

碩 士 學 位 論 文

指 導 教 授 鄭 炳 榕

假象現實 시스템의

現實感 評價에 관한 研究

An study for reality evaluation of virtual reality system

2 0 0 0 年 2 月

漢城大學校 大學院

產 業 工 學 科

產 業 工 學 專 攻

申 讚 秀

碩 士 學 位 論 文

指 導 教 授 鄭 炳 榕

假象現實 시스템의

現實感 評價에 관한 研究

An study for reality evaluation of virtual reality system

위 論文을 工學 碩士學位 論文으로 提出함

2 0 0 0 年 2 月

漢城大學校 大學院

產 業 工 學 科

產 業 工 學 專 攻

申 讚 秀

申讚秀의 産業工學 碩士學位 論文을 認定함

2000年 2月

審査 委員長

印

審査 委員

印

審査 委員

印

# 제 목 목 차

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| 제 1 장 서론 .....                       | 1  |
| 1.1 연구의 필요성 .....                    | 1  |
| 1.2 연구의 목적 .....                     | 3  |
| 1.3 연구의 범위와 접근방법 .....               | 4  |
| 제 2 장 선행연구의 고찰 .....                 | 7  |
| 2.1 가상현실 시스템의 인간공학적 요소 .....         | 8  |
| 2.2 현실감의 구성요소 .....                  | 9  |
| 제 3 장 가상현실 시스템의 현실감 평가 실험 .....      | 12 |
| 3.1 현실감평가 방법론 .....                  | 12 |
| 3.2 현실감평가 실험항목 .....                 | 14 |
| 3.2.1 실험방법 및 계획 .....                | 15 |
| 3.2.2 실험환경 및 장비 .....                | 21 |
| 3.3 실험결과 .....                       | 22 |
| 3.3.1 Cognitive map .....            | 22 |
| 3.3.2 Object search .....            | 24 |
| 3.3.3 Size distance estimation ..... | 24 |
| 3.3.4 가상현실 시뮬레이터에 대한 평가 .....        | 27 |

|                              |    |
|------------------------------|----|
| 제 4 장 현실감을 향상시키기 위한 요인 ..... | 30 |
| 제 5 장 결론 및 추후연구과제 .....      | 32 |
| 참고문헌 .....                   | 34 |
| 부     록 .....                | 37 |
| ABSTRACT .....               | 41 |

## 표 목 차

|                     |    |
|---------------------|----|
| [표 1] 피실험자 구성 ..... | 17 |
|---------------------|----|

## 그 립 목 차

|                                                     |    |
|-----------------------------------------------------|----|
| [그림 1] Zeltzer의 AIP cube .....                      | 10 |
| [그림 2] 독일 Max-Planck-Institute에서 구축한 가상현실 시스템 ..... | 11 |
| [그림 3] 입장감, 학습성, 효율성, 수행의 실험측정 .....                | 13 |
| [그림 4] 가상과 현실에서의 실험장면 .....                         | 18 |
| [그림 5] size, distance estimation 실험환경 .....         | 20 |
| [그림 6] 구축된 KIST 가상 환경 .....                         | 21 |
| [그림 7] Pretest에 사용된 Virtual World .....             | 22 |
| [그림 8] 작성된 map에 대한 5점척도 결과 .....                    | 23 |
| [그림 9] 현실과 가상의 size estimation .....                | 25 |
| [그림 10] 현실과 가상의 distance(depth) estimation .....    | 26 |
| [그림 11] 시뮬레이터에 대한 설문결과 .....                        | 28 |
| [그림 12] Map goodness scale과 측정항목간의 상관관계 .....       | 29 |

# 제 1 장 서 론

## 1.1 연구의 필요성

최근의 가상현실감과 관련된 기술의 빠른 발달로 교육, 오락, 설계 등의 응용분야 뿐만 아니라, 새로운 환경에 대한 경험의 전달, 제품개발에 있어서 제품이 지니는 감성의 파악 및 사용성 평가, 정형외과 수술, 환자의 재활 프로그램 등으로 그 응용분야가 점점 확대되고 있다.

가상현실이라는 어휘가 사용되기 시작한 것은 미국의 VPL사가 데이터 글로브와 아이폰 등의 제품을 시판하기 시작한 1989년부터이며, 오락 게임분야에의 응용에 맞추어 일반에게 알려지기 시작하였다.

그후 컴퓨터기술, 센서 기술 등의 급속한 발전과 인간공학의 진전에 의한 인간감각 등에 대한 연구가 활발해지면서, 영화에서나 가능했던 가상현실 세계가 점점 현실화 되어가고 있으며, 이를 이용한 오락 및 교육 시뮬레이터는 몇년전 부터 보편적으로 사용되고 있다.

가상현실의 응용은 제품개발에 있어서도 가상으로 제품을 만든 후 소비자가 가상세계에서 직접 사용함으로써, 제품이 출시되기 전에 문제점을 파악하여 많은 시간과 비용을 절감할 수 있다.

의료분야에서도 가상현실을 이용한 의사들의 수술 훈련, 병명의 진단, 재활 프로그램 개발이 활발히 전개되고 있다. 오랫동안 치료를 받는 환자들은 퇴원 후 주위환경 적응력이 떨어지는 경우가 많은데 이러한 경우 가상현실

---

† 본 연구는 한국과학기술연구원과 공동으로 이루어졌음.

프로그램을 이용하여 기존의 치료방법보다 훨씬 저렴한 비용으로 재활을 모색케 하는 것이 그 취지이다. 예를 들어 휠체어를 사용하여야 할 환자가 실제상황과 비슷한 가상현실 시스템을 활용하면, 실제상황에 잘 적응하는데 도움을 줄 수 있다. 실제상황에 부딪치기 전에 가상현실 속에서 연습해 보는 것이 위험을 줄이면서 실생활 적응력을 높여 주는 것이다.

최근 국내에서도 제품개발 및 교육 시뮬레이터로 활용하기 위하여, 감성 측정평가 시뮬레이터 개발에 많은 투자를 하고 있으며, 연구가 상당히 진행된 상태며, 향후 몇년내에 여러 분야에서 실용적으로 사용될 수 있을 것이다.

이러한 시점에서 가상현실 시스템의 구현에 있어서 인간공학의 역할은 무엇인가? 가상현실 시스템을 사용하는 당사자가 바로 인간이기 때문에, 인간이 현실에서 어떠한 정보를 어떻게 얼마만큼 획득하여 현실로 느끼는지에 대한 연구가 매우 중요하다. 가상현실 시스템의 구축에서 인간공학의 역할은 인간과 가상현실간의 상호작용을 증대시킬 수 있는 요소들의 도출과 인간이 필요로 하는 것과 시스템의 현실감 평가방법 등의 개발을 바탕으로 현재의 기술들을 최적화 시키는 것이다.

가상현실분야의 시장은 현재 정형화 되어 있지 못하다. 현재는 가상현실 기술의 진전에 따른 여러가지 가능성만이 무성하게 탐색될 뿐, 상업적으로 성공을 거둔 사례는 그리 많지 못한 형편이며, 군사용 훈련시뮬레이터나 비행시뮬레이터분야등 비상업적인부분에서는 상당한 진전을 보이고 있다. 다만 가상현실기술이 인간생활 전반에 걸친 다양한 응용분야를 갖고 있으며 그 파급효과가 상당할 것으로 예상되기에, 세계 각국의 투자가나 과학기술자, 정부 등이 미래의 가상현실시장에 대한 주목을 갖고 있는 것이다 [12].

## 1.2 연구의 목적

기본적으로 인간의 시각, 청각, 촉각, 또는 체성감각 뿐만 아니라 인간의 성능 향상이나 효율적인 경험의 전달을 위하여 인간이 가상세계와 어떠한 방식으로 상호작용해야 하는지에 관한 폭넓은 지식이 기반이 될때, 보다 효율적인 가상현실 시스템의 제작이 가능하게 된다. 이를 위해 다음과 같은 연구가 수반되어야 한다.

### (1) 현실감/임장감에 대한 인식적 연구

경험의 전달을 위해서는 실제의 상황과 어떠한 점에서 비슷해져야 하는가를 이해하는 것이 제한적인 기술로서 보다 높은 수준의 현실감을 실현하기 위해서 반드시 필요하며 이에 대한 연구가 중요하다. 현실감이란 인간이 외부로부터 받아들이는 자극으로인해 느끼는 주관적인 경험이므로 가상현실 시뮬레이터의 충실도를 향상시키고, 현실에 응용하기 위해서는 인간공학적인 문제점들을 파악하고 이에 대한 공학적인 해결책을 마련해야 한다.

### (2) 가상현실 시스템의 응용 시나리오 연구

가상현실 시스템의 응용에 관하여 여러가지 가능성이 제시 되고 있다. 사용분야에 맞는 응용 시나리오 개발은 시스템이 나아가야할 방향을 정해 주고, 중점적으로 고려해야 기술적면을 제시할 수 있다. 특히 평가차원의 가상현실 시스템은 응용시나리오의 개발이 중요하다.

### (3) 가상현실 시스템의 성능평가 (performance evaluation)

가상현실 시스템의 성능평가 기준을 시스템의 목적과 용도에 따라 마련

하고 기술적인 평가 사양(specification)을 정하므로서 보다 효율적으로 시스템으로 발전 시킬 수 있다.

#### (4) 가상현실 시스템의 물리적인 휴먼인터페이스

인간에게 보다 효율적으로 인공적인 자극을 제공하는 장치 및 이 장치들을 설계하기 위한 인간공학적인 parameter들에 관한 연구 및 휴먼인터페이스의 효율성에 관한 연구가 필요하다.

이러한 연구수행을 위한 기초적인 연구로써, 본 연구에서는 가상현실 시스템의 현실감/임장감에 대한 연구를 중심으로 이루어졌다. KIST가 개발한 3차원 시청각환경제시기의 평가를 통해 가상현실시스템의 현실감 향상을 위한 요인들을 파악하여, 현실감/임장감 향상을 위한 디자인 가이드라인을 제안하는 것이 본 연구의 목적이다.

### 1.3 연구의 범위와 접근방법

가상현실 시스템에 대한 평가는 사용자들이 그 시스템을 사용하면서 느끼는 현실감의 정도로 평가할 수 있다. 그럴 듯하게 구성된 가상현실 시스템에서의 사용자는 현실감이 높을 수록 자신이 그 환경안에 들어와 있는 것과 같은 착각을 일으킬 것이다. 즉, 가상현실 시스템의 평가는 현실감(reality)으로 전반적 평가를 할 수 있는 것이다 [21].

현실감(reality)이란 사용자가 얼마나 가상현실의 상황을 사실과 같이 느끼는가의 측면이다. 하지만, 현실감 자체가 주관적인 것으로 객관적 평가가 매

우 어렵다. 역으로 현실감이 높을 수록 가상현실 시스템에 대한 사용자들의 만족도가 높고, 수행도도 높아질 것이라는 가설을 제시할 수 있다. 현실감 있는 설계를 위해서는 다음과 같은 4가지의 중요한 측면을 고려해야 하며, 입장감과 사용자와 가상현실간의 상호작용을 향상시키기 위하여 이러한 측면을 향상시켜야 한다 [14, 4].

- Visual feedback and immersion
- Tactile feedback
- Acoustic feedback
- Interaction

시각적인 면에서 현실감을 파악하기 위해서는 현실에서 느껴지는 물체들의 크기와 물체와의 거리 등 환경이 가지고 있는 물리적인 수치가 가상에서도 얼마나 비슷하게 나타나는지를 살펴보아야 한다. 또한 시각으로 들어온 정보가 머리속에 어떻게 구축되는지에 대한 평가가 필요하다.

본 연구에서는 시각적인 부분을 중심으로 현실감 정도를 파악하였다. 이를 위하여 가상현실의 최소 구성성분요소들로 size, distance를 설정하여, 똑같은 환경으로 만들어진 가상과 현실에서 피실험자들의 인식정도를 측정하였다. 가상현실내에서의 wayfinding부분에서 현실과의 차이점을 고찰하기 위하여 sketch map method를 이용한 cognitive map 실험을 실시하였으며, 물체에 대한 인지 차이를 규명하기 위해 object search 실험을 실시하였다. 이를 통하여 가상현실 시스템의 개선방향을 제시하려고 한다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 2장에서는 현실감에 대한 기존의 연구들을 살펴보았으며, 3장에서는 현실감 평가 실험에 대해서 상세히 다루었

다. 마지막 4장에서는 가상현실 시스템에서 현실감을 향상시킬 수 있는 요소들을 도출해 보았다.

