

3D 비디오 영상과 휴먼팩터

이형철 (광운대학교)

I. 서론

3D 비디오 영상의 최종 수혜자는 사용자이다. 공급자가 소수일 때에는 사용자의 편의성을 고려하지 않고 만든 제품이라도 소비자가 구매를 하였다. 하지만, 공급자가 다변화되면서, 사용자의 편의성을 고려하지 않고 만든 제품은 소비자로부터 외면을 받고 있다. 실험 방송을 앞 둔 3D 방송분야에서 가장 핵심적인 이슈는 무엇일까? 하드웨어적인 방송 시스템의 구현이 가장 주목을 받았지만, 3D 방송 역시 최종 수혜자가 시청자임을 감안할 때, 3D 방송이 시청자에게 미칠 영향에 대한 총괄적인 문제를 다루는 휴먼팩터의 문제가 가장 주목받는 문제라고 판단된다. 방송을 위해서는 3D 시스템 이외에 영상 콘텐츠가 필요한데, 본고는 특히 3D 방송 영상 콘텐츠 제작과 관련된 휴먼팩터 문제 및 관련된 연구를 소개하고자 한다. 이를 위해 먼저, 3D 휴먼팩터 연구의 전반적인 성격에 대해 소개를 하고, 영상 제작에서 고려해야 할 휴먼팩터 문제, 이와 관련한 국내외 연구 동향 그리고 표준화 동향과 함께 시청자 친화적인 방송 구현을 위한 제안을 하고자 한다. 휴먼팩터 연구방법론과 구체적인 표준화

동향, 실감방송의 문제 등은 이미 다른 곳에서 제안을 하였으니 이를 참조하기 바란다^[1~4].

II. 이론적 배경: 3D 휴먼팩터

1. 인간의 3D 시각 시스템

3차원 공간에서 적절하게 행동하고 생존하기 위해 3차원 공간에 존재하는 대상과 공간 자체의 속성을 적절하게 인지하는 것이 매우 중요한데 이를 위하여 인간 시각 시스템(human visual system)은 3차원 정보처리 시스템을 진화시켜 왔다. 태어날 때부터 인간 시각 시스템이 성인과 똑 같이 작용하지는 않지만, 적절한 외부 자극을 받게 되면 아주 어릴 때에 그 시스템이 성인과 같이 완성되고, 이와 같은 결정적인 시기(critical period)가 경과되면, 인간 시각 시스템은 거의 고정화되어, 외부의 자극에 의해서도 크게 변화하지 않는다. 즉, 인간 시각 시스템은 오랜 진화의 세월을 거쳐 형성된 시스템이기에 매우 안정적이다. 인간 시각 시스템의 구체적인 특성에 대해 알고 싶다면, 지각 심리학 교재와 시각

과학 서적을 참조하기 바란다^[5,6].

3D 영화나 3DTV 방송이 기존의 2D 방송이 전달하는 정보에 추가해서 전달하고자 하는 정보는 3D 정보 중에서 특히 양안시차(binocular disparity)이다. 인간의 양 눈은 성인의 경우에 약 6.5cm 정도 떨어져 있어서 두 눈이 하나의 대상을 응시할 때, 응시 대상의 앞과 뒤에 놓여 있는 대상은 각 눈의 망막에서 상대적으로 상이한 위치에 상을 맺는다. 각 눈에 맺히는 상대적인 상의 차이는 응시대상으로부터 대상이 얼마나 다른 깊이에 위치해 있는냐에 따라 그리고 관찰거리에 따라서 체계적으로 변화한다. 3D 시각 시스템의 정보처리 초기에 양안세포가 존재하는데, 양안세포는 왼쪽 눈과 오른쪽 눈에 들어오는 대상의 양안시차가 특정한 양을 지닐 때 민감하게 반응한다. 간혹 양안세포가 정상적으로 발달되지 않아 양안시차를 적절히 처리하지 못하는 사람이 있는데 이 사람들은 입체맹(stereo-blind)으로 알려져 있으며, 보통 사람들이 즐기는 입체영상물을 즐길 수가 없다. 양안세포는 태어나서부터 존재하는 것이 아니라, 적절한 3D 자극에 노출되어야 정상적으로 발달하는 것으로 알려져 있다. 태어나면서부터 양 쪽 눈이 하나의 대상에 적절히 초점을 맞추지 못하는 경우가 있는데(사시, strabismus), 이 경우에 좌/우안에 정렬된 자극이 투사되지 않기에 양안세포가 적절히 발달하지 못한다. 사시수술을 4세 이전과 4세 이후에 받은 사람들의 입체시 기능을 비교해 보면 4세 이전에 사시교정수술을 받은 경우에는 양안세포를 적절히 발달시켜 입체시가 정상인데 비하여 4세 이후에 사시교정 수술을 받은 사람은 입체시 기능이 정상적이지 못한 것으로 밝혀졌다¹⁾. 이와 같은 연구결과는 사람의 경우에 양안세포가 발달하는 결정적인 시기가 4세임을 의미

