

3차원 시청각환경제시기의 현실감 평가 실험

서형준, 신찬수*, 장상철, 박경동, 고희동
한국과학기술연구원, *한성대학교
서울시 성북구 하월곡동 39-1
E-mail: hjseo@kistmail.kist.re.kr

An Evaluation for Reality in 3D Visual and Auditory Environment Generator

Hyungjun Seo, Chansoo Shin, Sangcheol Jang, Kyungdong Park, Heedong Ko
Korea Institute of Science and Technology(KIST)

요약

본 논문은 감성측정평가 시뮬레이터 구축의 일환으로 개발한 3차원 시청각 환경 제시기가 생성하는 가상환경의 현실감 정도를 평가하는데 목적이 있다. 이를 위하여 가상환경의 최소 구성성분 요소들로 Size, Length, Distance 등을 설정하였으며, 이들에 대하여 가상환경과 실제환경에서 각각 실험을 통해 피실험자들의 인식정도를 측정하였다. 실험에서 사용한 측정방법은 가상세계에 대한 인식실험을 위해 개발된 Size/Distance Estimation, Sketch Map, Object Search 방법 등을 사용하였으며, 가상환경과 실제환경에서 각각 도출된 실험결과와의 차이를 토대로 3차원 시청각 환경 제시기의 현실감 수준을 평가하였다. 본 실험을 위해 구성된 피실험자의 집단은 컴퓨터 사용에 익숙한 20대 이공계열 84명(남:56, 여:28)의 학생들을 대상으로 하였다. 본 논문의 의의로는 3차원 시청각 환경 제시기가 생성하는 가상환경의 현실감 수준을 평가함으로써 개발 시스템의 보완 및 발전과 본격적인 감성공학 분야의 활용을 위한 지침을 마련하는데 있다.

Keyword: 가상현실, 가상환경, 현실감, 감성공학, 인지과학, 3차원 시청각 환경 제시기, 인식실험

1. 서론

오늘날 대부분의 기업들은 점차 제품기술이 보편화 됨에 따라 중전의 품질, 기능 및 가격 중심의 제품경쟁에서 벗어나, 디자인이나 사용의 편리성과 만족성 등을 중시하는 감성중심의 제품개발에 많은 관심을 가지고 있다[1]. 그러나, 감성공학에 대한 국내에서의 연구가 일천한 관계로 기업들의 감성제품 개발에 활용할 수 있는 감성 데이터베이스는 물론 감성측정평가에 필요한 시설, 장비 및 시스템 등이 전무한 실정이었다.

이러한 배경하에서 장차 기업체, 연구소 및 학계 등에서의 감성공학에 대한 다양한 요구들을 충족시키기 위하여 “감성공학기술 개발 사업”은 시작되었고, 사업의 일환으로 제품이나 환경에 대한 인간의 감성반응을 측정 및 평가할 수 있는 공동의 실험평가 시설인 “감성측정평가 시뮬레이터 개발”을 추진하게 되었다[2].

감성측정평가 시뮬레이터는 제품이나 환경에 대한 인간의 감성반응 특성을 파악하기 위하여 인공적으로 물리적 환경을 자유롭게 바꿀 수 있는 실험시설로 모의환경 제시기술, 모의실험 장치(시뮬레이터) 및 감성측정 해석 시스템 등으로 구성된다. 이중 모의환경 제시기술은 실험실 공간에서

인간의 감성반응 특성을 효율적으로 파악할 수 있도록 다양한 환경이나 상황을 인위적으로 제시해주는 기술로서 3차원 시청각, 음향/진동, 후각/미각, 색/조명, 열/공기, 촉각/질감 등이 있다[3].

한편, 3차원 시청각 환경 제시 기술은 가상현실(Virtual Reality) 기술을 이용하여 감성측정평가 대상 제품이나 환경에 대한 시각 및 청각 정보들을 입체적이고 현실감 있게 묘사해 주는 기술이다. 이를 위하여 본 연구원은 지난 3년간에 걸쳐 “3차원 시청각 환경 제시 시스템”을 개발하였다[4].

본 연구는 “3차원 시청각 환경 제시 시스템”을 본격적으로 활용하기에 앞서 개발한 시스템이 생성 및 제시해 주는 가상환경이 어느 정도의 현실감을 갖는지에 대해 평가하는 것이 1차적인 목적이다. 이러한 연구를 통해 제시된 가상환경을 인식하고 해석하는데 있어서 참고할 수 있는 지침을 마련함과 동시에, 가상환경의 현실감 향상을 위해 추가적으로 구현해야 할 기능들을 도출하는 것이 궁극적인 목표가 된다.

