감성과학, Vol.16, No.1, pp.29-42, March 2013

깊이맵의 상세도와 주피사체의 깊이 변화에 따른 3D 이미지의 입체효과*

Stereoscopic Effect of 3D images according to the Quality of the Depth Map and the Change in the Depth of a Subject*

이원재** · 최유주**† · 이주환***

Won-Jae Lee · Yoo-joo Choi**† · Ju-Hwan Lee*****

**한독미디어대학원대학교 입체영상미디어학과

****Department of Stereoscopic Media, Korean German Institute of Technology**

***한독미디어대학원대학교 뉴미디어학부

*****Department of Newmedia, Korean German Institute of Technology**

Abstract

In this paper, we analyze the effect of the depth perception, volume perception and visual discomfort according to the change of the quality of the depth image and the depth of the major object. For the analysis, a 2D image was converted to eighteen 3D images using depth images generated based on the different depth position of a major object and background, which were represented in three detail levels. The subjective test was carried out using eighteen 3D images so that the degrees of the depth perception, volume perception and visual discomfort recognized by the subjects were investigated according to the change in the depth position of the major object and the quality of depth map. The absolute depth position of a major object and the relative depth difference between background and the major object were adjusted in three levels, respectively. The details of the depth map was also represented in three levels. Experimental results showed that the quality of the depth image differently affected the depth perception, volume perception and visual discomfort according to the absolute and relative depth position of the major object. In the case of the cardboard depth image, it severely damaged the volume perception regardless of the depth position of the major object. Especially, the depth perception was also more severely deteriorated by the cardboard depth image as the major object was located inside the screen than outside the screen. Furthermore, the subjects did not felt the difference of the depth perception, volume perception and visual comport from the 3D images generated by the detail depth map and by the rough depth map. As a result, it was analyzed that the excessively detail depth map was not necessary for enhancement of the stereoscopic perception in the 2D-to-3D conversion.

Key words : 3D media, 3D converting, depth map, human factor, visual fatigue

---

* 본 연구는 문화체육관광부 및 한국콘텐츠진흥원의 2012년도 산업계맞춤형 인력양성지원사업의 연구결과로 수행됨

† 교신저자 : 최유주(한독미디어대학원대학교 입체영상미디어학과)

E-mail: yjchoi@kgit.ac.kr

TEL: 02-6393-3235

FAX: 02-6393-3280

요 약

본 연구에서는 피사체의 깊이와 깊이 표현의 상세레벨(detail level)을 각기 다르게 조정한 깊이맵을 이용하여 2D-to-3D 입체변환을 수행하고, 변환된 입체 이미지를 기반으로 시청자 평가 실험을 진행하여 피사체의 절대적 깊이 변화와 배경간의 깊이 차이에 따라 깊이맵의 상세레벨이 깊이감, 볼륨감, 불편감에 미치는 효과를 분석하였다. 주객체의 깊이는 3 레벨로 조정하였고, 또한, 주객체와 배경과의 상대적 깊이 차이도 하나의 독립변인으로 분석하기 위하여 3 레벨로 조정하였다. 깊이맵의 깊이 표현의 상세레벨을 다시 3레벨로 나누어, 이들 조건을 만족하는 18개의 깊이맵을 정의하고 이를 기반으로 실험을 위한 입체영상을 생성하였다. 18개의 입체영상을 실험참가자에게 보여 주고 설문을 통하여 각 영상별로 실험자들이 느끼는 주관적 입체감, 볼륨감, 불편감을 조사하였다. 그 결과 주 피사체의 절대적 위치와 피사체-배경간의 상대적 거리차이가 달라짐에 따라 깊이맵의 상세도가 깊이감, 볼륨감, 불편감에 미치는 영향력이 달라지는 결과를 얻었다. 단색 깊이맵의 경우는 주객체의 절대적 깊이위치에 상관없이 전반적으로 볼륨감을 크게 훼손하고, 스크린의 안쪽에 객체가 위치하는 경우, 다른 상세레벨의 깊이맵에 비해 깊이감도 크게 저하시키는 효과를 보이기 때문에 주객체의 절대적 위치와 상관없이 사용을 피하는 것이 바람직 한 것으로 분석되었다. 또한, 세밀한 깊이맵과 간략한 깊이맵을 적용하였을 때 실험자가 입체감을 크게 다르게 느끼지 못하는 것으로 나타남에 따라 입체변환시 모든 장면에 너무 과도하게 상세한 깊이맵을 구성할 필요가 없는 것으로 분석되었다.

주제어 : 3D 영상, 입체변환, 깊이맵, 휴먼팩터, 시각피로

1. 서론

2009년 개봉한 3D 입체영화 ‘아바타(Avatar)’ 이후로 3D영상기술에 대한 관심이 높아지면서 3D로 제작되는 영상들이 늘어나고 있다. 3D 입체영상을 제작하는 방법은 여러 가지가 있으나 그중에 한 방법은 이미 2D로 제작된 영상을 3D로 입체 변환하는 방식이다. 이 방법은 3D로 처음부터 촬영하는 방식에 비해 비용이 적게 들고 이미 2D로 만들어진 고전 영상을 3D로 만들 수 있는 유일한 방법이기 때문에 최근 선호되고 있으며 이런 방식을 바탕으로 라이온킹 3D와 타이타닉 3D와 같은 명작들이 재개봉되고 있다. 하지만 입체 변환에 대한 연구가 부족하여 객관적 변환 기준 없이 일반적으로 숙련자의 주관적인 판단에 따라 입체 변환이 진행되고 있는 실정이다. 그렇기 때문에 영상변환업체마다 다른 기준으로 입체 변환을 진행하고 있고 그에 따라 입체영상의 품질(quality)이나 작업 기간, 필요 인원 산정들이 서로 다르게 적용되고 있어 작업과정과 결과에 혼란과 편차가 크게 발생할 여지가 많다.

2D-to-3D 입체변환시에 가장 많이 사용하는 변환기법은 깊이맵 생성을 통한 변환 기법이다. 소규모의 인원이 자동화 변환 프로그램을 이용하여 간략한 작업과정만으로 깊이맵을 자동으로 생성하여 입체변환을 시도하는 사례도 있고, 대규모의 인원이 눈에 잘 보이지 않는 부분까지 수작업으로 세밀하게 깊이맵을 생성하여 입체변환을 수행한 작품들도 있다.

목표로 하는 입체영상의 상세도를 사전에 기획하고, 목표에 따른 작업 공정 및 비용을 객관적으로 산정할 수 있도록 하기 위한 목적과 장면별 깊이감을 효과적으로 조정할 수 있도록 하기 위해서는 깊이맵의 상세도가 장면의 특성에 따라 시청자가 느끼는 실제 입체효과에 어떤 영향을 미치는지 장면요소 변화에 따른 깊이맵의 상세도와 입체효과간 영향관계에 대한 분석이 필요하다.

이에 본 연구에서는 2D-to-3D 입체변환시에 가장 중요한 요소인 깊이맵의 상세도를 실험 요인으로 삼아 피사체가 스크린 상에 위치하는 절대적 위치에 따라 깊이맵의 상세도가 시청자가 느끼는 깊이감, 볼륨감, 불편감에 어떤 영향을 미치는지, 또한 주 피사체와 배경과의 깊이 차이에 따라 깊이맵의 상세도가 깊이감, 불편감, 볼륨감에 어떠한 영향을 미치고 있는지 사용자 평가를 통한 영향관계를 분석하여 객관적 2D-to-3D 입체변환의 기준을 마련하기 위한 기초자료로 활용하고자 한다.