하며 4세 이전의 아동들이 적절하게 좌/우안 자극이 정렬되지 않은 부적절한 3D 자극에 노출될 경우에 양안세포가 정상적으로 발달되지 못할 가능성을 시사한다.

2. 인간의 3D 시스템이 이용하는 3D 정보

시각 시스템이 이용하는 정보는 여러 가지로 분류될 수 있다. 광학형태의 3D 정보가 있고 안구 자체에서 전달되는 3D정보가 있으며 보다 폭넓게는 단안정보와 양안정보로 분류한다. 여기에서는 단안정보와 양안정보로 분류하여 소개한다. 단안정보는 한 쪽 눈만을 사용해서라도 취득할 수 있는 정보로서 2D TV에 전달되는 2D 영상 자체만으로도 우리가 충분히 화면 내에 있는 대상들의 상대적인 깊이를 파악하여 3D를 지각하는 것을 가능하게 한다. 화가들이 2차원 화폭에 그림을 그리면서도 화폭내의 대상간의 상대적인 깊이를 표현하고자 할 때 흔히 사용하는 3차원 정보 역시 단안정보 들이다. 대표적인 단안정보는 중첩(occlusion)으로써 흔히 가려지는 대상은 가리는 대상보다 관찰자로부터 멀리 떨어져 있음을 우리 시각시스템에 알려준다. 그 외에, 선형조망과 대기조망, 그리고 운동시차 등의 단안 정보가 존재한다. 단안정보에 대응되는 양안정보의 대표는 앞서 기술한 양안시차이다. 이외에 3D 시각시스템에 중요한 3D 정보를 제공하는 정보

- 1) 인간에게 있어서 양안세포가 발달하는 결정 결정적인 시기가 언제인지는 명확하지 않다. 연구 분야에 따라 2세부터 4세까지 그 범위가 넓다. 중요한 것은 매우 어린 시기에 적절한 3D 자극을 입력받아야 양안세포가 발달하고, 그렇지 못한 경우 양안세포가 발달하지 않아 3차원 정보처리를 제대로 못할 가능성이 있다는 것이다.

원으로서 동안정보가 있는데 대표적인 것이 수렴(vergence)과 조절(accommodation)이다. 수렴은 두 눈이 응시하는 대상의 거리에 따라서 체계적으로 변화하는데, 대상이 멀리 있으면 수렴각이 작아지고 대상이 가까이 다가오게 되면 수렴각은 커진다. 양안시차가 특정범위를 넘어서 커지게 되면 관찰자들은 이중상(double image)을 경험하게 되는데, 과도한 양안시차를 갖는 대상을 단일상으로 지각하기 위해서는 적절한 수렴운동(vergence eye movement)이 필수적으로 수반되어야 한다. 인간이 수렴체계를 진화시킨 중요한 이유 중의 하나는 단일상을 형성하기 위해서이다. 반면에 조절은 인간 수정체(lens)의 작용으로써 망막에 깨끗한 상을 맺기 위해서는 대상과 관찰자의 거리에 따라서 렌즈의 두께를 적절히 조절하여 빛의 굴절율을 적절히 변화시켜야 한다. 대상이 가까이 있을 때에는 굴절율을 크게 하기 위하여 렌즈의 두께를 크게 하여야 하고 대상이 멀리 있을 때에는 상대적으로 렌즈의 두께를 얇게 하여야 한다. 자연의 3D 환경에서 수렴거리와 조절거리는 일반적으로 일치하며, 따라서 수렴과 조절은 서로 협응하여 작용한다.

