

주관적인 가상 실감화 측정 방법에 대한 시각적 요소 평가 연구

A Study on Evaluation of Visual Factor for Measuring Subjective Virtual Realization

원명주* · 박상인* · 김치중* · 이의철*** · 황민철**†

Myeung Ju Won* · Sang In Park* · Chi Jung Kim* · Eui Chul Lee*** · MinCheol Whang**†

*상명대학교 감성공학과

***Department of Emotion Engineering, Sangmyung University**

**상명대학교 디지털미디어학부

****Department of Digital Media, Sangmyung University**

***상명대학교 컴퓨터과학과

*****Department of Computer Science, Sangmyung University**

Abstract

Virtual worlds have pursued reality as if they actually exist. In order to evaluate the sense of reality in the computer-simulated worlds, several subjective questionnaires, which include specific independent variables, have been proposed in the literature. However, the questionnaires lack reliability and validity necessary for defining and measuring the virtual realization. Few studies have been conducted to investigate the effect of visual factors on the sense of reality experienced by exposing to a virtual environment. Therefore, this study was aimed at reinvestigating the variables and proposing a more reliable and advisable questionnaire for evaluating the virtual realization, focusing on visual factors. Twenty-one questions were gleaned from the literature and subjective interviews with focused groups. Exploratory factor analysis with oblique rotation was performed on the data obtained from 200 participants(females: 100) after exposing to a virtual character image described in an extreme way. After removing poorly loading items, remained subsets were subjected to confirmatory factor analysis on the data obtained from the same participants. As a result, 3 significant factors were determined to efficiently measure the virtual realization. The determined factors included visual presence(3 subset items), visual immersion(7 subset items), and visual interactivity(4 subset items). The proposed factors were verified by conducting a subjective evaluation in which participants were asked to evaluate a 3D virtual eyeball model based on the visual presence. The results implicated

이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NO. 2011-0030824).

이 논문(저서)은 2010년 교육과학기술부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 <실감교류 인체감응솔루션> 글로벌프런티어연구개발사업으로수행된 연구임(한국연구재단-M1AXA003-2010-0029756).

† 교신저자 : 황민철(상명대학교 디지털미디어학부)

E-mail : whang@smu.ac.kr

TEL : 02-2287-5293

FAX : 02-2287-5425

that the measurement method was suitable for evaluating the degree of the virtual realization. The proposed method is expected to reasonably measure the degree of the virtual realization.

Key words: Virtual realization, Virtual environment, VnR(Virtual and Real worlds)

요약

최근 가상-현실 융합의 VnR(Virtual and Real worlds)은 가상 환경 속에서 경험할 수 있는 실재감을 추구하고 있다. 이러한 가상 세계의 실감화 평가는 다수의 독립적 요인으로 구성된 주관평가에 근거하여 평가 되고 있다. 그러나 기존 대부분의 연구에서는 가상 실감화를 측정하는 문항 및 요인 규명에 대하여 논리적 근거가 제시되지 않고 있으며, 측정 방법에 대한 타당성 검증이 미비한 실정이다. 또한 일부 연구는 가상 환경에 의한 실재감을 시각적 요소 측면에서 진행 하였다. 따라서 본 연구에서는 가상 실감화의 구성요소인 실재감의 시각적 요소를 중점으로, 더욱 합리적이고 타당하게 주관적 가상 실감화 측정 방법을 제안하고자 한다. 이를 위해, 가상 실감화를 연구한 문헌과 전문가를 대상으로 21개의 문항을 수집하였다. 200명의 피험자를 대상으로 극사실주의 인물 이미지를 제시하여 상기 문항으로 구성된 설문지를 통하여 5점 척도로 보고하게 하였다. 측정된 데이터에 대해 탐색적 요인분석을 수행하여, 요인 적재량 값이 적은 문항은 제거하였으며, 도출된 요인 모형이 적합한지에 대해서 확인적 요인분석을 통하여 통계적으로 타당함을 검증하였다. 요인 분석 결과 가상 실감화의 실재감을 측정하기 위한 주요 세 가지 요인이 결정되었다. 이는 시각적 실재감(3 문항), 시각적 몰입감(7 문항), 시각적 상호작용(4 문항)으로 구성 되었다. 또한 실재감의 시각적 요소를 기반으로 3차원 가상 안구 모델을 표현함에 따라 제안 하는 가상 실감화 측정 결과에 영향을 끼침을 확인하였다. 이 결과는 논리적 근거를 통하여 수집된 문항에 대해서 합리적이고 타당하게 가상 실감화의 실재감(시각적 요소) 정도를 평가할 수 있는 측정 방법을 제안하였으며, 제안된 측정 방법의 타당도 검증을 통하여 합리적으로 실감화 정도를 평가함을 검증 하였다.

