

양안식 3D 텔레비전 영상의 화질 평가와 분석

Quality Assessment and Analysis of Stereoscopic 3D Television Pictures

박대철*

Dae-chul Park*

요약

본 논문에서는 ITU-R 기고문과 권고안에 따라 양안 입체 영상에 대한 화질, 깊이감, 명료성, 실재감 항목을 모노 영상에 대비하여 DSCQS(Double-Stimuli Continuous Quality Scale) 방법을 사용하여 평정척도법에 의해 분석하였다. 평가 결과는 자연 실외 영상, 그래픽 영상, 실내 영상으로 구성된 평가 대상 영상에 대하여 전반적인 화질의 차나 명료성은 모노인 경우나 입체 영상인 경우나 별 차이를 나타내지 않았으나(대강 3.0 이상 ~4.0 이하), 입체 영상의 깊이감 인지와 실재감에 대해서는 입체 영상인 경우 모두 5.0등급 중 4.0 등급 이상을 나타내어 깊이감 및 실재감 정보가 주는 인상이 매우 큼을 시사해준다. 양안 3DTV 촬영이나 편집시 시차 등 휴먼 팩터로 평가결과가 고려되어야 할 것이다.

Abstract

In this paper, we carried out quality assessment and analysis of stereoscopic 3D Television pictures according to ITU-R contribution and recommendation by rating scales using DSCQS (Double-Stimuli Continuous Quality Scale) method. The evaluation results show that overall quality and sharpness of stereoscopic pictures revealed almost no difference compared to cases of mono pictures as to natural outdoor scenes, graphic images, and indoor scenes (about 3.0 above ~ 4.0), but depth perception and sensation of reality of stereoscopic images exhibit better quality performance over mono images as indicated more than 4.0 out of 5.0 grade. Evaluation results should be considered as human factors such as disparity when shooting and/or editing 3DTV.

Keywords : quality assessment of 3DTV picture , sharpness of stereoscopic pictures, depth perception, sensation of reality, picture quality analysis, scale rating, double-stimuli continuous quality scale

I. 서론

최근 3D 영화 '아바타'의 전세계적인 흥행과 CES 2010(국제전자제품박람회)에서 3D TV가 소개되고 남아공 월드컵 3D 방송으로 인하여 그동안 세계 여러나라에서 개발해왔던 3D 입체 영상 기술은 현실에 다가왔다. 영화뿐만 아니라 방송분야에서도 주로 위성 방송 인프라를 활용해 미국, 일본, 유럽 및 한국에서 시도되었고 우리나라의 경우 세계 최초로 SKY 3D 채널을 통해 24시간 방송이 되고 있다.

3D TV 방송 표준화 관련 동향을 살펴보면 3D 입체 영상 포맷 표준에 중점을 두어 SMPTE와 방송 매체별 3D TV 전송 표준을 다루는 ATSC, DVB 등에서 점차 시장이 형성되어가고 있으며, 3D 산업을 보다 활성화하기 위해 BDA, HDMI, CEA, 3D@Home 등에서 관련 산업 규격에 대한 제/개정 활동이 진행되고 있다. 또한 ISO/IEC 산하의 TC159 표준화분과에서 입체 3D 영상이 인간에 미칠 수 있는 영향에 대한 연구와 안전성 확보에

관한 표준화가 진행되고 있다. 또한 유럽 DVB 산하 DVB-CM에서는 DVB 3D-TV 방송을 위한 상용화 요구사항을 정의하고 기존 HDTV 프레임 호환성을 제공하는데 필요한 20여개의 요구사항을 정리하여 발표하였다[1]

우리나라에서는 TTA 산하 방송기술위원회(TC8)내에 3DTV 프로젝트 그룹(PG806)이 신설되어 표준화 작업이 추진되고 있으며, 3DTV 방송 송수신 정합 표준과 3DTV 방송품질평가 기술기준 및 안전 시청 가이드라인을 2012년까지 마련하는 것을 목표로 하고 있다. 실제 사물을 보는 것과 달리 특수 안경을 쓰고 강제로 원근감을 재현하여 느끼도록 만드는 3D 콘텐츠로 인하여 쉽게 피로감을 가져와 장시간 시청시 어지러움 증과 투통을 호소하는 경우도 있다. 하지만 최근 발달된 3D 영화 기법으로 인하여 2시간정도 시청하더라도 무리한 피로감 없이 시청할 수 있는 단계에까지 발전되었다. 하지만 아직도 3D TV는 두 눈의 초점 거리와 수렴 각도의 불일치, 좌우 영상의 차이가 반영되지 않는 영상의 차이, 시공간적인 과도한 차이의 변화를 등을 통해 시각적 피로를 유발하게 된다. 특히 안경 착용으로 인한 원근감, 선명도, 압축에 따른 화질 열화, 명료성, 실재감, 관측각도 등 휴먼 팩터를 입체감의 심리, 생리, 공간 인지, 인간 시각계, 시각 피로 등에 대한 전반적인 요인을 분

* 한남대학교

투고일 : 2010. 8. 4 수정완료일 : 2010. 10. 19

계재확정일 : 2010. 10. 29

※ 본 논문은 2010년도 한남대학교 교비 학술 연구 조성비지원에 의하여 연구되었음. (연구과제번호:2010A347)

석하는 3DTV 방송 화질 평가가 부분적으로 평가된바 있다[2,3]. 입체 3DTV 영상이 사용자에게 미치는 영향은 시청자의 3D 피로에 그치지 않고 사용자의 연령에 따라 3D 자극에 노출되는 4세 이전의 아동들에게겐 비정상적인 3D 자극에 의해 사시로 발달할 가능성이 있음을 ISO IWA3[4]는 경고하고 있으며, 또한 IWA3는 시각적 피로(Visual Fatigue)에 대한 7가지 항목의 가이드라인을 제시했으며, 국내에서도 영화진흥위원회가 2009년 8월부터 '디지털 3D 시네마 휴먼 팩터 연구'를 진행 중이다[5].

본 논문에서는 입체 텔레비전의 화질 평가를 위해 고려해야할 팩터로 2차원 영상과 양안 입체 영상의 화면 효과에 따른 심리 효과, 화면 크기에 따른 입체 영상이 주는 영향, 관찰각도에 따른 입체감의 효과 및 영향, 시거리 및 화면 해상도에 따른 입체감의 분석, 전송 주파수 대역제한에 따른 입체 3DTV의 화질 열화 현상, 입체 영상만의 고유한 화면 왜곡 현상(판지효과, 간섭 효과 등), 입체 3DTV 관람 시 안구운동의 조절과 주시점의 반응으로 인한 피로감, 기존의 2차원 TV 신호와의 호환성 문제 등 다양한 요인들 중에서 입체 영상의 화질, 입체 깊이감, 입체 명료성, 화면 크기에 따른 실재감 항목에 대하여 모노화질과 비교 분석 하려고 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 입체 텔레비전의 평가 방식에 대하여 간단히 설명한다. III장에서는 입체 텔레비전 화질 및 다른 평가 항목에 대한 평가 시험에 대하여 상세히 기술한다. IV장에서는 평가 시험과 데이터 분석 대해 설명하고 V장에서는 본 논문의 결론을 맺는다.