인공적인 3D 디스플레이를 통해 자극이 제시되는 경우에 수렴거리와 조절거리에 불일치가 발생한다. 수렴거리는 양안시차에 따라서 대상이 놓여 있다고 기대되는 곳에(일반적으로 디스플레이의 앞이나 뒤쪽에) 위치한다. 반면에 조절거리는 실제 광학자극이 제시되는 곳에 형성되는데, 바로 디스플레이가 놓여 있는 거리이다. 일반적으로 양안시차의 양이 증가할수록 대상의 기대되는 위치는 화면으로부터 멀어지고 따라서 수렴-조절 불일치는 양안시차의 양과 비례하여 증가한다. 이와 같은 수렴-조절 불일치가 3D 시각피로의 중요한 원인으로 간주된다. 흥미로운

것은 3D 시각피로를 감소시키기 위해서는 양안시차를 줄여야 하는데, 과도하게 양안시차를 줄이게 되면 입체감이 감소하게 된다. 따라서 3D 시각피로를 최소로 유지하면서 3D 입체감을 유지하기 위한 양안시차의 양이 얼마인지를 결정하는 것이 중요한 문제가 된다.

3. 3D 비디오 영상의 안전성

입체영상의 역사가 오래 되기는 하였지만, 지금처럼 다수의 대중이 입체영상에 노출된 시기는 거의 없었다. 새로운 영상자극이 등장하면 그 영상에 노출될 대중의 안전성을 점검할 필요가 있다. 영상 안전성 이슈와 관련하여 국제적인 관심을 일으킨 사건이 1997년 일본에서 발생하였는데 “포켓몬”이라는 애니메이션을 시청하던 수백 명의 아동들이 일정시간 동안 빠르게 명멸하는 자극에 노출되어 발작을 일으키고 병원으로 후송되는 사건이 발생하였다. 광과민성 발작(photosensitive epileptic seizures)이라 이름 붙여진 이 사건은 1993년 영국에서 광고방송을 시청하던 성인들에게서 그리고 2007년에도 일본과 영국 등지에서 지속적으로 발생하였다. 영상물이 시청자의 안전에 영향을 미칠 수 있음에 주목한 표준화기구 ISO에서는 영상물의 안전성에 주목하고 2005년에 일종의 국제적인 협의안을 마련하였는데, 이것이 IWA3이다. IWA3는 영상 안전성과 관련하여 세 가지의 문제를 제기하였는데, 광과민성 발작, 시각적인 영상물에 의해 유도된 운동 멀미증(visually induced motion sickness) 그리고 시각적 피로(visual fatigue)가 그 세 가지이다. 시각적 피로는 3D 시각피로 뿐 아니라, 2D 시각피로까지 포함하는데, 장시간 모니터 앞에서 작업하는 노동자의 경

우에도 시각피로를 보고하기 때문이다.

국제표준화 기구인 ISO는 3D 시각피로를 최소화하고 시청자의 안전을 확보하기 위하여 IWA3에서 시청 안전 가이드라인을 일곱 항목에 걸쳐서 제안하였다^[7]. 일본의 3D 관련 회사를 회원으로 하는 3D Consortium은 2006년에 IWA3의 안전 가이드라인을 골격으로 하여 21개 항목에 걸쳐 안전가이드라인을 3하였으며 최근에 개정판을 3하였다. 두 가이드라인에서 공통적인 문제점은 시청자의 시각적 피로나 안전과 관련된 파라미터가 3D기는 하였으나, 각 파라미터의 구체적인 수X개정명확하게 3가 되지 않았다. 국내에서도 3D 실험방송이 올 해 중에 시작될 것으로 예상되고 있다. 또한 3D 영화 아바타의 인기와 대형 가전업체의 3DTV 출시에 맞춰서 다양한 3D 콘텐츠의 작록 하여 고 있다. 공통적인 문3D 산다양예상대로 본 케도에 진입하기 위정명확하면서 소비자의 안전다양최우선적으로 확보되어 았인에서 그러기 위정명확하 IWA3나 3D Consortium이 제안한 가이드라인을 넘어서는 완성도 높은 안전 가이드라인이 적절한 시기에 제시되어야 한다.