본 논문은 2장에서 제시기를 평가하기 위해서 도입한 실험 방법에 대한 타당성을 기술하였으며, 구체적인 실험에 대한 설계와 방법, 절차는 3장에서 다루었으며 4장은 실험의 결과를 보여준다. 5장 결론에서는 이루어진 실험을 바탕으로 제시기의 해석 지침을 나타내었다.

2. 현실감 평가 모델

현실감은 표현매체에 의해 기술된 가상의 세계가 물리적인 세계와 어느 정도 유사한지를 가리키는 지표가 되고 말이나 글, 음향, 그림, 그래픽 등이 표현매체에 포함된다. 이 가운데 3차원 그래픽으로 표현된 시각적 가상 환경은 Size, Length, Distance로 이루어진 구조적인 정보와 색, 조명, 질감, texture로 이루어진 rendering 정보로 나눌 수 있다. 3차원 시청각 환경 제시기는 modeling된 객체들을 읽어 들여서 환경을 구성하기 때문에 rendering 정보는 modeling 단계에서 결정된다[4]. 그러므로 이 실험에서는 구조적인 정보를 다루는 부분만을 대상으로 한다. 가상세계에서의 실험은

실제 세계에서 일어나는 소리를 추가하여 실험하였다.

Size는 length로 이루어진 물체가 지니게 되는 2차원이나 3차원적인 크기를 말하고, length는 물체의 변이 이루고 있는 길이 단위의 정도를 가리킨다. distance는 평면적인 의미를 지니는 length라고 할 수 있으며 관찰자의 움직임에 따른 traversed distance와 움직임을 동반하지 않는 perceived distance로 나눌 수 있다[5]. 가상환경은 Length가 기본이 되어 Size와 Distance를 갖는 환경을 구성하기 때문에 3차원 시청각 환경 제시기의 현실감 평가 실험에서는 기본적으로 제시기가 보여주는 size와 distance를 측정하는 실험을 설계하였다.

기존에 있었던 실험은 가상에서 distance estimation이 실제세계에서 인식하는 것보다 부정확하다는 결과를 알려주고 있다[6]. 이러한 결과를 바탕으로 3차원 시청각 환경 제시 시스템에서는 performer가 제공하는 단위보다 40% 길게 가상의 환경을 만들고 Size/Distance estimation을 가상과 현실에서 실험하여 비교하였다[7].

표현된 가상의 세계가 참여자의 뇌 속에서는 다른 그림을 가질 수 있으므로 인식을 통해 참여자의 뇌 속에 구성된 세계를 평가하기 위해서 Sketch Map 방법을 사용하였다[8,9]. 하지만, Sketch Map 방법은 navigation을 하는 시스템에서 적절하게 사용되었으나 정성적 평가만을 지원하고 있고 Map을 그리는 능력에 따라 결과가 달라질 수 있는 단점이 존재한다.

현실과 가상에서 Navigation을 통하여 형성된 과거의 정보가 피실험자의 뇌 속에 남아있는 정도와 목적지에 도달하는 시간/경로 등을 파악하기 위하여 Object Search 실험방법을 사용하였다.

각 실험을 통하여서 가상세계와 현실세계가 제공하는 구조적인 정보의 차이점을 규명하고 차이에 대한 개선점을 찾으려 하였다[9].

3. 제시기의 현실감 평가 실험

본 실험에서는 Navigation 장치로 자전거 인터페이스를 사용하였으며 지면의 상태에 따른 자전거

의 Feedback은 건물의 구조적인 정보를 인식하는데 커다란 영향이 없다고 가정하였다.

3.1 Size/Distance Estimation

피실험자들은 크기, 거리를 정확하게 측정할 수 있는 자로 선발하기 위해 선별과정에서 간단한 object에 대한 크기와 거리를 측정하게 하여, 피실험자로 적합한 자를 선택하였다.

피실험자들은 여러 종류의 크기와 거리로 이루어진 막대기 주위 및 주변환경을 5분 정도 둘러보게 한 후, 정해진 위치에서 각 막대기의 크기와 거리를 측정하게 하였다. 막대기의 크기는 0.75, 1.15, 1.55, 1.8, 2.15, 2.75, 2.9, 3.3, 3.5m로 구성하였으며, 각 막대와 관찰자의 거리는 5.5, 8.3, 13m가 되게 하였다. 이러한 수치는 막대기 제작과 주변환경을 고려하여 선정되었다.