## 제 2 장 선행연구의 고찰

가상현실 시스템의 성능평가에서 가장 중요한 부분은 첫째로 시스템이 어느정도의 현실감을 나타낼 수 있는가다. 현실감이란 매우 주관적이고 사용되는 목적 및 시스템의 종류에 따라 현실감을 좌우하는 요소들이 매우 다양하다. 둘째는 인간의 수행능력으로써, tele-operating 가상현실 시스템에서는 현실감 보다는 인간의 수행능력이 시스템 설계에 중요한 요소가 된다. 인간의 수행능력은 감각 능력과 동작 능력으로 나누어지는데, 전자는 삼차원공간 및 소리의 근원에 대한 인지 능력이며, 후자는 동작 프로세스에 감각 프로세스가 포함되어 있지만, 동작능력면을 더 강조하고 있다. 셋째로 가상현실 시스템과 실제간의 훈련 효과를 규명하는 것이다. 마지막으로 가상현실 시스템을 이용하는데 있어서 안정성에 관한 연구가 많이 진행되고 있다.

가상현실 시스템에 대한 연구는 크게 하드웨어 부분인 시스템 구축에 관한 연구와 시스템을 이용한 응용연구분야로 나누어 볼 수 있지만, 본 논문에서는 시스템의 현실감 평가부분을 다루고 있으므로, 현실감 평가에 대한 선행연구 분야만 다루도록 하겠다.

본 장에서는 가상현실 시스템에 있어서 인간공학적 설계요소들을 규명하고, 현실감을 구성하고 있는 요소들을 Zeltzer의 이론에 따라 살펴보도록 하겠다.

## 2.1 가상현실 시스템의 인간공학적 요소

가상현실의 참여자가 바로 인간이기 때문에 인간에 대한 연구가 가상현실 시스템 구축에 있어서 매우 중요하다. 현재 인간공학과 가상현실을 연관지어 현실감을 높일 수 있는 시스템을 구현하기 위한 많은 연구들을 진행하고 있다.

가상현실에서의 인간공학적 연구범위는 매우 넓지만, 다음과 같이 크게 7가지 정도로 연구범위를 정할 수 있다 [16].

첫째, Multiple sensory chanel. 인간이 현실에서 느끼는 오감과 얼마나 비슷하게 인공적으로 인간에게 전달 할 수 있는가에 대한 연구분야로써, 작업 특성에 따라 인간이 주로 의존하는 감각을 규명하는데 목적이 있다.

둘째, Participant representation. 요즘 가상현실 시스템에서 논점 중에 하나가 참여자 자신의 신체를 어떻게 가상현실에 표현하는가이다. 가상에서의 신체의 표현은 인간의 인지 수행과 동작 수행에 항상 시킬 수 있다. 이때 인간공학은 가상의 신체를 디자인하는데 도움을 줄 수 있다.

셋째, Design and fit of HMDs, Stereoscopic displays. 입체시는 인간이 자신의 수평적으로 분리된 두눈으로 인하여, 망막상에 시차가 일어나고, 이 시차로 인한 두눈의 상을 대뇌에서 하나로 합성하여 대상물체의 입체를 인지하는 것을 말한다. 이러한 입체시를 재생하기 위해서는 현재로써 HMD가 가장 타당하다. 하지만, 사람마다 신체의 다양성 때문에 두눈사이의 거리가 틀리다. 이를 극복하기 위해서 인체치수를 효과적으로 디자인에 적용하기 위한부분이 매우 중요하다.

넷째, Navigation and orientation. 가상현실의 큰 장점중의 하나는 현실에서 경험하기 어려운 여러가지 환경을 생성시켜 체험할 수 있다는 것이다.

이러한 체험에 있어서 얼마만큼 인간이 가상현실에 몰입하여 경험을 전달받을 수 있는지에 대한 평가가 이루어져야 한다. 이에 대한 정량적인 평가부분이 중요하다.

다섯째, Presence and involvement. 인간이 가상현실에 완전히 몰입할 수 있는 요인을 파악하여, 가상현실의 설계에 응용할 수 있어야 한다. 매우 중요한 부분이지만 평가방법들은 상당히 많이 존재하며, 정량화 되어있지 않다.

여섯째, Quality of pictorial scene. 보여지는 장면의 시각적인 현실감 정도를 나타내는 것이다. 시각적 현실감을 구성하는 요소로는 시각적 운동, 색감, 입체감, 텍스처, 조명, 공간의 해상도 등이 있다. 구축할 환경에 따라 이러한 요소들의 현실감 정도를 설정한다면, 효율적으로 가상환경 시스템을 구현할 수 있다.

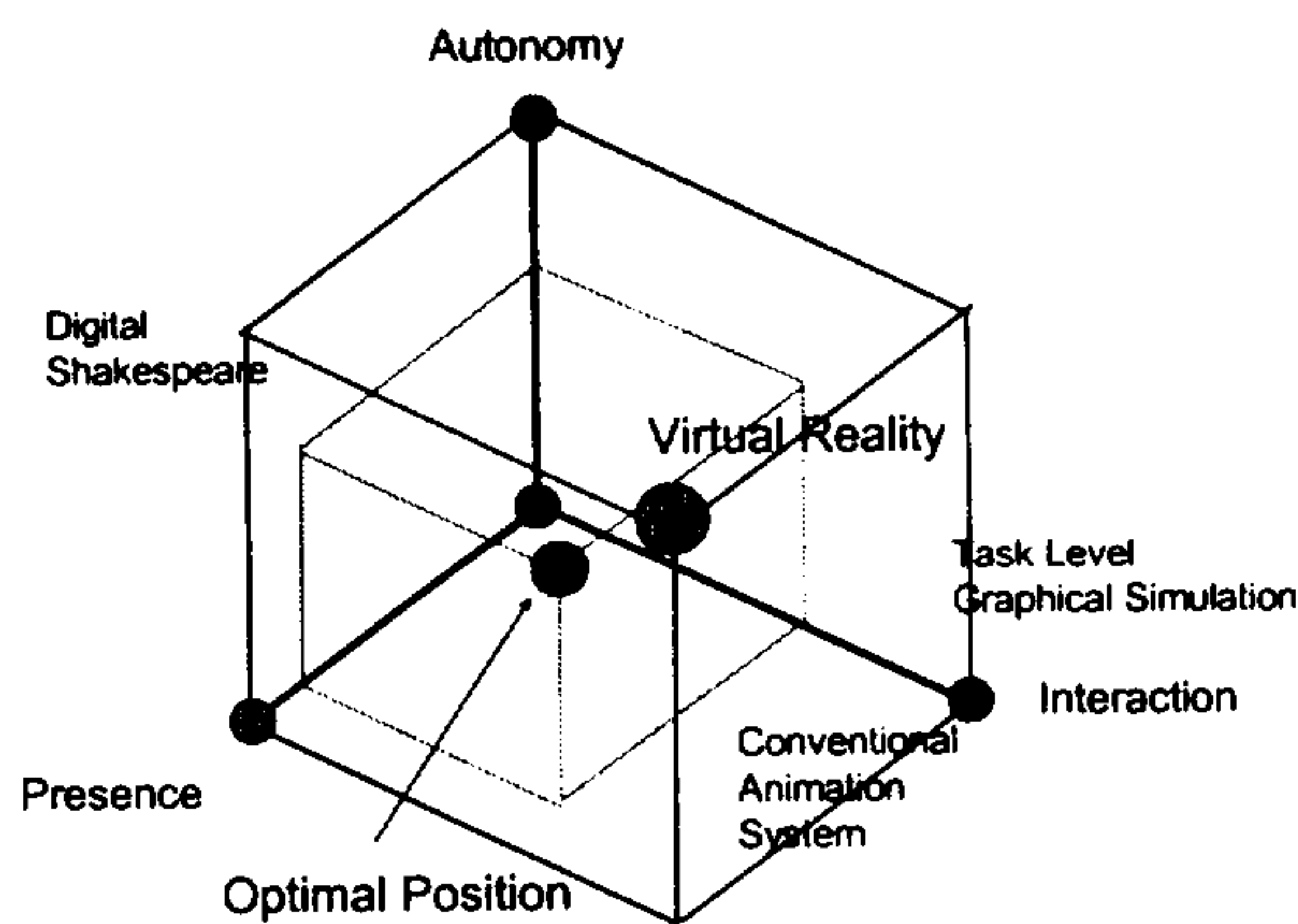
일곱째, Interface design. 가상현실 시스템의 종류는 적용되는 응용분야에 따른 인터페이스들의 차이로부터 온다 해도 과언이 아닐 만큼 인터페이스의 역할은 중요하다. 인터페이스는 사용자가 가상세계를 경험하기 위해 직접 접촉하는 부분이기 때문에 가상현실의 현실성은 이 장치들의 성능에 크게 영향을 받는다.

## 2.2 현실감의 구성요소

가상현실감 기술은 Zeltzer가 분류한 바와 같이 가상세계에서 얼마나 임장감(Presence)을 느낄 수 있는가 하는 presence요소, 이러한 개체들을 얼마나 자유롭게 다룰 수 있는가하는 interation요소, 가상세계에 존재하는 객체들의 자율성을 부여하는 autonomy요소를 만족시킴으로써 완전한 가상현실을 만들 수 있다.

[그림 1]은 Zeltzer의 AIP cube을 나타내고 있다. 현재의 기술수준에서는 완전한 가상현실을 만들기 위한 요소들인 presence, interaction, autonomy을 구현하기는 불가능하다. 그렇기 때문에 가상현실 시뮬레이터의 사용용도에 따라 가장 중요한 요소가 무엇인지를 파악하여 요소들의 수준을 조정함으로써 최적의 가상현실 시스템을 구현할 수 있다.

예를들어, wayfinding과 같이 목적지를 찾는 작업은 제시되는 환경의 reality이 가장 중요한 요소가 되고, 전자제품을 작동시키는 작업은 가상현실과 사용자간의 interaction부분과 물체의 autonomy가 중요한 요소가 된다. 또한 제품에 대한 인간이 느끼는 감성을 파악하는데 있어서 외형을 현실과 똑같이 표현하기 위한 높은 해상도가 필요하다.



[그림 1] Zeltzer의 AIP cube

Max-Planck-Institute에서는 object recognition, depth perception, wayfinding, driving, grasping에 관한 biological study을 수행하고 있다. 이러한 과정에서 현실감을 높이기 위한 실험으로써 Speed perception, Orientation behaviour, View-based navigation, Driving behaviour와 같은 4가지에 대한

실험을 하고 있다.

[그림 2]는 위의 실험을 수행하기 위하여 구축한 가상현실 시스템을 보여주고 있다.



[그림 2] 독일 Max-Planck-Institute에서 구축한 가상현실 시스템

이러한 일련의 연구들은 모두 최근에 이루어지고 있으며, 연구수준이 초기단계에 머무르고 있다.

국내에서는 G7 프로젝트의 일환으로 몇년전부터 감성측정평가 시뮬레이터 개발이 이루어지고 있다. 이 프로젝트는 가상현실 제작 툴, 스테레오스코픽 3차원 시각 파라미터 구현 기술, 시청각 미디어 동기화 기술연구, 인간공학적 설계기술 개발 등으로 구성되어져 있다. 또한 3차원 기술로써 3차원 의학영상을 이용한 원격 정형외과 모의수술 및 회의시스템의 개발이 이루어져 실용화 단계에 있다.

가상현실 시스템의 개발은 현재의 모든 현대기술의 집합체이기 때문에 개발에 상당한 시간과 비용이 들어 가고 있다.

