

# 초고선명TV의 휴먼 팩터

□ 문성철\*\*\*, 박민철\*\*\*, Sumio Yano\*\*\* / \*한국과학기술연구원 센서시스템 연구센터  
\*\*과학기술연합대학원대학교 HCI 및 로봇응용공학과  
\*\*\*Electrical and Electronic Systems Engineering, Shimane University

## 1. 서론

디지털 신호처리 및 디스플레이 기술의 발달로 2010년에는 입체감을 제공하는 3DTV가 처음으로 등장하였고 2011년에는 네트워크 통신 기술에 기반한 스마트TV가 새로이 선을 보였다. 물론 기술적으로나 개념적으로는 그 이전부터 구현이 되어 있었지만 시장에서 일반인들이 거리낌 없이 사용하게 된 것은 시기적으로 대략 이렇게 구분할 수 있다. 2012년은 전 세계적으로 기존의 아날로그 방송이 디지털 방송으로 전환되는 시기라 할 수 있다. 물론 미국이나 일본에서는 먼저 디지털 방송전환이 추진되었지만 국내에서는 일반 시청자들의 부담과 방송에 필요한 여러 기술과 장비의 국산화 등을 고려해 일부 지연되었다.

3DTV를 통해 흥미로운 경험을 하고 스마트TV를 통해 더 넓은 세계를 경험한 시청자들은 이제 집

안에서 극장에서와 같은 현장감과 몰입감을 제공하는 초고선명TV(UHDTV, Ultra High Definition TV)를 올해부터 본격적으로 접하고 있다. 초고선명TV가 제공하는 현장감과 몰입감은 시청자 입장에서의 휴먼팩터와 관계되는데 디스플레이 패널의 광색영역, 해상도, 시야각, 시청거리와 청각적 특성을 고려한 스피커, 채널 및 사운드 재현 등이 고려될 수 있다. UHDTV는 <그림 1>과 같이 디스플레이 패널의 해상도에 의해 QFHD(Quad Full High Definition, 3840X2160)과 Super Hi-Vision(7680X4320)으로 분류된다. 시각적 측면뿐만 아니라 청각적 측면도 22채널 이상을 사용하여 보다 현장감 있는 생생한 사운드를 재생하는 것을 목표로 하고 있다. 단, 다수의 채널과 스피커를 사용하면 일반 가정에서 사용하기에는 어려움이 있는 관계로 같은 효과를 내지만 보다 적은 수의 스피커를 사용하는 기술이 연구 중에 있다. 3DTV측면에서 해상

도를 가지고 단순 비교하면 현재의 Full HD급의 2 시점 영상이 초고선명TV에서는 16시점으로 확장될 수 있다. 이렇게 되면 좌·우 시차(Horizontal parallax)뿐만 아니라 상·하 시차(Vertical parallax)를 동시에 구현 할 수 있게 된다. 즉, 다시 점 내지는 완전시차(Full parallax) 개념을 도입할 수 있고 이것으로 인해 시역이 넓어지게 된다. 초고선명TV의 패널 구현방식에 따라 차이가 있을 수 있으나 현재 3DTV 구현기술 보다 입체감이 월등히 향상될 것으로 기대된다.

초고선명TV가 표현할 수 있는 광색영역, 해상도 및 시야각에 관한 표준화 현황에 대해서는 참고문헌 [1, 3]에 잘 나타나 있다. 그 밖에 광시야각을 갖

는 초고선명TV 장치에서는 시스템 프레임 주파수도 매우 중요하다. 이는 시스템 프레임을 결정하는 중요한 요인으로써 동체시력(Dynamic Visual Acuity)이 고려되기 때문이다. 이 때문에 동체시력과 시야각의 상관관계를 규명할 필요가 있다. 즉, 광시야(Wide Field of View)가 구현됨에 따라 물체를 추적하는 범위가 넓어지기 때문에 동체시력이 향상될 가능성이 존재하기 때문이다. 기존 프레임 주파수에서는 영상 흐림 등이 감지되기 쉽고 화질의 저하가 일어날 수 있기 때문에 Matsuo 등(2007)은 동체시력과 광시야각 간의 상관관계를 규명하여 광시야각 초고선명TV 영상 시청 시에서는 60Hz이상의 프레임 주파수가 필요함을 증명하였다[9].

