

3D 휴먼팩터 : 시청자 친화적인 3D 영상의 구현

이형철
광운대학교

요 약

3D 영상과 콘텐츠 제작 기술의 발전에도 불구하고 시청자 친화적인 영상 구현을 위한 기술발전의 여지는 여전히 존재한다. 3D관련 하드웨어 기술과 소프트웨어 기술이 일정 단계에 올라 선 상황에서 3D기술의 완성은 휴먼팩터 분야에서의 문제해결 없이는 불가능할 것이다. 본고는 휴먼팩터 분야의 연구 필요성과 현황 그리고 전망을 제시한다.

I. 서 론

지구상에 존재하는 대부분의 인공물이 인간 사용자를 위한 것이듯이 3D 영상 역시 사용자를 위한 것이다. 사용자를 위한 인공물은 사용자에게 필요한 물건이어야 하지만, 필요성에 추가해서 사용자가 사용하기에 안전하여야 하고 편해야 한다. 현재의 3D 영상은 하드웨어와 소프트웨어를 포함하여 시청자에게 안전하고 편안한 것인가?

이와 같은 질문에 한마디로 답하는 것은 매우 어려운데, 사용하는 디스플레이 장치와 콘텐츠, 사용자, 시청환경에 따라서 그 답은 달라질 수 있기 때문이다. 3D 하드웨어/소프트웨어 기술이 발달하지 않은 10년 전만 하더라도 3D 영상을 시청하는 것이 눈의 피로와 스트레스, 두통과 어지러움 등을 유발하였다. 따라서, 10년 전에 위와 같은 질문에 답하는 것은 상대적으로 쉬웠다. 하지만 이제 3D 영화를 2시간 이상 계속해서 시청할 수 있을 정도로 콘텐츠 제작 기술

도 발전하였고 디스플레이 기술 역시 비슷한 속도로 발전하였다. 주목해야 할 것은 기술의 발전자체가 문제의 완전한 해결을 의미하지는 않는다는 점이다. 특히 콘텐츠 제작 기술의 발달은 주로 제작자의 경험에 의존한 것이어서 공유할 수 있는 축적된 데이터가 부족하고 그에 따라 규격화되고 표준화된 형태의 원리가 부족한 상황이다.

3D 하드웨어 기술과 소프트웨어 기술의 발전과 완성에 휴먼팩터가 기여할 바가 매우 크다. 본고는 사용자가 경험하는 3D 시각의 기본원리를 소개하고, 3D 시각에 관여하는 물리적 파라미터와 심리적 파라미터, 3D 시청에서의 휴먼팩터 문제를 제시한다. 또한, 어떻게 하면 시청자 친화적인 3D 영상을 구현 할 것인가에 대한 전략과 함께, 3D 휴먼팩터 기술의 현황과 전망에 대하여 소개한다.

II. 본 론

1. 3D 시각의 기본원리 : 자극과 마음, 그리고 정보처리 시스템(뇌)

시각(perception)은 그저 발생하는 것이 아니다. 시각이 발생하기 위해서는 시각을 유발하는 물리적 자극(시각의 경우는 빛)이 존재해야 하고 또한 물리적 자극에 반응하여 정보를 처리하는 정보처리 시스템(뇌, 시각의 경우 후두엽에 존재하는 시각 중추영역)이 존재하여야 한다. 시각은 결국, 물리적 자극이 뇌라고 하는 정보처리 시스템에 의하여 처리되고 걸러진 결과물이다. 간혹, 물리적인 자극이 없이도 특정

의 대상이 보이거나 또는 들리기도 하는데, 이는 지각이라기 보다 환각이다. 3D 자극 역시 빛의 형태로 관찰자의 망막에 전달되고, 이것이 뇌의 후두엽에 있는 시각영역에서 처리되어 3D로 지각된다.