4. 입체피로

많은 경우에 3D 영상물을 30분 이상 관찰하게 되면 시각피로를 포함한 다양한 형태의 입체피로가 경험되는 것으로 보고되고 있다. 입체피로의 증상은 안구통증을 수반하는 시각적 피로와, 어지러움, 이중상의 경험, 두통, 멀미감, 심한 경우에는 신체통증까지 수반한다²⁾. 시청시간이

2) 30분 이상 관찰하지 않더라도 적절하게 제작되지 않은 영상이나 적절하지 못한 디스플레이(안경포함)를 이용하는 경우에 영상을 관찰하는 즉시 이와 같은 시각피로가 발생할 수 있다.

입체피로의 경험에 영향을 미치는 중요한 요인이기는 하지만, 짧은 시간 동안 3D 영상물을 시청하더라도 안구통증 및 어지러움과 같은 입체피로가 경험되기도 한다. 입체피로는 시청자의 안전에 심각한 영향을 미치지 않지만, 매우 현실적인 문제로서 3D 산업의 활성화를 위해서는 반드시 해결되어야 할 문제이다.

5. 입체피로의 원인

3D 영상물을 시청할 때 경험되는 입체피로는 시청자에게서 최종적으로 경험되는 것으로서 그 이전에 이미 매우 복잡한 요인들이 입체피로에 영향을 준다. 간혹 방송이나 신문을 통해 자사에서 개발한 제품을 소개하면서 자사 제품이 시각피로를 포함한 입체피로의 문제를 모두 해결하였다고 주장하는 경우가 있는데, 이는 아무리 좋게 평가하더라도 부분적으로만 사실일 뿐이다. 대부분의 3D 업체는 이 다양한 입체피로 요인들 중 단지 일부 요인만이 관여하는 3D 제품에만 관여하기에 자사 제품이 3D 피로를 완벽하게 해결했다고 하는 것은 과장된 기술일 뿐이며 단지 자사제품이 관여하는 부분에서 발생하는 입체피로의 문제를 상당부분 개선했다는 의미로 받아들여야 할 것이다.

시청자의 입장에서 입체피로가 최소화되기 위해서는 3D 영상의 시청시에 다양한 요인이 충족되어야 하기 때문에 부분적인 문제해결이 크게 빛을 발하지 못한다. 예를 들어 디스플레이 업체에서 3D 피로의 문제를 해결했다고 하더라도 3D 디스플레이만으로 입체영상을 시청할 수는 없으며 적절한 3D 콘텐츠가 디스플레이에 제시되어야 하기 때문이다. 역으로 3D 콘텐츠가 입체피로를 유발하지 않도록 제작되었다 하더라도

컨텐츠를 시청하기 위해서는 디스플레이가 필요한데 디스플레이 자체가 적절하지 못하면 컨텐츠가 아무리 적절하게 제작되었다 하더라도 입체피로의 문제는 여전히 존재하기 때문이다. 또한, 디스플레이와 컨텐츠가 모두 적절하게 제작되었다 하더라도, 시청자에게 문제가 있다면 여전히 시청자는 입체피로를 경험하게 될 것이다. 설령, 디스플레이와 컨텐츠가 적절하게 제작되고 시청자에게 아무런 문제가 없다 하더라도 시청환경이 적절하지 못하면 여전히 시청자는 입체피로를 경험하게 될 것이다. 요약하면, 입체피로를 유발하는 요인은 크게 디스플레이 요인, 컨텐츠 요인, 시청자 요인 그리고 시청환경 요인으로 크게 나뉜다. 중요한 것은 각각의 요인이 각기 독립적으로 입체피로에 영향을 미치며 또한 서로 상호작용한다는 것이다.