II. 입체 텔레비전 평가 방식

2.1 주관적 화질 평가법

화상과 음의 품질은 텔레비전 카메라, 마이크의 변환계 특성에서 시작하여 압축방식, 전송, 기록, 처리계의 특성 및 수신부의 여러 특성에 의해 크게 좌우된다. 화질이나 음질을 단계적인 카테고리(아주좋다(5), 좋다(4), 보통(3), 나쁘다(2), 아주나쁘다(1) 등)에 의해 평가하는 방법을 평정 척도법이라 한다. 입체 영상의 주관적 화질을 측정하는 표준 방법에 대한 필요성이 ITU-R 234/11 의제로 제안되었고 일본은 기고문 Document 10-11Q/34-E(1998년 5월 8일)[6]에서 입체 TV 영상의 주관적 화질 평가에 대한 기고문을 제안한바 있으며 캐나다는 기고문 Document 10-11Q/37-E (1999년 5월 11일)[7]에서 입체 영상 시퀀스의 주관적 화질, 깊이감, 명료성을 평가하기 위하여 2중 자극 연속 품질 척도(Double-Stimuli Continuity-Quality Scale:DSCQS)법을 적용하여 평가를 수행하였다. 이 DSCQS 방법은 모노 TV 영상의 주관적 화질 평가를 위해 널리 성공적으로 사용되어온 방법이다. 기고문 Document 10-11Q/37-E에서는 이 방법을 사용해 기본 화질의 주관적 평가 뿐만 아니라 입체 영상의 깊이감, 영상의 선명도에 대한 주관적 평가를 수행할 수 있음을 제시하였고 평가 결과

를 제시하였다. 각 국의 기고문에 기초하여 JWP10-11Q는 입체 TV 영상의 주관적 평가를 위한 새로운 권고 초안 Doc 11/119-E(1999년 5월 28일)를 작성하였고 그후 수정된 Doc 11/119(Rev.1)-E(1999년 6월 29일) 권고 수정안[8,9]을 제안하였다.

2.2 DSCQS 방법에 의한 입체 TV 화질 평가법

① 평가시험 계통도

평가 시험의 계통도를 그림 1에 나타내었다. 평정자는 신호원에서 직접 디스플레이에 들어가는 화상과 평가대상 시스템을 경유하여 제시되는 화상을 대조하여 평가한다. 단, [원화상 대 원화상]의 조합도 넣어둔다.

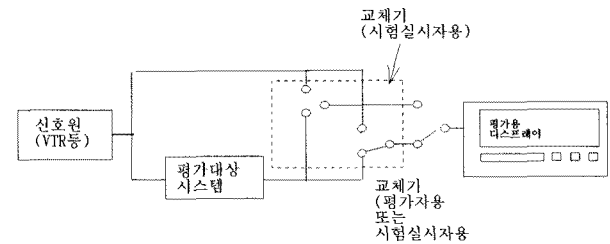


그림 1. 2중 자극 연속 품질 척도법에 대한 평가 시험 계통도에 대한 구성

Fig. 1. General arrangement for test system for double-stimuli continuous quality scale method

② 신호원

원 화상에 열화가 없는 것이 안정된 결과를 얻는데 중요하다. 따라서, 신호원은 D-1 VTR 이나 컴퓨터와 같은 디지털 신호 형태의 것이 좋다. 단, 원 화상에 열화가 있으면, 안전성에 영향을 미칠 가능성이 있다.

③ 관찰조건

5단계 품질 척도를 표 1에 보였다. 또 그 외의 조건으로, 다음 사항을 만족시킴이 바람직하다. 모니터는 22-26인치의 고품질의 것을 사용하고, PLUGE(Picture Line-Up Generation Equipment)신호로 밝기(Brightness)를 조정한다. 평가실을 평정자의 배후는 그레이 그 외에는 흰포로 덮는다. 평정자의 배치는 4H 3명, 6H 2명으로 한다. 단, ⑤의 제시법 (1)을 사용할 때, 평정자 한 사람씩 실시한다. 입체 텔레비전의 주관적 화질, 명료성, 깊이감, 심리적 영향 등을 척도화하기 위한 관찰 조건은 소스 제시 장치, 디스플레이 장치, 평정자 배치, 안경 착용 등과 같은 입체 영상 특유의 장치를 설정해야한다.

④ 세션

- 하나의 세션은 30분이상 (설명과 예비시험의 시간을 포함한다) 계속하지 않을 것
- 화상의 제시 수는 약 40이내로 할 것
- 동일 조건이 상태를 세션 내에서 두 번 제시 할 것
- 대다수의 평정자가 모든 단계에서 평정하고, 또 평가시험에 있어서의 모든 평점의 평균이 3에 가깝게 되도록 열화의 범위를 선택할 것
- 화상과 열화의 크기를 랜덤하게 조합하여 제시할 것

그러나 열화의 크기 여하에 관계없이, 동일한 화상을 계속 하여 제시하여서는 안된다

- 세션의 처음에 열화의 범위를 암시하는 몇장의 더미-화상을 넣어 결과를 처리할 때 그것들에 대한 데이터를 제외한다
- 단 ⑤의 제시법 (1)을 사용할 때, 열화의 범위를 조정할 필요가 없다

⑤ 평가 화상의 제시

제시 방법에는 다음 두 가지가 있다.

(1) 한 사람의 평정자에 대충의 화상을, 자유로이(보통 10 초간에 2-3회)교체시킨다.

(2) 정지 화상은 한 상태를 3-4초, 대략 5회(30-40초) 디스플레이 하고, 최후의 2회 제시중에 판정, 기입한다. 동화상은 하나의 시퀀스를 10초, 대략 2회 디스플레이 하고 2회째에 판정, 기입시킨다.

(주:권고에서는 (2)의 제시법에 의한 결과의 안전성은 아직 검토 중이라 한다) 단, 원화상이 먼저 인가 나중인가는 평정자에는 알리지 않고 원화상의 위치는 랜덤으로 변경한다.

표 1. 5. 단계 품질 척도

Table 1. 5. grade quality scale rating

평점	평가 용어
5	대단히 좋다(Excellent)
4	좋다(Good)
3	보통(Fair)
2	나쁘다 (Poor)
1	대단히 나쁘다 (Bad)

⑥ 평정자

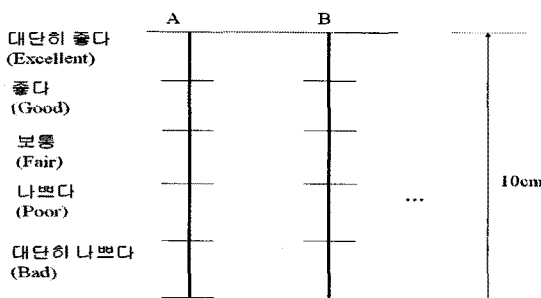
보통, 평가 시험의 경험이 없는 비전문가를 적어도 15명 사용한다. 또한 세션을 개시하기 전에 양안 시력과 색각, 입체 시각이 정상인가를 조사한다. 평정자에 대한 시력 테스트는 평가전에 이루어져야하며 이에 대한 평가 영상과 절차는 ITU-R Doc 11/119(Rev.1)-E(1999년 6월 29일) 권고 초안 문서[9]의 첨부물에 잘 기술되어 있다.

⑦ 평가 척도

대칭으로 제시되는 화상의 각각의 전체 화질을, 표 2에 표시한 평가 용지의 좌단에 쓰여진 5단계 품질 척도(표 1)와 대조하여 그래프상에 표시한다.

표2. 2중 자극 연속 품질 척도법의 평가시험 용지

Table 2. DSCQS evaluation sheet



⑧ 평가 화상의 선정

평가 대상 시스템에 대하여 적어도 4개의 "critical but not unduly so"인 화상을 선택할 것.

이것은 예를 들면 2개는 평가 대상으로서 명확히 엄격한 화상으로 하고, 나머지 2개는 적당히 엄격한 화상을 사용한다고 생각하면 된다. 입체 영상의 평정자 시력 평가와 입체 TV 영상 화질 평가를 위한 영상은 ITU-R Doc 10-11Q/43-E(1999년 5월 26일) 문서와 ITU-R Doc 11/119(Rev.1)-E(1999년 6월 29일) 권고 초안 문서의 첨부물에 잘 기술되어 있다.

⑨ 설명

평가법 (평가 척도, 제시 방법, 판정, 기입 등)과 생기는 열화의 종류에 대하여 평정자에 설명한다. 그리고 열화의 종류 설명에서는, 평가 시험에서 사용되는 화상과 다른 것을 준비하고, 또 가장 나쁜 화질이 척도의 최하위 단계에 해당된다는 암시를 해서는 안된다.

