

3D 휴먼팩터 연구 방법론: 3D 시각 피로를 중심으로

이 형 철 (광운대학교 산업심리학과)

I. 서 론

3D 영상의 최종 수혜자는 시청자이고 시청자의 시각 정보처리 시스템이 3D 광학정보를 수용하여 3D 표상을 하기 때문에 3D 영상의 제작이나 상영 또는 3D 영상물을 전달하는 매체의 구성시에 시청자의 시각정보처리 시스템 특성을 고려하는 것은 너무나도 당연하다. 3D 산업의 지속적인 발전을 저해하는 가장 큰 장애물은 3D 영상물이 유발하는 시각피로감과 같은 시청자의 안전성과 관련된 문제이다. 독과점 시대에는 생산자가 만들면 소비자는 선택의 여지없이 필요한 제품을 소비해야 했다. 하지만 다수의 생산자가 생산해 내는 품목에 대해 소비자는 선택을 할 수 있게 되었고 소비자의 선택을 받지 못하는 제품은 시장에서 사라진다. 3D 관련 제품 역시 소비자의 가장 큰 불편함인 시각피로의 문제를 해결하지 않고서는 시장 경쟁에서 도태하게 되고 결국 시장에서 사라질 것이다. 따라서 생산자든 개발자든 3D 분야에 종사하는 사람들은 시각적 피로에 관심을 갖게 되고, 궁극적으로 시각적 피로의 문제를 해결하고자 한다.

그렇다면, 어떻게 시각적 피로의 문제를 해결할 것인가? 여러 가지 방법이 있을 수 있다. 가장 쉽게 시도해 볼 수 있는 방법은 “이것저것 해보기”이다. 영상물을 제작할 때, 양안시차를 크게도 쬐보고 작게도 쬐보고, 관찰거리를 조절도 해보고, 화면에 나타나는 영상물의 명도대비도 조절해 보고 할 수 있다. 이 방법은 누구나 쉽게 시도해 볼 수 있지만, 왜 특정조건에서 시각피로가 증가하고 또

다른 조건에서 감소하는지에 대한 근본적인 답을 제시하지 못하며 더군다나 일반적인 원리 또는 가이드라인을 제시하지 못한다. 대부분의 경우에 이것 저것 해보기를 통해 획득된 방식은 특정상황에서만 통용되고 상황이 조금만 바뀌어도 또 다시 이것 저것 해보기를 통해 영상물을 최적화 시켜야 하는 경우가 대부분이다. 또 다른 대안은 과학적인 방법론을 사용하는 것이다. 통제된 상황에서 변인을 조작하고, 측정함으로써 변인과 변인간의 함수관계를 규명하고 궁극적으로 현상의 기저에 있는 기본 원리를 발견하는 것이다. 시각적 피로의 문제를 해결하기 위해서 가장 효율적이고 정확한 방법은 바로 이와 같은 과학적 방법론을 사용하는 것이며, 3D 휴먼팩터 연구 역시 이와 같은 과학적 방법론에 기반을 두어야 진정한 휴먼팩터 연구라고 할 수 있을 것이다.

과학적 방법론의 사용은 3D 휴먼팩터 연구에서 중요한 도구로 이용될 것이다. 인류역사상 타제석기, 마제석기, 청동기, 철기와 같은 도구의 발전이 있었고, 도구의 발전과 더불어 인류가 생산하는 제품의 정교성과 함께 기술의 발전이 가능하였다. 비유적이기는 하지만, 3D 휴먼팩터 연구에서 현재 우리가 가지고 있는 도구는 어떤 수준인가? 여러 가지 입장이 있을 수 있겠지만, 초기 단계임에 틀림없을 것이다. 국내 뿐 아니라 세계적으로도 3D 휴먼팩터 연구는 현재 본격적인 휴먼팩터 연구에 앞서 기반연구 단계 수준이라고 판단된다. 그 이유는 다음과 같다. 시각적 피로와 관련된 휴먼팩터 연구를 수행하기 위해서는 관심 변인인 시각적 피로가 객관적이고 일관성 있

게 그리고 정확하게 측정되어야 하는데, 시각적 피로를 안정적으로 타당하게 측정하는 도구는 별반 알려진 것이 없다. 시각적 피로의 측정이 타당하게 되지 않은 상태에서 수행되는 시각적 피로 관련 3D 휴먼팩터 연구는 사상누각에 불과하다.

