

# AHP를 이용한 가상현실 구성요소 간의 관계 분석

배혜진, 김석태

인제대학교 대학원 디자인학과  
인제대학교 디자인학부

## A study on the Relationship of VR Elements by using AHP

Hye-Jin Bae, Suk-Tae Kim  
Dept. of Design, Inje University

School of Design, Inje University

### 요약

초고속인터넷의 성장과 더불어 가상현실 기술역시 눈부신 발전을 이루었다. 가상현실의 발전은 1998년 데스크톱형식에서 인간의 오감을 배려한 체험형식으로 하드웨어 인터페이스의 성장이 두드러지게 나타났다. 그러나, 이러한 하드웨어는 일반인들에게는 아직 값비싼 고가의 장비일 뿐이며, 대다수의 사용자들은 아직 데스크톱형식에서 벗어나지 못하고 있다. 이에 본 연구에서는 데스크탑형 Display를 기반으로 최적의 가상현실을 구현하기 위한 요소로 가상현실 구성요소를 문헌 및 연구를 토대로 분류해보고 구성요소간의 관계를 규명한다.

### 1. 서론

2003년 현재 국내 초고속인터넷 가입자 수는 1000만을 넘어섰다. 이러한 수치는 가상현실(Virtual Reality)공간이 아니라 하더라도 사이버 공간 속에 머무르는 사람들이 5년 전보다는 월등히 많아진 것을 의미한다.

초고속인터넷의 성장과 더불어 가상현실 기술도 눈부신 발전을 이루었다. 1998년 가상현실은 데스크톱형식으로 비 표준화된 프로그래밍 방식을 사용하였으며, 사용자에 대한 배려는 거의 없는 실정 이었으나, 2002년 이후 가상현실은 눈부신 하드웨어의 발전으로 인간의 오감을 배려한 체험형이 등장하였다. 그러나, 이러한 하드웨어의 발전에도 불구하고 가상현실이 일반화 되지 못하는 가장 큰 이유는 아래의 세가지로 압축해 볼수 있다.

- 첫째, 고가의 장비를 개인이 갖출 수가 없으며
- 둘째, 국내 가상현실에 대한 연구가 오락, 시뮬레이션 분야에는 많은 발전을 이루었으나, 디자인과 VR에 관한 연구는 미약하다.<sup>1)</sup>
- 셋째, 기존의 가상현실 환경에서의 사용자는 시뮬레이션 멀미, 입체경 디스플레이의 시각에 대한 영향, 무거운 디스플레이 착용에서 오는 머리나 목의 부상 등과 같은 문제들이 있었다.<sup>2)</sup>

구분/연도	1998	2000	2002	2002이후
형태	데스크탑형	몰입형	실감형	체험형
기능	비프로그래밍 직접조작방식	멀티모달 3차원 공간제작 실사, 가상정보 하이브리드제작	실시간모텔링 실시간탐색	고기능 제작 고성밀 제작
주요장비	조이스틱 키보드,마우스 HMD,Data Glove	3차원마우스 힘공급장비 촉각장비	고해상 시각 고감도 촉각	이동식
감각	물리법칙	가속도,중력감	평형감각	오감각

표1. VR 기술 발전

1) 남현우, VR 인터페이스에서의 디자이너의 역할 분석, 서경대학교 인문과학연구소 논문집, 2000

3) <http://www.ctimesi.com/news/detail/html?id=2001050250>

즉, 가상현실 하드웨어 인터페이스에 초점을 맞춘 연구나 시뮬레이션, 오락분야에는 많았으나, 디자인 분야에서의 가상현실에 관한 연구가 미미한 것은 사실이다. 디자인관련 가상현실 연구가 존재 한다 하더라도, 가상현실 요소에 관한 연구는 미미하였다.

본 연구에서는 이러한 문제점을 바탕으로 가상현실 구성요소를 세분화 하여, 이 요소들을 계층적 의사결정 분석법을 적용, 각 요소들 간의 중요도를 도출한다.

## 2. 가상현실의 구성요소

가상현실의 세계는 사용자의 모든 감각기관(눈, 귀, 피부, 코, 입)이 컴퓨터를 통해 연출된 가상공간(Cyber Space)의 세계에 몰입됨으로써 자신이 바로 그곳에 있는 것처럼 느낄 수 있는 세계이다. 가상현실이 일반사람들이나 업계에서 관심의 대상이 되고 있는 이유는 사용자의 몰입(immersion)과 대화성에 효과가 있기 때문이다. 특히 컴퓨터가 생성한 환경과 사용자 사이의 자연스러운 상호작용(Natural Interaction)을 지원함으로써 사용자의 몰입감을 극대화시킨다.

이러함 몰입에 필요한 요소들은 대화성, 현장성이라 볼 수 있으며, VR의 가장 중요한 부분이다. 따라서 VR이 실제세계의 인간에게 현실감을 느끼도록 하기 위해서는 자율성(Autonomy), 대화성(Interaction), 현장성(Presence)의 세가지 구성요소가 충분히 구현되어야 한다.