그 외에, 평정자의 이해를 명확히 하기 위하여 질문은 인정하나, 세션마다 교시가 달라져 편견을 주지 않기 위하여, 대답에는 주의해야한다.

⑩ 평가 결과의 표현

결과의 처리 방법에는 다음 2가지가 있다.

(a) 대칭으로 표시된 화상의 평점치의 평균치와 표준편차를 파라미터마다 계산한다.

(b) 평가 용지에 하단으로부터 표시된 곳까지의 길이를 측정하여, 0~100으로 정규화 한다. 그리하여 각각의 평가 대상 시스템에 대하여 그룹별, 시거리 별, 화상 별로 원 화상과 평가 화상의 양쪽의 평균 평점을 계산한다.(주:권고에서는 (b)의 쪽이 좋다고 하고 있다.)

그후에 위에서 얻은 평점을 0-1로 정규화하고,(평가 화상에 혼재시킨)원화상의 평균 평점과 1과의 차이만큼의 평점을 잔차 열화를 교정하여 logistic 곡선으로 근사화하여 imps (impairment units)로 표시한다. 또, 평가결과를 표현할 때의 병기사항은 평가전체의 평균 평점과 검정의 항목을 제외하고 2중 자극 열화 척도법의 ⑩과 같다.

2.3 입체 디스플레이 방식

입체 영상은 사람 눈의 4-6cm 분리에 의한 좌안과 우안 영상의 시차로 인해 서로 다른 시각적 관점을 갖게 된다. 이같은 서로 다른 시각적 관점에서 본 영상이 시력을 통해 뇌에 전달되며 깊이감으로 인식되게 된다. 입체 영상의 디스플레이도 똑같은 원리에 기초하고 있다. 입체 영상을 디스플레이하는 2가지 기본적인 방법은 LCD 서터에 기초한 능동형 디스플레이 방식과 광 편광에 기초한 편광 방식 수동형 디스플레이 방식이다.

3D-TV 디스플레이는 관측자에게 좌우 2안 영상을 각각 제공할 필요가 있다. 이같은 제시 방법에는 여러 가지가 있지만 본 논문에서는 능동형 입체 디스플레이 방식의 하나인 서터 안경 방식에 프레임 순차 방식을 따를 것이다. 현재 시정되는 3D-TV 수상기는 대부분 이 방식을 따르고 있기 때문이다.

III. 입체 텔레비전 화질 평가 시험

3.1 시험의 범위

본 논문에서는 디지털 입체 텔레비전 영상의 기본 화질 평가 방법의 탐구와 화질 평가 기준에 따라 영상의 품질과 시각적 피로 요인을 분석하고 개선하는 방법을 제안하고자 한다. 제안하려는 평가 방법과 기준은 기존의 모노 텔레비전 평가 방법인 CCIR 500-8 의 2중 자극 열화 척도법과 2중 자극 연속화질 척도법을 개선한 입체 텔레비전 화질의 주관적 평가 권고[10,11]에 입체 텔레비전의 휴먼 팩터를 고려한 입체 텔레비전 영상의 평가에 관련된 파라미터를 수용하여 평가가 이루어졌다. 구체적으로 입체 텔레비전 영상의 디스플레이 방식 및 주관적 화질 평가와 입체 TV의 휴먼 팩터(Human Factors)에 관한 간단한 주관적 평가(선명도, 깊이감, 입체 시력 등)에 대한 모의 실험을 위해 다음과 같은 내용의 연구와 실험이 수행되었다.

- 평정자의 입체 시력 능력 평가 방법 과 시력 평가 시험
- 입체 텔레비전 영상의 중요한 평가 항목들의 결정과 이에 기초한 평가
 - 안경 방식 입체 디스플레이 실험
 - 주관적 기본 모노 및 입체화질, 선명도, 깊이감, 실재감 시험(2중자극연속화질 척도법)

3.2 평가 시험 환경 설정

(1) 촬영 조건

대부분 현재 나와 있는 입체 영상은 양안(좌안 및 우안) 카메라를 사용하여 얻어진 것이다. 양안 시스템에 있어서 실재감을 포함하여 입체적 효과는 촬영에 사용된 두 카메라 사이의 거리, 렌즈의 초점 거리, 좌우안 렌즈의 광축 등과 같은 조건에 크게 의존하게 된다. 이같은 조건이 부적절하게 설정되게 되면 좌우안 영상은 융합되지 않거나 융합이 어렵게 되며 또한 입체 영상이 만들어지지 않을 것이다. 그러므로 입체 영상을 생성할 때 이같은 조건이 잘 설정되었는지를 확인하는 것은 매우 중요하다.

입체 혹은 3차원 영상의 평가 영상물은 보기에 자연스럽게 편리해야한다. 이같은 조건을 만족하고 또한 Keystone 변형(혹은 왜곡: 광축이 교차함으로 인해 발생하는 수직 시차에 기인한 왜곡 현상)을 방지하기 위하여 그림 2에 보인 바와 같이 정입체 촬영 조건이 보통 사용된다. 두 카메라사이의 거리는 보통 65mm이고 렌즈의 초점 거리는 12mm이며 43°의 시야 각도를 갖는 카메라를 사용한다. 이는 대부분의 입체 영상 프로그램 제작에 사용되는 파라미터이다.

(2) 평가 항목

일반적으로 기존 TV 영상에 적용된 평가 항목들 즉 해상도, 칼라 재현, 움직임 묘사, 전반적 화질, 명료성(sharpness), 깊이감 등이 입체 TV 영상 시스템에도 그대로 적용될 수 있다[7,8,9].

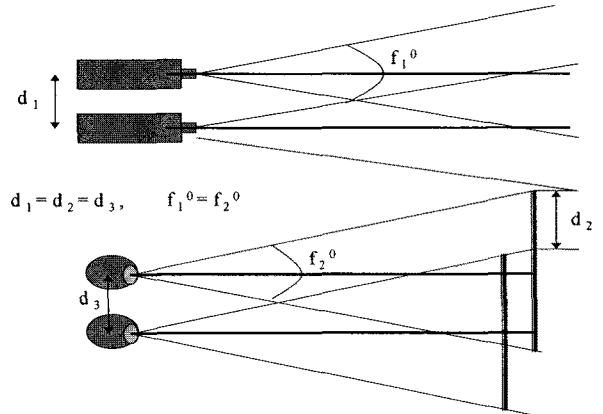


그림 2. 정입체 촬영 조건

Fig. 2. Orthostereoscopic shooting conditions

• 주관적 화질

입체 영상의 주관적 화질 평가에 대해서는 모노 TV 시퀀스에 사용되었던 것과 동일한 평가 절차와 등급 기준이 적용된다. 단지 차이점이라면 모노 영상 시퀀스대신에 입체 영상 시퀀스가 사용된다는 점이다.

• DSCQS 방법에 의한 깊이감 과 영상 명료성의 측정

DSCQS 방법은 주관적 모노 화질 평가 외에도 다른 입체 영상의 속성을 측정할 수 있도록 쉽게 변화시킬 수 있다. 이를 위해서는 평가자에게 주어진 지시 사항에 적절한 변경을 가함으로써 가능하다. 예를들어 화질 대신에 평가 항목으로서 깊이감 인지라든지 입체 영상의 명료성 인지를 측정하도록 조정하는 것이다. 이같은 속성을 측정하기 위한 지시사항을 만들어 제시하면 된다(부록 1-3).

그러나 이외에도 입체 TV 영상에 특유한 많은 다른 평가 요인들도 있다. 일부를 나열하면 다음과 같으며 다른 평가 요인들은 앞으로 더 연구가 필요하다.

• 깊이 해상도(Depth Resolution)

깊이 방향으로의 공간 해상도를 나타낸다. 깊이 방향으로의 거친 해상도는 입체 TV 영상의 화질을 저하시킨다.