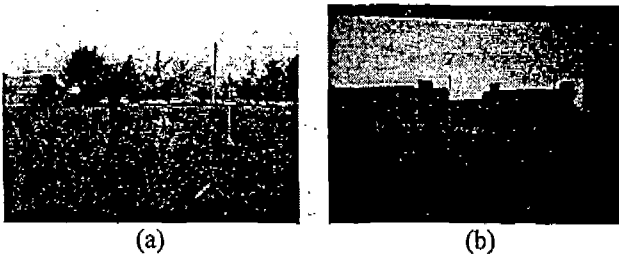


그림 1. Size/Distance Estimation의 가상과 현실에서의 실험 장면; (a)현실세계, (b)가상세계

3.2 Sketch Map

피실험자 그룹은 between-subject design에 의해 선발하였으며 피실험자는 공간지식을 가진 부류로써 주로 이공계열 대학생들을 중심으로 간단한 실험 및 설문을 통하여 선발하였다.

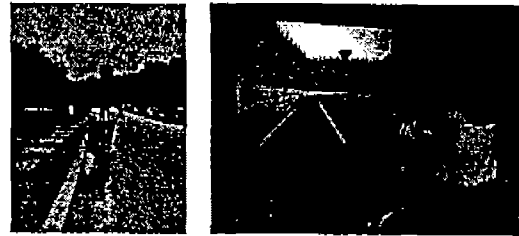
피실험자들은 현실과 가상에서 10분간 자전거를 이용한 navigation을 실시하게 된다. 가상에서 자전거 인터페이스를 사용자들이 익숙하게 쓰기 위하여 pretest world를 만들어 10분간 훈련을 하도록 하였다.

비디오와의 현실감 비교를 위해서 현실에서 피실험자들이 Navigation한 경로를 평균하여 비디오 촬영의 경로를 추출하였다.

3.3 Object Search

피실험자 group은 Sketch map 실험을 행한 자로 하였고 현실과 가상세계에서 동일한 object(쓰레기

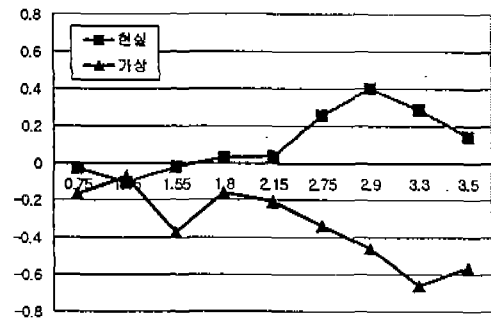
통)를 선택하였다. 이 object를 가상에 현실과 똑같은 크기, 위치로 모델링하였다. 피실험자들이 제시된 object들을 찾아가는 경로와 소요된 시간, 실수로 지나치는 경우의 존재여부에 대해서 관찰하였다.



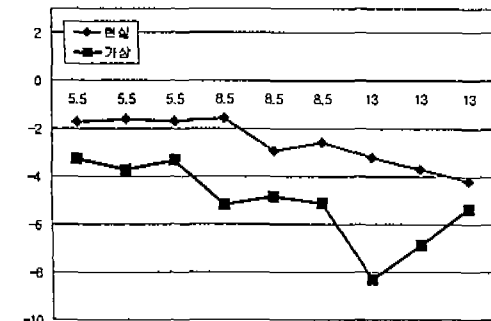
(a) (b)
그림 2. 가상과 현실환경에서 Navigation 하는 장면; (a)현실세계, (b)가상세계

4. 제시기의 현실감 평가 실험 결과

4.1 Size/Distance Estimation



Size와 Distance에 대한 현실과 가상의 실험 결과



과 값은 다음과 같다.

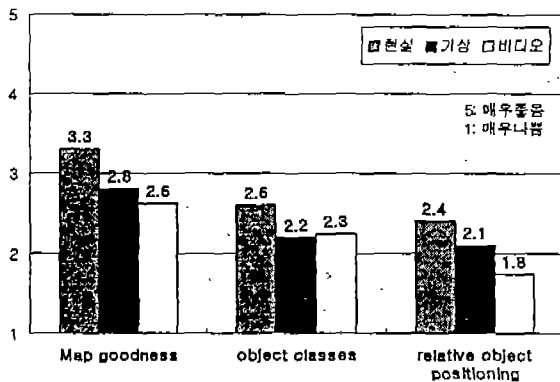
(a)
(b)

그림 3. 가상과 현실세계에서의 Size/Distance Estimation 오차 값; (a)Size, (b)Distance

가상과 현실 모두에서 size의 크기가 커짐에 따라 개산(esti-mation)을 잘 하지 못했다. 반대로 2m 이하의 크기는 가상과 현실 모두에서 잘 개산하고 있었으며, 통계적인 분석을 통한 집단간의 비교에도 차이점을 찾지 못했다. Distance Estimation에서는 가상과 현실 모두 잘 개산하지 못하고 있었으나, 가상환경에서의 개산이 현실보다 더 크게 under estimation 한 이유는 피실험자 위치에서 막대까지의 거리 중 절반부분이 프로젝션의 FOV가 좁은 이유로 전체적으로 볼 수 없었기 때문이었다.