**16** A total TV experience for the eyes and ears **22.2**  
**PICTURE SOUND**  
**times the resolution of Hi-Vision** **multichannel sound**

Each Super Hi-Vision image packs 33 megapixels of visual information. That's 16 times more information than today's Hi-Vision (HDTV)—and you know how good that looks. Super Hi-Vision images are so detailed, so convincing, you'll feel that you yourself are right there where the camera is.

Super Hi-Vision is presented in 22.2 multichannel sound, a huge improvement over HDTV's already outstanding 5.1ch surround. You are simply immersed in sound and again, the experience is so immediate that you feel you're right there, hearing everything with your own ears.

**33 megapixels**  
 7680 Pixels (1920x4)  
 2 megapixels  
 1920 Pixels

Super Hi-Vision: a giant leap beyond Hi-Vision  
 With its 33 megapixels, Super Hi-Vision represents a giant leap forward in image clarity compared to the 2 megapixels of regular HDTV. If like you watch TV at HDTV resolution on a bigger screen, or you can keep the same screen size and enjoy Super Hi-Vision resolution. Various ways are being developed to present the images in different resolutions.

**22.2 multichannel sound**  
 Digital broadcast: 5.1ch surround  
 Digital broadcast: stereo  
**new dimensions in sound**

〈그림 1〉 초고선명TV를 소개하기 위한 NHK 기술연구소의 기술자료  
 (출처: [http://www.nhk.or.jp/digital/en/super\\_hi/NHKSUPER-HiV\\_english.pdf](http://www.nhk.or.jp/digital/en/super_hi/NHKSUPER-HiV_english.pdf))

## II. UHDTV 휴먼팩터 연구 동향

초고선명TV 개발에 있어서 사람의 시청각 특성을 고려한 인간과학적 요소는 매우 중요하다[7]. ITU-R에서는 고품질 영상에 대한 TV시청조건을 제시하는데 상대시거리(Dynamic Viewing Distance)를 이용하고 있다. HDTV는 3H(H:화면 높이), SDTV에서는 6H를 제시하는데 이 시청조건은 시각 1도에 대해서 주사선 수가 1개 필요하며 시력 1.0의 시청자가 주사선구조가 보이지 않게 되는 해상도를 의미한다. 수평시청화각에 대해 이 비율을 따르면 HDTV에서는 약 30도가 된다. 동일한 조건에 있어서 4,320의 주사선을 가지면 16:9의 비를 갖는 초고선명TV에서는 상대시청거리가 0.75H가 되어 수평시청화각은 100도가 된다. 일반적으로 디스플레이를 시청할 시에 시청화각이 크면 클수록 입장감이 높아지며 이에 따른 연구결과들이 보고되고 있다. 시청화각 38도 화상을 기준으로 하여 70도까지의 시청화각과 입장감의 상관관계를 평가한 결과 입장감은 시청화각 60도 이상에서 포화되는

것으로 보고되었다. 하지만 평가 시에 “입장감”이라는 단어를 제시하여 평가하는 것만으로는 편향된 결과가 유발될 수 있는 것으로 보고되고 있다. 시청자가 선호하는 시청거리(Preferred Viewing Distance) 또한 정지 화면에 대해서 입장감과 주사선구조가 보이지 않게 되는 조건을 이용하여 설계된 시청거리와는 반드시 일치하지 않고, 화면크기, 디스플레이 휘도, 영상내용에 따라 많은 영향을 받는 것으로 나타나고 있다[7]. <표 1>에 UHDTV와 HDTV간의 주요 스펙을 비교하였다.

휴먼팩터란 광의의 관점에서 시스템을 설계하고 구현하는데 인간의 특성(능력과 한계)을 고려하여 이들의 안전성, 효율성, 쾌적성 등을 확보하는 것을 일컫는다[6]. 현재 휴먼팩터의 의미는 3D가 인체에 미치는 부정적 영향으로 인해 그 개념이 안전성에 국한되어 협의적으로 통용되고 있다. 이는 IWA(International Workshop Agreement)3:2005 기술 문서에서 규정된 3D 시각피로, 영상멀미, 광 과민성 발작에 대한 고위험군 분류 및 이들에 대한 인체 안전성 확보에 대한 강조의 영향으로 사료된다. 이런