주제어: 가상 실감화, 가상 환경, 가상-현실 융합

1. 서론

최근 가상-현실 융합을 의미하는 VnR(Virtual and Real worlds)은 가상 혹은 현실 세계의 환경이나 상황을 현실 또는 가상 환경에 투영하거나 가상에서 또 다른 가상으로 구현하는 상호작용 인터페이스 기술로써 새로운 개념으로 가상현실과 함께 대두되고 있다. VnR은 다양한 분야에서 활용되고 있으며, 가상 환경에 대한 사실적 표현을 통해 사용자들에게 가상 환경에 대한 신뢰감과 작업의 효율성을 높이고 있다. 또한 현실 환경과 가상 환경을 상호 연결하는 기술로 공간적, 시간적, 물리적 제약 없이 사용자에게 오감을 통하여 경험할 수 있게 한다(TTA, 2010). 이에 따라 다양한 각 분야에서 가상현실로 구현한 환경을 사용자가 실재처럼 느끼고 그 내용을 받아들이도록 하는 것은 중요한 목표로 자리잡고 있다(Mills & Noyes, 1999; Greenhalgh & Benford, 1999; Jin et al., 2001).

가상 환경의 실재감(presence)이란 미디어에 의해 표현된 환경에 대하여 사용자가 느끼는 지각적 상태를 의미한다. 그리고 가상 실감화의 질적 평가 도구로

서 가상 환경을 실제로 받아들이는 정도를 측정하는 중요한 파라미터 중 하나로 사용되고 있다(Mania & Chalmers, 2001). 또한 가상 환경에서 경험하게 되는 다양한 감각정보들을 기반으로 사용자에게 통합된 하나의 정보를 반영 한다(Sanchez-Vives & Slater, 2005; Sas, 2004). 이에 따라 개인마다 가상 환경에 대하여 실재감을 지각하는 정도의 차이가 발생하게 되고 이러한 차이는 가상 환경이 제공하는 정보의 인식과 처리에 있어서도 영향을 미칠 것으로 보고된다(Lee et al., 2006). 실재감과 관련해 이를 가상 환경에 사실적으로 표현하기 위하여 일반적으로 실제 현실 환경 정보를 가상 환경에 반영하는 방법이 사용된다. 실제 현실 환경에서 발생하는 시각적 정보를 가상환경에서 가시화를 통하여 실제 현실 환경과 가상 환경이 연결되는 것은 일반적으로 혼합현실(Mixed Reality) 또는 증강현실(Augmented Reality) 표현되어 나타내 진다(Azuma, 1997; Kishino & Milgram, 1994). 이와 같이 가상 환경에서 사용자는 물리적 환경보다 사용자의 감각적 정보에 의해 생성된 환상(Illusion)에 의존하기 때문에 사용자의 경험을 이해하는데 실재감은 매우

중요한 요소이다(Lessiter et al., 2001).

가상 환경에서 실재감을 표현하기 위한 감각적 요소에는 시각적 요소가 가장 큰 비중을 차지하며 청각적 요소와 촉각적 요소가 포함된다. 드물게는 다른 감각 정보 요소들을 포함하기도 하지만 오히려 부정적인 요소로 작용한다고 보고한다(Heiling, 1992; Hong, 2000). 일반적으로 실재감을 표현하기 위한 시각적 요소는 얼마나 상세히 묘사되었는지에 대한 표현의 수준을 의미한다(Barfield & Hendrix, 1995; Hendrix & Barfield, 1996a). 청각적 요소의 경우는 시각적 요소에 보조적인 요소로 사용되어 정밀성이 높은 수준을 제공하는 현실감을 얻고자 하는 요소로 시도되어 왔다(Hendrix & Barfield, 1996b). 또한 가상 환경의 촉각적 요소는 크게 두 가지로 구분되어 손으로 느끼는 촉각(The haptic : i.e., touch)의 진동과 일정한 자극에 노출되어 느껴지는 촉각(The sensations of the skin)으로 표현되어져 왔다(Kay et al., 1998; Ogi & Hirose, 1996).

가상 환경은 사용자에게 얼마나 정확한 정보를 제공하는지에 대한 지각적 요인에 따라서 그 유용성이 평가 된다. Fisher & Tazelaar(1991)과 Heim(1993) 그리고 Steuer(1992)는 가상 실감화 정도를 평가하기 위하여 주어진 환경에 물리적으로 존재하고 있다는 느낌의 실재감(Presence)지표와 감각에 정보를 제공하는 방식의 몰입(Immersion)지표 그리고 사용자들이 매개 환경에 의해 영향을 받는 정도의 상호작용(Interactivity)지표의 총 3가지 평가 지표를 제안하였다(Lisewski, 2006). Lessiter 등(2000, 2001)은 가상환경 미디어 시스템을 개발 및 평가하고 이를 최적화하기 위하여 ITC-SOPI(Independent Television Commission Sense of Presence Inventory)를 개발하였다. ITC-SOPI 척도는 ‘공간적 실재감(Spatial Presence)’, ‘참여감(Engagement)’, ‘생태적 타당성(Ecological Validity)’ 그리고 ‘부정적 영향(Negative Effects)’의 요인으로 구성되어 평가 하였다. 또한 Witmer & Singer(1998)은 현실체감도 측정(PQ Item Analysis) 방법을 사용하여 가상 환경 실감화 정도를 측정 및 평가 하였다. Mahdjoubi & Wiltshire(2001)은 흥미와 몰입(Interest and Engagement), 이해(Comprehension), 대표성(Representativeness), 사실감과 정확성(Realism and Accuracy), 시각적 사실감(Visual Realism)을 평가 기준으로 사용하였다. 이처럼 많은 연구에서 가상 실감화를 측정하기 위한 방법으로 다수의 복합 요인으로 구성된 주관평가를 통해 접근하고 있다. 그러나 아직까지 가상 실감화를 측정하는 문항 구성과 요인 규명에