1.1. 관련 연구 개관

3D 영상은 현재 꾸준히 증가하고 있고 2012년인 현재에는 많은 영화가 영화관에서 보편적으로 상영되고

있다. 3DTV 방송 또한 시험 방송에 들어갔다. 3D촬영에 대한 관심이 높아짐에 따라 카메라의 앵글과 속도, 피사체의 배치, 색채와 볼륨 등 깊이감을 증가시키고 입체효과를 증대시키며 비용을 줄이고 제작시간을 줄일 수 있는 제작기법 등이 연구되어 왔다.

그와 함께 시청자에게 바로 적용될 수 있는 휴먼팩터(human factors) 연구 또한 증가하였다. 시청자에게 편안하고 질좋은 콘텐츠를 제공하는데 의미가 있는 휴먼팩터 연구는 매우 중요하며 그동안 주로 주관적인 평가를 통해 주로 실험되었다.

Kham K. T. 외(2009)는 남녀 대학생 10명을 대상으로 깊이방향의 운동속도를 5가지 수준으로 변화시켜가며 눈 통증 요인, 시청중단 욕구, 어지러움 요인, 신체통증요인, 상 흐림 요인에 대해 주관적 평가 방식으로 측정했다. 또 시청환경 중 응시거리를 변화시켜가며 같은 평가를 하였는데 깊이방향의 운동속도를 변화시킨 자극은 전체 피로도 점수를 높였지만 운동속도에 따른 차이는 보이지 않았고, 어지러움에 대한 하위척도 점수에서만 운동속도가 증가할수록 어지러움이 증가하는 것으로 보고하였다. 또한 동일한 입체영상을 속도는 고정시키고 응시 거리만 변화시켜가며 실험한 결과 전체 피로도 점수는 시청시간이 증가함에 따라 높아졌지만 응시거리에 따른 차이는 보이지 않는다고 밝혔다. 상흐림 하위척도 점수에서만 응시거리가 멀어질수록 감소한다고 밝혔고 운동속도는 어지러움과 관련 있으며 응시거리는 상흐림과 관련 있다고 결론을 내렸다.

Lee Y. H.(2011)는 교정시력 0.8이상의 20명을 대상으로 입체영상에서 피사체의 크기변화, 수량변화, 수평 광축변화, 돌출 및 후퇴의 조건을 변화시키며 실험을 하였는데 응시거리가 가까울수록, 시청기간이 길어질수록 시각 피로도가 증가하는 것을 확인하였고 움직이는 대상물체의 크기가 작을수록, 그리고 수량이 많아질수록 피로도가 증가하며 동시에 깊이감 또한 증가한다고 하였다. 그리고 카메라의 수평 광축이 불일치한 경우를 가정하여 진행한 실험에서는 예상대로 수평 광축이 불일치할수록 시각피로도, 특히 상 흐림 현상이 급증하는 것을 확인했고 심도를 기준으로 앞으로 돌출된 영상보다는 뒤로 들어간 영상이 깊이감이나 시각피로도 면에서 우수하다는 결론을 얻었다.

Kim N. K.(2011)는 다양한 연령대의 45명을 대상으로 복잡도, 텍스쳐의 있고 없음의 차이, 피사체들의 수직움직임, 피사체들의 수평움직임 이 네 가지의 요소를 변화시키며 사실감, 몰입감, 불편감에 대한 설문을 하였다. 그리고 각 요소별로 어떤 것이 더 영향이 큰지 상대적 영향 중요도 또한 평가했다. 사실감은 영상 자체 구성에 따른 사실적 정도이며 몰입감은 영상인지에 따른 현장감의 정도, 불편감은 시청을 위한 인지노력과 그에 수반되는 생리적 현상 정도로 정의하였다. 결론적으로 복잡도와 수직 움직임은 불편감에 영향을 주는 유의한 요소였으며 표현과 수평 움직임은 불편함에 영향을 미치지 못한다는 것을 실험을 통해 입증했다. 즉, 인간의 눈이 수평으로 위치했기 때문에 수평 움직임에 대해서 보다 자율적으로 인지할 수 있고 반대로 수직 움직임은 다소 불편하게 여길 수 있다는 실험결과를 얻었다.

Yano et al.(2002)은 주관적 평가(subjective rating) 뿐 아니라 관찰자의 안구 수렴조절 정도로 피로감을 측정하기 위해 디옵터(diopter)를 측정하였고, Barkowsky, Cousseau, & Le Callet(2011)은 입체상의 깊이 값을 달리하여 깊이 지각에 관한 실험을 하기도 하였다.

이와 같이 휴먼팩터를 검사하기 위해 여러 요소들을 변화시켜 실험을 한 연구들이 수행되어 왔다. 이처럼 다양한 요소를 변화시키는 이유는 3D의 시각피로와 실감 왜곡의 원인을 먼저 파악하고 측정해야 하기 때문이다. Lee H. C.(2010)에 따르면 3D 휴먼팩터를 연구하기 위해서는 영상을 이루는 여러 변인들을 조사하고 변인과 변인간의 인과관계를 규명하는 것 또한 중요하다. 만약 특정 물리적 파라미터가 시각피로에 영향을 미친다면 그것이 시각피로의 원인이 될 수 있다. 그 파라미터를 조절할 수 있는 기술을 개발하는 것이 3D 입체영상에 대한 휴먼팩터 연구의 주요한 목적이 될 것이다.

3D입체영상을 만드는 방법은 크게 네 가지로 구분할 수 있는데, Lee W.J.와 Choi Y. J.(2011)가 정리한 바와 같이 1)실사를 2대의 카메라로 촬영/제작하는 방법, 2)CG입체 렌더링 방식으로 가상공간에 3D 모델링을 하고 두 장의 이미지를 뽑아 입체영상을 제작하는 방법, 3)그래픽과 실사를 합성하는 방법, 그리고 4)기존의 2D 이미지나 영상을 특수 보정용 소프트웨어를 통해 3D로 입체 변환하는 방식이 있다. 이 가운데 2D-to-3D 입체변환시에는 깊이맵을 이용하는 보정방법이 가장 많이 사용되는데, 이러한 깊이맵 기법의 경우 제작되는 깊이맵의 상세도에 따라 영상의 품질도 크게 좌우된다[1].

깊이맵은 원본 이미지의 각 픽셀에 대한 깊이값이

주어진 영상으로서 원본 이미지와 깊이맵을 기반으로 다른 카메라 각도에서 촬영된 또 다른 한 장의 이미지를 만들어 낼 수 있다. 깊이맵의 상세도에 따라 휴먼팩터의 여러 요인, 즉 깊이감이나 불편감 등이 영향을 받지만 깊이맵 제작에 대한 정확한 가이드라인이 없고, 2D-to-3D 입체변환을 통해 만들어진 영상에 대한 휴먼팩터 연구는 미비한 실정이다.

깊이맵의 상세도와 관련한 연구로서 Hewage 와 Martini(2010)는 객관적인 방법으로 깊이맵의 상세도에 따라 영상의 품질이 어떻게 변화되는지를 분석하였다. Hewage 와 Martini(2010)의 연구에서는 소블필터링을 이용하여 원영상보다 먼저 수신된 뎁스의 엣지정보를 추출하여 원 영상의 품질을 측정하는 연구를 수행하였는데 품질평가방법으로는 객관적인 PSNR 방식이 사용되었다.

De Silva et al.(2010)에서 깊이맵 상세도에 따른 피로감을 측정했으나 여기서는 깊이맵 상세도가 의미한 것이 피사체의 볼륨(volume)을 세밀하게 디자인하거나 혹은 단순하게 디자인한 상세도가 아닌 여러 차례 인코딩과 디코딩을 거쳐 화질이 나빠진 경우를 다뤘다. 또한 Choi J.(2010)는 시각피로를 주는 요인 중 하나가 깊이값(depth position)이므로 그것의 조건을 달리하며 시각피로를 평가하였는데 알고리즘으로 계산한 시각피로 결과와 사람들의 주관적인 시각피로 점수가 상당히 비슷하게 나왔으므로 깊이값이 시각피로에 영향을 주는 요인이라는 것을 확인하였다.