<표 1> UHDTV와 HDTV간의 주요 스펙 비교

	Parameters	UHDTV	HDTV
Video	No. of pixels	7,680×4,320(8K) 3,840×2,160(4K)	1,920×1,080
	Scanning	Progressive	Interlaced
	No. of bit/pixel	10, 12 bit	8, 10 bit
	Chroma Format	4:4:4, 4:2:2	4:2:0
	Aspect ratio	16:9	16:9
	Field/Frame Frequency	60 Hz	60 Hz
Audio	No. of channels	22.2 channel	5.1 channel
	Sampling frequency	96, 48 kHz	48, 44.1, 32 kHz
	No. of bit/sample	16, 20, 24	16, 20, 24

영향으로 기존의 3D 휴먼팩터 연구는 3D의 인체안진성 확보에 중점적으로 맞춰져 왔다. 이들 연구들은 주로 3D가 시기능이나 시인지에 미치는 부정적 영향에 대해 주관적, 객관적 평가방법을 이용하여 최적 시청파라미터를 규명하기 위한 연구를 진행해 왔다 [2,10]. 그러나 광의의 관점에서 다양한 디스플레이의 시역이나 거리 및 기타 요인이 인체에 미치는 긍정적 영향에 대한 연구는 미비하다. 휴먼팩터 평가 방법은 크게 주관적, 객관적 평가방법으로 분류되며

두 개의 평가방법은 상호보완적으로 사용된다.

주관적 휴먼팩터 평가방법은 특정 사실에 대해 경험한 바를 자기보고형식으로 설문지를 이용하여 평가하는 방법이다. 일반적으로 인간이 올바른 판단에 의해 자신의 상태를 사실대로 보고한다는 가정 하에 널리 이용되고 있는 방법이다. 다양한 개인차 요인과 인지적 판단이 결합되어 특정사실에 대해 느낀 바를 간편하게 보고받을 수 있다는 점에서 각광받고 있다. 또한, 이용되는 설문항목은 내적타당도와 판

〈표 2〉 3D 시각피로 주관 평가 설문항목 (이형철, 2010)

	1점 --- 2점 --- 3점 --- 4점 --- 5점	Score
	매우 그렇지 않다 ---- 보통이다 ---- 매우 그렇다	
시각적 스트레스	피롭다(힘들다)	
	시청(실험)을 그만하고 싶은 욕구가 있다	
	스트레스를 받는다	
	신경이 날카로워지는 느낌이다	
	피곤하다	
	혼란스럽다	
	멍해지는 느낌이다	
	머리가 아프다	
	눈을 감고 싶은 욕구가 있다	
	졸리다	
	속이 울렁거린다	
어지럽다		
안구통증	눈이 빠근하다	
	눈이 뻑뻑한 느낌이다	
	눈이 충혈 된 느낌이다	
	눈이 아프다	
	눈이 건조해 지는 것 같다	
	눈 주변(언저리)에 통증을 느낀다	
	눈 안쪽에 통증을 느낀다	
	눈물이 고이는 것 같다	
	시력이 저하되는 듯한 느낌이다	
눈 깜박거림이 시간이 지날수록 증가한다		
신체적 통증	어깨가 빠근하다	
	목이 빠근하다	
	등이 아프다	
	팔과 손가락이 아프다	
상호립	상이 이중으로 보인다	
	상이 뚜렷하게 보이지 않는다(흐리게 보인다)	
	원하는 곳에 초점을 맞추기 힘들다	

별타당도 등이 고려된 탐색적 요인분석과 확인적 요인분석을 통한 과학적인 통계방법에 의해 도출되어 지거나 국제표준에서 정해진 평가항목을 그대로 이용하고 있다. 주관평가방법은 크게 탐색적 연구, 영상자체의 질을 평가하는 화질평가, 사용자의 불편감을 평가하는 설문평가로 나눌 수 있다. 탐색적 연구는 기존의 변인 외에 새로운 변인의 가능성을 확인하는 절차이다. 화질 평가는 영상의 공간적 텍스처의 복잡도와 영상 내의 객체들의 움직임에 대한 시간 변화량에 따라 테스트 영상을 분류하고 분류된 영상들에 대한 공간 해상도, 컬러포맷, 프레임률, 압축률, 시청거리 등의 파라미터 요인의 세부 수준을 달리하여 주관적 화질평가를 수행한다.