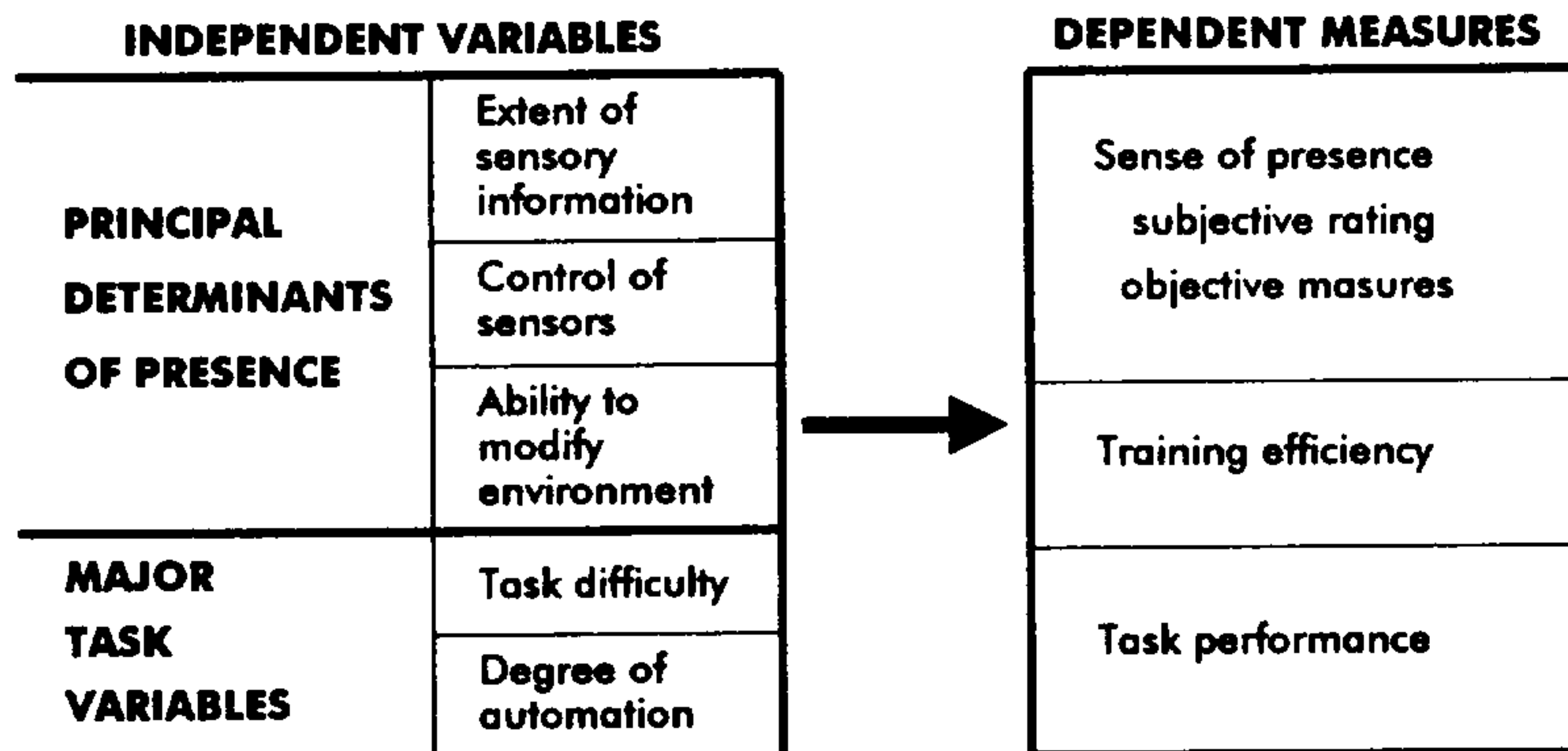
## 제 3 장 가상현실 시스템의 현실감 평가 실험

본 장에서는 연구의 목적인 3차원 시청각제시기의 현실감/임장감(presence)을 평가하기 위한 여러가지 인간공학적 평가방법론을 고찰하였다. 이를 통해 인간성능 평가척도(cognitive map, object search, size & distance estimation)를 이용 현실(real)/가상환경(virtual environment)/영상(video)의 실험환경에서 비교 평가하였다. 또한 주관적 평가 척도인 5점척도를 이용하여 가상현실 시스템에 평가를 실시하였다.

### 3.1 현실감평가 방법론

현실감을 평가하는 많은 방법들이 존재하고 있지만, 현실감자체가 매우 주관적인 특성을 가지고 있기 때문에 정확하게 정량화시키는 상당히 힘들다. 결국 구축된 시스템의 특성 및 사용자의 특성에 따라 상당히 많은 영향을 받는다고 할 수 있다.

[그림 3]은 가상현실에서의 임장감, 학습성, 효율성, 수행에 대한 평가를 위해서 각각의 독립변수에 따른 종속변수를 결정하여, 이를 평가하는 방법을 보여주고 있다. 임장감의 정도는 subjective rating과 objective measures에 의해 측정된다.



[그림 3] 임장감, 학습성, 효율성, 수행의 실험측정

가상현실 시스템의 현실감을 평가하기 위한 방법론은 개인의 주관적인 특성을 파악하기 위한 psychophysical measures 방법이 많이 사용된다. 이러한 측정방법은 사용자들이 느끼는 부분에 대해 rating을 하는 것으로써, 항목의 설정이 상당히 중요하다.

Witmer는 가상현실 시스템의 임장감을 측정하기 위하여 임장감에 영향을 미치는 여러가지 요소들을 분류하여, Presence Questionnaire을 만들었다. 이를 이용하여 사용자에게 대한 rating을 통하여, 구축된 가상현실 시스템이 임장감에 어떻게 영향을 미치는지 판명하였다. 본 실험에서도 해상도, 시야(Field of view), 디스플레이의 frame rate, interface의 반응속도 항목에 대한 rating을 통하여 임장감에 영향을 미치는 요인을 분석하였다 [15].

인간이 환경에서 얻게 되는 정보의 정도를 측정하기 위하여 본 실험에서는 Sketch map method을 이용하였다. Sketch map method는 여러 인지심리학자들이나 다른 분야의 학자들에 의해 쓰이고 있는 방법으로서 상당히 간단한 방법과 직관적인 분석이 가능함으로 인해 여러 분야에서 널리 쓰이고 있는 방법이다. 개별적 인지지도(cognitive map)는 공간적 심상의 활성 정보 탐

색 구조이며, 인지지도는 또한 객체들과 운동감각, 시각적, 청각적 암시들의 기억으로 구성되어진다 [3].

이러한 인지지도에 대한 연구의 어려움은 개인별 내적지도의 외적표현에 대한 추출의 문제이다. 즉 각 인간들에게 내적으로 확립되어있는 추상적인 인지지도를 어떻게 외부로 표현하게 할것인가 하는 것이 상당히 어려움 문제로 남아있는 것이다.

Golledge는 인지지도의 평가하는데 있어서 다음의 서로다른 4가지 방법을 제시하였다.

- Experimenter observation of subject behavior
- Historical reconstruction
- Analysis of external representations
- Indirect judgment tasks

본 실험에서는 피실험자들이 작성한 인지지도와 실험을 주관한 2명의 관찰자에 의해서 rating을 하였다.

### 3.2 현실감평가 실험항목

본 실험에서는 감각기관별 측정항목(시청각제시기가 응용될 분야)을 구성하고 있는 아주 기본적인 요소에 대해서 실험이 이루어졌다. 다시말해, size, slope, angle, length, area, volume 같은 현실세계를 이루고 있는 가장 기본적인 요소들에 대한 simulator와 현실과의 차이점을 찾으려 하였다.

가상현실은 length가 기본이 되어 size와 distance를 갖는 환경을 구성하기 때문에 가상현실의 현실감 평가 실험에서는 기본적으로 시스템이 보여주는 length를 측정하고 length를 기반으로 하는 size와 distance를 측정하는 실험을 설계하였다.

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 [15]. 가상현실은 length가 기본이 되어 size와 distance를 갖는 환경을 구성하기 때문에 3차원 시청각 환경 제시기의 현실감 평가 실험에서는 기본적으로 제시기가 보여주는 length를 측정하고 length를 기반으로 하는 size와 distance를 측정하는 실험을 설계하였다.

인간이 현실과 가상에서 주변환경에 대한 정보를 어떻게 받아들이는지에 대한 차이점을 조사함으로써, 현재의 제한적인 기술로서 보다 높은 수준의 현실감을 실현하기 위하여, 가상이 현실과 어떠한 점에서 비슷해져야 하는가를 고찰하였다. 이에대한 실험으로 sketch map method을 이용하여 피실험자가 작성한 cognitive map에 대한 분석을 실시하였다. Map goodness, object classes, relative object positioning 측면에서 평가하였다. 인간의 object 인식에 대한 실험으로 object search을 실시하였다 [3].

### 3.2.1 실험방법 및 계획

본 연구에서 실시한 실험은 Cognitive map, Object search, Size distance estimation 로 이루어져 있다. 실험에서 이루어지는 평가방법은 5점척

도를 이용하였다.

## 가. Cognitive map

### (1) 실험목적

Wayfinding을 위한 가상현실의 제작에 있어서, 인간의 머리속에 world의 map이 얼마나 잘 구축되는가가 매우 중요한 부분이다. 그러므로 구축된 virtual world에서 인간이 navigation하는 동안 인간들의 머리속에 어떠한 map이 생성되는지를 평가할 필요가 있다. 이를 위해 본 실험에서는 sketch maps method를 이용하여, 현실과 가상현실에서의 차이를 살펴보았다.

### (2) 피실험자

피 실험자 그룹은 between-subject design에 의해 모두 30명을 선발하였다. 피실험자는 공간지식을 가진 부류로써 주로 이공계열 대학생들을 중심으로 간단한 실험 및 설문을 통하여 선발하였다. 그룹간의 차이를 최소화하기 위하여, 20명에 대한 질의를 통해 random하게 구성하였다.

### (3) 실험계획

피실험자들은 현실, 가상과 video에서 10분간 자전거를 이용한 navigation을 실시하게 된다. 가상에서는 자전거 인터페이스를 사용자들이 익숙하게 쓰기 위하여 pretest world를 만들어 10분간 훈련을 시켰다.

[표 1] 피실험자 구성

(m : male, f : female)

| 피 실험 자             | 환 경   | Navigation path |
|--------------------|-------|-----------------|
| Group-A (m:6, f:4) | 현 실   | 임 의             |
| Group-B (m:6, f:4) | 가상현실  | 임 의             |
| Group-C (m:5, f:4) | 비 디 오 | 고 정             |

#### (4) 평가방법

인간의 머리속에 구축된 map을 밖으로 표현한다는 것은 개인적인 능력에 좌우되기 때문에, 매우 어렵고 여러가지 문제점을 내포하고 있다. Golledge는 환경에 대한 인지적 정보를 끄집어내기 위해 다음과 같이 4가지 방법을 제시하였다.

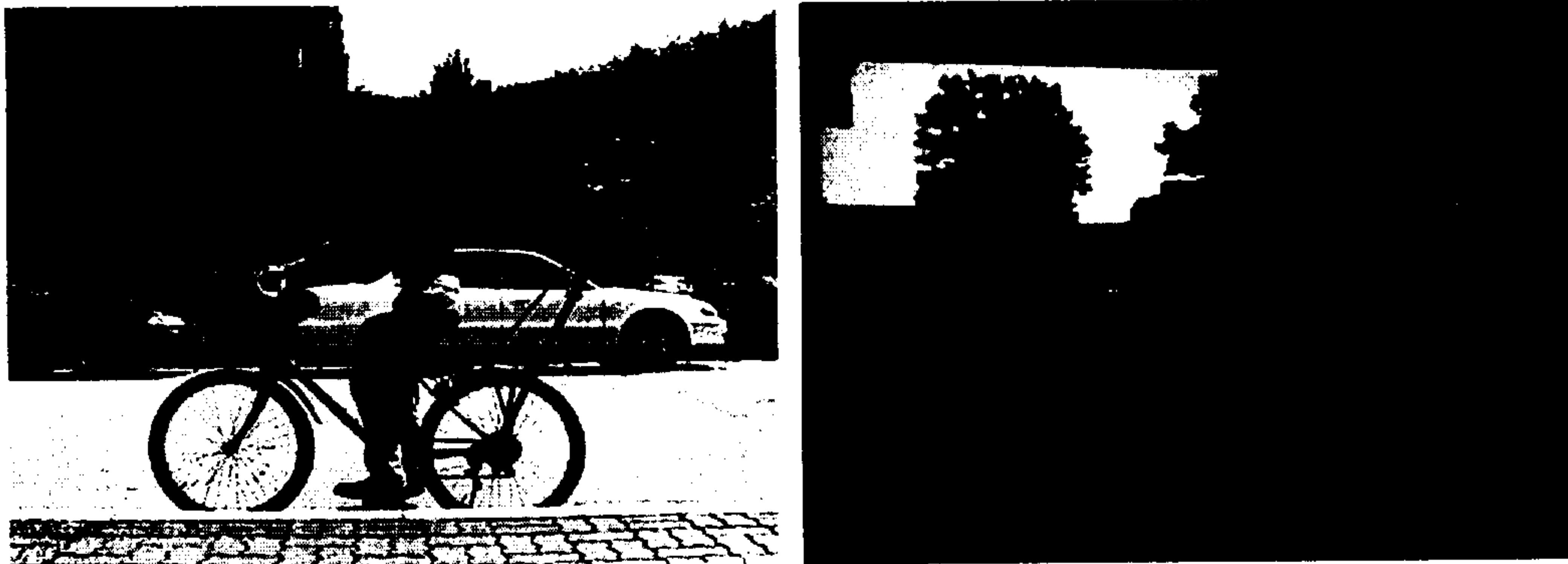
- 피실험자 행동의 관찰
- 실험과정의 분석
- 작성된 map의 분석
- 간접적인 평가

본 실험에서는 피실험자 행동을 바탕으로 작성된 map에 대한 분석을 실시하였다.