대한 논리적인 근거가 제시되지 않고 있는 실정이며 가상 실감화에 대한 측정 방법에 대하여 타당성 검증이 미비한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 실재감의 시각적 요소에 초점을 두어 가상 실감화를 구체적이고 명확하게 정의하고 가상 실감화 정도를 양적 평가가 가능한 방법을 제안하고자 한다. 기존에 연구되어진 측정 방법과 달리 가상 실감화를 측정하는 초기 문항을 연구자의 주관적 판단에 의해 결정하지 않고 세 가지 방법에 근거하여 객관성을 확보 하도록 하였으며, 동시에 가상 실감화의 실재감에 있어서 단일 요인으로 구성되어 있는지 아니면 다수의 복합 요인으로 구성되어 있는지에 대해 확인 후 각각의 독립적인 가상 실감화 요인을 규명하도록 하였다.

2. 가상 실감화 실재감의 시각적 요소

기존 가상 실감화 연구에서는 가상 실감화 정도를 측정하기 위하여 가상환경에 대한 전반적인 경험의 질적 평가 도구로 실재감을 사용하고 있다고 보고된다. 이는 사실감 표현물에 대한 사용자 경험 연구에 매우 유용한 개념으로, 미디어에 의해 묘사되어진 장면에 대하여 사용자가 느끼는 사실감을 의미 한다. 가상 환경에 표현되는 표현매체의 범위는 가상공간이라는 공간적 실재감에 초점을 맞추어 평가 요인이 구분되어지고 있다(Lessiter 2001). 또한, 그 동안 일반적으로 실재감을 경험할 수 있었던 가상 환경의 감각적 정보들을 보면, 시각적 요소가 거의 필수적으로 나타나고 그 다음으로 청각적 요소와 촉각적 요소를 포함하고 있다. 실재감을 표현하는 시각적 요소는 콘텐츠, 질감, 현실 환경과의 일관성, 사용자의 경험의 지각 등으로 기술적인 표현을 통하여 사실감을 가상 환경에 반영한다. 또한 질감(texture), 면의 개수(number of polygons), 시야각(visual field of view), 화면 주사율(refresh rate) 또는 갱신율(frame rate) 등으로 구성되어 표현 되고 있다. 이는 더 자세한 시각적인 사실감과 현실감을 찾고자 하는 시각적 표현에 사용되고 있다(Barfield & Hendrix, 1995; Hendrix, 1996). 또한 가상 아바타와 같이 사용자를 다각형 모델로 표현하기도 하며 실재감을 증대시키기 위하여 많은 수의 다각형으로 모델링을 표현한다(Gibbs et al., 1998).

이처럼 가상 환경 개발에 주요하게 사용되어지는 시각적 요소의 정밀도를 높임으로써 사용자가 받아들

여지는 가상 환경의 사실감과 현실감은 증가 하게 된다(Heiling, 1992). 이를 통해 본 연구에서는 가상 실감화의 실제감과 관련된 감각적 정보 중 시각적 요소를 중점으로 구체적으로 정의하여 가상 실감화 정도를 측정 가능한 모델을 도출하고자 한다. 즉, 상기 실제감을 표현하는 요소는 콘텐츠, 질감, 사용자 경험 등으로 구분되어지므로 이에 따라 실제로 실제감의 시각적 요소가 어떠한 요인으로 구성되어 있는지 규명하고, 가상공간이라는 한정적 범위에서 벗어나 가상 환경을 구성할 수 있는 실제감의 시각적 요소를 중심으로 전체특성을 측정할 수 있는 방법을 제안하고자 한다. 또한 제안한 측정방법이 시각적 요소를 중심으로 가상 실감화의 실제감 정도를 제대로 측정하는지에 대해 타당도 검사를 수행하여 모델의 적합함을 확인하고자 한다.

3. 주관적 가상 실감화 측정의 사용자 평가 연구 방법

주관적인 가상 실감화를 측정하기 위한 연구 절차는 다음 Figure 1과 같다.