사용자의 불편감을 평가하는 설문평가방식은 다수의 하위요인으로 구성된 독립된 여러 요인들을 토대로 내적 타당도가 검증된 설문지 상에 자극에 노출되기 전, 후에 각기 평정을 실시하여 그 변화의 유의미한 차이를 검증하는 방식으로 통용되고 있다. 대표적인 설문지로는 이형철(2010)이 개발한 3차원 시각피로 측정 설문지가 있다[2]. 이 3D 주관적 시각피로 측정 도구는 208명의 주관적 피로 설문데이터를 바탕으로 탐색적, 확인적 요인분석을 통해 도출되었다. <표 2>는 도출된 29개의 항목으로 구성된 시각적 스트레스, 안구통증, 신체적 통증, 상하림의 4가지 요인을 보여준다.

객관적 휴면팩터 평가방법은 인간의 생체신호(EOG, ElectroOculoGram; ECG, ElectroCardioGram; EEG, ElectroEncephaloGram; EMG, Electro-MyoGram; GSR, Galvanic Skin Response; SKT, SKin Temperature; PPG, PhotoPlethysmoGram 등)를 기반으로 자극에 노출되기 전, 중, 후의 생리적 변화의 차이를 정량적으로 분석하는 방법이다. 객관적 평가방법은 생리적 매커니즘에 따라 크게

시각 기능, 인지 기능, 자율신경계 측정 등의 세 부분으로 분류된다. 시각 매커니즘을 평가하는 시기능 측정은 주로 특정 자극에 대한 수렴과 조절기능의 상대적, 절대적 변화를 측정한다.

자율신경계는 말초신경계의 대표적인 신경계 중 하나로서 교감신경계와 부교감신경계로 이루어져 있다. 인체의 항상성(Homeostasis)을 유지하기 위해 상호작용하는 두 가지 신경계의 변화를 측정하여 외부자극에 대한 체내의 스트레스 정도를 측정할 수 있다. 이러한 자율신경계를 나타내는 지표로는 주로 심전도(ECG), 피부온도(SKT), 피부전기반응(GSR), 광혈류량(PPG) 등이 있으며 이런 자율신경계의 지표를 이용하여 시각피로, 영상멀미 등을 측정한 연구들이 다수 존재 한다. 교감과 부교감 신경계의 변화를 반영하는 자율신경계 측정방법들은 인체의 생리적 균형을 평가할 수 있다는 점에서 각광받고 있으나 비교적 극단적인 자극에 의해 측정되어야 명확한 생리적 차이가 두드러진다는 점과 외부 환경의 노이즈에 취약하다는 한계점이 있다.

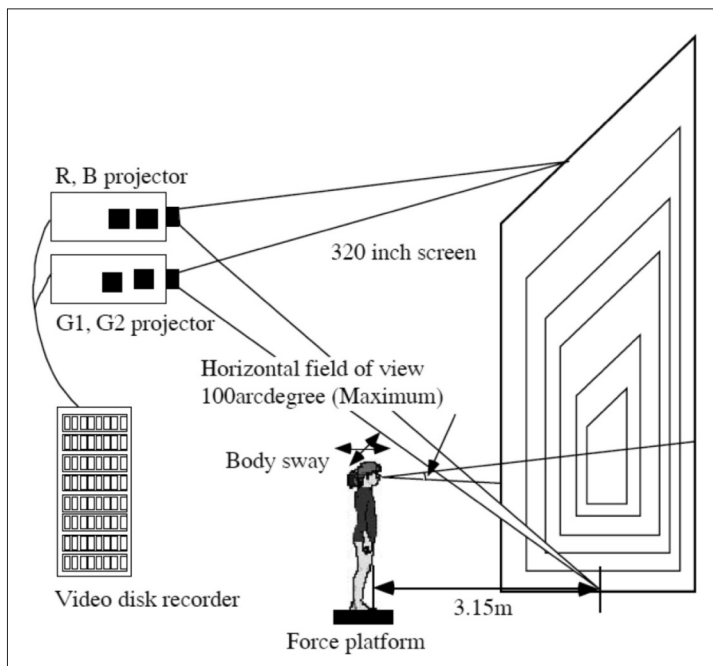
생체 신호 기반 객관적 휴면팩터 평가 방법이 신체에서 측정되는 반응을 정량화 한다는 점에서는 신뢰성이 높으나 개인의 생리신호에 변이차가 심하고 외부 환경에 크게 좌우되므로 노이즈에 로버스트한 평가 프로토콜과 정확한 신호처리를 위한 알고리즘이 지속적으로 개선되어야 한다. 또한 여러 센서들을 부착해야 하기 때문에 실험 전에 부정감성이 유발되어 편향된 실험결과가 도출될 가능성도 배제할 수 없다. 최근의 연구 동향은 이러한 단점을 보완하기 위해 주관적 평가방법과 객관적 평가방법을 동시에 수행하여 측정방법에 대한 신뢰성을 높이고 있다. 그러나 기존 연구들의 경우 주관적, 객관적 휴면팩터 평가방법의 일부만을 고려하여 특정 자극에 대한 인간의 심리적, 생리적 반응을 제한적으로 평