3D지각에서 3D 시스템이 이용하는 정보는 크게 단안정보와 양안정보로 분류되는데, 흔히 3D 영화나 디스플레이가 구현하고자 하는 3D 정보는 대표적인 양안정보인 양안시차(binocular parallax)이다. 양안시차 정보가 전달되지 않고 중첩, 선형조망, 운동시차등과 같은 단안정보만 전달되더라도 3D지각은 가능하다. 바로 이 때문에 2D 디스플레이를 보더라도 디스플레이내의 대상간 상대적인 깊이를 지각하는데 문제가 없는 것이다. 실제로 3D 지각 연구에 의하면 가장 강력한 3D 정보는 양안시차가 아니라 중첩정보이다. 실제 생활에서는 불가능하지만, 실험실 상황에서 양안시차와 중첩이 각기 반대의 깊이 정보를 전달하도록 자극을 구성하여 피험자로 하여금 관찰하게 하면 피험자는 양안시차보다 중첩정보에 근거하여 대상의 깊이를 판단한다. 중첩정보가 양안시차보다 더 강력한 깊이 정보라는 사실은 3D영화를 시청할 때 직접 실험해 볼 수 있다. 일반적으로 3D 영화를 볼 때 3D 안경을 착용하게 되는데, 안경을 뒤집어서(즉, 왼쪽 glass는 오른쪽 눈에, 그리고 오른쪽 glass는 왼쪽 눈에)쓰고 영화를 보더라도 깊이가 반대로 뒤집혀서 지각되지는 않는다. 만약 양안시차가 가장 강력한 정보라면 깊이가 뒤집혀서 보여야 하는데 그렇게 지각되지는 않는다.

3D 지각을 위해 정보를 처리하는 시스템은 오랜 기간 자연의 3D 정보를 처리하도록 진화되어 온 진화의 산물이다. 진화의 산물이기 때문에 이 3D 시스템은 상당히 안정적이다. 간혹, 3D 시스템에 부합하지 않는 인위적인 3D 자극이 제시되는 경우 시청자는 불편함과 피로를 경험하게 되는데, 이 문제의 해결을 위해 3D 시스템이 바뀔 수는 없다. 이 문제의 해결은 적합한 3D 자극을 제시함으로써만이 가능하다.

사용자 친화적인 3D 디스플레이를 설계하거나 콘텐츠를 제작하고 싶다면 인간의 3D 정보처리 시스템의 기본적인 작동원리에 대해 숙달할 필요가 있다. 지면의 제한상 그 원리를 자세히 소개할 수는 없다(보다 자세한 3D 지각원리를 알고싶다면 Palmer의 Vision Science[1]를 참조하라). 본고에서는 3D 휴먼팩터에서 중요하게 고려되는 몇 가지 원리에

대해 소개하고자 한다.

첫째, 3D 디스플레이나 3D영화를 볼 때 지각되는 깊이(예를 들어, 화면으로부터 특정 대상이 튀어 나오는 정도 또는 화면으로부터 들어가 있는 정도)와 상관이 높은 변인은 양안시차이다. 일반적으로 3D디스플레이나 영화에서 양안시차는 화면에서 좌안영상과 우안영상의 대응점(corresponding point)이 얼마나 떨어져 있는지 그 이격거리로 표현이 되는데, 이는 엄밀히 말해 화면시차(screen disparity)이지 양안시차가 아니다. 양안시차가 화면시차와 밀접한 관련이 있지만, 엄밀한 의미의 양안시차는 망막에서의 양안시차(retinal disparity)를 의미한다. 스크린 시차가 동일할지라도 관찰거리에 따라서 양안시차(retinal disparity)는 체계적으로 변화한다. 3D컨텐츠를 시청하는 사용자가 지각하는 3D깊이감은 스크린 시차보다는 양안시차에 직접적으로 관련되어 있다.