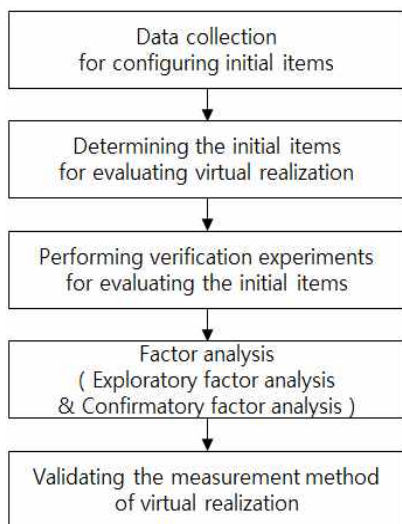


Figure 1. Procedure for measuring virtual realization

기존 문헌 연구조사와 전문가 심층 면접 및 일반인 대상 설문을 통하여 가상 실감화와 관련한 요소들을 수집하였다. 이 중에서도 서로 중복되거나 비슷한 평가 요소는 제거하여 초기 가상 실감화 측정 문항을 추출하였다. 그리고 가상 실감화가 단순히 현실감, 실

재감과 같은 단일요인으로 구성되기보다 실제감을 중점으로 보다 구체화 되어진 다수의 복합요인으로 구분될 가능성을 확인하기 위하여 실험을 진행하였다. 이를 기반으로 통계분석법의 하나인 요인분석(factor analysis)을 실시한 후 가상 실감화가 하나의 단일 요인이 아닌 독립적으로 구성된 다수의 복합적 요인으로 구성되어 있음을 확인하였다. 또한, 초기 설정 문항이 복수의 요인과 높은 상관을 갖는 애매모호한 문항은 제거하여 최종 문항을 도출하였다. 마지막으로 개발된 가상 실감화 측정 방법이 실제로 가상 실감화에 따른 실제감을 측정하는지 규명하기 위하여 타당도 검증을 실시하였다.

3.1. 초기 문항 구성을 위한 데이터 수집

가상 실감화를 측정하는 방법적 연구에서 선행되어야 할 사항은 가상 실감화를 평가하기 위한 문항을 구성하는 것이다. 기존에 가상 실감화를 평가하는 문항들은 주로 연구자의 주관적 판단에 의해서 구성되었다. 본 연구에서는 세 가지 방법에 근거하여 가상 실감화를 측정하는 초기 문항을 수집하였다. 첫째, 가상 실감화를 연구한 기존 문헌 조사를 기반으로 관련 문항을 수집하였다. 둘째, 가상 실감화와 관련된 3차원 가상현실 디자인 전문가 5명을 대상으로 FGI(Focus Group Interview)기법을 사용하여 가상 환경 실제감에 영향을 줄 수 있을 것으로 판단되는 중요 요소들을 수집하였다. 셋째, 미디어 영상 분야와 시각디자인 분야의 대학생 및 일반인 피험자 100을 대상으로 움직이는 가상의 3차원 오브젝트 이미지를 제시한 후, 실제처럼 시각하게 한 영향력 있는 요소들을 상세히 기술하도록 하였다.

3.2. 가상 실감화 평가 초기 문항 결정

세 가지 방법으로 수집되어진 데이터를 기반 하여 가상 실감화를 측정할 수 있는 문항을 구성하였다. 서로 중복되거나 비슷한 문항은 제거하여 초기 문항 17개를 추출하였다. 17개의 문항 이외에 4개의 문항을 추가하였다. 4개의 문항은 역 문항으로 17개의 문항 중 4개의 문항과 정반대의 의미가 되도록 제작성 하였다. 이는 설문조사과정에서 성실하게 응답하지 않은 응답자를 구분하고 설문 문항의 신뢰성 확보를 위하여 추가 하였다.

3.3. 초기 문항 구성요인 검증

기존 연구에서의 가상 실감화를 측정할 수 있는 구성 요인은 대부분 현실감, 실재감과 같은 단일 요인으로 구성되어 있으며, 요인에 대한 타당도 검증이 이루어지지 않았다. 실제로 가상 실감화가 더 이상의 독립적인 하위요인으로 구분되지 않는 단일적 개념인지 아니면 보다 구체화 되어진 다수의 복합적인 개념인지에 대한 확인 및 검증이 이루어져야 할 필요성이 있다. 가상 실감화의 구성요인을 규명하기 위해서 도출된 초기 문항을 기반으로 검증 평가 실험을 실시하였다. 실재가 아닌 인공물로서 현실감이 높다고 생각되는 이미지를 정하기 위하여 시각디자인 관련 분야 전문가 3명을 통해 극사실주의 인물 이미지 한 장을 선정하였다. 실험에 참여한 피실험자는 미디어 영상과 시각디자인 분야의 대학생 및 일반인 200명을 대상으로 하였다(남 100명, 여 100명; 평균 나이 23.86세 ± 3.95). 피험자들은 제시된 이미지를 본 후 가상 실감화를 측정하기 위한 21개의 초기 문항으로 구성된 설문지를 통하여 5점 척도로 보고 하였다.