피실험자가 작성한 map에 대한 평가는 다음과 같은 3가지 항목에서 5점 척도를 실시하였다. 평가를 실시한 자는 실험을 진행한 2명의 실험자들에 의해 작성되었다.

- Map goodness  
: 전체적인 map이 현실과 어느정도로 비슷한가?
- object classes  
: map goodness의 하위 평가항목으로써 인식된 object를 어떻게 표현하였는가?
- relative object positioning  
: 하위 평가항목으로써, object간의 scale이 실제와 어느정도 비슷한가?

가상현실에서의 map goodness 평가값은 피실험자들이 설문한 시뮬레이터의 해상도(resolution), 시야(Field of view), Display부드러움(frame/sec), 자전거의 반응속도의 4가지 항목에 대한 상관관계분석을 통하여, map goodness에 영향을 미치는 인자를 도출하였다.



[그림 4] 가상과 현실에서의 실험장면

## **나. Object Search**

### **(1) 실험목적**

이전의 경험을 바탕으로 world 상에 제시된 object을 찾아 가는 것이다. 과거에 정보가 얼마정도 남아있는지, 현실과 가상에서 똑같은 object을 얼마나 다르게 인식하는지, 목적지에 도달하는 시간/path 등을 파악함으로써, 가상세계와 현실세계와의 차이점을 규명하려하였다.

### **(2) 피실험자**

피실험자 group은 cognitive map 실험을 행한 자로 한다.

### **(3) 실험계획**

현실과 가상에서 동일한 object(쓰레기통)를 선택하였다. 이 object를 가상에 현실과 똑같은 크기, 위치로 모델링하였다. 피실험자들이 제시된 object들을 어떤 경로를 따라 찾아가는지, 시간은 얼마나 걸리는지, 실수로 지나치는 경우가 있는지에 대해서 관찰한다.

## **다. Size distance estimation**

### **(1) 실험목적**

환경내에서 object를 인식하는데 있어서, 이들에대한 size, distance의 차이가 현실과 가상에서 얼마나 존재하는지를 평가함으로써, 가상현실시스템의 현실감을 높이기 위해서 어떠한 요소를 조정해야 하는지를 파악하는 것이 목적이다.

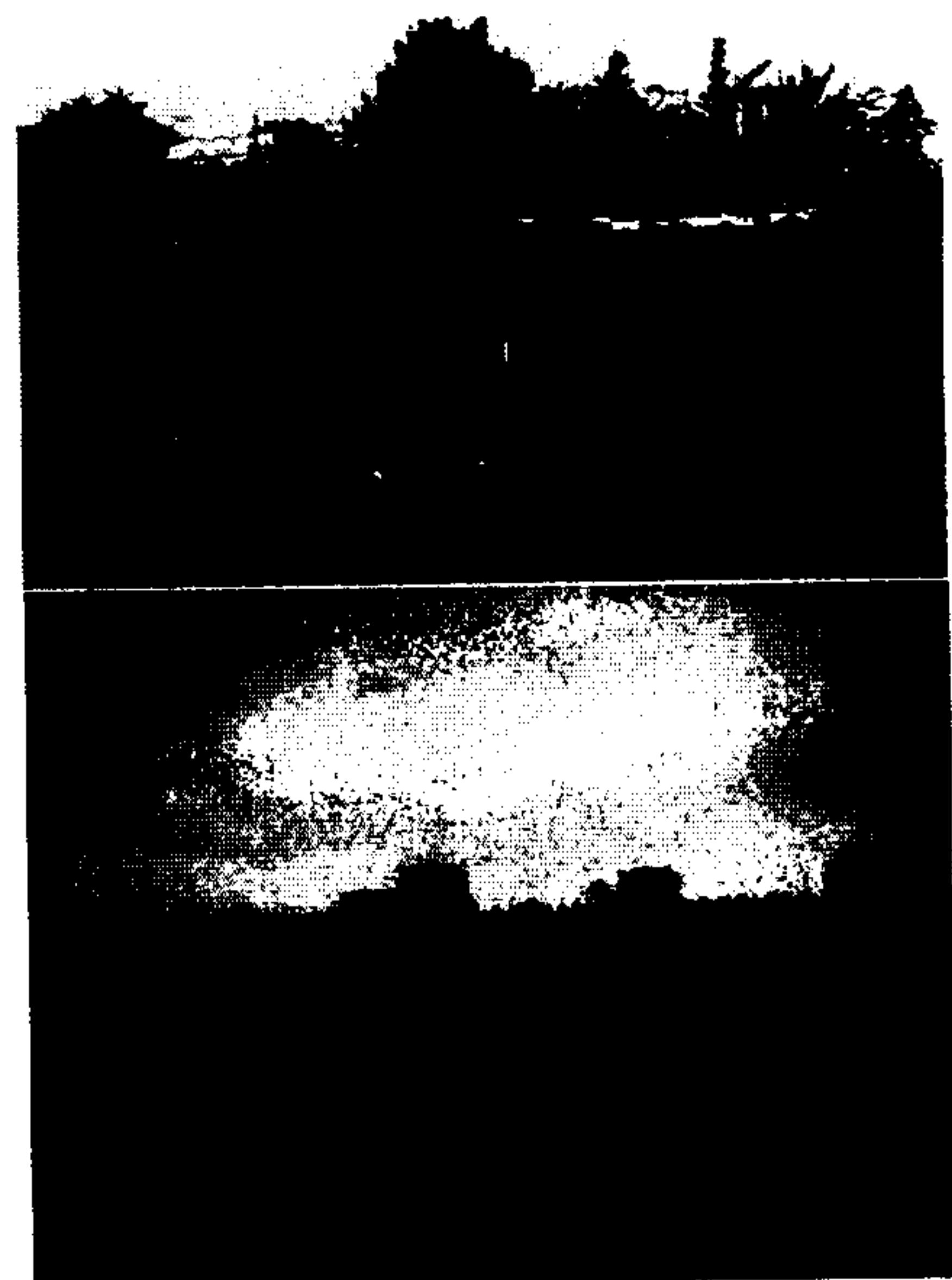
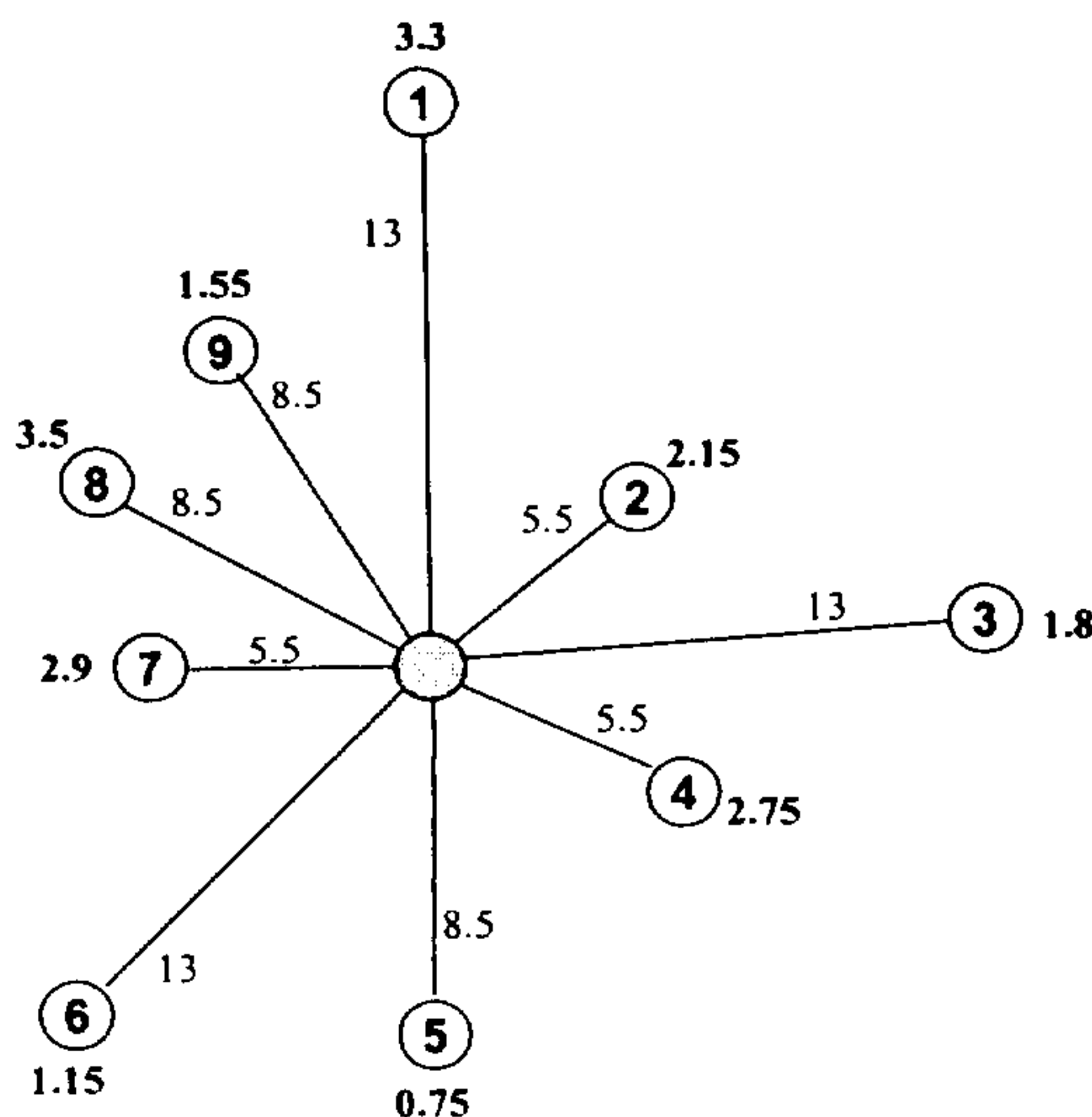
## (2) 피실험자

피실험자들은 크기, 거리를 정확하게 측정할 수 있는 자로 선발하였다. 이를 위해 선별과정에서 간단한 object에 대한 크기와 거리를 측정하게 하여, 적합한 자를 선택하였다. 가상과 현실의 집단간의 차이를 줄이기 위하여 피실험자들을 random하게 그룹에 배치하였다.

## (3) 실험계획

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, 거리는 5.5, 8.3, 13m로 하였다. 이러한 수치는 막대기 제작과 주변환경을 고려하여 선정되었다.



