

안경식 스테레오스코픽 3DTV의 주관적 화질평가 방법에 대한 고찰

*이호동, 박민철
한국과학기술연구원
*juragic@kist.re.kr

Subjective Evaluation on Image Quality of Stereoscopic 3DTV

Lee, Ho-Dong, Park, Min-Chul
Korea Institute of Science and Technology

요약

본 논문에서는 안경식 스테레오스코픽 3DTV에 대한 효율적인 주관적 화질평가 방법에 대한 논의를 한다. 3DTV의 주관적 화질평가는 시각피로나 신체적 불편감을 유발하는 요인들을 규명하고 평가하여 사용자가 3D 영상물을 관람할 때 이들을 최소화하면서 콘텐츠 제공자가 의도한 입체 깊이를 시청자가 지각 할 수 있도록 도와 줄 수 있도록 가이드라인을 제공하기 위해 이루어진다. 주관적 화질평가를 위해 적절한 깊이감을 갖는 카메라기반의 실영상과 컴퓨터 그래픽 기반의 3D컨텐츠를 사용하였다. 설문은 디스플레이 자체와 3D컨텐츠에 대한 화질평가 구분을 하고, 전문가와 일반인들을 대상으로 이루어졌다. 주관적 평가에 앞서 평가결과에 대한 객관성을 유지하기 위해 Random-dot Stereogram을 이용하여 개인별 입체시 평가를 하였다. 일반인들의 경우 전문가들에 비해 상대적으로 응답편차가 많이 발생하였으나 전문가 집단과 일반인 집단의 설문응답 경향은 대체적으로 일치하였다. 전문가 그룹의 주관적 평가 결과를 적절히 반영하고 일반인들의 응답편차를 줄임으로써 3DTV에 대한 주관적 평가에 대한 시간과 비용을 효율적으로 줄일 수 있을 것으로 기대된다.

1. 서론

최근에는 평판 디스플레이 기술에 입체시를 제공하는 3D 디스플레이가 차세대 디스플레이로 각광을 받고 있다. 이와 더불어 3D 카메라 및 단말기와 같은 3D 기기에 대한 관심도 점차 높아지고 있다. 그러나 3D 기기 및 디스플레이는 인체 안전성을 확보하기 위한 휴먼팩터에 대한 체계적인 연구와 근거자료가 부족한 실정이다. 즉 사용자의 안전성을 위한 노력이 신중히 고려되어야 하는 시점이다[1].

현재 3DTV는 시장 진입의 초기 단계라 할 수 있다. 이 때문에 사용자가 안정적으로 3DTV를 사용할 수 있도록 객관적인 연구와 실험을 통해 증명된 정확한 정보를 제공할 필요성이 있다. 이렇게 검증된 자료는 먼저 사용자를 유해한 환경 내지는 사용방법으로부터 보호할 수 있다. 또한 3D디스플레이 및 콘텐츠를 제작하는 회사들로 하여금 연구개발 시간을 단축하고 제작공정상에서 능률을 증진시켜 경제적 효율성을 극대화 할 수 있다.

넓은 의미에서의 휴먼팩터는 인간이 가진 능력과 한계에 관한 지식을 이용하여 시스템을 설계하고 이들의 안전성, 효율성, 쾌적성 등을 실현하는 것을 목적으로 한다. 인간이 다양한 시스템과 상호작용하는 과정에서 어떻게 하면 안전하게, 편안하게 그리고 오류 없이 수행을 할 수 있도록 하는 가이드라인을 제공해 준다. 좁은 의미에서의 휴먼 팩터는 3D 시각피로나 신체적 불편감을 유발하는 요인들(시청자 요인, 콘텐츠 요인, 시청환경, 디스플레이 요인)과 인간의 공간 지각 사이의 함수 관계를 규명하는 것을 목적으로 한다[2][3]. 즉, 유해요인들을 규명하고 평가하여 3D 영상물을 관람할 때 보고되는 신체적 불편감이나 시각피로를 최소화하며, 콘텐츠 제공자가 의도한 입체 깊이를 시청자가 지각 할 수 있도록 도와 줄 수 있는 가이드라인을 제공해 준다.