디스플레이 요인은 입체피로에 영향을 미치는 하드웨어적인 요인으로써 안경식 3D 디스플레이의 경우에 안경 자체의 특성까지 포함한다. 대표적인 디스플레이 요인은 크로스토크(cross-talk)로써 좌안영상과 우안영상이 각기 우안과 좌안에 겹쳐서 입력되는 정도를 말한다. 디스플레이의 재생률(refresh-rate)은 1초에 디스플레이가 영상을 몇 번 업데이트 시켜주는지를 나타내는데, 재생률이 낮을수록 입체피로를 더 많이 유발할 가능성이 있다. 디스플레이의 정밀도(resolution)는 디스플레이가 얼마나 세밀한 영상을 표시할 수 있는지와 직접적인 관련이 있는데 정밀도가 낮을수록 입체피로가 더 많이 유발될 것으로 기대되며 특히 무안경식 디스플레이의 경우 정밀도가 더 높을 필요가 있다.

컨텐츠 요인은 디스플레이에 제시되는 영상의 제작과 직접적인 관련이 있다. 컨텐츠 제작과 관련이 있는 카메라 요인 역시 컨텐츠 요인에 포함

된다. 입체피로 유발에 영향을 미치는 대표적인 컨텐츠 요인은 양안시차이다. 양안시차는 교차시차(디스플레이와 앞에 대상이 위치하도록 하는 양안시차)와 비교차시차(디스플레이의 뒤쪽에 영상이 위치하도록 하는 양안시차)가 있는데, 교차시차보다 비교차시차가 상대적으로 더 적은 입체피로를 유발하는 것으로 알려져 있다. 또한 양안시차의 양과 입체피로가 비례하는 것으로 알려져 있으며 동영상의 경우에 일정시간 동안 변화하는 양안시차의 양 역시 입체피로에 영향을 줄 것으로 기대된다. 영상을 취득할 때 사용하는 카메라 배치 양식, 카메라의 주시점 거리, 줌 렌즈, 촬영거리, 카메라간 거리 역시 입체피로에 매우 중요한 영향을 미치는 것으로 알려져 있다.

디스플레이 요인과 컨텐츠 요인 이외에 시청자 요인 역시 입체피로에 영향을 미친다. 3D 시각 시스템 자체가 태어나서부터 성인이 될 때까지 제시되는 자극과 상호작용하여 안정화되기 때문에 시청자의 연령이 입체피로에 영향을 미칠 것으로 기대된다. 또한 시청자의 입체 시력과 조절력 역시 입체피로에 영향을 미칠 것으로 기대된다. 양안간 거리 역시 시청자마다 개인차가 존재하는데, 이 역시 입체피로에 영향을 미칠 것으로 기대된다. 일반적으로 동일한 자극일지라도 양안간 거리가 클수록 더 큰 양안시차가 유발된다. 이외에 시청자 개개인이 지니고 있을 수 있는 고혈압, 간질, 심장병, 스트레스 취약성 등의 만성적인 질환이 3D 영상물을 시청할 때 시청자가 경험하게 되는 입체피로는 물론이고 시청자의 안전성에 중요한 영향을 미칠 수 있다. 또한 현재의 디스플레이 기술은 시청자의 자세(특히, 양쪽 눈의 수평 유지 여부)가 입체피로에 심각한 영향을 미치는 한계점을 갖는다. 3D 디스플레이를 관찰하는 시청거리와 시청방위, 시청시의 조도등과

같은 시청환경 요인 역시 입체피로에 중요한 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 또한 시청할 때의 공기상태 및 습도등도 입체피로에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다.

III. 3D 비디오 영상 제작에서 고려해야 할 휴먼팩터

휴먼팩터 문제를 최소화하기 위하여 콘텐츠 제작시에 여러 가지가 고려되어야 하겠지만, 가장 중요한 요소는 적절한 양안시차를 유발하도록 콘텐츠를 구성하는 것이다. 양안시차(binocular disparity)는 원래 사용자의 양쪽 망막(retina)에 맺힌 좌우 영상의 위상 차이를 의미한다. 따라서 엄밀하게 말하면, 콘텐츠 자체는 좌우 영상의 차이를 내포하는 것이고 이 영상이 특정크기의 스크린에 제시되고 관찰자가 특정 관찰거리에서 영상을 보게 되면 그 때 비로서 특정 양의 양안시차가 유발되는 것이다. 다시 말해서 양안시차는 영상의 크기와 관찰거리에 의해 직접적으로 영향을 받는다. 동일한 콘텐츠일지라도 콘텐츠를 제시하는 화면크기와 관찰거리에 따라서 실제 관찰자에게 유발되는 양안시차는 체계적으로 변화한다.