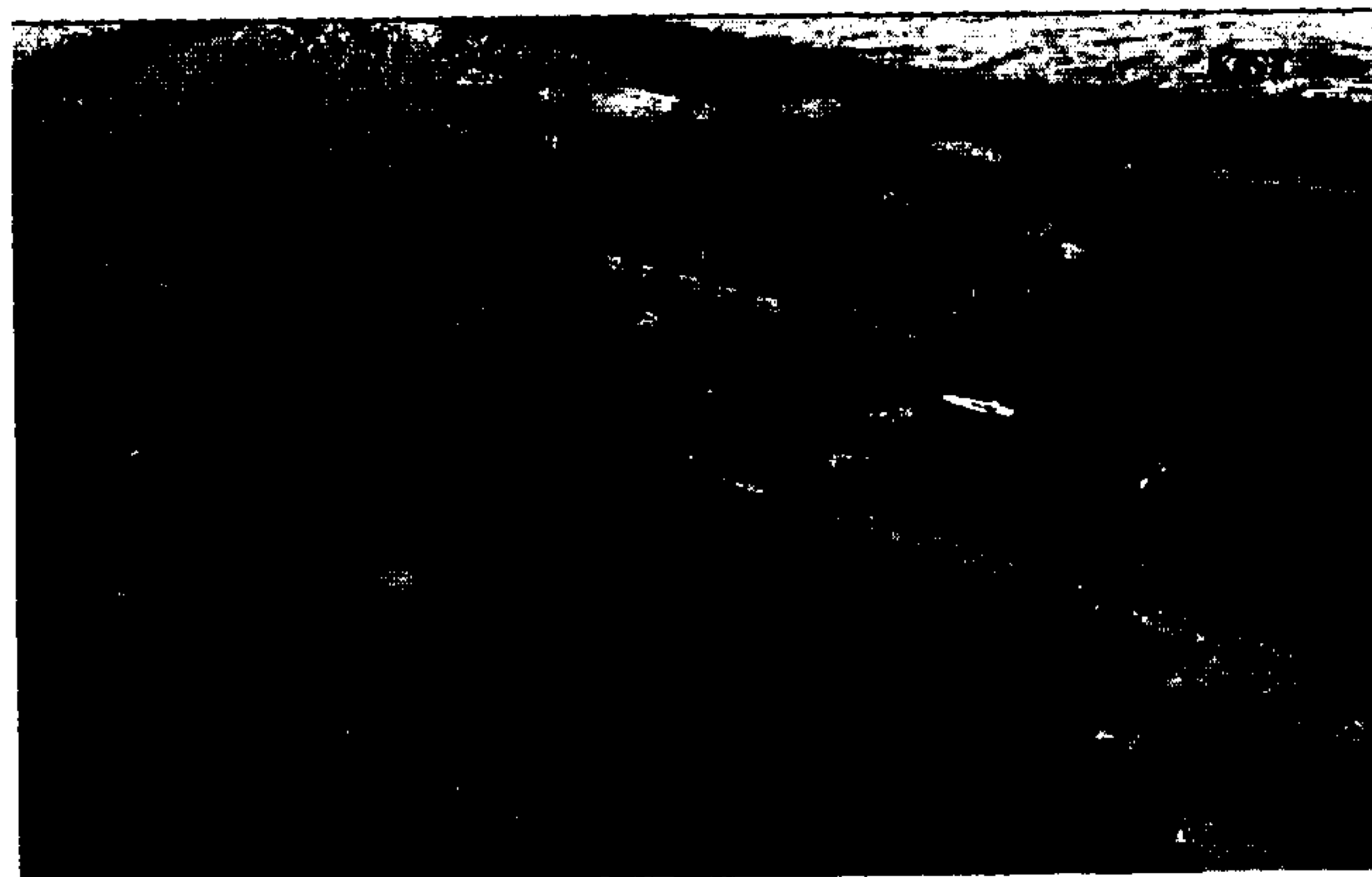
[그림 5] Size, distance estimation 실험 환경

### 3.2.2 실험환경 및 장비

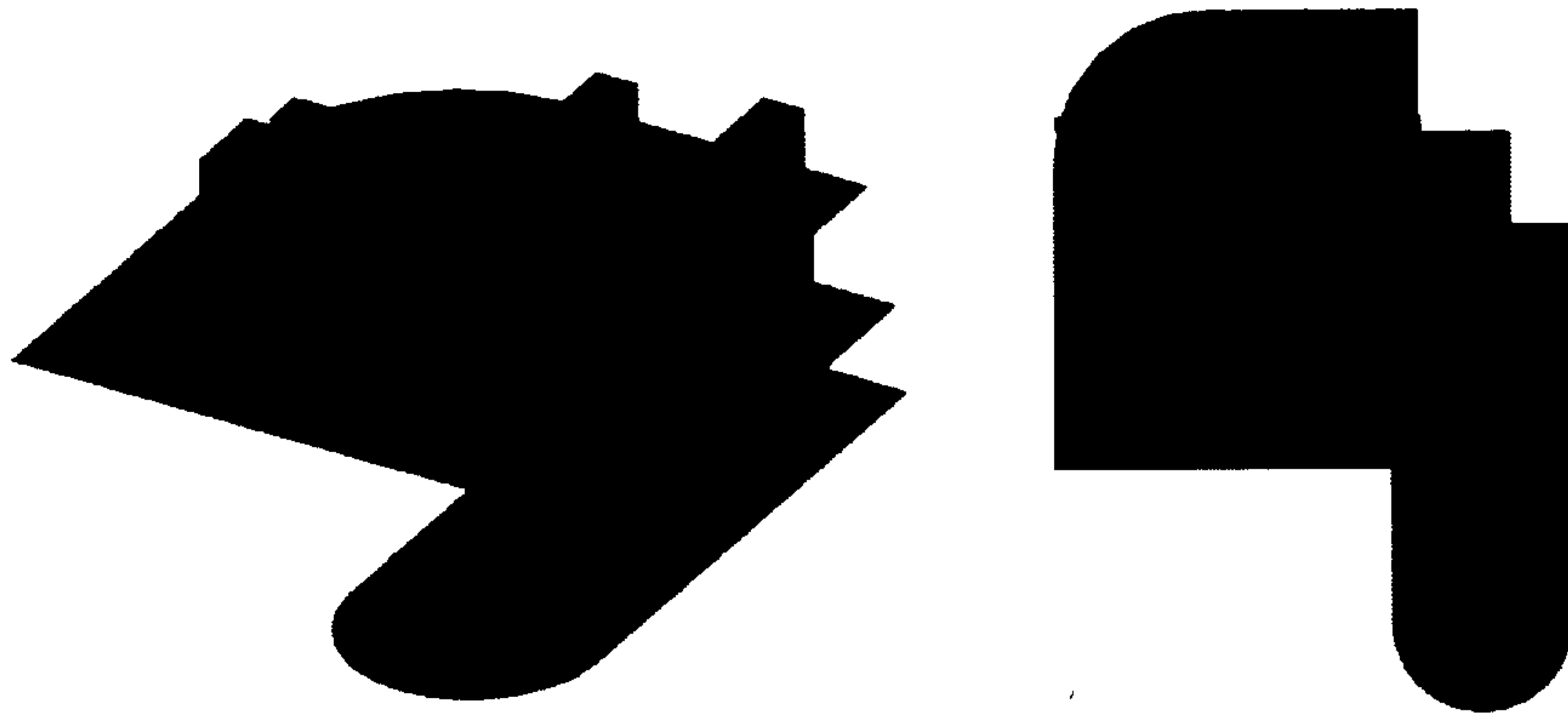
실험에서 사용된 가상현실은 감성공학의 일환으로 KIST Virtual Dream에서 개발된 3차원 시청각환경제시기를 이용하였다.

- H/W Platform: Silicon Graphics Workstation / IRIX 6.2, IBM-PC Window 95, TCP/IP.
- S/W Platform: IRIS Performer / OpenGL, X-Window, Motif API, Scheme / C / C++.
- Visual Modeling Tools: MultiGen, Wavefront, 3D Studio.

[그림 6]은 구축된 가상의 KIST 환경을 보여주고 있으며, [그림 7]은 실험자가 KIST환경을 경험하기 이전에 가상현실 interface인 자전거를 숙지하기 위한 가상의 pretest 환경이다.



[그림 6] 구축된 KIST 가상 환경

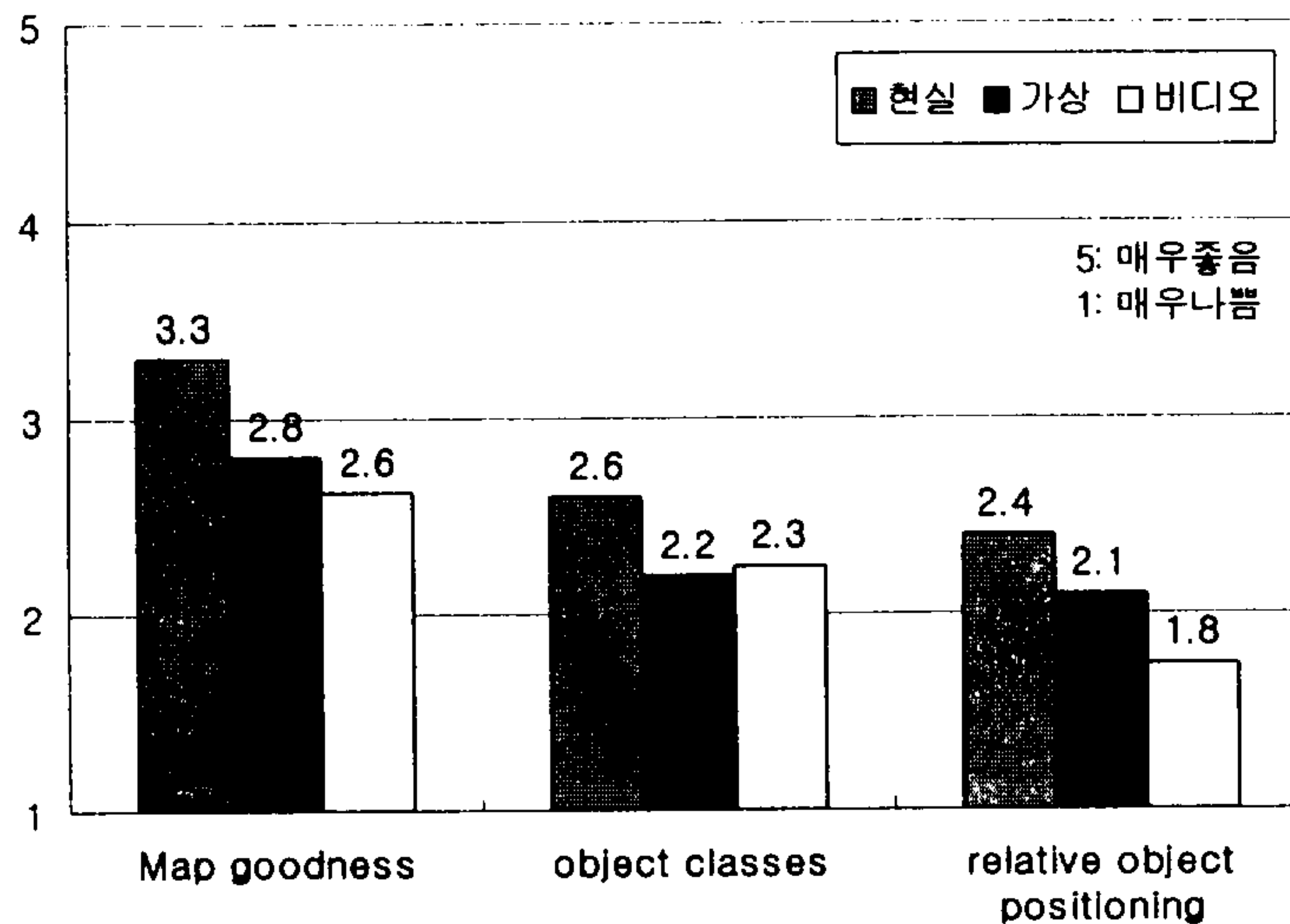


[그림 7] Pretest에 사용된 Virtual World

### 3.3 실험결과

#### 3.3.1 Cognitive map

Sketch map analysis method을 이용하여, 피실험자들이 작성한 map에 대한 map goodness, object classes, relative object positioning에 대한 5점 척도를 실시하였다. 실험당시 피실험자들을 계속해서 관찰한 2명의 실험자에 의해 작성하였다. 결과는 다음과 같다.



[그림 8] 작성된 map에 대한 5점척도 결과

가상현실에서는 FOV(Field of View)가 현실보다 좁기 때문에 환경에 대한 공간인지면에서 정보를 적게 획득하여 수행이 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 가상의 경험을 할 수 있다.

비디오 실험은 가상에서 보여지는 환경보다 현실감이 뛰어나지만, sketch map을 평가한 결과 가상현실보다 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 느꼈다.