하지만 Choi J.(2010)의 연구에서는 깊이값 요소가 볼륨감의 세밀함을 떠나 단순히 디스플레이 평면으로부터 오브젝트를 얼마나 떨어뜨려놓았는가를 변화시킨 요소였으므로 한계가 있었고, 또한 Kim N. K.(2011)를 제외한 여러 연구들이 불편감만을 평가했으므로 사람들이 3D 영상에서의 즐거움을 느끼는 요소인 깊이감과 입체영상의 질을 판가름하는 볼륨감을 평가한 연구는 부족한 상황이다. 그러므로 본 연구에서는 깊이맵의 상세도와 주 피사체의 깊이변화에 따른 입체효과의 주요평가지표로서 깊이감, 볼륨감, 불편감에 대한 종합적인 평가와 상호작용 특성을 파악하고자 한다.

1) 깊이맵은 255의 명암으로 나타내는 그레이 스케일 이미지이다(성필문, 2011). 2D 이미지에서 시청자로부터 가까운 부분은 밝게 표현하고 먼 부분은 어둡게 표현한다.(혹은 반대로 할 수도 있다.) 이렇게 만들어진 깊이맵을 2D 이미지에 적용시킨 후 왜곡 정도를 +값으로 줄 경우 밝은 부분은 돌출, 어두운 부분은 함몰되는 효과가 나타난다. 본 논문에서는 이처럼 밝게 표현하고 어둡게 표현하는 단계를 세부적으로 나누느냐 아니면 단순하게 나누느냐에 따라 상세도를 높다, 낮다고 정의하기로 한다.

2. 실험의 체계

2.1. 연구의 목표와 가설

2D-to-3D 입체변환시 깊이맵 기법이 주로 많이 쓰이며 입체변환 공정에서 깊이맵의 상세도는 매우 중요한 요소로 알려져 있다. 또한 입체변환시에 깊이맵을 이용하여 이미지상의 피사체의 패럴랙스를 조절함으로서 실질적인 입체 효과를 낸다. 그러므로 2D-to-3D 입체변환된 콘텐츠를 보고 느끼는 깊이감 및 휴먼팩터는 깊이맵의 상세도와 피사체의 깊이 변화가 결합되어 만들어 지는 것이라 할 수 있다. 그러므로 본 연구에서는 깊이맵의 상세도를 주요 실험변인으로 삼아 주 피사체의 깊이 변화에 따라 깊이맵의 상세도가 입체영상에 대한 휴먼팩터 주요 평가지표, 즉 깊이감, 불편감, 그리고 볼륨감에 어떤 영향을 미치는지, 또한 주 피사체와 배경간의 상대적 깊이차이에 따라 깊이맵의 상세도가 깊이감, 볼륨감, 불편감에 미치는지 영향관계를 알아보고 그에 따라 2D-to-3D 입체변환시의 가이드로 삼고자 다음과 같은 가설을 설정하였다.

가설1. 주 피사체의 절대적 깊이에 따라 깊이맵의 상세도가 깊이감에 미치는 영향에 차이가 있다.

가설2. 주 피사체와 배경 간 상대적 깊이 차이에 따라 깊이맵의 상세도가 깊이감에 미치는 영향에 차이가 있다.

가설3. 주 피사체의 절대적 깊이에 따라 깊이맵의 상세도가 볼륨감에 미치는 영향에 차이가 있다.

가설4. 주 피사체와 배경 간 상대적 깊이 차이에 따라 깊이맵의 상세도가 볼륨감에 미치는 영향에 차이가 있다.

가설5.. 주 피사체의 절대적 깊이에 따라 깊이맵의 상세도가 불편감에 미치는 영향에 차이가 있다.

가설6. 주 피사체와 배경 간 상대적 깊이 차이에 따라 깊이맵의 상세도가 불편감에 미치는 영향에 차이가 있다.

2.2. 실험설계

그림 1과 같이 피사체가 하나인 버스트 샷(bust shot) 이미지와 입체도형 샷 2개의 이미지를 실험자극 이미지로 선정하였다. 실제로 이와 같은 버스트 샷은 일반적인 영상 콘텐츠에서 인물들의 대화 장면을 비롯해 많은 부분을 차지하여 그러한 장면의 대표이미지로 선정하였고, 입체도형인 기구는 건물이나 탈것 등을 대표하는 이미지로서 선정하였다.

Figure 1. Experiment Images

깊이맵의 상세도는 앞서 말한 바와 같이 단색(cardboard) 깊이맵, 간략한(rough) 깊이맵, 세밀한(detail) 깊이맵 이렇게 세 단계로 구분되었는데, 그 이미지는 표 1과 같다.

표 1의 이미지를 보면, 첫 번째, 단색 (cardboard)깊이맵은 피사체 이미지의 굴곡을 단색으로 나타냈다. 이것을 이용해 입체변환을 하게 되면 피사체 자체가 패널(panel)처럼 평면적으로 표현되어 배경이나 다른 피사체들과 상대적으로 튀어나오거나 들어가게 된다. 두 번째, 간략한(rough) 깊이맵은 3~5레벨의 깊이단계를 계단식으로 표현한 것이다. 곰 피사체의 경우 주둥이와 앞발 일부만 밝은 색을 띈다. 이렇게 하면 전체적으로 패널처럼 평면적 몸체에서 입과 손 부분만 부분적으로 더 돌출되는 표현을 갖게 된다. 기구 이미지에서는 굴곡을 나타내되 계단 현상을 나타내도록 하였다. 마지막으로 세밀한(detail) 깊이맵은 6레벨 이상의 점진적인 깊이단계를 표현한 것으로 곰 이미지에서의 귀와 주둥이, 리본과 앞발 등 피사체의 세부요소들에 대한 보다 자세한 명암을 줌으로써 피사체가 볼륨감 있고 실제적인 느낌을 가질수 있게 하였고 기구에서는 자연스러운 볼륨감을 위해 그라데이션을 넣고 기구에서 홈이 들어간 부분까지 세세하게 표현해 주었다.

실험을 위해 2D-to-3D 입체변환 작업을 할 때 기준은 adobe photoshop 프로그램의 displacement 필터 기능을 사용하였고, 이 때 설정된 시차(parallax) 이동 범위는 표 2와 같다. 표 2는 photoshop 프로그램에서 1920x1080의 해상도를 가진 이미지를 distort 필터를 써서 왜곡 정도를 +10으로 주었을 때 시차(parallax)의 이동범위이다. 깊이맵의 강도(intensity)가 192 일 경우 밝은 회색이며 이때 10의 값을 줄 경우 이미지

Table 1. Quality levels of depth map

	cardboard depth map	rough depth map	detail depth map
bear image			
balloon image			

는 7 pixel 벌어진 게 된다. +값을 주었으므로 돌출 이미지가 만들어진다. 그리고 시차 정도는 1920 pixel을 100%로 보았을 때 0.36%정도에 해당한다. 깊이맵의 강도가 64일 경우에는 이미지는 역방향으로 7 pixel 벌어지게 되는데, 이때는 후퇴된 이미지가 만들어진다. 그러므로 표에서는 −7 pixel, -0.36%라고 표현되었다. 일반적으로 헐리우드 영화에서는 장시간 시청자의 피로 경감과 안전을 위해 시차를 화면폭의 2% 이하로 제작하고 있다.[2] 실험의 설정 상 같은 이미지를 장시간 여러 장 보기 때문에 피로의 누적을 방지하기 위하여 실험에서 준 시차는 이와 같이 0.36 이내로 하였다.