3D 영상 제작 초창기에 콘텐츠 제작자들은 3D 효과를 강하게 주기 위하여 과도한 양안시차를 유발하는 콘텐츠를 구성하였다. 앞서 기술하였듯이 양안시차가 크면 클수록 실제 시청자에게 발생하는 수렴-조절의 불일치량은 증가하고 따라서 입체피로 역시 증가한다. 따라서, 콘텐츠 제작자는 자신이 제작하는 콘텐츠가 상영되는 스크린 크기와 관찰거리를 종합적으로 고려해서 적절한 양안시차가 유발되도록 콘텐츠를 제작하

여야 한다.

한 컷의 영상이 유발하는 양안시차의 양도 중요한 입체피로 요인이지만, 동영상의 경우에 실제 여러 컷이 하나의 영상을 구성하므로 시간에 따른 양안시차의 변화율 역시 매우 중요한 입체피로 요인이 된다. 또한, 콘텐츠 제작자의 제작의도에 따라 과감한 깊이표현을 할 필요가 있을 수 있는데, 이 경우에도 과도한 깊이 표현이 유지되는 시간은 시청자의 입체피로를 고려하여 적절한 시간으로 제한되어야 한다.

좌우안 영상의 수평오차 즉, 양안시차 이외에 좌우안 영상의 수직축에서의 오차인 수직오차 역시 중요한 입체피로 요인이다. 이외에 좌우안 영상 내에 담겨있는 대상의 크기차이인 크기 오차와 좌우안 영상의 회전오차 또한 중요한 입체피로 요인이다. 디지털 영상의 후처리를 통해 이와 같은 좌우안 영상의 불일치를 교정하는 것이 가능하지만, 가능하면 초기 영상획득단계에서 좌우안 영상의 불일치를 최소화 하는 것이 입체피로를 최소화하는 지름길이다.

좌우안 영상의 차이가 크면 클수록 좌우안 영상이 융합되어 단일상(single image)으로 지각되기보다 좌안 영상과 우안영상이 번갈아 가면서 교대로 의식되는 양안경쟁(binocular rivalry) 현상이 나타난다. 양안경쟁은 시각피로의 주요한 요인이 된다. 동일한 회사에서 나온 카메라 두대를 이용해서 좌우안 영상을 입력받더라도 좌안 영상과 우안영상의 밝기차이와 색상차이가 존재하는데, 그 차이가 일정량 미만일 때에는 단일상으로 경험되지만 일정량을 초과하면 양안경쟁이 관찰된다. 색상 불일치의 경우 영상이 포함하는 파장대에 따라서 양안경쟁을 유발하는 좌우안 영상의 차이는 영향을 받는다.

영상 획득 최초 단계에 관여하는 카메라 관련

파라미터 역시 중요한 입체피로 유발요인이다. 여러 가지 파라미터와 입체피로에 영향을 미치지만, 주시점 거리와 카메라 간 거리 그리고 조절거리가 그 중에서도 중요한 요인이다. 주시점 거리가 가까운 경우에 과도한 양안시차를 피하기 위하여 카메라간 거리는 적절한 수준으로 감소되어야 하며, 주시점 거리가 먼 경우에 적절한 깊이감을 만들어 내기 위하여 양 카메라간 거리를 증가시킬 필요가 있다. 중요한 것은 이 경우에 대상과 대상간의 깊이감은 존재하지만 대상 자체의 볼륨감이 현저하게 감소하는 카드보드 효과(cardboard effect)가 나타난다는 점이다.

컨텐츠 제작시에 명심할 것은 주시점과 카메라 사이에 놓여 있는 대상은 3D 스크린 앞에 돌출된 것으로 그리고 주시점을 벗어난 거리에 놓여 있는 대상은 스크린 안쪽에 들어가 있는 것으로 지각된다는 점이다. 일반적으로 주시점 거리를 넘어서 있는 대상의 경우 주시점 거리 앞쪽에 있는 대상에 비해 피로감을 상대적으로 적게 유발한다. 따라서 피로감을 최소화하고 싶다면 모든 촬영 대상 앞쪽에 주시점을 형성하는 것이 적절하다.