3.4. 요인분석(탐색적/확인적 요인분석)

탐색적 요인분석(Exploratory factor analysis)은 개념 구성의 기본적인 분석도구로 여러 변인들로 구성된 자료를 군집화 함으로써 변인들 간에 내재하고 있는 요인들을 발견하는 통계 기법이다. 상기 결정된 측정 문항들은 여러 방법에 의하여 수집되었기 때문에 문항들을 산정함에 있어서 관련 문항들이 척도 내에서 효과적으로 작용하는지를 검토하기 위하여 SPSS 12.0K 를 사용하였다. 수집된 17개의 가상 실감화 문항들이 몇 개의 요인에 의해 설명되는지의 여부를 평가 하기 위하여 탐색적 요인분석 중에서도 요인의 개수에 대해 통계적인 검증이 가능한 최대우도법(maximum likelihood estimation)과 사각회전(oblique rotation)을 실시하였다. 탐색적 요인을 규명하기 위하여 상기 200명의 데이터를 이용하였으며, 탐색적 요인 분석의 결과가 타당한지 검증하기 위해 확인적 요인 분석(Confirmatory factor analysis)을 실시하였다. 확인적 요인분석은 요인모형을 검증하는 기법으로 SPSS AMOS 18.0K 를 사용하였으며, 탐색적 요인 모형 결과를 기반으로 1요인 모형과 3요인 모형 그리고 3개의 요인들이 가상 실감화를 구성하는 요인으로 판단

되어 가상 실감화에 군집되어질 수 있다고 가정한 위계적 2차 요인 모형(hierarchical factor model)의 총 3가지 요인모형을 분석하였다. 또한, 탐색적 요인분석을 통해 도출된 요인모형이 타당도 검증 실험 데이터를 이용해서도 동일하게 발견되는지 확인하였다.

3.5. 가상 실감화 측정 방법의 타당도 검증

본 연구에서 개발한 문항은 앞서 기술한 세 가지 방법에 기반 하여 가상 실감화를 측정하는 초기 문항을 구성하였기에 가상 실감화를 적합하게 측정한다고 추정할 수 있으며, 측정 방법의 타당도가 있다고 판단할 수 있다. 제안된 가상 실감화 측정 방법이 가상 실감화를 측정한다면, 가상 실감화에 영향력을 미치는 것으로 추정되는 변인에 따라 영향을 받아야 한다. 일반적으로 가상 환경의 기술적 표현력에 따라서 경험할 수 있는 감각 요소들을 보면, 시각적 요소가 거의 필수적으로 나타나는 것으로 보고되고 있으며, 주로 연구되는 시각적인 요인은 얼마나 상세하게 표현되었는지에 대한 수준으로 판단한다(Morton heilig, 1962). 따라서 시각적으로 실감화 표현이 자세할수록 제안된 측정 방법을 이용하여 가상 실감화를 측정할 경우, 실재감에 영향을 줄 수 있는 요인에 의하여 측정치 값이 증가할 것으로 기대된다.

이를 통해, 가상 실감화 측정 방법의 타당도를 검증하기 위하여 현실 환경과 가상 환경을 이어주는 매개체인 3차원 가상 인물 모델링은 제시하였다. 인간이 외부로부터 자극을 수용하는 감각 중 시각이 70%를 차지한다는 점을 고려하여, 제시된 3차원 인물 모델링에서 눈의 실감화 표현을 중점으로 눈에 비친 반사 영상 여부에 따라 두 그룹으로 나누어 가상 실감화를 측정하였다. 실험에 참여한 피험자는 미디어 영상 분야와 시각디자인 분야의 대학생 및 일반인 200명을 대상으로 실시하였다(남 100명, 여 100명; 평균 나이 24.60세 ± 3.30). 피험자들은 제시된 3차원 가상 인물 모델링을 본 후 제안한 가상 실감화 측정 방법을 이용하여 가상 실감화를 5점 척도로 보고하였다.

4. 요인분석 결과

4.1. 탐색적 요인분석 결과

탐색적 요인분석의 경우 카이제곱과 RMSEA(Root Mean Square Error of Approximation)의 적합도 지수를 기반으로 요인모형을 확인하였다. RMSEA의 경우 그 값이 .08 이하로 나타날수록 양호한 적합도로 해석한다. 따라서 3개의 요인으로 구성된 3요인 모형을 최적으로 판단하였으며, 결과는 Table 1과 같다. 또한, 두 개 이상의 요인과 동시에 높은 상관을 나타내는 경우 어느 한 요인으로 구분되기 어려운 애매모호한 문항으로 간주하여 3개의 문항은 제외 하였다. 최종적으로 각 요인으로 군집화된 가상 실감화 측정 문항의 내용을 검토하여 각 요인을 정의 하였으며, 결과는 Table 2와 같다. 결과적으로 도출된 3개의 요인은 상기 가상 실감화와 관련된 기존 연구 내용을 바탕으로 다음과 같이 정의하였다. 첫째로 1요인의 경우, 사용자에게 주어진 가상 환경이 어떻게 지각되는지에 대한 정도로써 ‘시각적 실재감(Visual Presence)’으로 명명하였다. 둘째로 2요인의 경우, 사용자에게 주어진 가상환경의 표현방식이 시각적으로 얼마나 극사실적인지에 대한 정도로 ‘시각적 몰입감(Visual Immersion)’으로 명명하였다. 마지막으로 3요인의 경우 사용자들이 가상 환경을 통하여 매개 환경의 형태나 내용에 의해 상호 영향을 받는 정도로 ‘시각적 상호작용(Visual Interactivity)’으로 명명하였다.