둘째, 양안시차가 0인 경우에, 좌안영상과 우안영상은 망막에서 위상차이가 존재하지 않는다. 설령 위상차이가 존재하더라도 특정범위를 벗어나지 않으면 시각시스템은 자연스럽게 두 영상을 결합하여 하나의 상으로 지각한다. 하지만, 양안시차가 특정범위를 벗어나서 커지게 되면, 시각시스템은 두 영상을 결합하지 못하게 되고 시청자는 결국 이중상(double image)을 지각하게 된다. 이중상을 경험하지 않고 단일상을 경험하기 위해서는 눈을 움직여(즉, 수렴 눈 운동을 하여) 망막상에서의 양안시차를 줄여야 한다. 주목해야 할 것은, 스크린 시차는 0이 아닐지라도, 수렴운동을 통해 양안시차(retinal disparity)를 줄이거나 0으로 만드는 것이 가능하다. 만약, 영상의 한 것이 포함하고 있는 대상이 다양하고 폭넓은 깊이에 산재해 있다면, 수렴 눈 운동으로 영상 곳 곳의 양안시차를 줄이거나 0으로 만드는 것은 불가능하고, 이 경우에는 어디로 눈 운동을 하던 이중상을 경험하게 된다. 주목해야 할 것은 좌안영상과 우안영상이 각각 양쪽 망막에 투입된 이후에 단일상 경험과 이중상 경험은 후두엽에 존재하는 3D 지각시스템의 정보처리 특성에 기인한다는 점이다.

셋째, 수렴과 더불어 3D지각에 중요한 역할을 하는 것은 렌즈의 조절(accommodation) 작용이다. 조절은 망막에 깨끗한 상(즉 정확하게 초점이 맞은 상)을 맺게 하여 궁극적으로 흐릿한 상이 아닌 선명한 상을 지각하게 하는 역할을 한

다. 사람의 렌즈는 망막에 깨끗한 상을 맺기 위하여 대상이 멀리 있을 때에는 렌즈의 굴절률을 낮추기 위해 렌즈를 얇게 하고 가까이 있을 때에는 굴절률을 높이기 위하여 렌즈를 두껍게 한다. 일반적인 자연의 3D환경에서는 수렴과 조절 작용이 서로 협응하고 렌즈의 초점거리(focal distance)와 수렴거리는 대부분의 경우에 크게 차이가 나지 않는다. 하지만, 3D 디스플레이에 콘텐츠가 제시되는 상황에서는 수렴과 조절이 분리되는 경향을 보이는데, 이렇게 수렴과 조절의 불일치가 발생하는 이유는 수렴은 양안시차가 과도한 경우에 이중상이 경험되는 것을 방지하기 위하여 디스플레이로부터 떨어진 곳으로 나타나게 되는데, 이에 반하여 렌즈의 조절은 여전히 광학자극이 발생하는 디스플레이로 맞춰지기 때문이다. 화면시차가 크면 클수록 조절과 수렴의 불일치양은 증가하게 되고, 이러한 수렴과 조절의 불일치가 3D 시각피로의 중요한 요인으로 간주되고 있다.

2. 3D 물리적 파라미터 와 지각(심리적 파라미터)

앞서 기술하였듯이 3D지각은 3D 자극에 대한 3D정보처리 메커니즘(뇌)의 특성이 반영된 결과물이다. 만약, 3D영상을 시청할 때에 사용자가 시각적 피로나 두통, 어지러움, 멀미 등을 경험한다면 이는 3D정보처리 메커니즘에 제시되는 3D자극이나 시청환경이 적절하지 못한 방식으로 시청자에게 제시되기 때문이다. 시청자가 경험하는 불편을 해소하기 위해서는 3D자극의 특성이나 제시방식이 바뀌어야 한다. 크게 네 가지 측면에서 시청자의 3D시각피로에 영향을 미치는 물리적 파라미터를 논의해 볼 수 있다.

첫째, 3D 디스플레이와 관련된 파라미터가 있다. 다른 변인들이 모두 적절하더라도 디스플레이 자체가 문제를 안고 있다면 시청자에게 불편함을 유발한다. Cross-talk, 좌안/우안 영상제시 방식에 따른 좌안/우안 영상의 수직시차, 디스플레이의 resolution, 좌우안 영상의 시간상에서의 제시 차이시간, 좌우안 영상의 밝기차이, 색상 차이 등이 디스플레이 요인과 관련된 물리적 파라미터들이다.