IV. 휴먼팩터 연구 동향

세계 여러 곳에서 휴먼팩터 관련 연구를 수행하고 있지만, 상대적으로 활발하게 연구하고 있는 곳은 일본이다. 일본측의 3D 휴먼팩터 연구는 크게 세 가지로 분류된다. 첫째, 휴먼팩터 문제를 진단하고 평가하는 측정도구의 개발에 대한 연구이다. 주관적 시각피로를 측정하는 문항 개발에 대한 연구가 대표적이다. 또한 객관적인

생체신호에 기반한 시각피로 측정 방법이 개발되고 있는데, 대표적인 것은 시각피로와 상관성이 높은 조절지연 시간을 측정함으로써 시각피로를 측정할 수 있다는 것인데, 조절 지연 시간과 시각피로의 상관은 다른 연구에서 반복적으로 관찰되지는 않았다. 둘째, 시각피로에 영향을 미치는 요인에 대한 규명과 시각피로를 최소화하는 방안에 대한 연구이다. 시각피로에 영향을 미치는 것으로 수렴-조절 불일치가 많이 언급되고 있는데, 원천적으로 수렴-조절 불일치가 발생하지 않도록 하는 장치개발에 관한 연구가 대표적이다. 셋째, 안전가이드라인의 구성을 위한 휴먼데이터 축적이다. 안전가이드라인을 구성하기 위해서는 시각피로를 유발하는 요인을 중심으로 한 시각피로 함수를 규명하는 것이 핵심인데, 이와 같은 연구가 부분적으로 진행되고 있다.

국내 휴먼팩터 연구는 이전의 정보통신부에서 2007년부터 2009년까지 광운대학교 휴먼팩터 연구실에 지원한 원천기술개발 과제가 최초의 휴먼팩터 과제이다. 광운대학교 휴먼팩터 연구실은 이 과제를 기반으로 시각피로를 측정하는 다양한 방법을 개발하였으며, 이를 기반으로 입체피로 원인규명과 최적시청환경 파라미터 규명을 위한 기초연구를 수행하였다. 2009년에 영화진흥위원회는 디지털 3D 시네마 휴먼팩터 과제를 광운대학교에 지원하였는데, 이는 시네마환경에서의 휴먼팩터 문제를 진단하고 최적 3D 시네마 환경 규명을 위한 연구가 되었다. 이외에도 광운대학교 휴먼팩터 연구실에서는 다양한 시각피로 유발 요인을 조작하면서 시각피로 함수를 규명하고 있으며 동시에 시청안전가이드라인과 콘텐츠제작 가이드라인 구성을 위한 기반연구를 수행하고 있다. 특히, 안구추적장치, EEG 뇌파측

정 장비 그리고 검안기를 이용하여 시각피로와 상관성이 높은 생체신호를 규명하는 연구를 수행하고 있다.

V. 휴먼팩터 표준화 동향

ISO, IEC 그리고 ITU등에서 휴먼팩터 이슈에 관심이 많기는 하지만 현재 휴먼팩터와 관련해서 구체적으로 진행되고 있는 표준화는 전무한 실정에 가깝다. ISO에서는 2005년 IWA3를 통해 영상안전성의 문제를 제기하였고, 시각피로와 관련하여 7개 항목에 걸쳐 안전가이드라인을 제시한 바 있다. 미국 3D 업체들의 회원사로 구성된 3D@Home은 안전가이드라인을 제작하고 3D 관련업체들 사이의 안전가이드라인에 관한 표준화에 관심이 있으며 일본의 3D Consortium 역시 안전가이드라인의 표준화에 관심이 있다. 한국, 미국, 일본의 3D 업체들사이의 안전가이드라인 표준화에 대한 관심은 높으며 표준화에서의 공통관심사를 모색하고 있다.