가하고 있다. 다양한 디스플레이 시청에 의해 유발되는 시각피로를 주관적, 객관적 평가방법을 이용하여 통합적으로 동시에 측정할 시 그 피로 자체가 만성적 피로가 아닌 일시시간이 지나면 회복이 가능한 일시적 피로라는 점에서 유발된 피로의 즉각적인 측정이 객관적으로 정확한 절차에 의해 빠르게 이루어지고 자극에 대한 기억의 간극을 최소화 할 수 있는 평가 프로토콜이 고려되어야 한다.

UHDTV의 휴먼팩터 관련 연구는 일본 NHK가 1990년대 중반부터 관련 연구개발 사업을 지속적으로 이끌어오고 있다. 초기 연구의 대부분은 UHDTV의 세부 스펙(사운드 채널의 수, 최적해상도, 고용량 비디오 신호 압축 기술, 광색역 체계 등)에 주로 초점이 맞추어져 왔으나 현재는 초고선명 멀티서라운드 TV가 제공하는 현실세계의 투영을

정량적으로 측정할 수 있는 휴먼팩터 연구가 주를 이루고 있다. Emoto 등(2006)은 UHDTV가 제공하는 실재감(Presence)을 휴먼팩터의 관점에서 조사하였다. 즉, 인간이 실제로 볼 수 있는 시역계를 최적으로 스크린에서 표현하여 이것이 사람에게 미치는 영향을 정량화하고자 하였다. 그들은 UHDTV가 제공하는 높은 시, 공간 해상도와 와이드 비전이 사람에게 미치는 현실감과 몰입감을 주관적, 객관적 평가방법을 통해 조사하였다. 요인분석(Factor analysis)을 통해 도출된 선행연구를 바탕으로 실재감을 가장 적절히 측정할 수 있는 형용사 어휘(Presence, Powerfulness, Comfortableness, Depth, Degeneration of presence)를 선정하고 이에 대한 검증을 실시하였다. 이와 동시에 신체자세의 동요(Body sway)거리를 측정하여 객관적



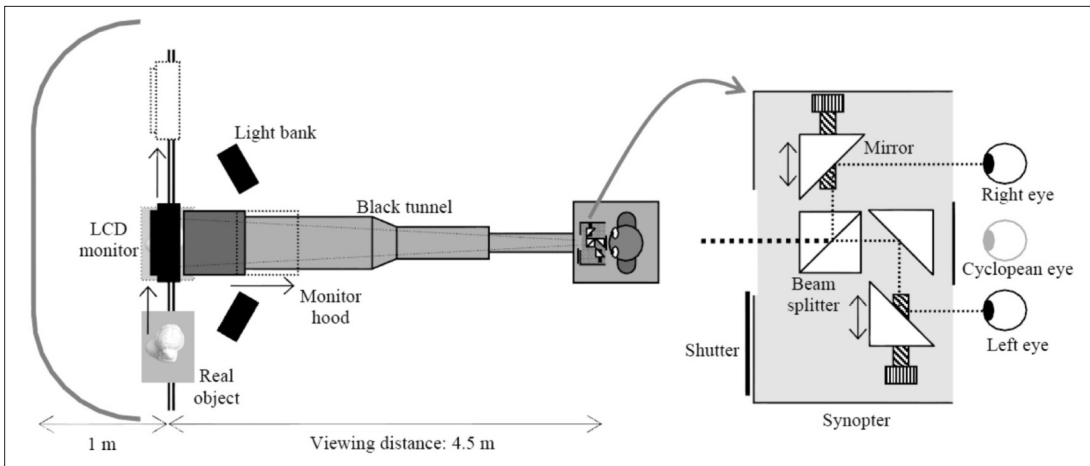
〈그림 2〉 신체 동요정도 측정 실험 환경  
(출처: Emoto et al., Displays 27 (2006) pp. 82)