본 논문의 목적은 과학적 휴먼팩터 연구를 위해 사용될 수 있는 방법론을 소개함으로써, 국내 3D 휴먼팩터 연구의 활성화를 도모하는데 있다. 본 논문에서는 물리적 자극특성과 감각 또는 지각 특성간의 함수관계를 연구하는 정신물리학, 인지 및 지각기능의 신경생리학적 기반을 연구하는 인지신경과학, 인간의 감성과 감성구성요소 및 이에 대응하는 물리적 요인간의 관계를 연구하는 감성과 학 그리고 변인과 변인간의 관계 규명을 위한 방법론인 실험법에 대하여 논의할 것이다. 특히, 각 방법론이 3D 시각피로 연구에 어떻게 적용될 수 있는지에 대하여 구체적으로 논의하고자 한다.

II. 본론: 3D 휴먼팩터 연구 방법론

3D 휴먼팩터에 대한 전반적인 소개 및 3D 휴먼팩터 연구의 최근 동향 그리고 3D 휴먼팩터에서 연구되어야 할 문제들에 대해서는 이미 다른 곳에서 논의가 되었다 [1, 2, 3, 4]. 또한, 본 논문에서 소개하는 3D 연구방법론을 적용한 논문도 여러 편 존재한다[5, 6, 7, 8, 9]. 3D 휴먼팩터 전반에 대한 소개나 본 논문에서 소개하는 연구방법론의 구체적인 적용은 앞서 소개한 논문들을 참조하기 바란다. 여기에서는 3D 휴먼팩터 연구 방법론을 소개하고자 한다.

1. 정신물리학

정신물리학이라는 분야가 19세기에 형성되기 이전에 심리학적인 연구주제는 주로 사변적으로 논의가 되었다. 심리학의 연구소제인 마음은 주관적인 특징을 지니는데, 이를 사변적으로 논의하는 것은 학문의 발전에 많은 도움이 되지 못한다. 당시 과학의 가장 정제된 형태 중 하나인 물리학에서의 측정처럼 주관적인 마음을 가능한 한 정량적으로 측정하고자 하는 시도가 있었는데, 특히 물리적인

자극 강도의 변화에 따른 마음 강도의 변화를 측정하고자 시도하였다. 이것이 바로 정신물리학의 출발이다. Wundt는 1879년 독일 라이프찌히 대학에 최초의 정신물리학 실험실을 세웠는데, 과학적인 방법론을 사용하는 현대 심리학의 출발을 1879년으로 보는 것은 바로 이 때문이다. 특히 물리적인 자극 강도에 따른 마음강도의 변화를 측정할 때 정신물리학자들이 관심을 두었던 마음 영역은 감각(sensation)과 지각(perception) 영역이었다.

감각은 물리적인 자극을 필요로 한다. 하지만 물리적인 자극의 존재가 항상 감각을 유발하는 것은 아니다. 감각의 변화는 물리적인 자극의 변화를 필요로 한다. 하지만 물리적인 자극 강도의 변화가 항상 감각 강도의 변화를 유발하는 것은 아니다. 이와 같은 물리적인 자극강도와 감각 강도간의 함수관계를 규명하기 위해 Fechner는 “Elements of Psychophysics”라는 정신물리학의 고전적인 책에서 절대역과 차이역의 개념을 소개하고 이들을 측정할 수 있는 방법으로 한계법, 조정법 그리고 향상법을 제시하였는데, 이와 같은 개념과 측정법은 100여년이 지난 지금까지도 정신물리학 분야에서 유용한 개념이며 동시에 중요한 측정법으로 사용되고 있다.

감각은 기본적으로 신경 메카니즘이 물리적 자극에 대하여 반응하고 처리한 결과의 산물인데, 신경 메카니즘의 기본은 단위 신경세포이다. 신경세포들의 통합인 신경 메카니즘이 반응하기 위해서는 이 메카니즘을 작동시키기에 충분한 자극강도가 제시되어야 하는데, 이를 절대역(absolute threshold)이라고 한다. 절대역을 넘지 못하는 물리적인 자극은 자극에 대한 감각을 유발하지 못하며 결국 관찰자는 물리적인 자극이 존재함에도 불구하고 자극의 존재를 인식하지 못하게 되는 것이다. 절대역 개념이 심리학에서 중요하게 고려되는 이유는 감각을 포함한 마음의 작동이 단순히 물리적인 자극의 반영이 아님을 시사하기 때문이다. 우리의 의식에 떠오르는 물리적 자극에 대응하는 감각은 물리적 자극에 반응하는 메카니즘을 거친 최종산물로서 물리적 자극의 특성과 감각 메카니즘의 특성을 모두 반영하는 것이라고 보는 것이 적절하다.