국제표준화 기구와 민간 3D 관련 협회의 안전가이드라인 표준화 관심과 마찬가지로 국내에서도 안전가이드라인의 표준화에 관심이 높다. 2009년 9월 차세대 방송표준 포럼의 실감방송 분과내에 품질평가 WG이 설립되었고, 테스트패턴 표준화, 안전가이드라인 표준화, 품질측정 방법의 표준화를 위해 관련 작업을 진행해 오고 있다. 또한 국내방송 관련 표준화 기구인 TTA에 2010년 1월 3DTV PG가 형성되었고 그 안에 품질안전 규격 WG(WG8062)가 설립되었으며, 테스트패턴, 안전시청 가이드라인, 콘텐츠제작 가이드라인, 품질측정 방법 표준화를 활동영역으로 삼고 표준화 작업을 진행해 오고 있다. 2010

년 5월에는 전파진흥협회(RAPA)내에 3D 시청 안전성 협의회가 구성되어 3D 방송 안전가이드라인 구성을 위해 휴먼팩터 연구계획을 수립하여 과제를 수행할 계획이다.

VI. 결 론

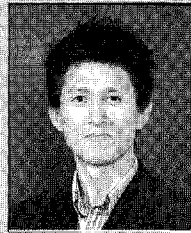
3D 디스플레이의 역사가 오래되기는 하였지만 지금까지 다수의 사용자가 3D 자극에 노출된 적은 없다. 대중적인 차원에서 3D 자극은 새로운 영상 자극이며 따라서 사용자의 안전에 대해 세심한 주의가 요구되며 시청자의 편의성과 안전이 3D 방송 콘텐츠의 제작과 방송 시스템 구현에서 최우선적으로 고려되어야 한다. 현재의 3D 방송시스템은 기술적으로 입체피로와 같은 불편을 시청자에게 초래한다. 또한 아직 검증되지 않았지만 고혈압, 심장병, 간질발작과 같은 만성적 질환을 지닌 시청자에게는 심각한 문제를 초래할 가능성도 있다. 아직 시각 시스템이 완성되지 않은 초등학교 이전의 아동들이 적절하지 못한 3D 영상을 시청할 경우에 사시의 발생 가능성도 국제표준화기구에서 제작한 문건에서 제기되었다. 치명적인 문제를 사전에 예방하고 입체피로와 같은 문제를 최소화하면서 3D 실감을 유지하기 위해서는 안전 가이드라인이 최우선적으로 제시되어야 한다. 현재 국내의 표준화 기구와 민간포럼에서 안전가이드라인 구성작업을 진행하고 있지만 입체피로를 유발하는 요인의 권고 파라미터값을 규정하기 위해서는 휴먼팩터 연구를 통한 휴먼데이터 축적이 필수적이며 이는 연구에 필요한 시간과 비용을 요구한다. 시청자가 외면하는 3D 방송은 존재할 수 없다. 시청자의 안전과 편의를 위해서라도 안전가이드

라인 구성을 위한 휴먼팩터 연구에 대한 지원이 절대적으로 필요한 시점이다.

참고문헌

- [1] 이형철(2010), 3D 휴먼팩터: 시청자 친화적인 3D 영상의 구현, 한국통신학회지, 27권 3호, 36-41.
- [2] 이형철(2010), 3D 휴먼팩터: 표준화와 안전시청의 구현, 방송공학회지, 110-115.
- [3] 이형철(2009), 3D 휴먼팩터 연구방법론: 3D 시각피로를 중심으로, 인포메이션 디스플레이, 24-30.
- [4] 이형철(2008), 3DTV 기술도약의 발판: 3D 휴먼팩터, 방송공학회지, 65-71.
- [5] E.B. Goldstein(2008), 감각과 지각, 시그마프레스.
- [6] S. Palmer(1999), Vision Science, MIT Press.
- [7] IWA3, ISO, 2005.

저자소개



이형철

1987년 2월 연세대학교 심리학과 학사
 1989년 2월 연세대학교 심리학과 석사
 1996년 12월 Univ. of Wisconsin, 지각 심리학 Ph.D.
 1997년 1월~1999년 2월 McGill Vision Research Center, 연구원
 1999년 3월~현재 광운대학교 산업심리학과 교수
 2009년 9월~현재 차방포럼, 실감방송분과, 품질평가 WG, 의장
 2010년 2월~현재 TTA, 3DTV PG, 3D 시청안전 규격 WG, 의장
 2010년 5월~현재 3D 시청 안전성 협의회, 의장
 주관심 분야 : 3D 휴먼팩터, 시지각, 인지신경과학