Table 2. The range of parallax for experiment stereoscopic images

displacement / RGB value of depth map	parallax value (pixel)	parallax - with respect to 1920 pixel (%)
192	7	0.36
128	0	0.00
64	-7	-0.36
0	-14	-0.73

본 연구에서는 주 피사체의 절대적 위치가 스크린으로부터 7 pixel 시차에 의해 후퇴된 위치, 스크린 상에 위치한 0 pixel 위치, 스크린으로부터 7 pixel 시차에 의해 돌출된 위치에 있을 때를 실험하는 주 피사체의 절대적 깊이 요소(그림 2 참조), 그리고 주 피사체와 배경과의 거리차이가 7 pixel 시차에 의한 경우, 14 pixel에 의한 차이, 21 pixel에 의한 차인 경우(그림 3 참조)를 구분하였다. 이런 실험 조건으로 주 피사체의 절대적 깊이 및 배경과의 상대적 깊이차에 따른 입체효과(깊이감, 볼륨감, 불편감)가 깊이맵의 상세도의 차이에 따라 어떻게 다르게 나타나는 지를 분석하였다.

그림 2와 같이, 스크린을 기준으로 주 피사체가 스크린보다 들어가 보이는 포지티브(positive) 영역으로 0.36% 시차가 벌어진 것이 −7 pixel위치, 스크린 상에 위치했을 때 0 pixel위치, 스크린보다 튀어나와 보이도록 네거티브(negative) 영역으로 0.36% 벌어져 있는 7 pixel위치로 설정하였다. 배경의 위치 또한 서로 다른 배경위치로 변경하였으며 그 값들은 모두 피사체의 위치를 기준으로 평균을 내도록 하였다. 배경은 주 피사체보다 더 앞으로 튀어나올 수 없으므로 주 피사체보다 항상 뒤에 위치한다.

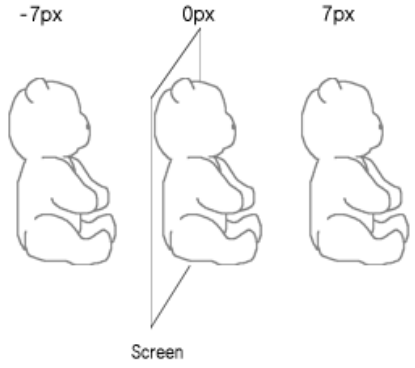


Figure 2. Absolute depth position of the main object

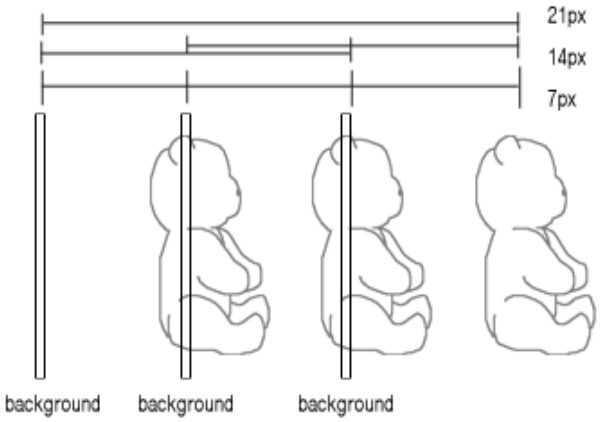


Figure 3. Relative depth difference between the main object and the background

그림 3은 주피사체와 배경간 상대적 깊이 차이 요소를 설명한 것이다. 그림에서 보면 거리차이 7 pixel짜리는 3개, 21 pixel짜리는 1개처럼 서로 값이 다르게 되어 있다. 이는 실험을 할 때에 배경이 앞으로 이동하는 것도 포함하였기 때문이다. 배경은 주 피사체보다 돌출될 수 없으므로 주 피사체보다 항상 뒤에 위치한다.

2.3. 실험절차

20세에서 33세 사이의 20명(남자 10명, 여자 10명)을 실험대상으로 삼았다. 평균 나이는 24세였으며 평

2) 출처 : '인간친화적 3D 보급을 위한 3DC 안전 가이드라인' 2010년 4월 20일 개정 국제 가이드라인 ISO IWA 3 준거

균 교정 시력은 1.09였다. 55인치 LG 3DTV(해상도 1920x1080)를 통해 스크린으로부터 2m 떨어진 자리에서 실험을 진행하였는데 이는 Kim S. Y.(2011)의 연구에 따른 것으로 사용자 테스트 결과 스크린의 크기가 55인치의 경우 3H, 즉 높이의 3배에 해당하는 거리가 시각적 피로도가 낮은 위치로 나타났기 때문이다. 3H는 204cm이며 55인치 TV로 시청 실험을 하기에 최적의 거리는 2m 내외로 판단하여 해당되는 거리에서 영상을 관찰하도록 실험을 진행하였다.

세 가지 상세도로 만들어진 깊이맵을 기준으로 각각 주 피사체와 배경의 깊이 차이를 달리하여 입체변환하였고, 그렇게 다른 깊이를 가진 18종류의 이미지를 랜덤하게 3번 섞어 한 이미지당 총 54개의 이미지 set으로 만들었다. 곰 이미지 54개, 기구 이미지 54개, 합하여 총 108개의 이미지에 대해 피험자는 스스로 이미지를 넘기며 깊이감, 볼륨감, 불편감에 대한 3가지의 질문에 최저 1점부터 최고 5점까지의 점수로 평가하도록 하였다. 실험의 공정성을 높이기 위하여 하나의 이미지 당 3번의 평가를 무작위 순서에 의하여 수행하게 하였다. 각 질문의 설명은 다음과 같다.

깊이감 : 전체적으로 느껴지는 깊이감에 관한 평가이다. 먼 물체는 멀게, 가까운 물체는 가깝게 느껴진다면 깊이감이 좋은 것이고, 그것들이 잘 구별되지 않는다면 깊이감이 좋지 않은 것이다. 깊이감이 좋을수록 높은 점수로 평가한다.

볼륨감 : 주 피사체의 볼륨감에 관한 평가이다. 올록볼록한 느낌이 잘 살아난다면 볼륨감이 좋은 것이고 납작해 보인다면 볼륨감이 나쁜 것으로 설정했다. 볼륨감이 좋을수록 높은 점수로 평가한다.

불편감 : 이미지를 보았을 때 느껴지는 불편함에 관한 평가이다. 눈이 아프거나 오래 보았을 때 피곤하거나, 혹은 이미지가 두 개로 보이거나 하는 경우에 불편함을 느끼게 되며, 많이 불편할수록 높은 점수로 평가한다.

독립변인은 깊이맵의 상세도(3 단계), 주 피사체의 z축 위치(3 단계), 그리고 주 피사체와 배경과의 상대적 깊이차이(3 단계)이다. 본 연구에서는 깊이맵의 상세도가 주 피사체의 절대적 깊이와 배경과의 상대적 깊이차이에 대해 각각 어떤 상호 관계를 가지는 지 독립적으로 살펴보고자, 깊이맵의 상세도 변인과 주 피사체의 절대적 깊이, 그리고 깊이맵의 상세도 변인과 주 피사체와 배경간의 상대적 깊이차이 변인이 깊이감, 볼륨감, 불편감에 미치는 상호 영향관계를 분석하였다. 이를 위해 반복측정 이원배치 분산분석(repeated measure two-way ANOVA)법을 사용하였다.

3. 실험결과

3.1. 깊이감

3.1.1. 주피사체의 절대적 위치요소를 달리한 경우

주 피사체의 절대적 위치를 스크린으로부터 7 pixel 시차에 의해 후퇴한 위치, 스크린 위치, 스크린으로부터 7 pixel 시차에 의해 돌출된 위치, 이렇게 세 단계로 입체변환한 이미지에 대해 깊이감에 대한 평가점수를 분석하였다.