절대역과 관계가 깊은 개념으로써 차이역(differential threshold)이 있는데, 감각에서의 변화를 유발하는 최소한

의 자극강도 변화량을 의미한다. 물리적 자극 강도 A 에 반응하는 감각강도 A' 가 있을 수 있는데, 현재의 감각강도 A' 의 변화에 필요한 최소한의 자극강도 변화량이 곧 차이역이 되는 것이다. 차이역 개념의 존재는 물리적인 자극강도의 변화가 곧 감각강도 또는 마음의 변화를 유발하는 것이 아니라, 마음의 변화 또는 감각 강도의 변화를 유발하기 위해서는 최소한 일정량 이상의 자극강도차원에서의 변화가 수반되어야 함을 시사한다.

Fechner는 절대역과 차이역 개념을 소개하면서 이 역치들을 측정하는 방법을 제안하였는데, 한계법, 조정법, 그리고 항상법이 있다. 한계법은 자극의 존재를 충분히 알 수 있게 해 주는 충분히 큰 자극강도 또는 자극의 존재를 알기에는 너무 미약한 자극강도로부터 출발하여 자극의 존재를 파악하기 힘들거나 또는 자극의 존재를 비로서 파악하게 하는 자극강도까지 자극강도를 서서히 변화시키면서 피험자의 반응을 받는 방법이다. 어떤 자극으로부터 출발하느냐에 따라 감각한계를 유발하는 자극강도에 차이가 있을 수 있기 때문에 이 두 가지(하나는 강한 자극강도에서 시작하여 자극강도를 줄여가면서 자극의 존재를 느끼지 못하는 시점까지 제시하는 하향법과 또 다른 하나는 약한 자극강도에서 시작하여 비로서 자극의 존재를 느낄 수 있게 해 주는 자극강도까지 차츰 강도를 높여가는 상향법)를 교대로 사용하는 것이다. 하향법을 사용하는 경우에 자극의 존재를 파악하지 못하는 시점에 자극제시를 멈추고 상향법의 경우에 자극의 존재를 비로서 파악하는 시점에서 자극제시를 멈춘다. 하향법과 상향법의 쌍을 반복하여 제시한 후 하향법과 상향법에서의 멈춘 시점의 자극강도의 평균을 계산하고 이를 자극강도 탐지의 절대역으로 삼는다.

한계법에서 자극강도의 조절 및 제시는 실험자가 통제하는데 비하여 조정법은 자극강도의 조절을 피험자가 하도록 실험절차를 구성한다. 피험자는 자극강도를 스스로 조절하면서 자극의 존재를 비로서 파악할 수 있는 지점 또는 자극의 존재를 충분히 파악하는 시점부터 자극강도를 조절해서 자극강도를 비로서 파악하기 힘든 지점 즉 역치에 해당하는 강도가 되도록 자극을 조절하고 그 지점의 자극강도를 역치로 삼는 방법이다.

항상법은 자극의 존재를 파악하기 어려운 아주 작은 자극강도에서부터 자극의 존재를 파악하기 충분한 아주 큰 자극강도까지의 범위에서 여러 가지 자극강도를 표집하고 표집된 자극강도를 무선적으로 반복해서 피험자에게 제시하는 방법이다. 피험자는 제시되는 자극에 대해 반응을 하면 되는데, 각 자극 강도에 대해서 자극을 탐지한 백분율을 계산하고 자극강도에 대한 자극탐지율 데이터를 데이터 피팅 기법을 이용하여 주어진 데이터를 가장 잘 기술하는 함수를 찾아낸다. 자극강도와 감각강도(자극탐지율)의 관계를 기술하는 함수를 찾아내면 자극탐지율 50%에 대응하는 자극강도를 계산할 수 있는데 이것이 바로 절대역에 해당한다. 연구자에 따라 자극 탐지율 75%에 대응하는 자극강도를 절대역으로 간주하기도 한다.