으로 실재감을 정량화하고자 하였다. 이들의 가설에 따르면, 신체의 동요정도는 체성감각기관(Somatosensory system), 전정기관(Vestibular system), 시각기제(Visual system)의 다양한 외부 자극에 대한 반응이 인간의 평형기능을 관장하는 매커니즘에 미치는 영향의 결과로 나타난다고 보았다. 화각(FOV, Field of View)이 넓어질수록 평형 매커니즘(Equilibrium mechanism)의 안정화로 인해 신체의 동요정도는 줄어들며 이는 현실세계와 스크린에서 표현된 세계와의 차이를 인간의 생체 매커니즘이 덜 지각한다는 것을 의미한다. 이들 연구의 주관적 평가에서는 실재감(Presence)과 강렬함(Powerfulness)의 하위 요인을 가진 두 가지 주요인이 UHDTV의 시청시역에 따라 인간이 느끼는 현실감을 가장 적절히 반영할 수 있는 것으로 조사되었다. <그림 2>는 화각에 따른 인간의 평형기능을 측정하기 위한 실험환경을 보여준다.

이들 연구결과를 요약하면 다음과 같다. 화각이 적정 범위에서 넓어질 경우 몰입감이 증가할 수 있

으며 현실감을 최적으로 줄 수 있는 화각의 범위는 최소 60 arc degree 이상이 되어야 한다. 또한, 촬영이 줌-인 된 상태에서 이루어져 영상자체의 시점이 좁은 경우, 지나치게 넓은 시역에서 영상을 시청할 경우 불편감을 유발할 수 있다는 것이다. 이들 연구에서 주관적 측정치와 객관적 파라미터간의 유의미한 상관성은 발견되지 않았으나 화각이 증가할수록 실재감(Presence)과 인간의 평형감각계 안정화 정도가 증가하는 경향이 보고되었다[4].

Masaoka 등(2007)은 이상적인 현실감을 영상으로 표현하기 위해 최소한으로 요구되는 해상도를 규명하기 위한 연구를 진행하였다. 65명의 피험자에게 <그림 3>에 보여지는 실험 장치에서 같은 크기, 시점, 밝기, 색을 가진 실제 오브젝트와 다양한 해상도를 가진 이미지들을 제시하고, 피험자에게 실제 오브젝트의 포함유무는 알리지 않은 채 실제 오브젝트와 가장 가깝다고 생각하는 이미지를 고르게 하였다. 이를 통해 기존의 30 cpd의 이미지 해상도는 시각적 실감도를 보장하기에는 부족하며 인간

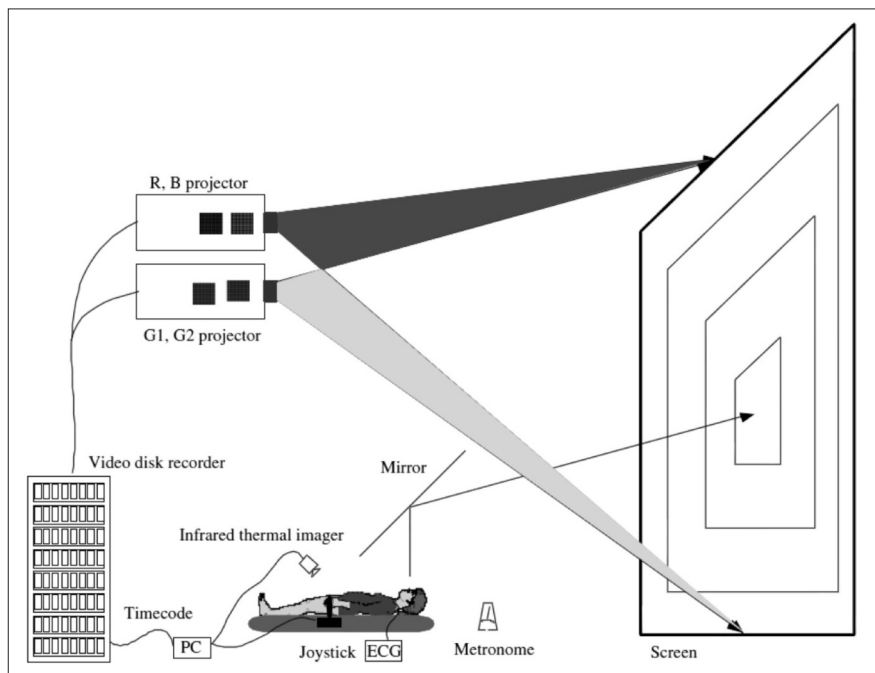


<그림 3> 실제 오브젝트와 재생된 이미지의 실감도 차이를 평가하기 위한 실험 환경  
(출처: Masaoka et al., Proc. of SPIE-IS&T Electronic Imaging 6492, 64921F-2)

의 시각계가 구분할 수 있는 가장 높은 해상도인 40-50 cpd가 요구된다고 보고하였다[8].