깊이맵 상세정도의 주효과는 통계적으로 유의하였다. ($F(2,38)=17.649$, $p=.00$). 즉 깊이맵이 상세할수록 깊이감을 더 좋게 느끼는 것이 확인되었다. 또한 깊이감을 느낄 때에 피사체의 돌출 후퇴된 위치 또한 유의하였는데 ($F(2,38)=7.431$, $p=.02$) 이는 돌출 후퇴된 절대적 위치가 깊이감을 느끼는데 영향을 미치는 것을 나타내며 그래프상에서 피사체의 절대적 위치가 돌출된 경우 깊이감을 더 좋게 느끼는 것으로 나타났다.

그리고 깊이맵의 상세도와 주 피사체의 절대적 위치는 서로 상호관계가 있는 것으로 나타났다. ($F(4,76)=5.939$, $p=.00$) 이는 깊이맵의 상세도와 주 피사체의 절대적 위치가 서로 영향을 주고받는 것을 나타낸다. 상호관계는 세가지 상세도의 깊이맵 중 단색(cardboard) 깊이맵에 의해 나타나는 것이며 간략한 (rough) 깊이맵과 세밀한(detail) 깊이맵은 서로 차이가 거의 없는 것으로 나타났다.

단색 깊이맵의 경우에는 스크린상에 위치한 경우와 스크린 뒤쪽으로 후퇴한 경우에는 깊이감을 잘 인식하지 못하는 것으로 나타났고 스크린 밖으로 나왔을 경우에는 깊이맵의 상세도와 관계없이 비슷한 깊이감을 느끼게 되는 것으로 나타났다.

간략한 깊이맵과 세밀한 깊이맵은 서로 차이가 거의 없는 것으로 나타났으나, 단색 (cardboard) 깊이맵

의 경우 스크린 상에 주 피사체가 위치할 때 깊이감을 훼손시키는 것으로 나타났다.

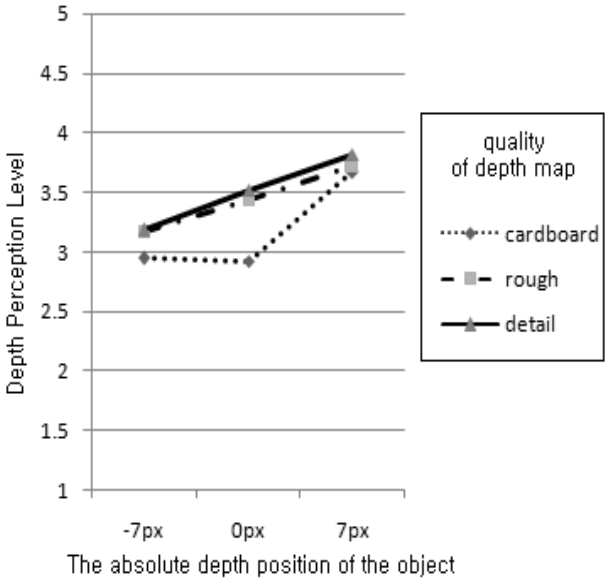


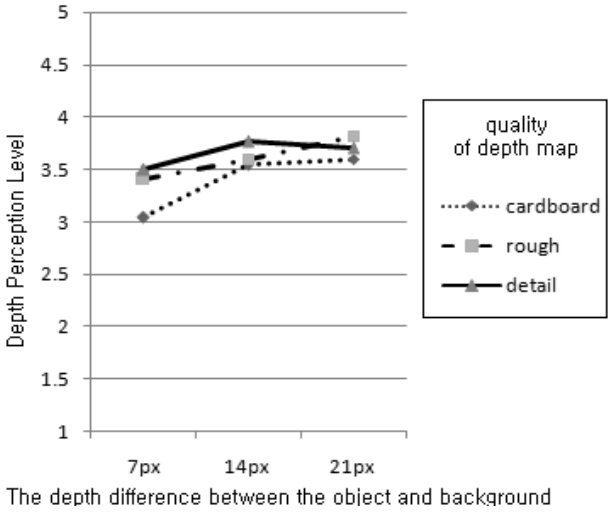
Figure 4. The degree of depth perception according to absolute depth position of the main object

3.1.2. 주피사체와 배경과의 상대적 깊이차이를 달리한 경우

피사체와 배경의 상대적 깊이차이가 7 pixel 차이 나는 경우, 14 pixel 차이 나는 경우, 21 pixel 차이나는 경우 이렇게 3 단계의 경우에 따른 깊이감을 분석하였다. 결과는 그림 5와 같았다.

깊이맵의 상세도 변인의 주효과는 통계적으로 유의미하였다($F(2,38)=10.481$, $p=.00$). 즉 깊이맵의 상세도가 깊이감을 느끼게 하는 유효한 효과라는 것이며 그래프상에서 깊이맵이 상세할수록 깊이감을 좋게 평가하는 것으로 나타났다.

또한 주 피사체와 배경의 상대적 깊이차이 변인 또한 유의한 차이를 보였다($F(2,38)=4.224$, $p=.02$). 이는 피사체와 배경의 상대적 깊이차이가 깊이감을 변화시키는 요인으로 작용한다는 것이며 그래프상에서는 깊이차이가 클수록 깊이감을 좋게 평가하는 것으로 나타났다. 피사체와 배경의 깊이차이, 그리고 깊이맵의 상세도는 상호작용이 존재하는 것으로 나타났는데 ($F(4,76)=3.367$, $p=.014$). 피사체와 배경의 깊이차이와 깊이맵의 상세도는 서로 영향을 주고받는 것이라고 해석할 수 있다. 이 상호작용 또한 3.1.1의 결과와 마찬가지로 단색 깊이맵의 결과값에 의해 나타나는 것으로서 깊이차이가 7 pixel인 경우 다른 두 깊이맵에 의해 현저히 깊이감을 느끼는 정도가 떨어지나 14 pixel 차이 이상 날 경우 다른 두 깊이맵에 의한 깊이감과 비슷한 정도로 올라가는 것을 볼 수 있다.



Fiigure 5. The degree of depth perception according to relative depth difference between the main object and background

이 표에서 볼 때 배경과의 깊이차이가 별로 없는 피사체의 경우에 간략한 깊이맵과 세밀한 깊이맵은 서로 차이가 거의 없는 것으로 나타났으나 단색 (card board) 깊이맵을 사용하면 주 피사체와 배경과의 차이가 1단계 차이를 가지는 경우 깊이감이 떨어지므로 피해야 함을 알 수 있다.

3.2. 볼륨감

3.2.1. 주피사체의 절대적 위치요소를 달리한 경우

주 피사체의 볼륨감을 평가한 결과, 깊이맵의 상세정도에 따라 볼륨감을 느끼는 차이가 통계적으로 유의미하게 나타났다($F(2,38)=33.365$ $p=.00$). 즉 깊이맵의 상세도는 볼륨감을 변화시키는데 유효한 요소라는 것을 알 수 있다. 또한 돌출 후퇴정도에 따라서도 볼륨감을 느끼는 차이가 유의미하게 나타났는데 ($F(2,38)=4.768$, $p=.014$) 주 피사체의 절대적 위치 또한 볼륨감을 변화시키는 요소이며 그래프 상에서 대체로 절대적 위치가 앞쪽으로 위치할수록 볼륨감이 좋게 평가되는 것을 확인할 수 있다. 볼륨감의 경우에 깊이맵의 상세도와 주 피사체의 절대적 위치에 대한 상호관계가 나타

났는데 (F(4,76)=3.848, p=.007) 이는 깊이맵의 상세도와 주 피사체의 절대적 위치가 서로 영향을 주고받는 것을 나타내며 이 또한 단색 깊이맵에 의해서 나타나는 것이었다.

그래프 상에서 단색 깊이맵이 다른 두 깊이맵에 비해 낮은 점수를 받고 간략한 깊이맵과 세밀한 깊이맵 간의 차이는 거의 없었다. 그리고 피사체의 절대적 위치에 따른 요소는 유의하게 나타나긴 하였으나 그 값은 상대적으로 떨어지며 세 경우 모두 비슷한 값을 지니고 있다.