• 깊이 방향으로의 움직임 (Depth Motion)

깊이 방향을 따라 운동 혹은 움직임이 부드럽게 재생되느냐에 관련된 요인

• 상정 효과 (Puppet Theater Effect)

재생된 3-D 영상에 나타나는 왜곡의 한 현상을 설명해 준다. 입체적인 물체는 가끔 비자연스럽게 크게 보이거나 작게 보이는 효과를 말한다.

• 판지 효과(Cardboard Effect)

재생된 3-D 영상에 나타나는 또 다른 형태의 왜곡 현상을 설명해준다. 입체적인 물체의 3-D 위치가 입체적으로 인식되지만 부자연스럽게 얇게 보인다.

• 좌안, 우안 화상의 화질차

압축 부호화된 좌안, 우안 영상의 화질차로 인한 부자연스러움 혹은 입체 디스플레이 시스템의 좌우 장치의 비대칭적 요인에 의한 교정 허용 범위 등에 대해 기술한다.

• 실재감(Sensation of Reality)

모니터 화면의 크기와 입체 영상의 결합은 관측자로서 하여금 현실 세계에 존재하는 것과 같은 착각을 일으키도록 하는 실재감을 더욱 느끼게 한다. 입체 TV 화면의 크기에 따른 실재감의 정도에 대한 평가는 입체 모니터 설계에 도움을 준다.

그러나 본 논문의 “양안 3D-TV 영상의 평가”에 있어 평가용 영상물의 구입 어려움과 평가용 장치의 설정에 어려움으로 인해 주로 입체 정지 영상을 기준으로 한 입체 화질 비교, 입체 깊이감, 전반적인 입체 영상의 명료성, 입체 영상의 실재감 등에 대한 평가를 모노 텔레비전 영상의 경우와 대비하여 평가하는 것으로 국한하고자 한다.

3.3 관측 조건 및 장치 셋업

모노 텔레비전 화질 평가의 권고인 ITU-R BT. 500-8과 입체 텔레비전 영상의 화질 평가에 대한 권고인 ITU-R BT. 1438[10]에 기초하여 관측 조건의 설정과 장치 설정을 이행하게 될 것이다.

“II장의 입체 텔레비전 평가 방식”에서 현행 기술이 지원하는 보편적인 두가지 방법 즉 능동형 디스플레이 방식과 수동형 디스플레이 방식을 소개하였다.

본 논문에서는 능동형 입체 디스플레이 방식과 LCS(Liquid Crystal Shutter) 안경 방식을 사용하는 순차 시간 분할에 의한 120Hz로 sync-doubling 하는 방법을 사용하고자 한다.

이 방법을 사용한 입체 디스플레이의 구성은 경제적이며 한 개의 프로젝터(혹 컴퓨터)만을 필요로 하기 때문에 프로젝터간의 동기를 필요로 하지 않는다. 이를 정리하여 요약하면 표 3과 같다.

3.4 평가용 입체 영상의 특성

평가용 입체 영상으로서 가져야할 특성은 일상 생활의 활동이나 기존 모노 텔레비전 영상에서 쉽게 볼 수 있는 종류의 영상물이어야 하며 관측자들이 쉽게 입체 영상내의 물체 크기나 깊이 감을 인지할 수 있는 것이라야 한다.

이런 이유로 인해 일반적으로 입체 동영상과 정지 입체 영상물에 대한 주 대상으로서 인물 중심의 영상들을 택하였다. 정규 모노 텔레비전 영상 프로그램에서와 같이 배경 장면은 스포츠, 음악 프로그램, 연속극, 여행 등 광범위한 장르 가운데서 선택되었다.

표 24. 평가에 사용된 입체 디스플레이 시스템과 관측 조건
Table 3. Stereoscopic display system and viewing conditions used for assessment

디스플레이 장치	LCD 빔 프로젝터(Sharp TLP511U) 1대 와 29" 비디오 모니터(Presenta S29) 1대, 15" 비디오 모니터 1대(삼정)
화면 크기	프로젝터 사용시: 82.0cm x 57.0cm(중형비: 4:2.78) (스크린 사이즈: 155.0cm x 87.2cm) 비디오 모니터 사용시: 29" (실제 사용 모니터는 Presenta S29 29" 비디오 모니터) (스크린사이즈: 54cm x 41 cm(중형비 4:3))
가시거리대 화면크기 비	4H (4x41.0cm)
사용 안경	LCS 안경 (Nuvision사의 무선 60GX): 30%이상 광투과성을 가질 것 LCD 셔터 안경의 열림과 닫힘은 2.8ms, 0.2ms 이하일 것
디스플레이의 피크 휘도	70 cd/m2(안경 통과 후 21 cd/m2)
피크 휘도에서 상대 프로젝터에 의한 간섭량	0.4 cd/m2
그레이 스크린의 휘도비	10 cd/m2
입체 디스플레이 방식	순차 시간 분할(interlaced field-sequential) 배속 싱크 방식(동 영상: 640x240/120/4:1)
관측 거리	4H(H는 디스플레이의 높이)
최대 관찰 각도	모든 평정자의 위치에 양호한 시청이 되도록 한다.
관측실 조도	가능한 어둡게 한다(10룩스 정도).

ITU-R Doc. 11/119(Rev.1)-E에 명시된 정상적인 평가용 입체 동영상물은 모두 디지털 HDTV VTR 포맷으로 녹화되었고 CD-ROM 형태의 매체로도 가능하다[9]. 기본 포맷은 1125/60/2:1의 디지털 포맷을 가지고 있다. 정지 입체 영상물에 대해서는 촬영에 사용된 카메라의 렌즈는 75mm의 초점 거리를 가지며 카메라 간격은 60mm로 되어 있다. 양안 렌즈의 광축은 서로 평행하며 촬영시 사용된 필름은 코닥 EPR 70mm가 사용되었으며 디지털 형태의 데이터를 얻기 위해 드럼 타입의 스캐너가 사용하였다.

3.5. 평가용 영상의 예

실험에 사용된 입체 영상은 여건상 입체 정지 영상으로 국한하였다. 입체 동영상은 장치 설치의 어려움과 고가의 영상물 구입에 따른 비용 부담으로 인하여 실시하지 못하였다. 입체 정지 영상은 VRex 사의 입체 영상 포맷인 JPS를 사용했으며 sync doubling에 의한 상하(Top/Bottom) 방식의 필드 시퀀셜 디스플레이 방법에 적합하도록 편집되었다. 좌우안 영상의 해상도는 각각 대부분 800x600 이상이며 1024x768의 해상도도 일부 사용되었다. 화면 중형비가 4:3이 되도록 편집하였으며 평가에 사용된 영상의 특성을

분류해보면 다음과 같다.

가. 시력 평가 영상

2개의 컴퓨터 그래픽 영상 과 2개의 자연 풍경 영상으로 구성되어 있으며 그래픽 영상은 모두 +/- 시차를 갖으며, 자연 영상 중 하나는 - 시차(물체가 스크린 밖으로 튀어 나옴)를 갖도록 하였다. 자세한 내용은 표 4에 요약되었다[주:시력 검사용 영상물은 일본 ITE(영상정보 및 텔레비전 기술자 학회)로부터 얻을 수 있다].

나. 입체 요인 분석 영상

전체 영상의 수는 12개이며 내용 별로 분석해보면 5개의 자연 풍경 영상, 2개의 그래픽 영상, 3개의 실내 영상, 1개의 예술품 영상, 1개의 야외 자동차 영상으로 되어 있다. 이 가운데 + 시차를 갖는 영상은 4개이며 나머지는 모두 - 시차를 갖는다. 자세한 내용은 표 4에 요약되었다.

3.6 평가 항목의 선정 과 평가 절차

ITU-R Doc. 11/119(Rev.1)-E를 참고하면 실제 입체 TV 영상 화질의 평가는 크게 3개의 부분 즉 입체 시력 평가, 입체 정지 영상 평가, 입체 동 영상 평가로 나누어 행해져야 한다. 시력 평가의 주 목적은 정상 입체 시력자를 가려내기 위한 것이고 입체 정지 영상 과 동 영상 평가는 평가 항목에 따라 개별적으로 평가되어야 한다. 여기에 사용된 주요 평가 항목으로는 입체 평가 요인으로 작용하는 5개의 항목으로 구성되어 있다. 모든 영상에 대해 이 모든 항목을 평가할 수는 없으며 선택적으로 영상의 특성을 고려하여 필요한 평가 항목을 시험하였다.