4.2 Sketch Map

Sketch map analysis method을 이용하여, 피실험자들이 작성한 map에 대한 map goodness, object classes, relative object positioning에 대한 5점 척도



를 실시하였다[8]. 실험당시 피실험자들 계속해서 관찰한 2명의 실험자에 의해 작성하였다. 결과는 다음과 같다.

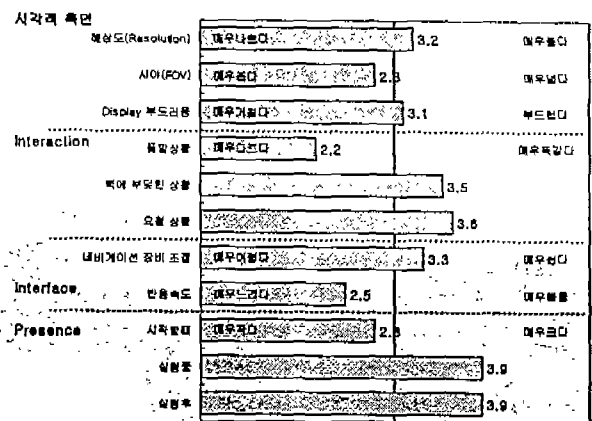
그림 4.5 점척도를 이용한 Sketch Map의 평가

가상환경에서는 FOV(Field of View)가 현실보다 좁기 때문에 환경에 대한 공간인지면에서 정보를 적게 획득하여 수행 결과값이 떨어짐을 볼 수 있다. 하지만, object search 실험까지 끝난 후 다시 map을 피실험자에게 작성하도록 하였을 때, 현실과 차이점을 찾기 어려웠다. 이것은 FOV가 좁아 획득되는 정보는 적지만, 경험하는 시간이 흐름에 따라 현실과 비슷해 짐을 볼 수 있었다. 이러한 추가적인 시간을 결정할 수 있다면, 현 시스템을 이용하여 현실과 비슷한 경험을 할 수 있다.

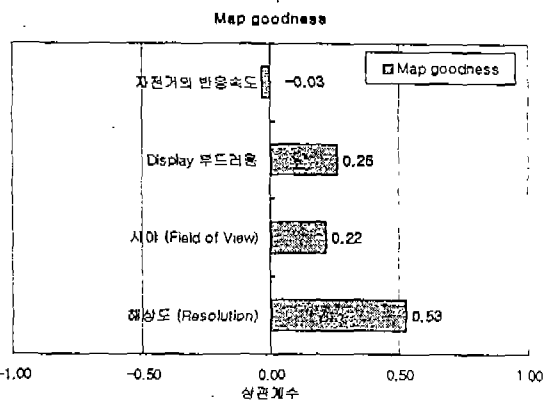
비디오 실험은 가상에서 보여지는 환경보다 현

실감이 뛰어나지만, sketch map을 평가한 결과 가상환경보다 나쁘게 나타났다. 이러한 이유로는 고정된 path를 따라 단순히 찍은 화면을 보여줌으로써 피실험자들이 원하는 방향을 볼 수 없고, 화면을 관찰함으로써 10분간의 실험동안 중반이후부터는 집중력이 급격히 떨어져 환경을 인식하는데 어려움을 느꼈기 때문이었다.

다음은 3차원 시청각 환경 제시기에 대한 설문결과와 설문의 시각적측면(해상도, 시야, display 부드러움), interface(반응속도)와 cognitive map 실험에



서 얻은 Map goodness와의 상관관계를 분석하였다.



이러한 분석은 인간의 머리속에 map이 생성될 때 어떠한 요소가 많은 영향을 미치는지를 살펴보기 위해서다.