절대역 뿐 아니라 차이역도 앞서 소개한 한계법, 조정법, 항상법을 이용하여 측정하는 것이 가능하다. 지금까지 소개한 정신물리학 기법은 역을 측정하는 방법인데, 역치를 넘어선 자극의 감각강도에 대한 측정법으로는 Stevens의 강도추정법이 있다. 강도추정법은 기준이 되는 자극과 함께 기준자극에 대한 이상적인 반응치를 제시하고 이를 기준으로 추후에 제시되는 자극에 대하여 감각강도를 보고하게 하는 방법이다. 예를 들자면, 빛의 감각강도를 측정하기 위해 먼저 기준이 되는 빛의 강도를 설정하게 되는데, 이 자극강도가 역치를 넘어선다면 피험자는 기준자극에 대한 감각강도를 경험하게 될 것이다. 특정 감각강도를 유발하는 기준자극에 대해 100이라는 수치를 부여하고 만약 앞으로 경험하게 될 자극의 감각강도가 기준자극에서 느껴지는 감각강도의 절반이면 50이라고 보고하게 하고 배가 되면 200이라고 보고하게 한다. 이와 같은 강도추정법을 이용하여 제시되는 자극의 감각강도를 보고하게 하면 상당히 안정적으로 자극의 감각강도를 측정하는 것이 가능하다. 실제 이와 같은 강도추정법을 이용하여 감각강도를 측정해 보면, 길이의 경우 자극강도와 감각강도의 함수관계가 선형적임을 알 수 있다. 하지만, 빛이나 전기자극의 경우 자극강도와 감각강도의 함수관계가 선형적이지 않으며 지수 함수관계에 있음이 밝혀졌다.

정신물리학적 연구결과들이 마음의 연구에 주는 중요

한 시사점은 물리적 자극과 밀접한 관계에 있는 감각 또는 지각이 단순하게 물리적 자극의 특성만을 반영하는 것은 아니라는 점이다. 만약, 감각 또는 지각이 단순히 물리적 자극의 특성을 반영하는 것이라면 물리적 자극의 특성만으로 감각 또는 지각경험을 예측하는 것이 가능하다. 감각은 물리적 자극특성과 시스템 특성에 동시에 영향을 받기에 물리적 자극과 감각강도의 관계를 측정함으로써 시스템의 특성을 유추하는 것이 가능하다. 따라서, 물리적 자극 강도 변화에 따른 감각강도를 측정하는 것이 매우 중요한 의미를 갖게 된다.

앞서 소개한 정신물리학적 연구기법을 3D 휴먼팩터 연구에 어떻게 적용할 것인가? 3D 시각피로를 유발하는 파라미터가 여럿이 있을 수 있는데, 각 파라미터의 존재 자체가 3D 시각피로를 유발하지는 않을 것이다. 시각피로를 유발하는 해당 파라미터의 최소자극 강도가 곧 시각피로를 유발하는 유의미한 절대역이 될 것이다. 또한 특정 파라미터의 자극강도 변화가 지각되는 시각피로의 강도의 변화를 항상 가져오지는 않을 것인데, 시청자가 견딜만한 수준의 시각피로를 유발하는 시청환경에서 실감 증진을 위해 양안시차를 증가시켜야 한다면 해당 양안시차의 증가가 시각피로감의 증가를 필연적으로 수반한다고 보기는 힘들다. 이는 시각적 피로감에서의 차이역의 문제가 되는데, 차이역의 크기는 현재 감각강도를 유발하는 자극강도의 크기에 비례하는 경향이 있으며 이는 Weber의 법칙으로 알려져 있다. 시각피로감을 유발하는 역치이외에 역치를 넘어선 상태에서의 시각피로도 강도 추정을 하는 것이 중요한 연구문제가 될 수 있다. 예를 들어 최적 3D 시청환경 파라미터를 규명하기 위해서는 관련 환경 파라미터를 변화시켜가면서 현재 시청자가 지각하는 시각적 피로도를 측정할 필요가 있는데, 이때 강도 추정법이 유용하게 사용될 수 있다.