둘째, 콘텐츠 요인이 있다. 3D 디스플레이 시스템이 완벽하다 할지라도 디스플레이에 제시되는 콘텐츠가 시청자에게 문제를 유발할 수 있다. 가장 중요한 변인은 화면시차의 양이다. 동영상의 경우까지 고려한다면 시간에 따른 화면시차의 변화량이 매우 중요할 수 있다. 디스플레이 자체가 좌

우안 영상차이를 유발할 수도 있지만 콘텐츠 자체가 다양한 좌우안 영상차이를 유발할 수도 있다. 콘텐츠 요인과 밀접하게 관련된 요인으로 영상획득시의 카메라 요인이 있다. 두 대 카메라의 배열방법과 주시각 제어 방법 그리고 초점거리가 획득된 영상에 영향을 미치고 이는 궁극적으로 시청자의 시각피로에 영향을 미칠 수 있다.

셋째, 시청자 요인이 있다. 나이가 들어감에 따라 조절력에 한계가 발생하기 때문에 연령에 따라서 수렴/조절 변인과 관련된 시각피로도에 차이가 나타날 수 있다. 또한, 선천적으로나 사고로 인해 적절한 수렴을 못하는 시청자가 있는데, 이 경우에는 이중상 경험으로 인한 피로도가 증가할 수 있다. 4세 이전의 아이들은 아직 3D시스템을 안정적이고 정상적으로 발달시키지 못한 상황이기 때문에 성인이 경험하는 것과 다른 방식으로 3D를 경험할 수 있으며 정상적이지 못한 3D자극의 시청은 정상적인 3D 시스템을 발달시키는데 장애로 작용할 가능성이 있다. 3D를 지각하기 위해서는 3D 메커니즘에 양안세포(binocular cell)이 정상적으로 분포하여야 하는데, 전체인구의 일정부분(약 10%정도)이 정상적인 분포를 갖지 않는 것으로 알려져 있다. 이 경우에는 3D 자극이 제시되더라도 약하게 3D경험을 하거나 아니면 아예 불가능할 수 있다. 그 외, 간질환자나 특정 만성 질환자의 경우에 정상인에 비해 상대적으로 더 큰 시각피로나 불편함을 겪을 가능성이 존재한다.

넷째, 시청환경 요인이 있다. 가장 중요한 시청환경 요인은 시청거리이다. 앞서서도 기술하였듯이, 동일한 화면시차 일지라도 시청거리에 따라서 양안시차는 상이할 수 있다. 또한 시청거리가 변화함에 따라서 수렴과 조절이 변화하기 때문에 수렴/조절과 관련된 변인이 시청거리 변화에 따라서 복합적으로 3D시각피로에 영향을 미치는 것이 달라질 수 있다.

3. 3D 시청에서의 문제들

10년 전과 비교하면 하드웨어 기술뿐만 아니라 소프트웨어 기술도 비약적인 발전을 하였다. 하지만, 여전히 3D 시청에서의 문제가 지속적으로 거론되고 있는데, 크게 두 가지 측면에서 3D 시청에서의 문제를 고려할 수 있다.

첫째, 가장 중요하고 또 시급히 해결해야 할 문제는 3D 시청시에 발생하는 시각피로의 문제들이다. 주목해야 할 것

은, 3D 시청시에 발생하는 피로가 앞서 언급한 네 가지 요인에 따라서 복합적으로 나타난다는 점이다. 일반 시청자의 입장에서는 3D 시청 피로를 경험하더라도 앞의 네 가지 요인 중에서 어떤 요인 때문에 피로가 발생하는지 파악하기 힘들 것이다. 시각피로의 문제원인은 정교한 휴먼팩터 연구 방법을 통해 정확하게 규명할 수 있다.