초고선명TV가 제공하는 뛰어난 현실감은 차세대 디스플레이 시스템에서 단연 최고의 장점이라 할 수 있다. 그러나 와이드비전이 제공하는 긍정적 효과의 이면에는 고려해야하는 또 하나의 휴먼팩터 요소가 자리 잡고 있다. 2003년 6월 일본에서는 아마추어에 의해 촬영된 좌우 진동이 심한 영상을 보고 36명이 영상멀미를 느껴 병원으로 후송 되는 일이 발생하였다. 이는 당시 플리커로 인해 생체안전성 문제가 지속적으로 대두되던 시점에서 발생한 것으로 부적절한 영상에 대한 인체 안전성 문제가 다시 한 번 사회적으로 대두된 직접적인 계기가 되었다. UHDTV는 기존의 HDTV에 비해 보다 넓은

시역을 제공함으로써 현실감을 극대화 한다. 그러나 초고선명TV의 이러한 와이드 비전은 자극에 대한 효과를 극대화 시킬 수 있으므로 영상에 부적절한 움직임이 포함될 경우 일부 사람들은 잠시 동안의 영상시청에도 영상멀미를 느낄 수 있다. Emoto 등(2008)은 초고선명TV의 와이드 비전(100 arc degree)이 유발할 수 있는 영상멀미에 대해 주관적 평가방법과 객관적 평가방법을 통해 연구를 진행하였다. 이들은 영상멀미를 측정하기 위해 화질평가에서 주로 이용되는 SSCQE(Single-Stimulus Continuous Quality Evaluation) 방식을 변형하여 조이스틱으로 영상멀미를 실시간으로 보고 할 수 있는 프로토콜을 이용하였다. 또한, SSQ(Simulator Sickness Questionnaire) 설문지를 이용하여 영상



〈그림 4〉 와이드 비전 UHDTV가 유발할 수 있는 영상멀미 측정 실험 환경  
(출처: Emoto et al., Displays 29 (2008) pp. 94)



멀미의 정도를 측정하고 심전도와 피부온도를 <그림 4>와 같이 측정하였다.

자율신경계 반응 측정 시 극단적인 자극이 아닌 경우 그 변화 정도를 측정하는 것은 매우 어렵다. 이러한 점을 고려하여 Emoto 등은 통상적으로 발생하는 생리 반응이 심전도 측정 시에 미치는 영향을 최소화하기 위하여 전정기관의 매커니즘이 가장 안정적으로 유지되는 자세에서 심전도를 측정하였다. 실험 결과 화각(FOV)이 넓어질수록 영상멀미의 주관적 평가점수가 유의하게 증가하였고 유의한 변화는 아니지만 교감신경계가 항진되는 경향성이 보고되었다[5].

### III. 결론

초고선명TV의 보급은 비단 디스플레이 시장뿐만 아니라 콘텐츠 제작, 비디오 신호 압축과 관련된 방송 기술, 대용량 데이터 처리를 위한 플랫폼 개발 및 다양한 서비스 분야의 활성화와 직결된다고 할 수 있다. 이러한 큰 파급효과를 지닌 UHDTV 산업