- 모노 및 입체 영상의 화질
- 모노와 입체 영상의 전반적인 깊이감(입체감)
- 모노와 입체 영상의 전반적인 입체 영상의 명료성
- 모니터 크기에 따른 입체 영상의 실재감

3.7 평가자

실제 평가자는 남자 13명 과 여자 7명으로 구성되었고 대부분 학부 학생(20세-24세)과 대학원 생(25세-40세)으로 구성되었으며 영상분야의 전공과는 거리가 먼 비전문가 그룹으로 구성되었다. 평균 나이는 25세 이다. 모든 평가자들에 대해 정상 깊이감 인지 능력, 시력, 칼라 분별 시력, 콘트라스트 민감도 등을 평가하기에 앞서 테스트하였다. 여기에 합격된 사람들만이 평가에 임하도록 하였다. 실제 평가에 임한 사람의 총수는 20명이다.

표 4. 시력 평가 및 입체 요인 평가에 사용된 정지 영상 특성
Table 4. Characteristics of stereo images used for visual acuity and stereoscopic factor

분류	내 용	주요 평가 요인
입체 시력 평가	컴퓨터 그래픽: 텍스트 영상, +/- 시차 영상	- 시차 배경 인식, + 시차 텍스트
	컴퓨터 그래픽 영상: 공 모양 물체, +/- 시차 영상	+/- 시차 동시 인식,
	자연 영상: 과일, 야채, 다양한 칼라 영상	다양한 칼라 인식, 정입체
	자연 영상: 단풍잎, +/- 시차 영상	자연 영상의 +/- 시차 인식
입체 요인 분석	자연 풍경(화상 1): 시골 야외 풍경 과 집, 도로	화질, 깊이감, 선명도
	자연 풍경 (화상 2): 백합꽃,클로즈업, - 시차 존재	화질, 깊이감, 선명도, 입체감, 박진감
	자연 풍경 (화상 3): 바다, 절벽, 수풀, 원근법 촬영	화질, 깊이감, 선명도
	그래픽 영상 (화상 4) : 문자, +/- 시차	박진감, 입체감
	그래픽 영상 (화상 5): 불 모양 물체들, 칼라, +, - 시차	박진감, 입체감
	실내 영상 (화상 6): 실내 전시 영상, 사람, 책상 등	화질, 깊이감, 선명도, 왜곡
	실내 영상 (화상 7): 실내 농구 영상, 사람, 관중	화질, 깊이감, 선명도, 왜곡
	예술품 (화상 8): 조각 상 , + 시차	박진감, 입체감
	실내 영상 (화상 9): 음악 연주와 야간 무대	화질, 깊이감, 선명도, 왜곡
	자연 풍경 (화상 10): 잔디 숲속, 소나무	화질, 깊이감, 선명도

IV. 평가 시험과 데이터 분석

II장 2.2절의 DSCQS 방법에 의한 입체 TV 화질 평가법에서 언급한 평정 척도법에서는 5단계의 등급(Category)으로 평가점수를 부여하게 되는데 카테고리 1에서부터 5까지 한 스텝씩 변화한 수치(단극 척도)를 할당하게 된다. 이렇게 임의로 부여된 등급의 점수간의 거리가 같다고 하는 보장은 전혀 없다. 이런 의미에서 평정 척도는 척도에 할당된 수치가 엄밀하게 거리를 표시하는 것이 아니라 단순히 순위를 표시하는 것(순시척도)에 지나지 않는다.. 그러나 척도값과 물리량의 함수 관계를 구하는 등 엄밀하게 거리를 나타내는 척도를 구하고 싶은 경우에는 평정 척도법에서 얻어진 데이터에 계열 범주법에 의한 처리를 수행함으로써 거리척도를 구하게 된다. 계열범주법은 인간의 판단분포가 정규분포하다고 하는 가정에 기초하고 있다. 계열 범주법에 의한 데이터 분석 방법은 참고문헌[11,12]를 참고하기 바란다. 입체 화질 및 관련 평가 항목에 대한 데이터 분석은 계열 범주법에 의해 작성된 부록 4의 입체 화질 평가 처리 절차를 따라 진행되었다. 다음은 평가 과정을 간략히 살펴본 것이다.

- 평가 데이터의 수집 (부록 5의 표 1)
- 평가자의 평가 데이터를 평가 항목별로 등급을 나탄낸 표를 만든다. 화상 1에 대한 평가 데이터 표를 나타내면 표 5와 같다. 화상 1에 대한 데이터 처리 과정만 설명하고 최종 평가 결과를 분석하고자 한다. 이하 화상 2-10에 대한

데이터 표 및 중간 처리 과정은 똑 같기 때문에 생략하고 최종 평가 결과만을 부록 5의 표 1에 나타내었다.

▪ 범주별 빈도수와 빈도비율의 계산(표 6 과 7)
 f_{ij} = 범주별 빈도수, $i=1,2,\dots,5$ (범주인덱스), $j=1,2,\dots,8$
 8(평가 항목 인덱스). 범주별 빈도 비율
 $p_{ij} = f_{ij}/MN$

▪ 범주별 누적 도수 및 누적 빈도비율의 계산 (표 8)
 표 6으로부터 누적 빈도수(F_{ij}) 와 누적 빈도 비율(P_{ij})을 구한다.

$$F_{ij} = \sum_i \sum_j f_{ij} u(i,j), \text{ 여기서 } u(i,j) \text{는 단위 계단 함수이다.}$$

$$P_{ij} = \sum_i \sum_j p_{ij} u(i,j) \tag{2}$$

표 5. 화상 1에 대한 점수 평가 데이터
 Table 5. Score evaluation sheet for image 1

시험화상 종류	평가항목	평정자수																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
화상1	모노화질	4	3	3	3	4	4	4	5	3	4	4	4	4	4	4	2	3	5	5	
	입체화질	5	4	5	4	4	3	5	5	4	3	4	5	4	4	5	4	3	1	5	5
	모노깊이감	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	5	4	4	3	4	5	3	1	4	1
	입체깊이감	3	5	5	4	4	4	5	5	3	4	5	5	3	5	4	5	4	4	5	5
	모노선명도	4	4	4	4	3	4	3	4	3	4	5	5	5	4	4	4	2	4	4	5
	입체선명도	4	4	2	3	4	3	5	5	4	2	5	5	4	4	4	4	2	4	5	5
	실재감 15"	4	4	3	3	3	2	3	3	2	4	5	3	3	4	4	5	3	2	4	3
	실재감 29"	2	5	5	4	4	4	4	5	4	5	5	4	5	5	4	5	4	4	5	4
화상 1	자연 풍경(화상 1): 시골 야의 풍경 과 집, 도로																				

(1) 여기서 N= 시험 반복 회수(=1), M= 평정자 수.
 우리의 경우 시험 반복 회수는 1번이므로 N=1이다.