둘째, 3D 시청피로와 비교하여 상대적으로 주목을 덜 받고 있지만, 여전히 중요하고 또 해결되어야 할 문제는 3D 실감의 문제이다. 이상적인 3D 디스플레이는 기존의 2D 디스플레이가 보유하고 있던 장점에 무엇이 추가적으로 장점을 보태는 것이다. 3D 디스플레이의 장점은 실감이 있는 깊이감을 제공한다는 것인데, 문제는 2D 디스플레이를 통하여 영상을 볼 때에 비해서 3D 디스플레이를 이용해서 영상을 볼 때에 지각되는 크기가 감소한다는 것이다. 특히, 영상이 화면 앞에 있는 것으로 지각될 때 크기가 매우 작게 지각된다. 또한 화면으로부터의 시청거리가 증가함에 따라서 깊이감이 늘어나는 경향이 있다. 예를 들어 콜라 캔을 3D 영상으로 제시할 경우에, 적정 시청 거리에 있는 시청자는 완벽한 원기둥(cylinder)을 지각하겠지만, 이 시청거리보다 화면에 더 가까워서 시청하는 경우에는 깊이감이 감소된 불완전한 원기둥을 지각할 것이고 이 시청거리보다 더 멀리서 시청하는 경우에는 캔의 깊이가 과장되게 늘어난 것으로 지각할 것이다.

4. 시청자 친화적인 3D 영상 구현 전략

시청 피로를 최소화하고 3D 실감을 극대화하여 시청자가 안정되고 편하게 3D 영상을 시청하기 위하여 어떻게 할 것인가? 시청자 친화적인 3D 영상을 구현하기 위해서는 하드웨어나 소프트웨어 기술뿐 아니라 휴먼팩터 연구가 동시에 수행되어야 한다. 3D 휴먼팩터의 문제를 해소하기 위해서는 대략 세 단계의 연구가 순차적으로 진행되어야 한다.

첫째, 휴먼팩터 문제를 측정하고 진단할 수 있어야 한다. 앞에서 3D 시청에서의 문제를 크게 두 가지로 요약하여 제시하였다. 하나는 시청피로의 문제이고 다른 하나는 3D 실감의 왜곡(특히 크기와 깊이 지각에서의 왜곡)이다. 이와 같은 휴먼팩터 문제를 해결하기 위해서는 먼저 문제가 정확하게 측정되어야 한다. 시청피로를 객관적이고도 정량적으로 측정할 수 있어야 한다. 시청피로를 정량적으로 측정하는

도구가 먼저 개발되어야 하는데, 시청피로를 정량적으로 측정할 수 있게 되면 시청피로의 문제를 해결할 수 있을 뿐만 아니라 3D 디스플레이와 콘텐츠를 평가할 수 있고 더 나아가 입증하는 것이 가능해진다. 동일한 이유로 3D 실감왜곡의 문제를 해결하기 위해서는 3D 실감의 왜곡정도를 정량적으로 측정하는 것이 가능해야 한다.

둘째, 휴먼팩터 문제를 측정하는 것이 가능해지면, 그 문제를 유발한 원인을 규명하는 것이 가능해진다. 문제의 원인을 규명하기 위하여 사용할 수 있는 방법은 실험법이다. 실험의 가장 큰 장점은 변인과 변인간의 인과관계를 규명하는 것이다. 시청피로의 원인일 것으로 간주되는 변인들(앞서 기술한 물리적 파라미터들)의 수준을 조작하고 그에 수반되는 시청피로를 측정함으로써 특정변인이 또 다른 변인의 원인으로 작용하는지를 규명하는 것이 가능하다. 만약 특정 물리적 파라미터 변인의 조작이 종속측정치인 시청피로에 영향을 미친다면, 다시 말해서, 물리적 파라미터의 수준에 따라서 측정된 시청피로가 상이하게 변한다면 그 물리적 파라미터가 시청피로의 원인이라고 규정할 수 있다. 실감왜곡을 유발하는 변인도 이와 같은 방식으로 규명할 수 있다.