Table 1. Result of Exploratory factor analysis

Factor Model	χ^2	df	p	RMSEA
1	340.414	77	.000	0.13114
2	173.851	64	.000	0.092872
3	115.851	52	.000	0.078552
4	73.933	41	.001	0.063533
5	45.81	31	.042	0.048997

Table 2. Result of Exploratory factor analysis accordance with measurement items

Measurement items	Factor		
	1	2	3
Q : 01	.926	-	-
Q : 02	.657	-	-
Q : 03	.484	-	-
Q : 04	-	.710	-
Q : 05	-	.654	-
Q : 06	-	.563	-
Q : 07	-	.563	-
Q : 08	-	.563	-
Q : 09	-	.424	-
Q : 10	-	.320	-
Q : 11	-	-	.628
Q : 12	-	-	.596
Q : 13	-	-	.536
Q : 14	-	-	.356

4.2. 확인적 요인분석 결과

Table 3은 확인적 요인분석의 결과를 나타내며, TLI(Tucker Lewi Index)와 CFI(Comparative Fit Index)의 적합도 지수를 기준으로 요인 모형을 해석하였다. 적합도 지수는 .10에 가까울수록 좋은 적합도를 의미한다. 또한 3요인모형의 14개의 요인 적재치는 .516에서 .986으로 나타내었으며, 2개의 요인 적재치가 .5이하로 확인되었다. Hierarchical 모형의 적합도 역시 만족할 만한 수준으로 1차 14개의 요인 적재치는 .517에서 .986, 2차 요인에 대한 3개의 요인 적재치는 .758에서 .973으로 나타났다. 결과적으로 탐색적 요인분석의 결과와 확인적 요인분석의 결과는 매우 유사한 것으로 검증 되었다.

Table 4와 Table 5는 가상 실감화를 측정하기 위한 최종 문항을 나타내며 시각적 실재감 3문항, 시각적 몰입감 7문항, 시각적 상호작용 4문항 그리고 역 문항 4문항 총 18개의 문항으로 구성되었다.

Table 3. Result of Confirmatory factor analysis accordance with factor model

Factor Model	χ^2	df	CFI	TLI	RMSEA
1	351.3	77	.761	.717	.134
3	189.1	74	.900	.876	.078
hierarchical	189.1	73	.910	.886	.077

Table 4. The determined measurement items as result of confirmatory factor analysis

No.	Measurement items
01	How much was the degree of realization in this virtual environments?
02	How much did you feel the realistic degree of objects' movements in this virtual environment?
03	How much did you feel the natural degree of objects' movements in virtual environment?
04	How natural was this virtual environment?
05	How much was the degree of immersion in this virtual environment?
06	How similar was this virtual environment compared with its corresponding real environment?
07	How strongly did you feel the objects in this environment?
08	How contact-able was the objects in this virtual environment?
09	How much did you feel that this virtual environment is part of its corresponding real environment?
10	How much was the degree of representative quality of this virtual environment?
11	How much did you feel the degree of interaction-ability with this virtual environment?
12	How frequently did you move against the change of this virtual environment?
13	How much did you perceive feedbacks for your interactions in this virtual environment?
14	How much did you feel that someone gazed at you in this virtual environment?

Table 5. The determined measurement reverse items as result of confirmatory factor analysis

No.	Measurement reverse items
01	How awkward did you feel somewhere in this virtual environment?
02	How difficult did you immerse into this virtual environment?
03	How awkward did you feel visual expression of this virtual environment?
04	How awkward did you feel movements of objects in this virtual environment?

5. 타당도 검증 결과

3차원 가상 인물 모델링의 눈 실감화 표현 여부에 따라서 가상 실감화 모델링과 비 실감화 모델링으로 구분된 두 집단 간의 가상 실감화를 측정된 결과는 다음과 같다. ‘시각적 실재감(visual presence)’의 결과는 Figure 2와 같고, ‘시각적 몰입감(visual immersion)’의 결과는 Figure 3과 같으며, 시각적 상호작용(visual interactivity)의 결과는 Figure 4와 같다. 상기 세 요인(시각적 실재감, 시각적 몰입감, 시각적 상호작용)에 대하여 제안된 주관평가 모델을 기반으로 가상 실감화를 평가한 결과 가상 실감화 모델링이 비실감화 모델링에 비해 모두 높은 결과 값을 나타내었다. 이를 기반으로 두 집단의 가상 실감화 요인 별 통계적 유의차를 비교하기 위하여 해당 데이터에 대한 정규성 검정을 실시 후 비모수 추정인 만-휘트니 U 검증(Mann-Whitney U test)을 수행하였다. 또한 다중의 종속 변수에 대한 통계적인 1 종 오류의 증가를 통제하기 위하여 본페로니 교정(Bonferroni correction) 방법을 적용하여 유의 수준을 설정하였다. 검증 결과, ‘시각적 실재감’과 ‘시각적 몰입감’ 및 ‘시각적 상호작용’에서 $p = .000$ 으로 두 집단 간의 가상 실감화 요인 별 유의미한 차이가 있음을 확인할 수 있었다.