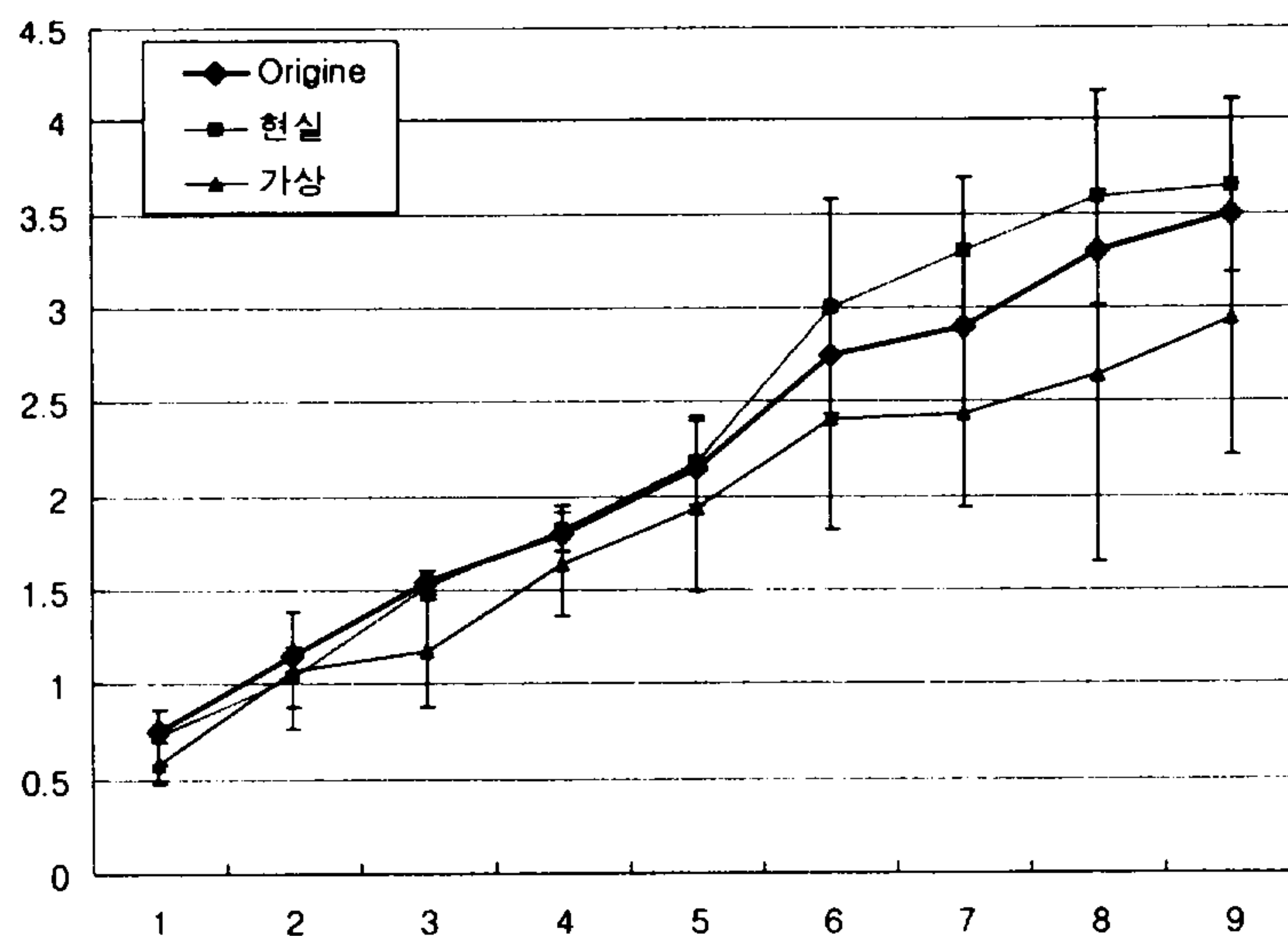
### 3.3.2 Object search

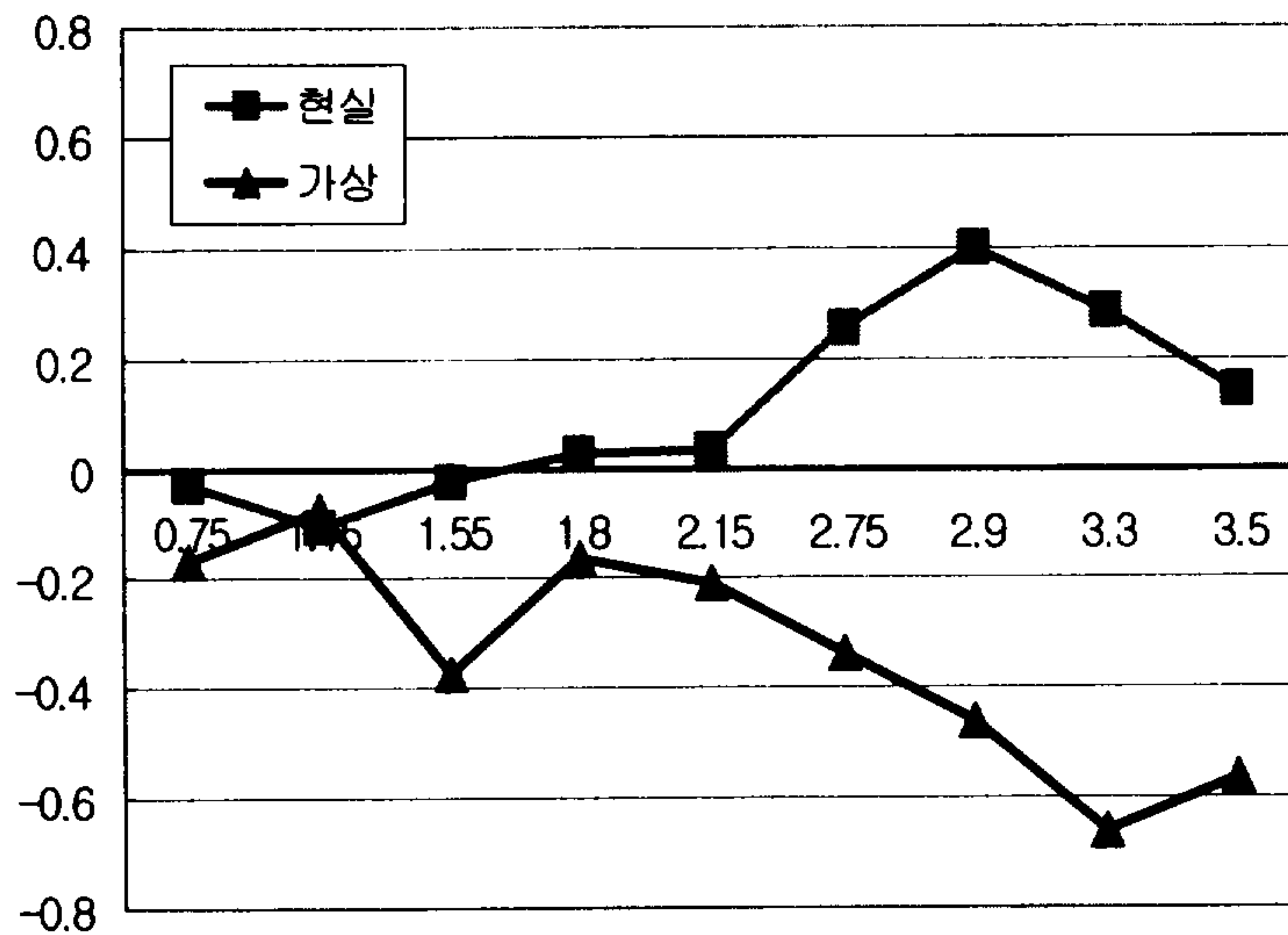
현실과 가상 모두에서 피실험자들이 이전에 경험한 장소에 있는 object를 모두 찾아 냈다. object를 인지 못하고 지난 경우는 없었다. 가상의 실험에서 2명의 피실험자들이 object를 찾아 navigation을 할 때, 공간상의 거리를 잘못 인식하고, 먼 거리로 돌아가는 경우가 있었다. 또한 건물 사이의 좁은 길을 인지하지 못하고 계속해서 넓은 길로만 navigation하는 것을 관찰 할 수 있었다.

이러한 결과를 바탕으로 FOV가 좁은 projection display 시스템에서의 wayfinging 위주의 가상현실 구축시 표시 시스템을 보다 자세히 만들어야 함과 동시에 수행능력을 향상시키기 위하여 화면의 한쪽 면에 현재위치 및 주변 약도를 보여주는 것도 하나의 방법이 되겠다.

### 3.3.3 Size distance estimation

Size에 대한 현실과 가상의 결과 값은 다음과 같다.

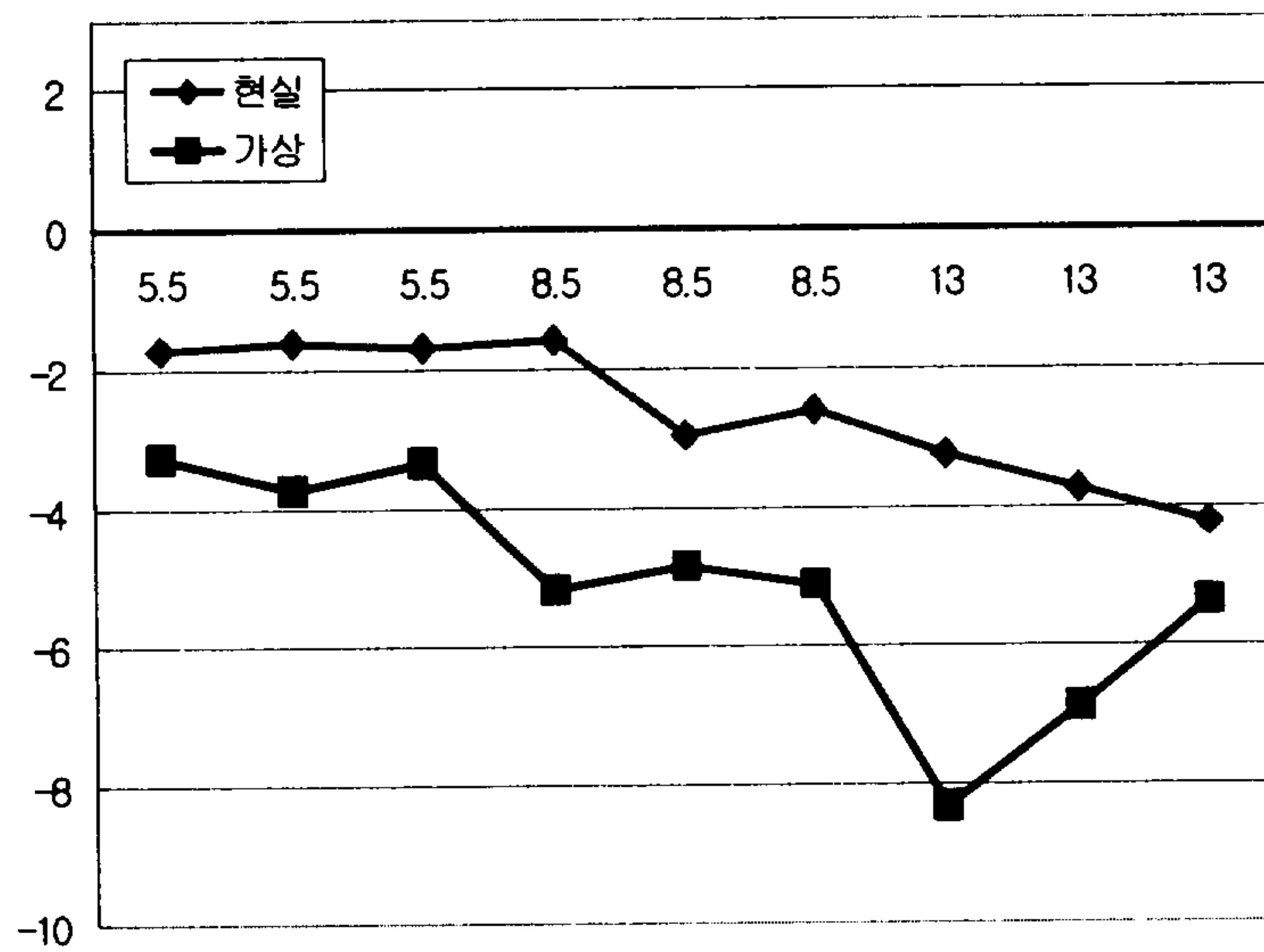
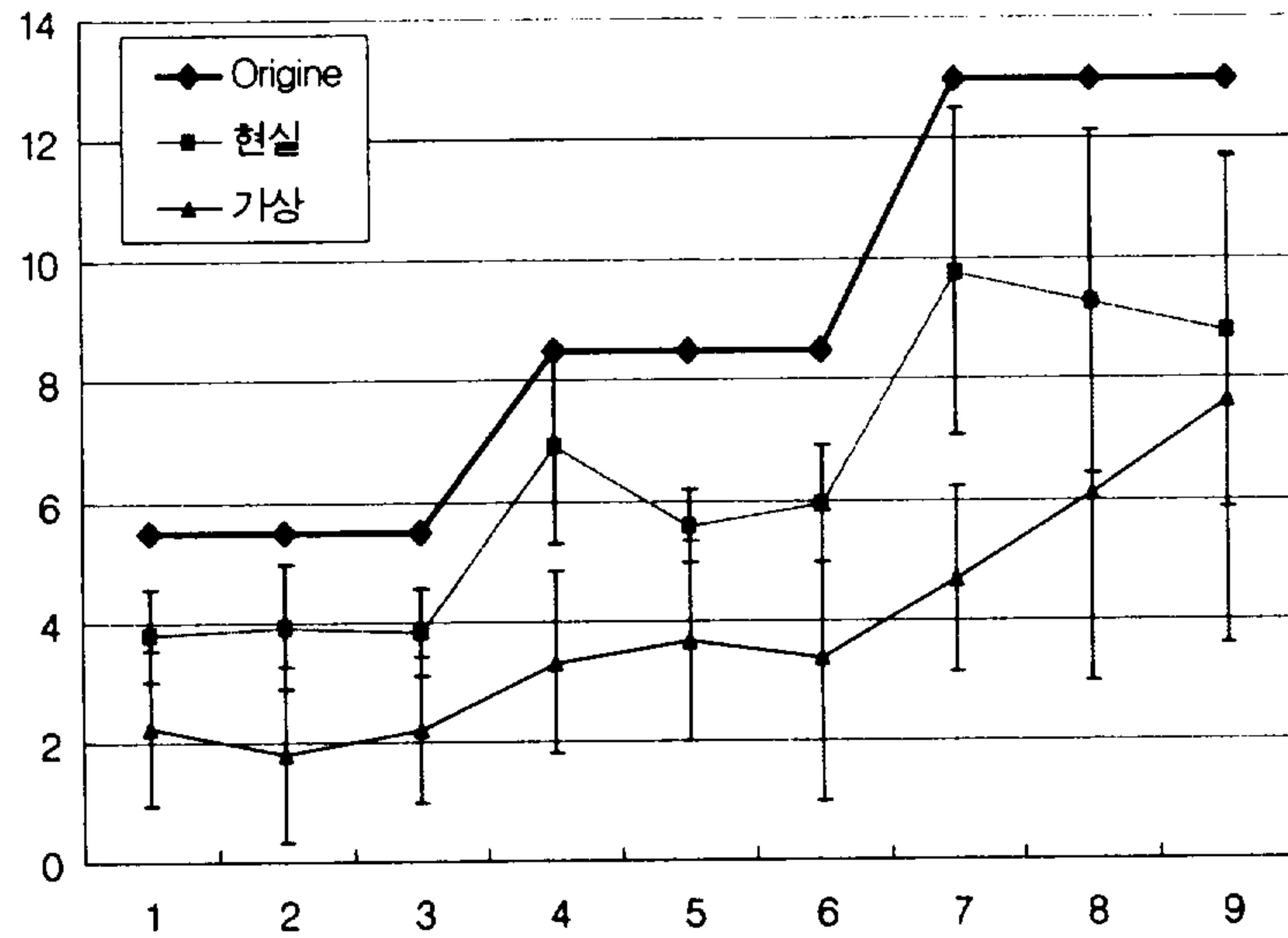