기존의 2DTV와는 달리 3DTV는 보다 많은 휴먼팩터들이 관련되어 있다. 이와 같이 많은 휴먼팩터들이 혼재되어 있고 3D 디스플레이를 저마다 구현하는 방식이 서로 달라 객관적인 화질평가 문제를 한층 더 어렵게 하고 있다. 또한 주관적 화질평가의 경우 평가에 들이는 시간과 비용이 많아 연구개발 시간을 단축하고 제작공정상에서 능률을 증진시키기 위해서는 주관적 평가의 효율성을 고려해야 할 필요성이 있다.

본 논문에서는 안경식 스테레오스코픽3DTV에 대한 주관적 평가 방법을 제시하고, 전문가 집단과 일반인 집단 사이에서 발생하는 상관관계를 분석하고 이를 기반으로 주관적 평가에 대한 효율성을 높이는 방안을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 절에서는 본 논문에서 사용한 안경식의 스테레오스코픽3DTV에 대한 주관적 평가 방법에 대해 살펴본다. 3 절에서는 주관적 평가결과에 대한 분석을 하고 평가의 효율성을 높이는 방안에 대한 설명과 더불어 본 논문에 대한 결론을 맺는다.

2. 안경식 3DTV의 주관적 화질 평가 방법

입체시를 유발하는 인간의 시각 시스템은 크게 생리적 요인과 심리적 요인으로 구분할 수 있는데 생리적 요인에는 양안시차, 눈의 원근 조절, 폭주와 수렴조절, 운동 시차 등이 있다. 심리적 요인으로는 직선 원근, 물체간의 중복, 음영과 그림자, 텍스처의 구배 등이 있다. 최근의 스테레오 3DTV는 좌우영상을 분리하는 방식에 따라 안경식과 무안경식으로 나눌 수 있다. 안경식은 대체적으로 편광안경 또는 셔터안경 방식을 적용하고 있다. 무안경 방식은 시차배리어 방식과 렌티큘러렌즈 방식이 대표적이다.

본 논문에서는 안경식 스테레오 3DTV의 주관적 화질평가 방법을 제안하고, 실험을 통해 얻은 결과를 분석하여 주관적 화질평가의 효율성을 높이고자 한다. 화질평가를 위해 사용하는 3DTV는 편광안경방식과 서터방식을 이용하고 3D 콘텐츠는 실영상 기반의 3D콘텐츠와 3D 애니메이션을 사용하였다. 3D 콘텐츠의 시청시간은 각기 10분 정도로 하였다.

편광방식과 서터방식의 주관적 평가에 앞서 평가결과에 대한 객관성을 유지하기 위해 Random-dot Stereogram을 이용하여 개인별 입체시 평가를 하였다. 입체시 평가 프로그램은 최초 사용자의 정보, RDS 영상을 보여주는 시간, 입체시가 가장 큰 영역을 선택할 수 있는 시간을 설정하도록 프로그램 되었다.

설문문항은 응답의 일관성을 보기 위해 긍정질문과 부정질문을 함께 사용하였으며 점수 배점을 위해 5단계로 평가하도록 하였다. 설문은 3D 해상도, 색감, 명암비, 시청 위치 및 시야각에 따른 3D 입체감, 화면 겹침, 깜박거림, 눈의 피로도, 안경 편의성, 시청각도의 자율성 등의 항목으로 나누어 평가하였다. 평가자는 전문가 10인과 일반인 30인으로 총 40인에 대해서 설문 평가가 이루어졌다.

3. 주관적 화질 평가 분석

입체시 평가에 대해서는 40인 모두 입체를 무리없이 볼 수 있는 것으로 평가되었다. 하지만 3D전문가 10인의 입체시가 일반인의 평균 정도에 해당되어 3D 전문가라 할지라도 꼭 일반인 보다 우수한 입체시 능력을 갖고 있지는 않은 것으로 평가되었다.

편광안경 방식과 서터안경 방식은 3D 디스플레이를 구현하는 원리 자체가 다르기 때문에 3D 디스플레이로써의 특징도 다르게 나타난다. 편광안경 방식은 편광 회전방향에 따라 좌우영상을 분리하는 방식으로 편광필름 또는 편광유리를 디스플레이 전면부에 부착해 좌우영상을 디스플레이 하기 때문에 공간해상도 측면에서 전문가들의 평가가 다소 낮게 나왔다. 반면에 서터안경 방식은 좌우영상을 짧은 시간 동안에 번갈아 보여주기 때문에 깜박거림에 취약한 것으로 평가되었다.