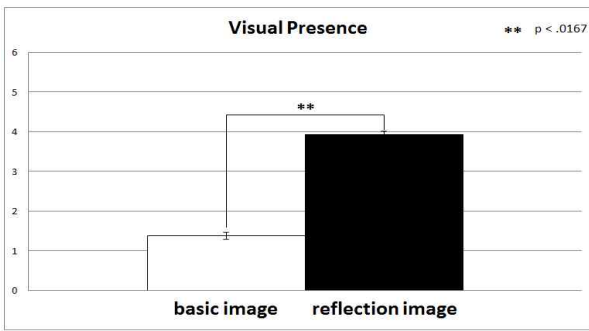


Figure 2. Subjective evaluation results for Visual Presence

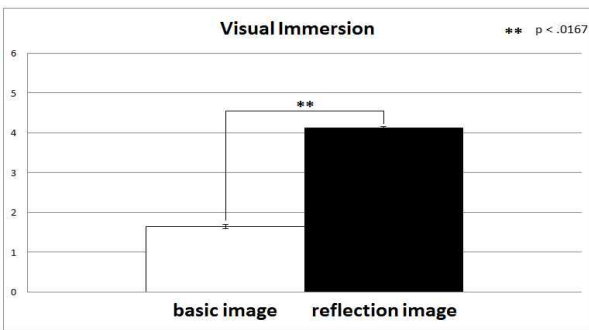


Figure 3. Subjective evaluation results for Visual Immersion

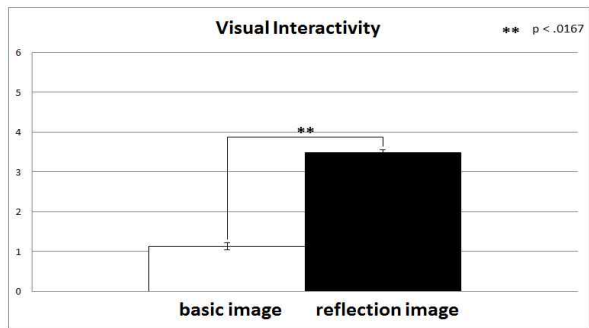


Figure 4. Subjective evaluation results for Visual Interactivity

6. 결론 및 논의

본 연구에서는 실제감의 시각적 요소를 중점으로 가상 실감화를 구체적이고 명확하게 정의하여 어떠한 요인으로 구성되는지 확인하였으며, 주관적으로 가상 실감화를 측정할 수 있는 방법을 제안하였다. 또한 제안한 가상 실감화 측정 방법의 타당성을 확인하기 위하여 타당도 검증을 실시하였다.

탐색적 요인분석을 통하여 가상 실감화는 세 개의 복합 요인(시각적 실제감, 시각적 몰입감, 시각적 상호작용)으로 구성되어 있음을 확인하였으며, 확인적

요인분석을 통하여 가상실감화 측정 방법 요인 규명이 타당함을 검증하였다. 이를 통해, 세 개의 요인으로 구성된 가상 실감화를 측정할 수 있는 18 개의 문항(시각적 실제감 3 문항, 시각적 몰입감 7 문항, 시각적 상호작용 4 문항, 신뢰성 확보를 위한 역 문항 4 문항)을 개발하였다. 또한 실제감 표현을 위한 시각적 요인을 조작하여 3 차원 인물 모델링(눈 실감화)의 표현 여부에 따라 가상 실감화 모델링과 비 실감화 모델링의 두 그룹으로 나누어 본 연구에서 개발한 방법을 사용하여 가상 실감화를 측정하였다. 그 결과 측정된 가상 실감화는 실제감의 시각적 표현 여부에 따라서 영향을 받음을 검증하였으며 제안된 측정 방법의 타당성을 확인하였다.

가상 실감화를 측정하기 위하여 기존에 많은 연구들이 진행되어 왔으나, 정확하고 타당한 측정 방법에 대해서 구체적이고 논리적인 근거를 제시하지 못하는 한계점을 갖고 있다. 이러한 가상 실감화의 측정 방법의 문제를 해결하기 위해서 본 연구에서는 합리적이고 타당하게 실제감의 시각적 요소를 중심으로 가상 실감화를 측정할 수 있는 방법 개발과 타당도 검증을 통하여 제안한 가상 실감화 측정 방법 모델이 적합함을 확인한 점에 큰 의미를 갖는다. 또한 실제감의 시각적 요소에 중점을 두어 보다 구체적으로 요인을 규명하였기 때문에 가상 실감화의 실제감에 영향을 줄 수 있는 질감(texture), 면의 개수(number of polygons), 시야각(visual field of view), 화면 주사율(refresh rate) 또는 갱신율(frame rate)과 같은 시각적 표현 요소가 실제 가상 환경에 적합한 요소인지에 대한 평가가 가능할 것으로 판단되며, 추가적으로 현재까지 표현 되어진 시각적 요소가 실제로도 사용자에게 실제감을 제공하는지에 대한 평가도 가능할 것으로 생각된다. 단 실제감을 표현하는 시각적 요소만을 중심으로 가상 실감화 측정 방법을 제안하였기 때문에 가상 환경 실감화의 실제감 전체를 측정하는 것에 적용하기에는 한계가 있다. 추후 연구에서는 본 연구의 한계점을 보완하고, 가상 환경에서 실제감을 표현하는 다감각적 요소(청각적 요소, 촉각적 요소 등)가 고려된 가상 실감화 측정방법을 개발하고 실험을 통해 검증할 필요성이 있다. 본 연구는 가상 실감화 실제감의 시각적 요소를 중점적으로 가상 실감화를 측정할 수 있는 주관적 모델을 제안하였으며, 타당성 검증을 통하여 제안된 주관적 측정 모델이 적합함을 확인한 연구로서 그 의의가 있을 것으로 생각한다.