[그림 9] 현실과 가상의 size estimation

선행 연구된 실험결과에서는 실험환경에 따라 실제 크기에 비해 under-, over-estimation 하는 경향이 있는 것으로 나타나, 실험환경에 따라 좌우되는 것으로 조사되었다. 본 실험결과에서는 현실에서 over-estimation하는 것으로 나타났고, 가상에서는 under-estimation하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 실험환경적인 영향이 있는것으로 판단이 되나 그 원인을 규명할 수 없었다. 하지만 현실과 가상현실에서의 estimation차이 수준은 타 연구수행결과와 비슷하게 나타났다.

가상과 현실 모두에서 크기가 커짐에 따라 예측를 잘 하지 못했다. 반대로 2m 이하의 크기는 가상과 현실 모두에서 잘 예측하고 있었으며, 통계적인 분석을 통한 집단간의 비교에도 차이점을 찾지 못했다.



[그림 10] 현실과 가상의 distance(depth) estimation

Distance 예측에서는 가상과 현실 모두 잘 예측하지 못하고 있었으나, 가상현실에서의 예측이 현실보다 더 크게 under estimation한 이유는 피실험자 위치에서 막대까지의 거리 중 절반부분이 프로젝션의 FOV가 좁은 이유로

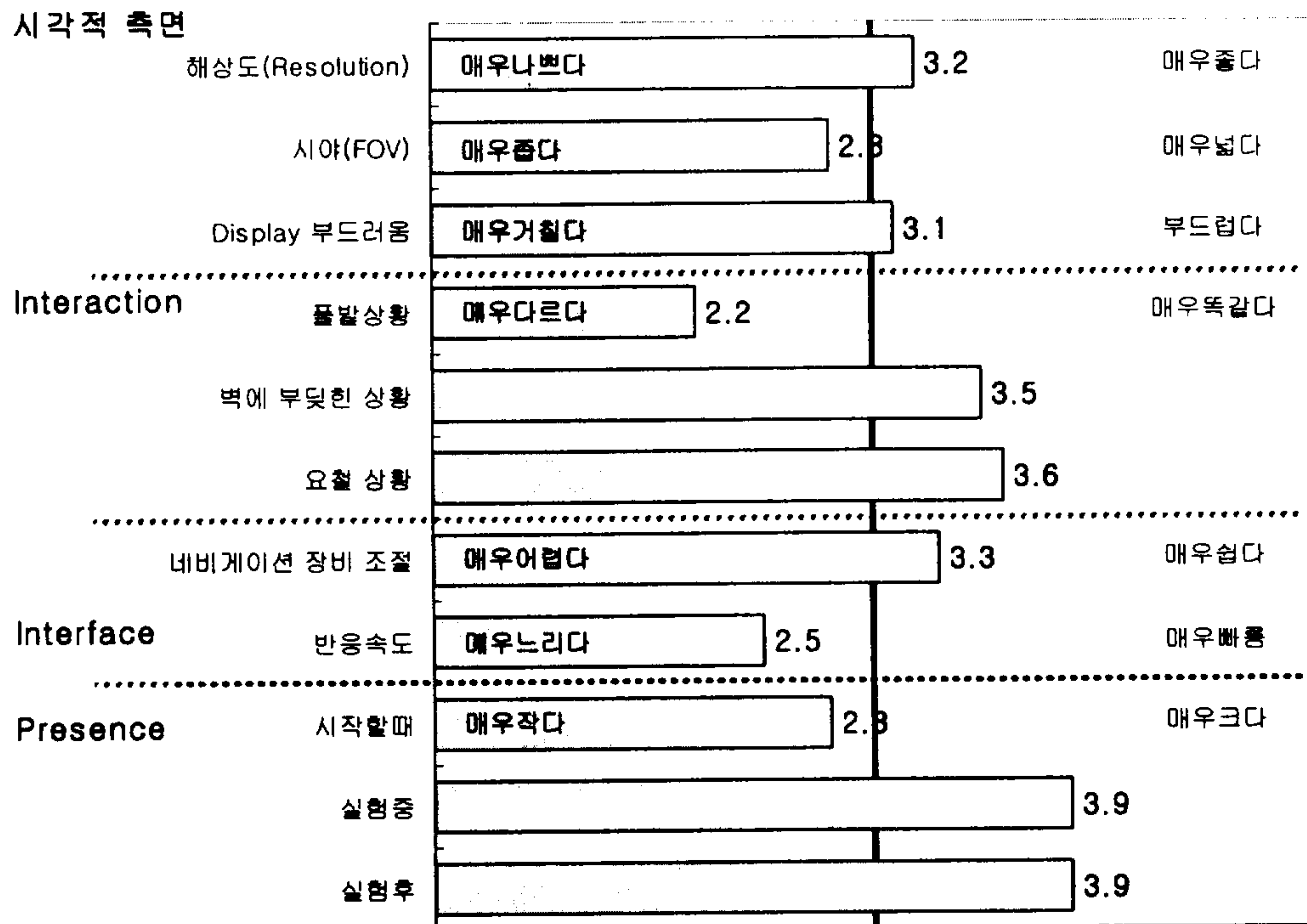
피실험자들이 다리를 볼 수 없었기 때문이다.

#### 3.3.4 가상현실 시뮬레이터에 대한 평가

시뮬레이터 평가를 위하여 다음과 같은 항목에 대한 설문을 실시하였다.

- 시각적인 측면에서의 평가
  - 스크린의 해상도
  - 피실험자가 느끼는 시스템의 Field of view
  - 디스플레이되는 화면의 부드러움 정도
- Object들과의 상호작용에 대한 평가
  - 풀밭에 들어갔을 때의 현실과의 비교
  - 벽에 부딪혔을 때 현실과의 비교
  - 요철을 지나 갔을 때의 현실과의 비교
- 물리적 휴먼인터페이스에 대한 평가
  - 자전거 사용 용이성
  - 자전거의 반응속도
- 가상현실에 몰입된 정도
  - 가상현실 실험의 시작 직후, 실험 중, 실험 후 시점에서의 몰입정도

설문결과는 다음과 같이 나타났다.



[그림 11] 시뮬레이터에 대한 설문결과

가상현실에서 벽에 부딪힐 때는 force feedback, 요철을 넘어갈 때 시각적인 피드백을 줌으로써, 피실험자들이 현실과 비슷하다고 느꼈다. 단지 한가지의 피드백만으로 사람들은 상당히 현실에 가깝다고 느끼고 있다. 피실험자들이 simulator에서 보내는 시간이 길어질 수록 임장감이 향상되는 것을 볼 수 있다.

다음은 위의 설문지의 시각적측면(해상도, 시야, display 부드러움), interface(반응속도)와 cognitive map 실험에서 얻은 Map goodness와의 상관관계를 분석하였다. 이러한 분석은 인간의 머리속에 map이 생성될 때 어떠한 요소가 인지지도를 형성하는데 많은 영향을 미치는지를 살펴보기 위해서다.



[그림 12] Map goodness scale과 측정항목간의 상관관계

위의 그래프와 같이, 해상도의 수준이 map을 생성시키는 상당히 크게 작용하고 있음을 볼 수 있다. 시야(FOV)항목은 map goodness가 좋은 피실험자일수록 본 시뮬레이터에서 느끼는 FOV를 넓게 인식하고 있었다. 또한 자전거의 반응속도는 전혀 영향을 미치고 있지 않다. 위 설문결과를 보면 피실험자들이 자전거 인터페이스의 반응속도가 매우 느린것으로 느끼고 있다. 이럴 경우 인터페이스의 속도가 실험의 큰 영향을 미치지 않는 경우에는 현실보다 빠르게 움직이게 설계할 필요가 있다. 실질적으로 피실험자와의 인터뷰에서도 현 인터페이스의 속도가 너무 느려, 단순한 wayfinding 실험에서 지루함을 느껴 결과적으로 몰입감을 떨어트리는 것으로 나타났다.

## 제 4 장 현실감을 향상시키기 위한 요인

가상현실에서의 현실감/임장감(presence)을 향상시켜 인간을 완전히 가상세계에 몰입시키기 위해서는 시각, 청각, 촉각, 후각, 미각 등의 인간의 오감에 실제에 가까운 자극을 인공적으로 제공하여야 한다. 본 시스템에서는 시각과 청각만을 이용하여 현실감/임장감의 정도를 측정하여 보았다. 앞에 도식화한 실험결과에 의하면, 지금의 시스템에서 임장감의 정도는 현실에 비해 70%로 나타났다. 또한, 본 연구에서 이루어진 실험과 피실험자와의 인터뷰를 통해서 다음과 같은 가상현실 시스템의 문제점들을 도출할 수 있었으며, 이를 보완할 수 있는 부분을 제시해 보았다.

첫째, wayfinding simulator에서의 navigation 장치 속도. 시뮬레이터의 응용부분에서 시간의 중요성이 적은 경우에는 장치의 속도의 현실보다 높일 필요성이 있다. 실험에서 navigation 장치의 속도가 현실과 비슷한 수준으로 맞추어져 있었지만, 가상의 경우에는 한정된 시야에 의해 지루함을 느껴 가상현실에 몰입하는데 방해요소로써 작용을 하였다.

둘째, 가상현실의 size & distance의 under-estimation. 실험결과에 의하면 2m미만의 size는 현실과 차이가 나지 않았지만, size가 그 이상이 될 경우 현실과 가상과의 측정값이 차이가 많이 났다. 또한 distance도 비슷한 결과를 나타내고 있다. 다시말해, 가상현실의 물체를 모델링할 때 실제 size나 distance보다 크게 설계함으로써, 현실과 가상간의 차이를 극복할 수 있을 것

으로 판단된다.

셋째, navigation장치의 force feedback or visual feedback. 실질적으로 가상현실에서 요철을 넘거나, 벽에 부딪히거나, 경사진 도로를 올라갈 때 등에서 단순한 visual feedback과 force feedback을 주었다. 이때 피실험자들은 feedback을 느낌으로써, 인간의 주의를 쏠려 가상현실에 더욱더 몰입함을 살려볼 수 있었다. 하지만, 언덕을 올라가면서 force feedback을 받아 힘겹게 올라갔을 때, 피실험자들의 머리속에는 "내리막길에서는 페달을 밟지 않아도 내려가겠구나"라는 생각을 하게 된다. 이러한 것은 인간이 느끼는 양립성에서 비롯된 것이다. 이때 이러한 기대가 깨어지면 몰입감을 방해할 수 있다. 그러므로 feedback을 줄 경우 자극과 반응에 근거하여 생성시켰어야 한다.

넷째, navigation을 하기 전에 적절한 event의 결정.