2. 인지신경과학

정신물리학이 자극강도와 감각강도 즉 자극과 마음간의 함수관계 규명을 위한 방법이라면, 인지신경과학은 감각 또는 마음의 또 다른 축인 신경 메카니즘과 마음 또는 감각강도간의 함수관계를 규명하는 방법이다. 마음이라

고 하면 일반적으로 성격, 정서 등을 떠올리기 쉬운데, 우리 인간 유기체의 가장 기본적인 의식주 해결에 가장 필요한 마음은 감각 및 지각과 고차적인 정신작용까지를 포괄하는 인지기능이다. 포괄적인 의미의 인지와 이를 유발하고 관리하는 신경 메카니즘의 관계를 규명하는 것이 인지신경과학인 것이다.

3차원 공간지각에 관여하는 신경 메카니즘에는 초기 정보처리를 담당하는 안구의 망막과 수정체의 조절작용 그리고 두 눈이 동일한 대상을 응시하여 하나의 대상을 표상하도록 하는 시선수렴작용이 있으며, 초기시각 중추인 V1영역과 운동정보와 함께 3차원 정보처리를 담당하는 MT영역이 있다. 또한 인공의 3차원 자극을 지각할 때 발생하는 시각적 피로감은 렌즈의 조절과 두 눈의 수렴정도가 불일치하기 때문인 것으로 알려져 있기에 인지신경과학적 방법론을 사용하는 것이 3D 휴먼팩터 연구에서 결코 적절하지 못한 것이 아니다.

3D 정보처리 초창기에 관여하는 신경 메카니즘의 활동을 측정하는 것으로 검안기(refractor)가 있다. 검안기는 실시간으로 변화하는 렌즈의 굴절력을 측정하며 동시에 두 눈의 수렴(convergence)을 측정하기도 한다. 따라서 검안기를 이용하면 실시간으로 조절-수렴 불일치 정도를 측정하는 것이 가능하다. 현재 시중에 판매되는 검안기의 종류는 매우 다양한데, 크게 두 가지 형태가 있다. 한 가지 형태는 눈을 검안기에 접촉하고 측정하는 형태이고 다른 하나는 검안기를 눈에 접촉하지 않고 측정하는 형태가 있는데, 3D 자극을 시청하면서 조절-수렴 불일치 여부를 측정하기에는 후자 형태의 검안기가 적절하다. 검안기는 수렴-조절 불일치 여부를 측정하는 것 이외에 조절 목표 자극이 제시된 시점부터 렌즈의 목표 굴절력이 완성되는 시점까지의 지연시간 즉 조절지연시간을 측정하는 것이 가능하다. 논문에 따라서 결과에 차이가 있지만 일부 연구는 시각적 피로감이 증가할수록 조절 지연 시간이 증가하므로 조절 지연 시간이 시각적 피로감의 생리적 측정치가 될 수 있다고 제안하기도 한다. 또한 검안기를 이용하게 되면 또 다른 시각적 피로감의 생리적 측정치로 제안되고 있는 조절성 수렴과 수렴성 조절을 간접적으로 계산하는 것이 가능하다.

초기 3D 정보처리의 중요한 기관인 안구의 운동을 측정하는 도구는 안구위치추적기(eye tracker)이다. 3차원 공간의 상이한 깊이에 존재하는 대상중 하나의 대상에 초점을 맞추면 응시하는 대상은 망막상에서 양안시차가 0이 되고 이 대상에서 멀리 떨어진 대상일수록 양 쪽 눈의 망막에서 상이한 위치에 떨어지게 되어 양안시차가 커지게 된다. 일정 양안시차 범위에 들어오는 대상은 초점을 이동하지 않더라도 단일상으로 형성되어 지각되는데(이 양안시차 범위를 Panum's fusional area라고 한다), 특정 범위를 벗어난 대상은 양쪽 눈의 양안시차가 너무 커서 이중상으로 보이게 된다. 이중상으로 보이는 대상을 단일상으로 지각하기 위해서는 그 대상으로 초점을 이동하여 응시해야 되는데 이 과정에 수렴 눈 운동이 발생하게 된다. 안구위치추적기는 일반적으로 양쪽 눈의 위치를 실시간으로 측정하며 동시에 각 눈의 동공크기도 함께 측정한다. 시각적 피로감의 측정치로 동공크기의 변화가 제안되기도 하지만 경험적 연구에 의하면 동공크기가 시각적 피로감의 안정적인 측정치로 이용되기는 어려워 보인다. 또한, 도약 눈 운동 지연시간이 시각적 피로도의 측정치로 이용될 수 있다는 가능성이 제기되었으나 이에 대한 경험적 증거는 발견되지 않았다. 눈 운동과 관련된 파라미터가 시각적 피로도의 측정치로 이용될 가능성은 아직 확인되지 않았으나 안구위치 추적기가 3D 휴먼팩터 연구에서 이용될 분야는 여전히 많은 것으로 판단된다.