전문가 집단과 일반인 집단에게 같은 질문이 제공되었지만 3D 분야에 오랫동안의 경험과 지식을 가지고 있는 전문가 집단이 질의 항목에 대해서 비교적 정확하게 답변하였으며 답변의 편차도 일반인들보다는 적었다. 편광방식과 서터 방식에 대해서 모두 비슷한 결과를 얻을 수 있었으며 그림 1은 서터 방식의 3DTV에 대한 비전문가 표준편차를 나타내고 있다. 비전문가의 표준편차의 평균이 0.8443이고 최대 표준편차를 갖는 사람은 1.4139 최저 표준편차를 갖는 사람은 0.4496로 나타났다.

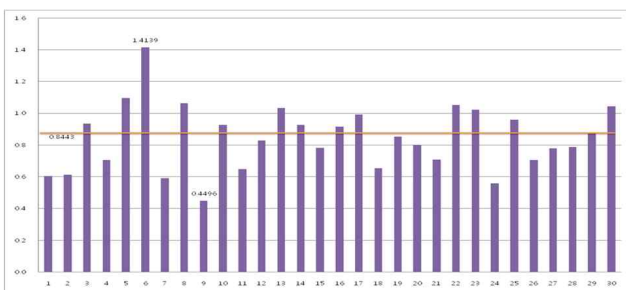


그림 1. 비전문가 집단의 표준편차

전문가 집단에서는 그림 2에서와 같이 표준편차의 평균이 0.7023이고 최대 0.9917, 최소 0.4635로 전문가별 설문에 대한 응답의 표준편차가 적은 것으로 나타났다. 하지만 전체 설문에 대해서 전문가 집단과 일반인 집단의 설문응답 경향은 대체적으로 일치하였다. 일반인들의 표준편차가 다소 높았던 것은 각 설문항목에 대한 이해의 부족과 차이를 식별할 수 있는 경험이 부족했던 것으로 분석된다. 개개인들의 각 설문항목에 대한 응답의 표준편차를 줄이기 위해서 표준편차를 일정하게 함으로써 정규화하는 방법을 사용하였다.

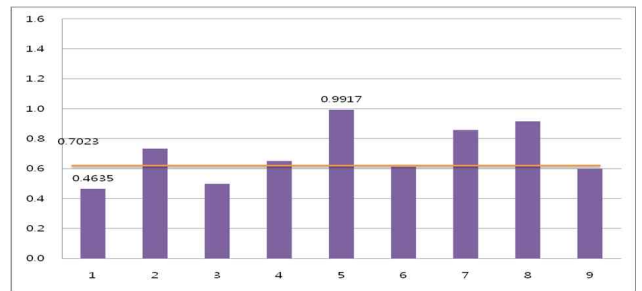


그림 2. 전문가 집단의 표준편차

정규화를 도입함으로써 표준편차는 감소하였으며 전문가 집단의 설문응답성향과 크게 차이를 보이지 않았다. 서터방식에 대해서도 비슷한 결과를 얻을 수 있었다. 이로써 모든 경우에 있어서는 아니겠지만 안경식 3DTV의 주관적 화질평가 시에는 많은 수의 일반인들을 대상으로 하는 실험보다는 적은 수의 전문가 집단의 평가가 효율적일 수 있다는 결론을 얻을 수 있었다.

4. 결론

본 논문에서는 안경식 스테레오스코픽3DTV에 대한 효율적인 주관적 화질평가와 분석에 대해 논의를 하였다. 편광방식과 서터 방식에 대해서 모두 같은 설문을 통해 주관적 화질평가를 하였으며 일반인들의 경우 전문가들에 비해 상대적으로 응답편차가 많이 발생하였지만 전문가 집단과 일반인 집단의 설문응답 경향은 대체적으로 일치하였다. 전문가 그룹의 주관적 평가 결과를 적절히 반영하고 일반인들의 응답편차를 줄임으로써 3DTV에 대한 주관적 평가에 대한 시간과 비용을 효율적으로 줄일 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

[1] 모토끼 토시오, 야노 수미오, "3차원 영상과 인간과학 - 3D 휴먼팩터를 중심으로", 진샘미디어, 2010
 [2] Bahram Javidi, Fumio Okano, "Three-Dimensional Television, Video, and Display Technology", Springer, 2002
 [3] Tam, W. J; Speranza, F.; Yano, S.; Shimono, K. Ono, H.; "Stereoscopic 3D-TV: Visual Comfort", IEEE Transactions on Broadcasting, Vol57, Issue2, Page335, June 2011