셋째, 휴먼팩터의 문제를 측정하고 그 원인이 규명이 되면 비로서 휴먼팩터의 문제를 제거하거나 또는 휴먼팩터 문제를 최소화 하는 것이 가능해진다. 수렴-조절 불일치가 시청피로의 원인인지 실험법을 통해 규명하는 것이 가능하고, 더 나아가 수렴-조절 불일치가 전체 시청피로에 얼마나 많은 기여를 하는지 규명하는 것도 가능하다. 연구결과에 따라 수렴-조절 불일치를 어떻게 최소화 할 것인지, 그리고 그 효과는 어느 정도인지를 측정하는 것도 가능하다. 또는 수렴과 불일치를 매개변수로 시청피로가 어떤 함수로 변화하는지를 모델링 하는 것도 가능하다. 궁극적으로 이와 같은 실험법과 모델링 기법을 이용하여 최적시청 환경 파라미터를 규명하고 안전시청 가이드 라인을 구성하는 것이 가능하다.

5. 3D 휴먼팩터 기술의 현황

국내외를 막론하고 3D 휴먼팩터의 중요성이 부각되고 있음에도 불구하고 3D 휴먼팩터 문제를 직접적으로 다루고 있는 논문은 흔하지 않다. 3D 휴먼팩터를 직접적으로 다루

고 있는 논문이 많지 않은 가장 큰 이유 중 한가지는 휴먼팩터 문제를 정량적으로 측정할 수 있는 도구가 부족하기 때문이다. 휴먼팩터의 대표적인 문제인 시청피로를 측정하는 도구는 일반적으로 하나의 문항으로 구성된 설문인 경우가 대부분이다. 설령 여러 개의 문항으로 시청피로를 측정한다고 할지라도 시청피로를 하나의 단일요인으로 간주하고 있다. 최근에, 시청피로가 다수의 요인으로 구성되어 있음을 요인분석 기법을 이용하여 규명한 연구가 있다^{2, 3}.

주관적인 시청피로 측정도구뿐 아니라, 생체신호에 기반한 정량적인 시청피로 측정도구가 제시되었다. 주목해야 할 것은, 인간의 마음(시청피로도 결국은 마음이다)을 직접적으로 측정할 수 있는 기계는 존재하지 않는다는 점이다. 생체신호에 기반하여 시청피로를 측정하기 위해서는 먼저 주관적인 시청피로와 상관이 높은 생체신호를 발견하는 것이고, 이 생체신호와 주관적인 시청피로의 상관이 안정적이라면 후에 이 생체신호만을 측정하더라도 시청피로를 추정하는 것이 가능해진다. 따라서 정량적인 생체신호 기반 시청피로 측정도구를 개발하기 위해서라도 신뢰롭고 타당한 주관적 측정도구가 필요하고 또 중요하다. 이와 같은 방법으로 뇌파(EEG)에 기반한 시청피로 측정도구와 안구요인 생체신호에 기반한 시청피로 측정도구가 제안되었다^{4, 5}. 조절지연(accommodation latency)이 시청피로의 측정 인덱스가 될 수 있다는 논문이 발표되기도 하였지만 후속연구에 의하면 시청피로가 안정적인 시청피로의 인덱스가 되지 못한다는 연구도 있다⁶. 최근에는 3D 디스플레이 시청시에 발생하는 3D 실감왜곡(크기왜곡과 깊이왜곡)을 측정할 수 있는 도구가 제안되기도 하였다⁷.

시청피로 측정 도구의 개발과 함께 시청피로의 주원인을 규명하는 연구들이 발표되었다². 시청피로의 가장 중요한 요인은 양안시차의 양인데, 앞서서도 기술하였듯이, 시청피로의 다양한 후보들이 존재하기에, 시청피로의 원인 규명에 대한 연구는 앞으로도 지속적으로 추진되어야 할 필요가 있다. 시청피로 원인 규명과 함께, 시청피로를 최소화하기 위한 최적시청환경 파라미터 연구도 부분적으로 수행되었다⁸. 하지만, 이와 같은 연구는 부분적인 파라미터만 조작된 상태에서 측정된 것이기 때문에, 실제적인 3D 디스플레이와 콘텐츠 구현을 위해서는 보다 광범위한 관련변인의 조작과 다양한 시청환경에서 다양한 연령대의 피험자를 대상으

로 실험을 수행하고 데이터를 축적할 필요가 있다.