그림 5. 3차원 시청각 환경제시기에 대한 설문결과 그림 6. Map goodness scale과 측정 항목간의 상관

위의 그래프와 같이, 해상도의 수준이 map을 생성시키는 데 상당히 크게 작용하고 있음을 볼 수 있다. 시야(FOV)항목은 map goodness가 좋은 피실험

험자일수록 본 시뮬레이터에서 느끼는 FOV를 넓게 인식하고 있었다. 또한 자전거의 반응속도는 전혀 영향을 미치고 있지 않다. 위 설문결과를 보면 피실험자들이 자전거 인터페이스의 반응속도가 매우 느린 것으로 느끼고 있다. 이럴 경우 인터페이스의 속도가 실험에 큰 영향을 미치지 않는 경우에는 현실보다 빠르게 움직이게 설계할 필요가 있다. 실질적으로 피실험자와의 인터뷰에서도 현 인터페이스의 속도가 너무 느려, 단순한 Navigation 실험에서 지루함을 느껴 결과적으로 몰입감을 떨어뜨리는 것으로 나타났다.

4.3 Object Search

현실세계와 가상세계에서 피실험자들이 이전에 경험한 장소에 있는 object들을 모두 찾아 냈다. object를 인지하지 못하고 지난 경우는 없었다. 가상의 실험에서 2명의 피실험자들이 object를 찾아 navigation을 할 때, 공간상의 거리를 잘 못 인식하고, 먼 거리로 돌아가는 경우가 있었다. 또한 건물 사이의 좁은 길을 인지하지 못하고 계속해서 넓은 길로만 navigation하는 것을 관찰할 수 있었다. 이러한 결과를 바탕으로 FOV가 좁은 Navigation 위주의 가상환경 구축시 도로표지 시스템을 보다 자세히 만들어야 함을 도출할 수 있었다.

5. 결론

본 논문에서는 구축된 3차원 시청각환경의 현실감을 여러가지 실험을 현실세계와 가상세계에서 비교/평가하여 차이점과 개선점을 규명하려 하였다. 3차원 환경을 구성하는 가상환경에서의 Size는 실제보다 평균 0.35m를 적게 인식하였고 Distance는 평균 5m 정도 적게 인식하였다. 3차원 시청각 환경 제시기의 사용자는 이러한 결과값을 이용하여 가상환경의 구조적인 정보를 현실환경의 정보와 같도록 시스템을 조정하여 사용해야 한다. 또한 Size나 Distance의 크기나 길이가 커짐에 따라 오차의 적용범위를 다르게 평균하여 더 정확하게 3차원 정보를 가상의 환경에 나타내어야 한다. 3차원 시청각 환경을 제시하는 현 시스템의

FOV가 좁아 현실보다 많은 시간이 필요했고, Navigation 장치의 속도가 인간의 인지수행능력에 영향을 미치지 않았다는 수치적인 결과를 이용하여 장치의 속도를 증가시키면 좁은 FOV의 한계를 극복할 수 있다는 사실을 찾아내었다.

앞으로의 연구에서는 본 실험에서 미진한 청각 환경에 대한 실험의 수행이 요구되고 감성공학을 위한 시뮬레이터의 완성에 따라 Feedback 등이 부가된 시뮬레이터의 실험이 필요하다. 또한, 비용과 현실감의 trade-off을 고려하여 원하는 수준의 현실감을 얻기 위한 3차원 시청각 환경 제시기의 사양을 도출하는 실험이 요구된다.

참고문헌

- [1] 노무수, "산업환경의 변화와 감성과학", '97 한국감성과학회 연차학술대회 논문집, 한국감성과학회, pp. 6-10, 1997.
- [2] 감성공학기술개발 연구기획단, "감성공학기술개발사업 연구기획 최종보고서", 한국표준과학연구원, pp. 60-65, 1992
- [3] 이남식, 박세진, "감성측정평가 시뮬레이터", 감성공학기술, 한국표준과학연구원, pp. 46-52, 1996.
- [4] 고희동, "3차원 시청각 환경 제시기의 설계 및 구현", 대한전자공학회지, 1997.
- [5] Bob G. Witmer and Paul B. Kline, "Judging Perceived and Traversed Distance in Virtual Environments", PRESENCE, Vol. 7, No. 2, April 1998, 144-167
- [6] Lampton, D. R., Singer, M.J., McDonald, D., & Bliss, J. P. "Distance estimation in virtual environment", Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 39th Annual Meeting, 1995, 1268-1272
- [7] Evan D. Graham & Christine L. MacKenzie "Physical versus Virtual Pointing", CHI 96 proc. 1996
- [8] Billingham, M. & Weghorst, S., "The Use of Sketch Maps to Measure Cognitive Maps of Virtual Environments". Proc. of the IEEE '95 Virtual Reality Annual International Symposium, 40-47, 1995.
- [9] David Waller, Earl Hunt and David Knapp "The Transfer of Spatial Knowledge in Virtual Environment Training", PRESENCE, Vol. 7, No. 2, April 1998, 129-143