표 6 범주별 도수 분포의 계산

Table 6. Computation of categorized frequency distribution

범주별 도수 분포: f_{ij}		범주(j)					
시험화상 종류	평가항목(i)	범주(j)					
		1	2	3	4	5	합계
화상1	모노화질	0	1	5	11	3	20
	입체화질	1	0	3	8	8	20
	모노깊이감	2	0	11	5	2	20
	입체깊이감	0	0	3	7	10	20
	모노선명도	0	1	3	12	4	20
	입체선명도	0	3	2	9	6	20
	실재감 15"	0	3	9	6	2	20
	실재감 29"	0	1	0	10	9	20
	모노화질	0	0	3	11	6	20
	입체화질	0	2	5	5	8	20

표 7. 빈도 비율의 계산

Table 7. Computation of

빈도비율 : p_{ij}		범주					
시험화상 종류	평가항목	범주					
		1	2	3	4	5	합계
화상1	모노화질	0.00	0.05	0.25	0.55	0.15	1.00
	입체화질	0.05	0.00	0.15	0.40	0.40	1.00
	모노깊이감	0.10	0.00	0.55	0.25	0.10	1.00
	입체깊이감	0.00	0.00	0.15	0.35	0.50	1.00
	모노명료성	0.00	0.05	0.15	0.60	0.20	1.00
	입체명료성	0.00	0.15	0.10	0.45	0.30	1.00
	실재감 15"	0.00	0.15	0.45	0.30	0.10	1.00
	실재감 29"	0.00	0.05	0.00	0.50	0.45	1.00

표 8. 누적 빈도비율의 계산

Table 8. Computation of cumulative probability

누적 빈도비율: P_{ij}		범주					
시험화상 종류	평가항목	범주					
		1	2	3	4	5	합계
화상1	모노화질	0.00	0.05	0.30	0.85	1.00	1
	입체화질	0.05	0.05	0.20	0.60	1.00	1
	모노깊이감	0.10	0.10	0.65	0.90	1.00	1
	입체깊이감	0.00	0.00	0.15	0.50	1.00	1
	모노명료성	0.00	0.05	0.20	0.80	1.00	1
	입체명료성	0.00	0.15	0.25	0.70	1.00	1
	실재감 15"	0.00	0.15	0.60	0.90	1.00	1
	실재감 29"	0.00	0.05	0.05	0.55	1.00	1

▪ 누적 정규 분포의 역함수값 과 그 역함수값에 대한 정규 확률밀도함수값의 계산 (표 9)

표 8에서 p_{ij} 에 대응하는 역함수값 Z_{ij} 을 MATLAB 통계패키지에 제공된 함수 $Z_{ij} = \text{norminv}(p_{ij}, 0, 1)$; $\phi(Z_{ij}) = \text{normpdf}(Z_{ij}, \mu, \sigma, 0, 1)$ 을 이용하여 구한다.

정규 밀도 분포의 확률값은 정규 확률 밀도 함수

$$\phi(Z_{ij}) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp(-Z_{ij}^2/2) \tag{3}$$

을 이용하여 구해진다.

표 9. 정규 확률밀도 함수 값 $\phi(Z_{ij})$ (종좌표)의 계산
Table 9. Computation of normalized probability density function $\phi(Z_{ij})$

정규 확률밀도 함수 값(종좌표) : $\phi(Z_{ij})$						
시험화상 종류	평가항목	범주				
		1	2	3	4	5
화상1	모노화질	0.00	0.10	0.32	0.40	0.23
	입체화질	0.10	0.00	0.23	0.39	0.39
	모노깊이감	0.18	0.00	0.40	0.32	0.18
	입체깊이감	0.00	0.00	0.23	0.37	0.40
	모노명료성	0.00	0.10	0.23	0.39	0.28
	입체명료성	0.00	0.23	0.18	0.40	0.35
	실재감 15"	0.00	0.23	0.40	0.35	0.18
	실재감 29"	0.00	0.10	0.00	0.40	0.40

▪ 종좌표의 차 (표 10)

표 9중의 첫번째 범주의 종좌표값에서, 한 상위범주의 종좌표값을 뺀다. 얻어진 차는 범주의 상한과 하한의 종좌표값의 차가 된다. 즉,
 $\varphi_{ij} = \phi(Z_{i,j-1}) - \phi(Z_{i,j})$ (4)
 단 여기서 초기 조건은 $\phi(Z_{i,0}) = 0$ 이다.

표 10. 종좌표의 차(φ_{ij})

Table 10. Difference of normalized probability density function

종좌표의 차: φ_{ij}						
시험화상 종류	평가항목	범주				
		1	2	3	4	5
화상1	모노화질	0.00	-0.10	-0.21	-0.08	0.16
	입체화질	-0.10	0.10	-0.23	-0.15	0.00
	모노깊이감	-0.18	0.18	-0.40	0.08	0.14
	입체깊이감	0.00	0.00	-0.23	-0.14	-0.03
	모노명료성	0.00	-0.10	-0.13	-0.15	0.11
	입체명료성	0.00	-0.23	0.06	-0.22	0.05
	실재감 15"	0.00	-0.23	-0.16	0.05	0.17
	실재감 29"	0.00	-0.10	0.10	-0.40	0.00

▪ 범주의 중심값 (표 11)

범주의 중심값 계산을 위해서는 범주 번호 j 의 중심치 Z_{ij} 를 다음과 같이 구한다.

$$Z_{ij} = \frac{\varphi_{ij}}{p_{ij}} \quad (5)$$

표 11. 범주의 중심치(Z_{ij}) 계산

Table 11. Computation of center value of category

범주의 중심치: Z_{ij}						
시험화상 종류	평가항목	범주				
		1	2	3	4	5
화상1	모노화질		-2.06	-0.86	-0.14	1.08
	입체화질	-2.06		-1.55	-0.38	0.00
	모노깊이감	-1.75		-0.72	0.31	1.42
	입체깊이감			-1.55	-0.39	-0.06
	모노명료성		-2.06	-0.87	-0.26	0.53
	입체명료성		-1.55	0.58	-0.49	0.16
	실재감 15"		-1.55	-0.36	0.16	1.72
	실재감 29"		-2.06		-0.80	0.01
(중간 생략: 부록 5 참조)						
범주간 중첩값(A_i)		-38.27	-5.88	-31.44	-15.04	42.00
전체 합계(S_i)		-38.27	-86.86	-58.77	-21.11	42.00
중첩값-합계= B_i			32.39	55.42	43.73	63.11
중첩갯수 K		19	16	57	64	64
범주간의 비(B_i/K)		0	2.02	0.97	0.68	0.99
구간 누적 비중 C_i		0.00	2.02	3.00	3.68	4.67

▪ 각 평가 항목별 심리척도상의 위치와 화질 등급의 계산 (부록 5의 표 1)

표 11의 범주 중심값이 지금까지의 절차로 구해졌기 때문에 이것을 사용하면 보통의 도수분포와 거의 같게 취급된다. 즉, 어느 평가 화상과 평가 항목을 조합하여 맞춘 각 화상에 대하여 평가 항목별(i) 척도로서 측정된 화상의 화질 값(화질수준) Q_i , 과 분산 S_i^2 를 구할수 있다.

$$\text{단, } Q_i = \sum_{j=1}^5 p_{ij} C_j, S_i^2 = \sum (p_{ij} C_j)^2 - (\sum p_{ij} C_j)^2 \quad (6)$$

$$i = 1, 2, \dots, 8 (= 2 \times 4)$$

부록 5의 표 1을 참조하여 평가 결과를 종합하면 자연 영상(800x600 해상도 이상), 그래픽 영상(800x600 해상도 이상), 실내 영상(800x600 해상도 이상)에 있어 전반적인 화질의 차는 모노인 경우나 입체 영상인 경우나 별 차이를 나타내지 않았으며(대강 3.0 이상 -4.0 이하) 입체 영상의 깊이감 인지에 대해서는 모두 4.0 등급 이상으로 매우 깊이감 정보가 주는 인상이 큼을 시사해준다. 따라서 입체 텔레비전 영상의 평가에 있어 깊이감(입체감)에 대한 평가 항목은 주요한 팩터가 되며 관측자가 장시간(30분 이상) 피로도 없이 입체 영상의 효과를 충분히 살리기 위하여 촬영 시나 편집시 +/- 시차량의 상하한을 결정하는 요소로 평가되어야 할 것이다.