이 경우로 보아 스크린으로부터 돌출 된 경우와 후퇴된 경우, 또한 스크린 상에 위치하는 경우 모두 깊이맵에 의한 차이는 크게 나타났다. 특히 주 피사체가 스크린에 위치하는 경우 단색 깊이맵에 의한 볼륨감의 훼손이 크게 나타나는 것으로 조사되었고, 볼륨감을 느낄 때 간략한 깊이맵과 세밀한 깊이맵 간의 차이는 거의 없는 것으로 나타났다.

3.2.2. 주피사체와 배경과의 상대적 깊이차이를 달리한 경우

볼륨감에 대해 깊이맵의 상세도 상세정도는 유의한 차이를 나타냈다 (F(2,38)=39.448, p=.00). 이 경우에도 깊이맵의 상세도는 볼륨감을 느끼는 데 영향을 미치는 것으로 나타났다. 그러나 피사체와 배경간의 상대적 깊이차이는 유의하지 않은 것으로 나타났다 (F(2,38)=2.221, p=.122). 피사체와 배경간의 상대적 깊이차이는 볼륨감을 느끼는 데 영향을 미치지 않는 요소였다.

그리고 볼륨감의 경우 깊이맵의 상세도와 피사체-배경간의 상대적 깊이차이는 상호관계가 없는 것으로 나타났으므로 (F(4,76)=1.069, p=.378) 두 가지 요소는 서로 영향을 주고받지 않는 것으로 해석할 수 있다.

즉, 배경과 주 피사체의 상대적 깊이 차에 대한 모든 실험 조건에서 일관되게 간략한 깊이맥과 세밀한 깊이맵은 유사한 볼륨감을 느끼게 하였고, 단색 깊이맵은 현저하게 낮은 볼륨감을 느끼도록 하였다.

다시 말해, 볼륨감을 증가시키는 요소로는 깊이맵의 상세도가 크게 작용하였으며, 피사체와 배경간의 상대적 거리차이는 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 주 피사체와 배경간의 깊이차이에 관계없이 단색 깊이맵은 볼륨감을 인지하는데 확연히 차이가 나며 간략한 깊이맵과 세밀한 깊이맵 간의 차이는 거의 없는 것으로 나타났다.

3.3. 불편감

3.3.1. 주피사체의 절대적 위치요소를 달리한 경우

주 피사체의 절대적 위치에 따른 불편감에 대한 평가 결과는 그림 8과 같다. 불편감을 느끼는 정도는 피사체의 절대적 위치에 따라 다르게 나타났다 (F(2,38)=38.261, p=.00). 즉 피사체의 절대적 위치는 불편감을 변화시키는 요소였다. 또한 깊이맵의 상세도에 따라서 느끼는 불편감의 정도도 유의하게 나타났다 (F(2,38)=3.849 p=.03). 하지만 그 정도가 크지 않고 그래프 상에서 보면 대체로 비슷한 점수를 유지하고 있다.

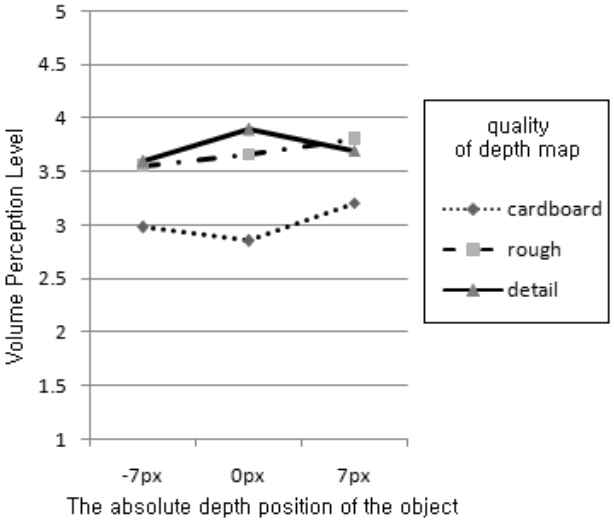


Figure 6. The degree of volume perception according to absolute depth position of the main object

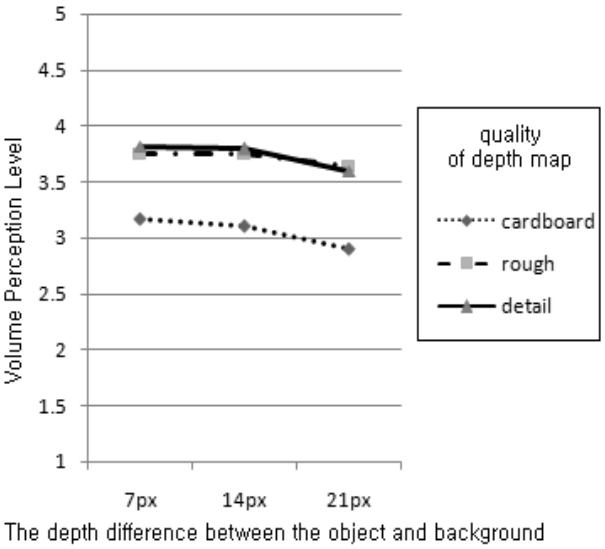


Figure 7. The degree of volume perception according to relative depth difference between the main object and background

불편감을 느낄 때 깊이맵의 상세도와 피사체의 절대적 위치에 따른 상호관계가 있는 것으로 나타났다 ($F(4,76)=8.457$, $p=.00$). 깊이맵의 상세도와 피사체의 절대적 위치 또한 단색 깊이맵에 의해 일어나는 것으로서 단색 깊이맵은 스크린과 스크린 안쪽에서는 간략한 깊이맵과 세밀한 깊이맵 보다 불편감이 덜한 것으로 나타나지만 스크린보다 돌출된 경우 다른 두 경우보다 더 불편감이 강해졌다. 이는 단색일 경우 패널과 같은 효과가 나타나기 때문에 스크린 안쪽에서는 마치 2D와 같은 형태로 인식하여 부자연스럽지 않기 때문에 불편감을 덜 느끼는 것으로 해석할 수 있다. 하지만 스크린 밖으로 패널 형태가 돌출될 경우 이는 부자연스러움을 유발하므로 다른 두 경우보다 불편감이 심해진 것이다. 참고로 세밀한 깊이맵의 그래프는 완만한 경사를 가지고 있어 어느 위치에 있더라도 불편감의 정도가 심해지지 않는 것으로 나타났다.

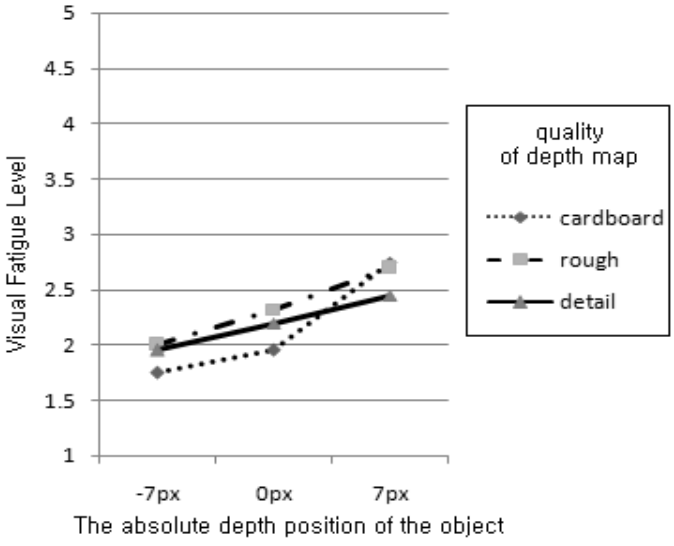


Figure 8. The degree of visual fatigue according to absolute depth position of the main object