을 지속적으로 견인하기 위해서는 본고에서 고찰한 바와 같이 반드시 긍, 부정적 휴먼팩터 요인에 대한 광범위한 연구가 뒤따라야 한다. 현재 일본을 중심으로 휴먼팩터 연구가 활성화되고 있지만 UHDTV의 광시야각이 인체에 미치는 영향과 관련된 연구가 주를 이루고 있다. 이들 연구는 자율신경계 반응을 측정하는 등 객관적 평가방법을 사용하고 있으나 주관적 평가방법에 지나치게 치중되어 있다. 인간이 외부 자극을 처리하는 과정은 시각기능뿐만 아니라 뇌의 시각체계와 매우 밀접한 관계가 있다. 따라서 대화면의 TV가 제공하는 보다 자극적이고 세밀한 정보는 기존의 영상 자극보다 인간의 시각계에 더 큰 긍정적 혹은 부정적 영향을 미칠 수 있기 때문에 UHDTV가 제공하는 초고화질 영상과 멀티서라운드 음향이 뇌의 정보처리 영역과 관련하여 어떠한 영향을 미치는지에 대한 시인지적 연구가 필요하다. 또한, 본 고에서 고찰한 UHDTV의 휴먼팩터 요인 외에도 다양한 최적 시청파라미터를 도출하기 위한 연구가 주관적 방법과 시기능, 자율신경계, 뇌파 등을 포괄적으로 고려한 통합적 프로세스에 의해 지속적으로 광범위하게 이루어져야 한다.

#### 참고 문헌

- [1] 이호영, 최서영, 박두식, “초고선명방송(UHDTV) 기술 표준화 현황 및 산업 동향,” 한국통신학회논문지, Vol. 28, No. 6, pp.4-10, 2011.
- [2] 이형철, “주관적인 3차원 피로감 측정 방법에 대한 휴먼팩터 연구,” 방송공학회논문지, Vol.15, No. 3, pp. 607-616, 2010.
- [3] 최서영, 박두식, 이호영, 김윤태, 홍지영, 김창용, “UHDTV 방송 프로그램 생성 및 호환용 광색역 삼원색 및 색부호화 방식 표준화,” TTA 저널, Vol.134, 2011.
- [4] M. Emoto., K. Masaoka, M. Sugawara and Y. Nojiri, “The viewing angle dependency in the presence of wide field image viewing and its relationship to the evaluation indices,” Displays, Vol. 27, No. 2, pp. 80-89, 2006.
- [5] M. Emoto, M. Sugawara and Y. Nojiri, “Viewing angle dependency of visually induced motion sickness in viewing wide-field images by subjective and autonomic nervous indices,” Displays, Vol. 29, no. 2, pp. 90-99, 2008.
- [6] H. Harashima, T. Motoki and S. Yano, 2010, “3차원 영상과 인간과학: 3D 휴먼팩터를 중심으로,” Ed. 이승현, 감기택, 이형철, 진샘미디어.

- [7] S. Kubota et al, "Preferred Viewing Distance for High Definition Television LCDs," 映像情報メディア學會誌, Vol. 65, No. 8, pp.1215-1220, 2011.
- [8] K. Masaoka, M. Emoto, M. Sugawara and Yuji Nojiri, "Comparing realness between real objects and images at various resolutions," Proc. of SPIE-IS&T Electronic Imaging, Vol. 6492, pp. 62921F1-9, 2007.
- [9] Y. Matsuo, M. Emoto and M. Sugawara, "Frame Frequency for Wide Field of View Video System," FIT 2007, pp.419-420, 2007.
- [10] S. Yano, S. Ide, T. Mitsuhashi and H. Thwaites, "A study of Visual fatigue and visual comfort for 3D HDTV/HDTV images," Displays, Vol. 23, No. 4, pp. 191-201, 2002.

## 필자소개



### 문성철

- 2005년 : 한성대 산업공학과(학사)
- 2012년 : 상명대학교 대학원 감성공학과(석사)
- 2012년 ~ 현재 : 한국과학기술연구원 과학기술연합대학원 대학교 박사과정
- 주관심분야 : 3D 휴먼팩터, 뉴로사이언스, 감성공학 등



### 박민철

- 2000년 : 동경대학교 전자정보공학(박사)
- 2005년 : 동경이과대학 초청 교수
- 2009년 : 퀄컴연구소 방문연구원
- 2001년 ~ 현재 : 한국과학기술연구원 국가기반기술연구본부 책임연구원
- 2012년 ~ 현재 : 한국과학기술연구원 과학기술연합대학원 대학교 부교수
- 주관심분야 : 3D 디스플레이 및 영상처리, 컴퓨터 비전, 3D 휴먼팩터 등



### Sumio Yano

Sumio Yano received a B. A. and a Ph. D. degree in Engineering from the University of Electro-Communications in 1977 and 1993. He joined NHK in 1977. He was a loan employee at ATR twice and NICT, previously. He retired NHK in 2012, and works at Shimane University.