위의 실험결과에 의하면, 피실험자들이 가상현실을 경험하기 시작할 때 몰입되는 정도가 매우 낮았고, 시간이 지나면서 그 정도는 계속해서 올라갔다. 이러한 결과를 바탕으로 실질적으로 simulator에서 네비게이션하기 이전에 가상의 환상적인 장면을 제시 함으로써, 시작부터 몰입감을 증대시킬 필요가 있다. 예를 들어, 하늘로 높이 날아올라서 빠른 속도로 땅으로 내려오거나, 실험과 상관없는 복잡한 환경을 빠른 속도로 보여준다. 실질적으로 2명의 피실험자에 대해 이러한 예를 적용시켰을 때 다른 피실험자들보다 더 빨리 몰입함을 볼 수 있었다.

## 제 5 장 결론 및 추후연구과제

본 연구에서는 감성측정평가 시뮬레이터 구축의 일환으로 개발된 3차원 시청각 환경 제시기가 제시하는 가상환경의 현실감을 평가하기 위해 cognitive map, object search, size estimation의 실험을 통해 비교/평가함으로써 현실세계와 가상환경의 차이점을 도출해 보았고, 이를 개선하기 위한 방안들에 대해 생각해 보았다.

실험결과를 종합해 보면 가상환경을 구성하는 구조적인 정보 중에 하나인 size는 실제세계에서 보다 가상환경에서 평균 0.35m를 under-estimation 하였고, distance는 평균 5m 정도 under-estimation 하였다.

이러한 실험결과를 바탕으로 가상현실 시스템의 구조적인 정보들을 작성할 때에 실제환경의 물체 크기나 거리 보다 더 크게 모델링이 될 수 있도록 주의를 기울여야 하는 것을 도출 할 수 있었다. 또한, 크기와 거리가 커짐에 따라 오차의 범위도 커지기 때문에 이를 감안하여 가상환경의 구조적인 정보들을 작성해야 할 것으로 판단된다.

가상현실에서 환경에 대한 필요한 만큼의 정보를 얻는데 있어서, 현 시스템의 projection display의 단점인 FOV가 좁아 현실보다 많은 시간이 필요했다. 네비게이션장치의 속도가 인간의 인지수행능력에 영향을 미치지 않은 결과를 바탕으로, 장치의 속도를 증가시켜 좁은 FOV의 한계를 극복할 수 있다.

object 인식에 대해서는 실험된 시스템의 해상도가 상당히 높기 때문에 지정된 object를 찾는데 있어서 현실과 가상간의 차이점을 발견할 수 없었다.

지금까지의 실험결과를 바탕으로 보다 체계적인 분석 및 타 연구과제와의 비교를 통해, 경험의 전달을 위해서는 실제의 상황과 어떠한 점에서 비슷해져야 하는가를 파악하여, 가상현실 시스템의 현실감을 경제적으로 향상시키는 방안을 제시하며, 응용분야에 따른 가상현실시스템의 인간공학적인 평가 기준을 확립하는데 기초가 될것이다. 또한, 현재의 시청각제시기의 현실감을 보다 높일 수 있는 World Modelling Guideline을 구축하는 것이 본 연구의 추후 과제이다

## 참 고 문 헌

- [1] Baker M. Pauline, Wickens D., "Human factors in Virtual Environments for the visual analysis of scientific data", Technical Reports of Illinois, 1996.
- [2] Barfield W., Furness III T. A., "Virtual Environments and Advanced Interface Design", Oxford, 1995.
- [3] Billinghurst, 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.
- [4] Burdea, G. and Coiffet, P., "Virtual reality technology", John Wiley & Sons, 1994.
- [5] Box, G. E. P., Hunter, W. G., Hunter, J. S. "Statistics for Experimenters", Warner Bros, 1933.
- [6] Giuseppe Riva., "Virtual Reality in Clinical Medicine", Applied Technology for Neuro-Psychology Lab. Technical Report, 1999.
- [7] Golledge, R. G., "Methods and Methodological issues in environmental cognition research", In Environmental knowing, (Golledge, R.G. and Moore, G.T. Eds.), Dowden, Hutchinson and Ross, Inc., Pennsylvania, pp.300-313, 1976.

- [8] Horiguchi A., Suetomi T., "A Kansei engineering a driver/vehicle system", *Int. J. of Industrial Ergonomics*, V.15, pp.25-37, 1995.
- [9] Kalawsky R. S., "The science of Virtual Reality and Virtual Environments", Addison Wesley, 1993.
- [10] 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*, pp.1268-1272, 1995.
- [11] Montgomery, D. C., "Design and Analysis of Experiments", John Wiley & Sons, 1991.
- [12] Pimental, K. and Teixeira, K., "Virtual Reality", McGraw Hill, 1993.
- [13] Satalich G. A., "Navigation and wayfinding in virtual reality: finding the proper tools and cues to enhance navigational awareness", 1995.
- [14] Vince, J., "Virtual reality system", Addison Wesley, 1995.
- [15] Witmer B. G., Singer M. J., "Measuring presence in virtual environments: A presence questionnaire", *Presence*, V.7 N.3, pp.225-240, 1998.
- [16] Wilson J. R., "Virtual environments and ergonomics: needs and opportunities", *Ergonomics*, V.40 N.10, pp.1057-1077, 1997.
- [17] Zeltzer, D., "Autonomy, interaction, and presence", *Presence*, 1(1), pp.127-132, 1992.

- [18] 고희동, "3차원 시청각 환경 제시기의 설계 및 구현", 대한전자공학회지, 1997.
- [19] 김명희 외, "3차원 의학영상을 이용한 원격 정형외과 모의 수술 및 회의 시스템의 개발, 정보통신부, 1997.
- [20] 이남식 외, "VR 기술동향 및 산업정책에 관한 연구", KRISS-93-078-IR, 과학기술처특정연구보고서, 1993.
- [21] 이남식 외, "인공현실감을 이용한 제품평가기술개발", KRISS-94-121-IR, 한국표준과학연구원, 1994.
- [22] 이남식, 박세진, "감성측정평가 시뮬레이터", 한국표준과학연구원, 1996.

## 부 록

### 실험소개 / 실험 진행순서 (가상, 현실, 영상)

KIST(한국 과학 기술 연구원) Virtual Reality Laboratory에 오신것을 환영합니다.

앞으로 50분간 여러분들은 3차원 시청각 제시기의 입장감을 높이기 위한 실험에 참가하게 되며, 이 실험을 위해 여러분은 VR Simulator, 현실, 영상을 통해 KIST의 내부를 돌아보게 될 것입니다.

실험은 크게 3가지로 구분되어 있으며 아래의 순서에 따라 진행될 것입니다.

1. 각 실험마다 처음 5분간은 실험에 관한 간단한 설명이 있을 것이며, 그 후 본 실험에 들어가게 됩니다.
2. 각 실험별 시험 내용은 아래와 같습니다. 그리고 아래의 순서에 따라 실험이 진행됩니다.
  - Cognitive Map(공간인지에 관한 실험)  
본 실험은 5~10분간 본인의 의사에 따라 가상(or 현실 or 영상)의 KIST 내부를 돌아보는 것입니다. (가능한 KIST의 구석구석을 다 돌아 보셔야 합니다.)
  - Object Search에 관한 실험  
본 실험은 가상현실(or 현실)내에서 실험자가 지정한 object를 찾아내는 것입니다.
  - Size, Distance Estimatio에 관한 실험  
본 실험은 5분간 진행될 것이며 가상현실(or 현실)내의 정해진 위치에서 Object들의 정확한 크기와 경사도 및 거리를 측정하는 실험입니다.
3. 각 실험마다 실험이 끝나면 5분간 실험에 관련된 설문이 있습니다.
4. 주어진 설문지의 내용에 따라 정확히 대답해 주시기 바랍니다.

## 설문지

(가상, 현실, 영상)

설문에 응해 주셔서 대단히 감사합니다.

아래의 질문에 가능한 정확하게 대답해 주시기 바랍니다.

### Cognitive Map

1. 지금까지 여러분이 자전거를 이용해 둘러보신 KIST의 전경을 간단한 약도 형식으로 그려주시기 바랍니다. (example 제시)

### Object Search

2. 실험자가 제시한 object를 찾아 내시기 바랍니다.

### Size & Distance Estimation

3. 주어진 막대기의 size와 피실험자간의 거리를 estimation 해 주시기 바랍니다.

## 설 문 지

(가상현실 시스템에 대한 설문)

설문에 응해 주셔서 대단히 감사합니다.

아래의 질문에 가능한 정확하게 대답해 주시기 바랍니다.

1. 가상현실을 시각적인 측면에서 봤을 때 현실에서의와의 차이에 관한 질문입니다.

1.1 가상현실의 Resolution(해상도)는?

매우 좋다.

매우 나쁘다.

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  |  |  |  |
|--|--|--|--|

1.2 가상현실에서 시야는 어느 정도입니까?

매우 넓다.

매우 좁다.

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  |  |  |  |
|--|--|--|--|

1.3 가상현실에서 화면의 디스플레이가 어느 정도입니까

매우 부드럽다.

매우 거칠다.

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  |  |  |  |
|--|--|--|--|

2. 가상현실에서 object들과의 상호작용에 관한 질문입니다.

2.1 네비게이션 중 풀발에 들어간 일이 있다면 그 느낌을 현실의 풀발과 비교한다면?

매우 똑같다.

매우 다르다.

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  |  |  |  |
|--|--|--|--|

2.2 네비게이션 중 벽에 부딪힌 적이 있다면 그 느낌을 현실과 비교한다면?

매우 똑같다.

매우 다르다.

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  |  |  |  |
|--|--|--|--|

2.3 네비게이션 중 요철을 지나 갔다면 현실에서 요철을 지나갈 때와 느낌은?

매우 똑같다.

매우 다르다.

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  |  |  |  |
|--|--|--|--|

3. 가상현실에서 움직임을 조절하는데 있어서의 용이성에 관한 질문입니다.

네비게이션 장비(자전거)를 조절하기가?

매우 쉬웠다.

매우 어렵다.

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  |  |  |  |
|--|--|--|--|

4. 네비게이션장치인 자전거의 페달을 밟았을 때 움직임을 현실과 비교한다면?

매우 빠르다.

매우 느리다.

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  |  |  |  |
|--|--|--|--|

5. 가상현실에 몰입된 정도에 관한 질문입니다.

가상현실 실험이 시작되기전과 후에 느끼는 가상현실과 현실의 차이는?

[시작전] 매우 크다.

매우 작다.

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  |  |  |  |
|--|--|--|--|

[실험중] 매우 크다.

매우 작다.

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  |  |  |  |
|--|--|--|--|

[실험후] 매우 크다.

매우 작다.

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  |  |  |  |
|--|--|--|--|

# ABSTRACT

An study for reality evaluation of virtual reality system

Shin, Chan Soo

Department of Industrial Engineering

The Graduate School of

Hansung University

Recently, the application of the Virtual Reality has extended gradually to the communication of the experience for new environment, the understanding of the sense with products in the its development, orthopedic surgery and rehabilitation programs for the patient as well as education, entertainment and design. The technology of the Virtual Reality covers a wide application range in the understanding of the human sense between product and environment, the communication of the experience for new environment and use evaluation of the products.

This study concerns with the evaluation of reality and presence for the Virtual Reality system developed in KIST project.

In this study, the real world, video scenes and virtual environment system were used to propose the evaluation measures in the reality test of VR system. The results show that cognitive map, object search, and size and distance estimation methods can be used to evaluate the reality and presence of the VR system.

## 감사의 글

벌써 한성이라는 울타리에 들어온지 9년이 되었습니다. 길지도 짧지도 않은 시간 동안 저를 아껴주신 모든 분들께 먼저 감사의 마음을 전합니다.

5년이라는 긴 시간동안 부족한 저에게 항상 격려의 말씀과 새로운 학문의 세계로 인도해주신 이남식 교수님께 머리 숙여 감사를 드립니다. 저를 위해 걱정해주고 관심을 아끼지 않으셨던 정병용 교수님께도 깊은 감사 드립니다.

그리고 대학생활동안 저에게 충고와 관심을 기울여주신 산업공학과 의 홍윤기 교수님, 김대홍 교수님, 박명환 교수님, 위남숙 교수님, 원형규 교수님, 이재득 교수님, 유재건 교수님, 홍정환 교수님 그리고 엄미숙 교수님, 권오 교수님께도 감사 드립니다.

모자란 저에게 동기라는 이유만으로 신경써주고, 챙겨준 산업공학과 92학번 모든 친구에게 정말 고맙다는 말을 전합니다.

마지막으로 저의 앞길에 행복만이 가득하기를 언제나 빌어 주시는 부모님께 감사하다는 말로 표현하기에는 항상 부족할 수밖에 없지만, 감사합니다.

1999년 12월

신 찬 수