6. 3D 휴먼팩터 기술의 전망

앞에서 3D 휴먼팩터 기술의 현황에 대하여 간략하게 소개하였다. 혼하지는 않지만 주관적인 3D 시청피로 측정도구도 제안되었고 몇몇 생체신호 기반 시청피로 측정도구와 실감왜곡 측정 도구도 제안되었다. 하지만, 제안된 측정도구 대부분은 지속적인 사용을 통하여 수정되고 보완되어야 한다. 일부 최적시청환경 파라미터 연구가 수행되었지만 매우 부분적으로 수행되었다. 폭넓은 변인과 다양한 시청환경에서의 측정과 실험이 지속적으로 수행되어야 한다.

시기적으로 촉박한 감이 있지만, 2010년 3D영화의 흥행과 3D 실험방송의 시작은 휴먼팩터 연구분야의 활성화에 좋은 기회로 작용할 것으로 판단한다. 하드웨어와 소프트웨어 기술이 일정한 궤도에 올라선 상황에서 휴먼팩터 분야에 대한 요구가 증대하고 있다. 시청안전가이드라인과 품질평가 및 인증에 대한 기준이 요구되고 있고 또한 휴먼팩터 기술관련 표준화 요구도 있다.

III. 결 론

휴먼팩터 문제의 해결은 정교한 실험과 휴먼데이터 축적을 요구하고 또한 휴먼팩터 이슈 자체가 매우 다양하기 때문에 단기간에 모든 휴먼팩터 문제를 해결하는 것은 쉽지 않다. 하지만 3D 시청피로의 측정과 품질평가 및 안전시청 가이드라인의 구축과 같은 급박한 휴먼팩터 이슈의 해결은 현재의 3D 관련 분야의 발전을 한 단계 업그레이드 시킬 것이 분명하다. 비약적인 3D 기술의 발전을 위해서, 그리고 현재의 3D 산업의 부흥을 지속적으로 유지하기 위해서, 무엇보다 시청자 친화적인 3D 영상을 구현하기 위해서 3D 휴먼팩터 연구에 지속적인 지원과 연구인력의 양성이 절대적으로 필요하다.

고 문 헌

[1] Palmer, S. E. "Vision Science", MIT press, 1999

[2] Li, H.-C. O., Seo, J.H., Kham, K. & Lee, S.H. "Methods of measuring 3D visual fatigue: a five factor model, Optics and Photonics congress, 2008

[3] Kuze & Ukai, "Subjective evaluation of visual fatigue caused by motion images", Displays, 159~156, 2008

[4] Li, H.-C. O., "Measurement of 3D visual fatigue using event-related potential(ERP), 3D TV conference, 2008

[5] Li, H.-C. O., "Evaluation of the 3D gaze abilities as an index of 3D visual fatigue", International Workshop on 3D Information Technology, 2008

[6] Yano, Emoto & Mitsuhashi, "Two factors in visual fatigue caused by stereoscopic HDTV images",

Displays, 141~150, 2004

[7] 이형철, "실감방송에서의 3D 깊이/모양 지각감 왜곡의 측정", 한국방송공학회지, 2009

[8] 감기택, 이형철, 이승현, "시각적 피로도에 영향을 미치는 시청거리와 깊이방향의 운동속도", 감성과학, 12권 2호, 169~180, 2009

약 력



이 형 철

1987년 연세대학교 심리학과 학사
 1989년 연세대학교 심리학과 석사
 1996년 Univ. of Wisconsin, Ph.D
 1999년 ~ 현재 광운대학교 교수
 2009년 ~ 현재 차세대방송포럼 3D 품질평가 WG 의장
 관심분야: 3D 휴먼팩터, 인지신경과학