REFERENCES

- Azuma, R. (1994). A Survey of Augmented Reality, *In presence : Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355-385.
- Barfield, W. & Hendrix, C. (1995). The effect of update rate on the sense of presence in virtual environment, *Journal of Virtual reality: Research, Development, Applications*, 1(1), 3-15.
- Gibbs, S., Arapis, C., Breiteneder, C., Lalioti, V., Mostafawy, S. & Speier, J. (1998). *Journal of IEEE Multimedia*, 5(1), 18-35.
- Greenhalgh, C. & Benford, S. (1999). Supporting rich and dynamic communication in large scale collaborative virtual environments, *In Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 8(1), 14-35.
- Heiling, Morton. (1992). El Cine del Futuro : The cinema of future, *in Presence*, 1(3), 279-294.
- Hendrix, C. & Barfield, W. (1996a). Presence within virtual environments as a function of visual display parameters, *Journal of Presence: Teleoperators and virtual environments*, 5(3), 274-289.
- Hendrix, C. & Barfield, W. (1996b). The sense of presence with auditory virtual environments, *Journal of Presence: Teleoperators and virtual environments*, 5(3), 290-301.
- Hong, J. H., Jeong, D. H., Sim, S. Y. & Song, C. G. (2005). Analysis of Effectiveness of Multiple Sensory Modalities in Virtual Environment, *The Korea information science society*, 27(9), 931-941.
- Jin, J., Park M., Ko H. & Byun, H. (2001). Immersive Telemeeting with Virtual Studio and CAVE, *Proceedings of International Workshop on Advanced Image Technology*, 15-20.
- Kay, M., Stanney, Ronald R., Mourant, Roberts S. Kennedy. (1998). Human Factors Issues in Virtual Environments : A Review of the Literature, *Journal of Presence: Teleoperators and virtual environments*, 7(4), 327-351.
- Lee, H. R., Ku, J. H., Kim, S. Y., Yoon, K. J., Nam, S. W., Kim, J. J., Kim, I. Y. & Kim, S. I. (2006). The Relationship between Brain Activities and presence on Communication using an Avatar in Virtual Reality, *The Korean society for cognitive science*, 17(4), 357-373.
- Lessiter, J., Freeman, J., Keogh, E. & Davadoff, J. (2000). Development of a New Cross-Media Presence Questionnaire: The ITC-sense of Presence Inventory, *Independent Television Commission (UK)*.
- Lessiter, J., Freeman, J., Keogh, E. & Davadoff, J. (2001). A Cross-Media Presence Questionnaire: The ITC-Sense of Presence Inventory, *In presence*, 10(3), 282-297.
- Lisewski, A. M. (2006). The Concept of Strong and Weak Virtual Reality, *Journal of Mind and machines*, 16(2), 201-219.
- Mahdjoubi, L. & Wilshire, J. (2001). Towards a Framework for Evaluation of Computer Visual Simulations In Environment Design, *Design Studies*, 22, 193-209.
- Milgram, P. & Kishino, F. (1995). A taxonomy of mixed reality visual displays, *IEICE Transactions on Information Systems*, E77-D(12), 1-15.
- Mania, K. & Chalmers, A. (2001). The Effects of Levels of Immersion on Memory and Presence in Virtual Environments: A Reality Centered Approach, *Journal of CyberPsychology & Behavior*, 4(2), 247-264.
- Mills, S. & Noyes, J. (1999). Virtual reality: an overview of User-related DesignIssues - Revised Paper for Special Issue on "Virtualreality: User Issues" in Interacting With Computers May1998, *Interacting with computers*, 11(4), 375-386.
- Ogi, T. & Hirose, M. (1996). Multi-sensory data sensualization based on human perception, *Proceedings of the IEEE 1996 Virtual Reality Annual International Symposium*, 60-70.
- Sanchez-Vives, Maria. V., Slater, Mel. (2005). From presence to consciousness through virtual reality, *Journal of Nature Reviews Neuroscience*, 6(4), 332-339.
- TTA. (2010). ICT Standardization Roadmap ver. 2010, *Telecommunications Technology Association*, 60-100.
- Witmer, Bob G. & Singer, Michael J. (1998). Measuring Presence In Virtual Environment: A Presence Questionnaire, *Presence: Teleoperators and*

virtual Environment, 7(3), 225-240.

원고접수: 2012.08.16

수정접수: 2012.09.10

게재확정: 2010.09.10