 방법은 영상 특징에 따라 동일한 시차가 다른 깊이로 인지되는 것을 이용하였다. 이런 특징을 인자로 선정하였고 이에 대한 샘플 영상을 만들어 깊이감과 편안함에 대한 인지실험을 하였다. 그 결과를 영상에 적용하여 편안함이 향상된 결과를 얻었다.

이를 이용하여 핸드폰이나 저가형 스테레오 카메라 등에 사용되는 분리거리가 고정된 입체영상 취득 방식에서 활용되는 영상에 대해 적용하면 편안함이 향상된 입체를 감상할 수 있으리라 본다.

향후에는 인자의 선정에 대해 심리학적 측면을 포함하여 다양한 연구가 되도록 해야 할 것이며, 영상의 특징을 분석하는데 좀 더 정확하고 효과적인 영상처리 방법을 고안하는 것이 필요할 것이다.

### [참고문헌]

- [1] T.Motoki, H. Isono, and I. Yuyama "Present status of three dimensional television research", Proc. of the IEEE, 83, pp. 1009-1021, 1995.
- [2] S. Yano, M. Emoto, T. Mitsuhashi "Two Factors in visual fatigue caused by stereoscopic HD TV images," Proc. of Displays, Vol 25, pp.141-150, 2004.
- [3] T. Miyashita and T.Uchida, "Cause of fatigue and its improvement in stereoscopic displays," Proc. of the SID, 31, pp. 249 - 254, 1990.
- [4] M.Wopking, "Visual Comfort with stereoscopic pictures: An experimental study on the subjective effects of disparity magnitude and depth of focus," J. of the SID, 3, pp.101-103, 1995.
- [5] Methodology for the subjective assessment of the quality of television picture, ITU-R Recommendation BT.500, 1974-1997,