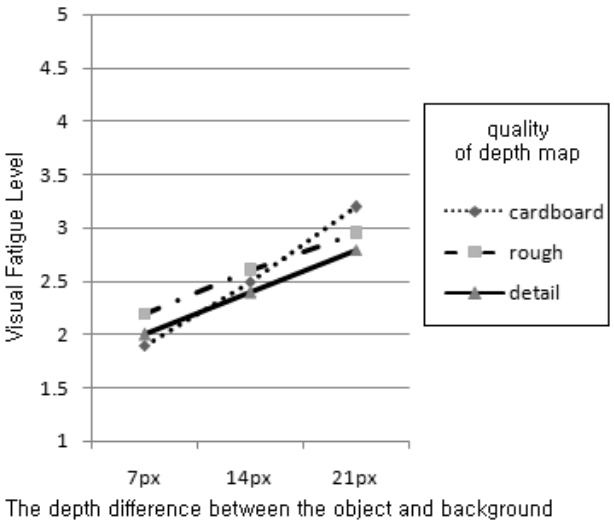


Figure 9. The degree of visual fatigue according to relative depth difference between the main object and background

3.3.2. 주피사체와 배경과의 상대적 깊이차이를 달리한 경우

그림 9과 같이 주 피사체와 배경의 상대적 깊이차이에 따른 불편감은 통계적으로 유의한 것으로 나타났다($F(2,38)=44.707$, $p=.00$). 즉, 주 피사체와 배경의 깊이차이는 불편감을 느끼게 하는 요소로서 작용하는 것으로 해석할 수 있다.

또한, 깊이맵의 상세도에 따른 불편감에 대한 영향도 약간의 경향성은 있으나 유의미한 차이가 나타나지 않았다($F(2,38)=2.876$, $p=.069$). 깊이맵의 상세도는 불편감을 느끼게 하는 요소로 적용시키기는 힘들지만 약간의 영향을 미치는 것으로 해석할 수 있다.

결론적으로, 주 피사체와 배경간의 상대적 깊이차이가 크거나 작거나 깊이맵의 상세도가 불편감을 유의적으로 다르게 느끼게 하지 않는 것으로 나타났다. 다만 단색 깊이맵이 상대적 깊이차이가 21 pixel인 경우에 다른 두 깊이맵보다 불편감의 점수가 약간 높은 것으로 나타났는데 이 또한 패널 형태의 부자연스러운 피사체가 배경과 많이 떨어져 있을 경우 다른 자연스러운 형태의 피사체에 비해 불편감을 다소 더 느끼게 할 수 있다는 해석을 할 수 있다.

4. 실험 결과 분석

실험 결과를 2.1절에서 논한 여섯 가지 가설에 따라 정리하면 다음과 같다.

가설 1. 주 피사체의 절대적 깊이에 따라 깊이맵의 상세도가 깊이감에 미치는 영향에 차이가 있다.

피사체의 절대적 깊이와 깊이맵의 상세도는 각각 깊이감에 영향을 미치며 깊이맵의 상세도와 주 피사체의 절대적 위치는 서로 상호관계가 있는 것으로 나타났다. 즉, 가설 1은 채택되었다.

절대적 깊이가 돌출된 경우 깊이감이 좋게 평가되었으며 깊이맵이 상세할수록 깊이감이 좋게 평가되었다.

피사체의 절대적 깊이와 상관없이 간략한 (rough) 깊이맵과 세밀한(detail) 깊이맵은 깊이감을 느끼는 데에 있어 서로 차이가 거의 없는 것으로 나타났으나 단색 (cardboard) 깊이맵의 경우 스크린 상에 주 피사체가 위치할 때 깊이감을 심하게 훼손시키는 것으로 나타났다.

가설 2. 주 피사체와 배경 간 상대적 깊이 차이에 따라 깊이맵의 상세도가 깊이감에 미치는 영향에 차이가 있다.

주 피사체와 배경 간 상대적 깊이차와 깊이맵의 상세도는 각각 깊이감에 영향을 미치며 깊이맵의 상세도와 주 피사체와 배경 간 상대적 깊이 차는 서로 상호관계가 있는 것으로 나타났다. 즉, 가설 2은 채택되었다.

피사체와 배경간 상대적 깊이차가 큰 경우 깊이감이 좋게 평가되었으며 깊이맵이 상세할 경우 깊이감

이 좋게 평가되었다.

주 피사체와 배경간 깊이차와 깊이맵의 상세레벨간의 상호관계 면에서는 모든 깊이차이 조건에서 간략한 깊이맵과 세밀한 깊이맵은 서로 차이가 거의 없는 깊이감을 느끼게 해 주었으나, 단색 깊이맵을 사용하는 경우, 주 피사체와 배경과의 차이가 작을 때 깊이감이 현저하게 떨어지는 결과를 보였다.

가설 3. 주 피사체의 절대적 깊이에 따라 깊이맵의 상세도가 볼륨감에 미치는 영향에 차이가 있다.

피사체의 절대적 깊이와 깊이맵의 상세도는 각각 볼륨감에 영향을 미치며 깊이맵의 상세도와 주 피사체의 절대적 위치는 서로 상호관계가 있는 것으로 나타났다. 즉, 가설 3은 채택되었다.

절대적 깊이가 돌출될 수 록 볼륨감이 좋게 평가되었으며 깊이맵이 상세할 수 록 볼륨감이 좋게 평가되었다.

피사체의 절대적 깊이위치와 깊이맵의 상세레벨간의 상호작용을 살펴 본 결과, 피사체가 스크린에 위치하는 경우 단색 깊이맵에 의한 볼륨감의 훼손이 크게 나타나는 것으로 나타났고, 간략한 깊이맵과 세밀한 깊이맵은 피사체의 위치에 영향을 받지 않고 유사한 볼륨감을 느끼게 하는 것으로 분석되었다.

가설 4. 주 피사체와 배경 간 상대적 깊이 차이에 따라 깊이맵의 상세도가 볼륨감에 미치는 영향에 차이가 있다.

깊이맵의 상세도가 볼륨감에 유의적 영향을 미치는 반면, 주 피사체와 배경 간 상대적 깊이 차는 볼륨감에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 또한, 깊이맵의 상세도와 주 피사체와 배경 간 상대적 깊이 차는 서로 상호관계가 없는 것으로 나타났다. 즉, 가설 4는 기각되었다.

즉, 배경과 주 피사체의 상대적 깊이 차에 대한 모든 실험 조건에서 일관되게 간략한 깊이맵과 세밀한 깊이맵은 유사한 볼륨감을 느끼게 하였으나, 단색 깊이맵은 현저하게 낮은 볼륨감을 느끼도록 하였다.

가설 5. 주 피사체의 절대적 깊이에 따라 깊이맵의 상세도가 불편감에 미치는 영향에 차이가 있다.

피사체의 절대적 깊이와 깊이맵의 상세도는 각각 불편감에 영향을 미치나 깊이맵의 상세도에 의한 영향은 유의적으로 보기 어렵다. 깊이맵의 상세도와 주 피사체의 절대적 위치는 불편감 관점에서 서로 상호관계가 있는 것으로 나타났다. 즉, 가설 5는 채택되었다.

절대적 깊이가 돌출된 경우 불편감이 크게 평가되었으나 깊이감의 상세도에 의한 영향은 상대적으로 적었다.

단색 깊이맵은 스크린과 스크린 안쪽에서는 간략한 깊이맵과 세밀한 깊이맵 보다도 불편감이 덜 한 것으로 나타나지만 스크린보다 돌출된 경우 다른 두 경우보다 불편감이 강해지는 경향을 보였다.

가설 6. 주 피사체와 배경 간 상대적 깊이 차이에 따라 깊이맵의 상세도가 불편감에 미치는 영향에 차이가 있다.