또한 소형 화면(15")에 비해 대형 화면(29")이 화면 크기(화면 크기 29")에 따라 실재감이 증가됨을 나타내 보였으며 현실감 있고 관측자가 3차원 세계를 실재하는 것처럼 느끼기 위해서는 어느 정도의 화면 크기를 유지해야함을 시사해준다. 모노와 입체 영상의 명료성(혹은 선명도) 측면

에서는 전반적인 화질 평가의 경우와 같이 입체 영상인 경우 영상의 선명도를 그대로 유지됨을 보여준다. 이상에서 화질은 평가화상에 관계없이 약 4.5 일정하게 된다. 이상을 종합하여 판단하건데 관측자가 입체 영상을 실재감 과 입체감 평가 항목에 대해서는 모두 4.0 이상의 등급을 부여했고 이는 입체 영상의 화면 크기, 시차 정도의 허용 한계를 결정하는 중요한 휴먼 팩터로 작용할 것이다.

본 연구에서는 고려되지 않은 평가 항목이지만 ITU-R Doc. 10-11Q/37-E(11 May 1999) 캐나다 기고문에서 공간 해상도의 변화에 따른 화질, 깊이감, 명료도 성능을 살펴보는 평가 결과가 제시되었다. 이는 입체 텔레비전 영상의 적정 해상도의 결정에 중요한 팩터로 작용한다고 본다. 일반적으로 공간 해상도의 저하는 화질 과 명료성 면에서 큰 영향을 받음을 알 수 있다[7].

본 논문의 평가 항목으로 고려되지는 않았지만 관측자와 디스플레이 장치간의 관측 각도에 따라 입체감 및 전반적인 화질 평가에 영향을 미친다는 것이 NHK 방송 기술 연구소에 의해 평가되었다. 이는 입체 영상물을 관측할 때 일정한 보는 화질 등급을 유지하기 위해서는 관측 각도 (viewing angle)의 기준도 필요함을 시사해준다[13]. 이외에도 눈의 피로도, 박진감, 관측 편이성, 시차 분포 등 여러 평가 항목을 추가하여 평가되었고 회귀분석 방법을 사용하여 항목간의 연관성을 조사하여 분석한 결과를 제시하였다 [2].

V. 결 론

본 논문에서는 ITU-R 기고문과 권고안[9,10]에 양안 입체 영상에 대한 화질, 깊이감, 명료성, 실재감 항목을 모노에 대비하여 DSCQS 방법을 사용하여 평정 척도법에 의해 분석하였다. 평가 결과를 종합하면 자연 실외 영상, 그래픽 영상, 실내 영상으로 구성된 평가 대상 영상에 대하여 전반적인 화질의 차는 모노인 경우나 입체 영상인 경우나 별 차이를 나타내지 않았으나(대강 3.0 이상 -4.0 이하), 입체 영상의 깊이감 인지에 대해서는 입체 영상인 경우 모두 4.0 등급 이상으로 깊이감 정보가 주는 인상이 매우 큼을 시사해준다. 따라서 입체 텔레비전 영상의 평가에 있어 깊이감(입체감)에 대한 평가 항목은 주요한 팩터가 되며 관측자가 장시간(30분 이상) 피로도 없이 입체 영상의 효과를 충분히 살리기 위하여 촬영시나 편집시 +/- 시차량의 상하한을 결정하는 요소로 평가되어야 할 것이다. 결정하는 요소로 평가되어야 할 것이다. 결정하는 요소로 평가되어야 할 것이었어야 결정하는 요소로 평가되어야 할 보였으며 현실감 있고 관측자가 3차원 세계를 실재하는 것처럼 느끼기 위해서는 어느 정도의 화면 크기를 유지해야함을 시사해준다. 이는 입체 영상의 화면 크기, 시차 정도의 허용 한계를 결정하는 중요한 휴먼 팩터로 작용됨을 말해준다. 모노와 입체 영상의 명료성(혹은 선명도) 측면에서는 전반적인 화질 평가의 경우와 같이 입체 영상인 경우 영상의 선명도를 그대로 유지됨을 보여준다.

양안 3DTV의 상업적 요구사항을 만족하기 위해서 장시간 입체 영상물이 어린이나 청소년 등에 노출되는 경우 이에 따른 영향을 실제적으로 분석하는 휴먼 팩터를 심도 있게 더 연구해나가야 할 것이며, 양안 3DTV 생산 시험 과정에 전반적인 화질(깊이감, 명료성, 실재감, 피로도, 시차 등) 항목에 대한 평가가 이루어지는 표준이 만들어져야 할 것이다.

참고 문헌

- [1] DVB, "DVB Commercial Requirements for DVB 3D-TV," DVB Bluebook A11, July 2010
- [2] Hirokazu Yamanoue, Shinji Ide, Makoto Okui, Fumio Okano, Mineo Bitou, and Nobuyoshi Terashima, "Parallax distribution for ease of viewing in stereoscopic HDTV," NHK Laboratories Note No. 477, Mar. 2002
- [3] A. Benoit, Patrick Le Callet, Patrizio Campisi, and Romain Cousseau, "Quality Assessment of Stereoscopic Images," EURASIP Journal on Image and Video Processing, Volume, 2008
- [4] IWA3:ISO, International Workshop Agreement 3.
- [5] 이형철, "3D 휴먼 팩터: 표준화와 안전 시청의 구현," 방송공학회지 15권 1호, pp. 110-115, 2010
- [6] ITU-R SG10/11, "Adjustment of video sequence to be used in conjunction with Recommendation ITU-R BT.500," ITU-R Doc. 10-11Q/34-E, 8 May 1999
- [7] ITU-R SG10/11, "Using the Double Stimulus Continuous-Quality Scale(DSCQS) Method To Evaluate Subjective Quality, Depth and Sharpness Of Stereoscopic Images Sequences," ITU-R Doc. 10-11Q/37-E, 11 May 1999
- [8] ITU-R SG10/11, "Proposed Modification Of The Preliminary Draft New Recommendation For Subjective Assessment of Stereoscopic Television Pictures," ITU-R Doc. 10-11Q/43-E, 17 May 1999
- [9] ITU-R SG11, "Draft New Rec. ITU-R BT.[Doc. 11/119]: Subjective Assessment of Stereoscopic Television Pictures," ITU-R Doc. 11/119(Rev.1)-E, 29 June 1999
- [10] ITU-R Rec. BT.1438, "Subjective assessment of stereoscopic television pictures," ITU-R Question 234/11 BT. 1438, 2000
- [11] H. Yamanoue et. al., "Stereoscopic Test Materials," Proc. SPIE, Vol. 12, No.4, pp. 19-24, 1998
- [12] R.H. Horst, "A Demonstrator for Coding and Transmission of Stereoscopic Video Signals," Proc. of 4th European Workshop on Three Dimensional Television, pp.247-255, 1993
- [13] S. Yano et. al., "Stereoscopic HDTV: Experimental System and Psychological Effects," SMPTE Journal, pp. 14-18, Jan. 1991

부록 1. 입체 화질 평가를 위한 지시 사항

본 평가 시험에서 평정자는 입체 비디오 영상물의 전반

적인 화질을 평가하게 될 것이다. 전반적인 화질이란 영상물 내용이 좋고 나쁨을 의미하지 않고 단지 비디오 화면에 나타나는 외적인 화질을 의미한다.

화질 평가에 대한 가능한 질문들은 다음과 같은 것을 포함하되 이것들에만 국한되지 않는다.

- 영상의 섬세한 부분의 일관성 없는 재현이나 저하된 재생
- 칼라, 밝기, 혹은 깊이감의 저하된 재생
- 움직임의 저하된 재생
- 잘못된 패턴의 출현이나 번짐과도 같은 불완전성
- 입체 화상내의 물체 왜곡 이나 불균형 같은 현상
- 명료성의 저하된 영상 재생 등등

(공통지시사항) 평가 시험은 일련의 판정으로 구성 되어 있으며 평정자의 각 판정은 평가 용지에 점수를 마크하도록 구두로 알려오게 된다. 각 판정마다 4번의 같은 평가 영상물이 제시될 것이다. 평가를 위한 영상물의 제시 패턴은 A(15초), grey(5초), B(15초), grey(5초), A(15초), grey(5초), B(15초) 순이 되며 A, B 중의 하나는 기준 영상이 되며 다른 하나는 평가 대상의 영상이 된다. 그러나 어느 것이 기준 영상이며 평가 대상 영상인지는 평정자에게 사전에 알려지 않는다. 실제 평가 시험에 들어가기 전에 데모용 평가 시험 과정을 소개하게 된다.