단일세포 수준에서 3D 지각을 연구하는 것이 가능하다. 원숭이의 시각피질에서 특정 양의 양안시차에 민감하게 반응하는 신경세포가 발견되었는데 이는 양안세포로 명명되었다. 단일신경세포의 신경활동을 측정하기 위해서는 생물의 뇌를 개두해서 특정 목표신경세포에 미세전극을 꽂고 시각자극을 제시하면서 해당 미세전극에서 측정되는 전위활동을 기록한다. 이 방법은 원숭이를 포함한 동물을 대상으로 한 신경활동 연구에 많이 활용되기는 하지만 이 방법을 이용하여 사람의 뇌에서 발생하는 3D 공간지각동안의 신경활동을 측정하는 것은 현실적으로 가능하지 않다.

기술의 발달로 사람의 두뇌에서 발생하는 신경세포의 활동을 측정하는 뇌영상 기법들이 개발되었는데, PET,

MEG, fMRI등이 있다. 이중에서 특히 fMRI가 인지신경과학에서 중요한 연구기법으로 일반화되어 있는데, fMRI는 뇌신경세포가 활성화되는 영역에 혈류량이 증가하는 것을 탐지하는 방법으로 뇌영역에서 현재 발화되는 정도를 영상으로 알려준다. fMRI는 상대적으로 뇌의 어느 부위가 활성화 되고 있는지에 대한 공간정보를 상세하게 제공해 주는 장점이 있지만 혈류량 변화를 측정하기 때문에 어느 시점에 특정영역에서 활성화가 일어나고 있는지에 대한 시간정보는 상당한 오차를 수반하는 단점이 있다. fMRI장비를 이용하게 되면 3차원 공간지각이 뇌의 어느 영역에서 처리되는지 그리고 시각피로감이 어느 부위에서 발생하는 지에 대한 연구를 수행하는 것이 가능하다.

뇌의 특정영역이 활성화되면 주변 영역에 자장변화가 일어나는데, 이러한 자장변화를 탐지하는 방법으로 뇌파(EEG) 측정 장비가 있다. 측정된 뇌파의 주파수 분석을 하게 되면 다양한 주파수대의 성분이 발견되는데, 특히 베타파는 심리적 스트레스의 척도로 알려져 있다. 따라서 시각적 피로의 측정치로 베타파 성분을 이용할 수 있는 가능성이 있다. 뇌파의 주파수 분석 기법 이외에 특정 사건이나 자극 심리상태에 대응하는 뇌파성분을 찾아내는 방법으로 사상유발전위(event related potential, ERP) 기법이 있다. 특정 사건 또는 자극에 반복적으로 피험자를 노출시키고 뇌파를 측정하여 평균하게 되면 무선적인 잡음이나 배경뇌파는 모두 상쇄되고 특정 자극 또는 사건에 직접적으로 연결되는 뇌파성분만이 남게 된다. 이와 같은 ERP 기법을 이용하여 시각피로도 측정을 시도한 연구가 존재한다^[8]. 뇌파는 뇌의 자장변화를 탐지하기에 fMRI에 비해서 뇌 활성화가 어느 영역에서 일어나는지에 대한 공간정보가 상대적으로 정확하지 않은 단점이 있지만 같은 이유로 시간정보가 fMRI에 비해서 상대적으로 정확하고 오차가 적다. 무엇보다 EEG는 fMRI에 비해 가격이 저렴한 장점이 있다.