가설 5에서도 언급한 것과 같이 깊이맵의 상세도가 불편감에 미미한 영향을 미치는 반면, 주 피사체와 배경 간 상대적 깊이 차는 불편감에 유의적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또한, 깊이맵의 상세도와 주 피사체의 상대적 깊이 차는 불편감 관점에서 서로 상호관계가 없는 것으로 나타났다. 즉, 가설 6은 기각되었다.

5. 논의

본 연구에서는 깊이맵의 상세도, 그리고 주 피사체의 절대적 위치, 주 피사체와 배경간의 깊이차이을 변화시키며 깊이감, 볼륨감, 불편감을 인지하는 실험을 수행하였다. 그리고 깊이맵의 상세도가 주 피사체의 절대적 깊이 혹은 배경과의 상대적 깊이 차에 따라 입체효과(깊이감, 볼륨감, 불편감)에 미치는 영향에 차이가 있다는 가설을 수립하고, 실험을 통하여 가설의 채택, 기각 여부를 판정하였다.

실험결과, 깊이맵의 상세레벨은 주 피사체의 깊이 위치에 따라 깊이감, 볼륨감, 불편감에 서로 다른 영향을 미치는 것으로 나타났다. 즉, 주 피사체의 z축 상의 절대적 위치와 배경과의 상대적 거리차이가 달라짐에 따라 깊이맵의 상세도가 휴먼팩터 요소에 미치는 영향에 차이가 있으며, 그에 따라 같은 깊이맵의 상세도일지라도 서로 다르게 평가될 수 있다는 결과를 얻었다.

깊이감의 경우 피사체의 절대적 위치와 돌출되고 피사체-배경간의 상대적 거리차이가 커질수록 깊이감이 증가했고, 깊이맵은 단색 깊이맵 일 경우 확연히

차이가 나는 낮은 점수를 받았으며 간략한 깊이맵과 세밀한 깊이맵간의 차이는 거의 없었다.

또한 볼륨감의 경우 깊이맵의 상세도는 볼륨감을 평가할 때 영향을 크게 미치지만 주 피사체의 절대적 위치나 주 피사체와 배경간의 거리차이는 볼륨감에 영향을 적게 미치거나 미치지 않는 것으로 나타났다. 이 경우에도 간략한 깊이맵과 세밀한 깊이맵 간의 차이는 거의 없었다.

불편감을 평가할 때에는 주 객체의 절대적 깊이요소만 불편감을 변화시키는 요인이었고 주 객체와 배경간의 거리차이나 깊이맵의 상세도는 불편감에 영향을 크게 미치지 않았다. 그리고 세 경우 마찬가지로 세밀한 깊이맵과 간략한 깊이맵은 사람들이 차이점을 확연히 구별하지 못하였다. 전반적으로 피사체가 어떠한 위치에, 배경과 어떠한 거리차이를 가지더라도 세밀한 깊이맵과 간략한 깊이맵은 비슷한 값을 꾸준히 유지하는 것을 알 수 있었다.

그러므로 주 객체의 위치와 피사체 배경간의 거리차이는 자유롭게 주되 단색 깊이맵은 피사체가 스크린 상에 위치하거나 혹은 배경과의 깊이 차이가 적은 경우, 깊이감 볼륨감 등의 입체효과를 크게 떨어뜨릴 수 있는 가능성이 높기 때문에 사용을 피하는 것이 바람직 한 것으로 분석되었다. 그리고 세밀한 깊이맵과 간략한 깊이맵은 사람들이 확연히 구별하지 못하는 경향이 높기 때문에 모든 장면에 대해 너무 과도한 깊이맵을 구성하여 2D-to-3D 입체 변환 작업을 수행할 필요성은 없는 것으로 나타났다.

다만 본 연구에서는 주 피사체의 위치와 피사체-배경간의 거리차이를 3단계로 한정지었기 때문에 제한적인 실험 결과가 도출되었을 가능성이 있다. 또한 깊이맵의 상세도가 더 세분화 되어야 할 필요성도 있다. 추후 연구를 위한 실험 방법으로 다양한 위치에 피사체를 위치시키고, 보다 많은 단계의 깊이차이를 두고 실험을 한다면, 영상의 주요 구도로 사용되는 버스트샷과 입체도형이 중심에 온 경우의 장면들에 대한 주 피사체의 깊이값 변화에 따른 효율적인 깊이맵 생성을 위한 가이드라인을 제시할 수 있을 것으로 판단한다. 또한, 본 연구에서의 실험은 편광방식을 적용하고 있는 LG 3DTV를 이용하여 수행되었고, 편광방식이 아닌 액티브 방식을 적용하고 있는 3DTV의 경우에도 동일한 결과를 보여 주는 지에 대한 연구는 하나의 추후연구로 남겨놓고 있다.

REFERENCES

Barkowsky, M., Cousseau, R., & Le Callet, P.(2011). Is visual fatigue changing the perceived depth accuracy on an autostereoscopic display? *SPIE 2011 Stereoscopic Displays and Applications XXII, San Francisco : United States (2011)*, 7863.

Choi, J.(2010). Visual fatigue evaluation and enhancement for 2D-plus-depth video. *Image Processing (ICIP), 2010 17th IEEE International Conference on*, 2981-2984.

De Silva, D.V.S.X., Fernando, W.A.C., Nur, G., Ekmekcioglu, E., & Worrall S.T.(2010). 3D VIDEO ASSESSMENT WITH JUST NOTICEABLE DIFFERENCE IN D EPTH EVALUATION. *Proceedings of 2010 IEEE 17th International Conference on Image Processing,* 4013-4016

Hewage, C.T.E.R, & Martini, M.G.(2010). Reduced-reference quality evaluation for compressed depth maps associated with colour plus depth 3D video. *Proceedings of 2010 IEEE 17th International Conference on Image Processing,* 4017-4020.

Kham, K. T, Hyung Chul O. Li, Seung Hyun Lee (2009). The effect of viewing distance and the speed of motion-in-depth on visual fatigue.(시각적 피로도에 영향을 미치는 시청거리와 깊이방향의 운동속도) The Journal of *Korean Society for Emotion & Sensiblity 12(2)*, 169-180

Kim Nam Kyu(2011). Human Factors for 3D Stereoscopic Images(3차원 입체영상에서의 휴먼팩터 연구). The Journal of Korean Institute of Information Scientists and Engineers *29(8)*, 48-54

Kim Sun Young(2011). study on the optimum viewing conditions of the 3D stereoscopic image according to the size of display(디스플레이 크기에 따른 3D 영상의 최적 시청조건에 대한 연구). *a master's thesis of Yonsei university*

Lee Won Jae, Choi Yoo Joo(2011). Analysis of Stereoscopic Video Conversion Process and Design of Stereoscopic Conversion Tools(2D 동영상의 3D 입체 변환 절차 분석 및 입체변환 전용 도구 제작을 위한 기능 설계). The Fall Conference of *Korea Information Processing Society, 18(2)*,

431-433.

Lee Hyung Chul(2010). 3D Human Factor: Implementation of User-friendly 3D Image(3D 휴먼팩터: 시청자 친화적인 3D 영사의 구현). The Journal of Korea Information and Communications Society 27(3), 36-41.

Lee Yoon Hyung(2011). Analysis of Visual Fatigue and Depth Perception in Stereoscopic Image(입체영상에서 깊이감과 시각적 피로도에 영향을 미치는 요인 분석). *a master's thesis of Soongsil university*

Sung Pil Moon(2011). Study on Industrializing Stereoscopic 3D Image Generated from 2D Image(2D Image로부터 Stereoscopic 3D Image 생성의 산업화에 관한 연구). *a master's thesis of Myongji university*

Yano, S., Ide, S., Mitsuhashi, T., & Thwaites, H(2002). A study of visual fatigue and visual comfort for 3D HDTV/HDTV images. *Displays 23*, 191-201.

원고접수: 2012.10.02
수정접수: 2013.01.03
게재확정: 2013.01.30