부록 2. 화질 명료성 평가를 위한 지시 사항

본 평가 시험에서 평정자는 입체 비디오 영상물의 전반적인 화질 명료성을 평가하게 될 것이다. 전반적인 화질 명료성이란 평가 영상물의 (물체의) 경계면의 선명, 영상물 자체의 명료성에 대한 화질을 의미한다. 예를 들면 제시되는 비디오 영상물에 나타난 물체들이 명료하고 선명하기 때문에 대단히 좋다(excellent)라고 평가할 것이다. 반대로 제시되는 비디오 영상물에 나타난 물체들이 뚜렷하지 않고 희미하고 불분명하기 때문에 대단히 나쁘다(very bad)라고 평가할 것이다. 그러나 평가 영상물의 선호도에 기인한 요인 때문에 영상의 화질 명료성 평가에 영향을 주어서는 안 된다. 나머지는 부록 1의 공통지시사항과 동일하다.

부록 3. 전반적인 깊이감 평가를 위한 지시 사항

본 평가 시험에서 평정자는 입체 비디오 영상물의 전반적인 깊이 감을 평가하게 될 것이다. 전반적인 깊이 감이란 평가 영상물의 분명한 3차원 입체감을 의미한다. 예를 들면 제시되는 비디오 영상물에 나타난 물체들이 공간상에 잘 분리되어 선명하게 나타나면 대단히 좋다(excellent)라고 평가할 것이다. 반대로 제시되는 비디오 영상물에 나타난 물체들이 평면적으로 나타내보이면 입체감이 불분명하기 때문에 대단히 나쁘다(very bad)라고 평가할 것이다. 그러나 평가 영상물의 선호도나 전반적인 화질에 기인한 요인으로 인해 전반적인 영상의 입체감 평가에 영향을 주어서는 안 된다. 나머지는 부록 1의 공통지시사항과 동일하다.

부록 4. 입체 화질 평가 처리 절차

시험의 실시	자극제시법	모노 영상을 15초간 제시하고 5초 블랭크후 입체 평가 영상을 15초간 제시한다. 위 과정을 한번 더 반복한다.
	응답의 기입 방법	두번 반복후의 블랭크의 5초동안에 해당되는 화질 카테고리(범주) 번호를 용지의 소정란에 기입한다.
	순쉬운 취급방법	없음(전체실시회수가 12종×2번/종 = 24회, 영상 1개당 1분 소요. 총 소요시간은 1분/종 × 12종 = 24분).

지금부터 모니터 상에 5초간의 처음 블랭크 후 15초간 모노 화상이 제시됩니다. 15초가 지나면 다시 블랭크가 5초 계속된 후, 15초간 입체 화상이 다시 제시됩니다. 다시 블랭크 5초 동안 지속되며 위 과정을 한번 더 반복합니다. 평가 결과를 평가 용지에 등급을 판정하여 해당 등급 칸에 x 마크를 합니다. 그 번호를 시험 순서에 따라 기입하여 주십시오. 이외의 부호(+, -, .5, 등등)는 기입하지 말아 주십시오. 주관적 입체 평가 영상은 2종류의 평가에 12종의 영상으로 구성되어 있어 총 24회(12종 영상 x 2종류평가 = 24

부록 5. 화상별 화질 과 평가 항목에 따른 등급

부록 5 표 1: 화상별 화질 과 평가 항목에 따른 등급

화상별 화질 과 평가 항목에 따른 등급			
시험화상종류	평가항목	화상 조합수	화질 Q _i
화상1	모노화질	1.00	3.58
	입체화질	1.00	3.79
	모노깊이감	1.00	3.04
	입체깊이감	1.00	4.07
	모노명료성	1.00	3.69
	입체명료성	1.00	3.66
화상2	실재감 15"	1.00	3.22
	실재감 29"	1.00	4.04
	모노화질	1.00	3.88
	입체화질	1.00	3.74
	모노깊이감	1.00	3.27
	입체깊이감	1.00	4.27
화상3	모노명료성	1.00	3.94
	입체명료성	1.00	4.02
	실재감 15"	1.00	3.47
	실재감 29"	1.00	4.06
	모노화질	1.00	3.58
	입체화질	1.00	3.79
화상4	모노깊이감	1.00	3.31
	입체깊이감	1.00	4.26
	모노명료성	1.00	3.48
	입체명료성	1.00	3.97
	실재감 15"	1.00	3.36
	실재감 29"	1.00	3.99
화상5	모노화질	1.00	3.71
	입체화질	1.00	3.74
	모노깊이감	1.00	2.61
	입체깊이감	1.00	3.96
	모노명료성	1.00	3.52
	입체명료성	1.00	3.63
화상5	실재감 15"	1.00	3.41
	실재감 29"	1.00	3.66
	모노화질	1.00	3.67
	입체화질	1.00	3.93
	모노깊이감	1.00	2.98
	입체깊이감	1.00	4.47
화상5	모노명료성	1.00	3.53
	입체명료성	1.00	4.16
	실재감 15"	1.00	3.59
	실재감 29"	1.00	4.22

부록 5 표 1: 화상별 화질 과 평가 항목에 따른 등급
(계속)

화상별 화질 과 평가 항목에 따른 등급			
시험화상 중 류	평가항목	화상조합수	화질 Q _i
화상6	모노화질	1.00	3.64
	입체화질	1.00	3.74
	모노깊이감	1.00	3.34
	입체깊이감	1.00	4.27
	모노명료성	1.00	3.63
	입체명료성	1.00	3.52
	실재감 15"	1.00	3.64
	실재감 29"	1.00	4.14
화상7	모노화질	1.00	3.18
	입체화질	1.00	3.62
	모노깊이감	1.00	2.84
	입체깊이감	1.00	4.12
	모노명료성	1.00	3.39
	입체명료성	1.00	3.72
	실재감 15"	1.00	3.43
	실재감 29"	1.00	3.76
화상8	모노화질	1.00	3.63
	입체화질	1.00	3.88
	모노깊이감	1.00	3.35
	입체깊이감	1.00	4.34
	모노명료성	1.00	3.53
	입체명료성	1.00	4.19
	실재감 15"	1.00	3.42
	실재감 29"	1.00	4.04
화상9	모노화질	1.00	3.27
	입체화질	1.00	3.24
	모노깊이감	1.00	2.58
	입체깊이감	1.00	3.79
	모노명료성	1.00	2.93
	입체명료성	1.00	3.51
	실재감 15"	1.00	3.31
	실재감 29"	1.00	3.91
화상10	모노화질	1.00	4.01
	입체화질	1.00	4.01
	모노깊이감	1.00	3.36
	입체깊이감	1.00	4.39
	모노명료성	1.00	3.74
	입체명료성	1.00	4.07
	실재감 15"	1.00	3.74
	실재감 29"	1.00	4.31



박 대철(Dae-chul Park)

1977년 2월 서강대 전자공학과(공학사)
 1985년 12월 Univ. of New Mexico, USA, 전
 기컴퓨터공학과(공학석사)
 1089년 5월 Univ. of New Mexico,
 USA, 전기컴퓨터공학과 (공학박사)

1977년 3월 ~ 1982년 12월 국방과학연구소 연구원

1989년 6월 ~ 1993년 8월 ETRI 선임연구원

1991년 7월 - 1992년 6월 미국 Columbia University CIR 객원연구원

2000년 3월 ~ 2001년 2월 미국 텍사스 주립대학교 전자과 객원교수

※ 주관심분야 : 디지털영상처리, 3차원 영상 디스플레이
 멀티미디어 이동통신 응용