3. 감성과학

감성이란 용어는 일본에서 맨 처음 사용한 것으로 알려져 있다. 주어진 자극에 대한 느낌, 정서 등을 포함하는 개념이기에 단순한 감각이나 그 보다 상위수준인 지각보

다 고차원적인 개념으로 파악된다. 하지만, 감성은 감각이나 지각과 공통점과 공통점을 갖는데, 감각, 지각 그리고 감성 모두 물리적인 자극을 전제로 한다는 것이다. 3D 자극과 관련해서 생각해 볼 수 있는 감성은 “실감”이다. 2D 자극에 비해 3D 자극이 시청자에게 더 현실과 가까운 “실감”을 제공하는 것으로 알려져 있는데, 그럼에도 불구하고 실감이 무엇인지 구체적으로 정의할 수 있는 연구자는 흔하지 않다. 일반적인 감성과학 연구는 “실감”과 같은 감성에 대해서 동일 용어를 사용하는 사람들을 대상으로 관련된 형용사를 수집하고 선별한 후, 해당 감성을 유발하는 자극의 다양한 파라미터를 변화시켜가면서 피험자에게 제시하고 피험자로 하여금 형용사에 대한 판단을 하도록 한다.

피험자를 통하여 획득된 데이터를 이용하여 요인분석과 같은 통계분석을 실시하면 해당 감성을 구성하는 형용사들이 어떤 공통적인 요인으로 분류되는지를 알 수 있게 되고 특정 요인을 구성하는 형용사들의 공통점을 파악하면 요인의 특성이 파악된다. 이와 같은 감성과학 기법과 정신물리학적 연구기법을 이용하여 시각피로도 5개의 하위요인으로 구성되어 있음을 밝힌 연구가 있다⁷⁾.

3D 영상의 최종 수혜자는 인간이고 3D 영상의 소비자 역시 인간이다. 인간 소비자의 선택을 받기 위해서는 인간 소비자가 영상으로부터 받는 느낌 또는 정서가 긍정적이어야 하는데, 긍정적인 감성을 유발하는 자극 파라미터가 무엇인지에 대한 연구는 현재 드문 상태이다. 3D 영상 및 디스플레이의 어떤 파라미터들이 긍정적인 감성을 유발하는지에 대한 감성과학적 연구가 3D 산업 활성화에 중요하게 기여할 것으로 판단된다.

4. 실험법

실험의 목적은 변인과 변인간의 인과관계를 규명하는 것이다. 한 변인이 다른 변인의 원인이라는 것을 규명하기 위해서는 정교한 실험이 수행되어야 한다. 일반적으로 원인으로 예상되는 A 변인에 대해 조작을 하고 결과로 예상되는 B 변인을 측정하는데, A 변인의 조작에 따라서 B 변인의 측정치가 변화하면 A가 B의 원인이 된다고 결론을 내린다. 중요한 것은 A 변인을 조작할 때에 A 변

인이외의 다른 변인은 동등하게 유지되어야 하고 오직 A 변인만 조작되어야 한다는 것이다. 만약, A 변인의 조작과 함께 체계적으로 같이 변화하는 또는 조작되는 변인 C가 존재한다면, B 변인 측정치의 변화가 A 변인의 조작 때문인지 아니면 A 변인과 함께 변화한 C 변인 때문인지 알 수 없다.

3D 휴먼팩터 연구에서 중요한 연구 문제 중 하나는 3D 시각피로의 원인이 무엇인가에 관한 것이다. 3D 시각피로의 원인으로 추정되는 것 중 하나는 조절-수렴 불일치이다. 조절-수렴 불일치는 양안시차의 양이 증가하면 그에 비례하여 증가하게 되는데, 양안시차의 증가와 함께 동시에 증가하는 것은 조절-수렴 불일치의 양뿐 아니라 피험자가 지각하게 되는 이중상이다. 만약, 지각되는 이중상의 양을 통제하지 않고 조절-수렴 불일치의 양을 조작하면서(양안시차의 양을 조작함으로써) 시각피로 정도를 측정하였다면, 설령 조절-수렴 불일치 조작에 따라서 시각피로 측정치가 변화하였다 하더라도 조절-수렴 불일치가 시각피로의 원인인지 아니면 이중상이 시각피로의 원인인지 규명하기 어렵다.

실험법에서는 하나의 변인과 또 다른 변인 간 즉, 두 변인간의 인과관계만을 규명하는 것이 아니라, 두 변인 이상의 관계에 대해서도 관심을 갖는다. 예를 들어, 수렴-조절 불일치 이외에 시청자 렌즈의 굴절력이 시각적 피로의 원인인지 관심을 가질 수 있다. 더 나아가서 수렴-조절 불일치가 시각적 피로에 미치는 인과적 영향이 시청자 렌즈의 굴절력 정도에 따라서 인과적 효과가 달라 나타나는지에 관심이 있을 수 있다. 후자의 경우를 상호작용효과라고 하는데, 실험법에서는 다수 변인간의 인과관계와 변인간의 상호작용효과를 검증하는 다양한 기법을 발전시켜왔다. 3D 휴먼팩터 연구에서 다른 연구기법과 함께 실험법을 사용하게 되면 3D 휴먼팩터 분야에 제기되는 다양한 연구문제를 좀 더 효율적으로 해결할 수 있을 것이라 판단한다.

Ⅲ. 맺음말

3D 휴먼팩터는 어느 한 학문분야의 전유물이 아니다.

다양한 학문분야의 학제적 접근으로만이 3D 휴먼팩터 문제를 해결할 수 있으리라 생각한다. 앞서 소개한 네 가지 휴먼팩터 연구법이 3D 휴먼팩터의 문제를 전부 해결하리라 생각하지 않으며 여기에서 소개하지 못한 또 다른 다양한 휴먼팩터 연구기법들이 존재하리라 생각한다. 여기에서 소개하지 못한 연구방법 중에서 중요한 한 가지는 통계분석 기법들이다. 통계학은 경험적 데이터에 기반한 확률적 의사결정 방법이다. 다양한 통계학 분석 기법을 이용함으로써 다양한 파라미터가 관여하는 3D 시각피로 문제를 포함한 많은 휴먼팩터 문제들이 경험적 데이터를 바탕으로 좀 더 효율적으로 해결되리라 믿는다. 앞서 소개한 연구방법들이 3D 휴먼팩터 연구 방법을 전부 아우르지는 않지만 앞으로의 3D 휴먼팩터 연구에 꼭 필요한 방법들이며 동시에 각 각의 방법을 결합함으로써 3D 휴먼팩터 연구를 체계적이고 과학적이며 효율적으로 공략하리라 생각한다.

참고문헌

[1] 이형철(2002). 3차원 영상 디스플레이 기술개발에서의 휴먼팩터: 3차원 모양 및 깊이 항상성의 구현. 인포메이션 디스플레이, 3권 2호, 49~55

[2] 이형철(2004). 3차원 모양 항상성의 휴먼팩터: 정신물리학적 접근. 인포메이션 디스플레이, 5권 2호, 33~39.

[3] 이형철(2008). 3DTV 기술도약의 발판: 3D 휴먼팩터, 방송공학회지, 13권 1호, 65~71.

[4] 이형철, 김은수(2001). 3D 방송 시스템 개발에서의 심리학의 역할 및 기여, 방송공학회지, 6권 2호, 115~125.

[5] 이형철(2009). 실감방송에서의 3D 깊이/모양 지각감 왜곡의 측정, 방송공학회 논문지, 14권 2호 210~218.

[6] 감기택, 이형철, 이승현(2009). 시각적 피로도에 영향을 미치는 입체영상과 시청환경 특성, 감성과학, 인쇄중.

[7] Li, H.-C.O., Seo, J., Kham, K. & Lee, S.(2008). Method of measuring subjective 3D visual fatigue: a five-factor model. OSA:Digital Holography 2008.

[8] Li, H.-C.O., Seo, J., Kham, K. & Lee, S.(2008). Measurement of 3D visual fatigue using event-related potential: 3D oddball paradigm, 2008 3D TV conference.

[9] Kham, K., Li, H.-C.O. & Lee, S.(2008). Systematic measurement of visual fatigue from 3D contents with 3D specific scene parameters. Proceedings of 6th international conference of cognitive science, 623~624.

저자약력

이형철



- 1987년 : 연세대학교 심리학과 학사
- 1989년 : 연세대학교 심리학과 석사
- 1996년 : 미국 University of Wisconsin, Madison, 심리학과 박사(시지각 전공)
- 1997~1999년 : 캐나다 McGill 대학교, McGill Vision Research Center, 연구원
- 1999년~현재 : 광운대학교 산업심리학과 교수

• 주관심 분야 : 3D 휴먼팩터, 시지각, Brain-Computer Interface