가상현실의 현실감 측면에서 본 가상현실의 구성요소를 정리하면 표2와 같다. 가상현실의 많은 부분이 현실감 즉 몰입감을 중요하게 생각하나, 그것이 곧 가상현실의 모든 것을 좌우하는 것은 아니다.

현실감 (Reality)	자율성 (Autonomy)	Navigation
	대화성 (Interaction)	Event, Interface
	현장성 (Presence)	Graphic, sound

표2. 현실감기준의 가상현실 구성요소

### 2.1. 가상현실 구성요소

가상현실에 관한 문헌 및 연구들을 종합해본 결과 가상현실의 구성요소를 크게 6가지로 분류할 수 있다.

#### ① 네비게이션(Navigation)

가상현실 시스템은 3차원의 공간을 세워서 사용자가 자유롭게 돌아다니며 볼 수 있는 환경을 제공해야 한

다. 이것은 사용자의 움직임을 계속적으로 추적하여 그에 적합한 시각적 변화를 실시간으로 처리하여 제공해야 함을 의미한다.

#### ② 상호작용성(Interaction)

사용자가 3차원 공간에서 취한 행동에 대하여 시스템은 즉각적인 반응을 제공해야 한다. 3차원 공간에서 물체를 선택하여 이동시키거나, 키패드의 비밀번호를 선택하여 문을 여는 행동들, 아바타(Avator)들 간의 커뮤니케이션도 이에 속한다.

#### ③ 몰입감(Impressive)

물리적 세계와 분리되어 가상세계에만 집중할 수 있게 환경을 제공해야 한다. 기존의 데스크탑 형태의 PC로 충분한 몰입감을 줄 수 없어 주로 HMD나 사 이버장갑 등의 가상현실 장비를 사용한다.

#### ④ 현실감(Reality)

실제의 환경이 가상현실에서 묘사되어 제시되어지는 정도로 설명될 수 있으며, 사실성과 유사한 의미로 쓰이기도 한다.

#### ⑤ 콘텐츠(Contents)

콘텐츠라고 하면 이미지, 텍스트, 동영상, 소리 등에 대해서 분리하여 말하는 경우가 많으나, 가상현실 콘텐츠는 클라이언트 쪽의 SW인 브라우저와 각종 어플리케이션들을 제외한 가상현실 기술 기반에 의해 제공되는 거의 모든 것들의 집합체라고 할 수 있다.

#### ⑥ 커뮤니티(Community)

가상공간 또는 사람들 간의 상호작용에 의해 공동체를 형성하여 동일 관심사에 질 높고 활용 가능한 콘텐츠를 생산하는 가상적인 공간이라 한다.

네비게이션	사용자의 자유로운 활동	
상호작용성	사용자의 행동에 대한 즉각적 반응	
몰입감	하드웨어 인터페이스	
현실감 (Reality)	자율성(Autonomy)	자치, 자치권
	현장감(Presence)	존재, 현존, 실제
콘텐츠	상호작용을 가능하게 하는 내용적 의미	
커뮤니티	컨텐츠를 생산해내는 가상적 공간	

표3. 가상현실의 구성요소

### 2.2. 세부구성요소 추출

#### ① 상호작용성(Interaction) 구성요소 추출

원활한 네비게이션을 위해서는 구조적인 구성요소를 제외하고는 설명이 될 수 없다. 구조적인 구성요소로는 크게 Size와 Distance가 있으며 Size는 Length로 이루어진 평면 혹은 공간적인 크기를 일컫는다.

#### ② 상호작용성(Interaction) 구성요소 추출

Steuer(1993)는 원격존재감(tele-presence)이라는 개념을 구성하는 차원으로 상호 작용성을 논의하였는데 상호작용성은 사용자가 실시간으로 조정된 환경 하에서 내용과 형태를 바꾸는데 참여할 수 있는 정도로 정의되었다. 즉 사용자가 이용대상의 내용과 형식을 바꿀 수 있는 정도로 정의하여 관여도나 참여도와는 다른 자극 지향적 변수라고 보았다. 그는 상호 작용성을 구성하는 요소로 속도, 범위를 제시하였다.

③ 몰입감(Impressive) 구성요소 추출

몰입감은 현실세계 대신 가상현실에 주의를 주는 것을 말한다. 몰입의 정도는 인간의 오감에 의해서 영향 받는다. 인간의 오감은 시각, 촉각, 청각, 미각, 후각이 있으며, 그중에 인간이 가상 높은 인지력을 나타내는 것이 바로 시각이다. 현재 시각적 몰입장비로는 IIMD가 대표적이며, Crystal Eye등이 있다.

④ 현실감(Reality) 구성요소 추출

현실감은 표현매체에 의해 기술된 가상의 세계가 물리적인 세계와 어느 정도 유사한지를 나타내는 지표가 되고, 음성, 문서, 음향, 이미지 등이 요소가 되며, 색, 조명, 질감, 텍스처(texture)등으로 이루어진 가변적인 요소들로 나눌 수 있다.

⑤ 콘텐츠(Contents) 구성요소 추출

컨텐츠를 구성하는 요소는 다양하다. 기능성의 깊이와 깊이(depth and breadth of functionality), 오락적 가치(entertainment value), 적소(niche), 디자인(design), 구성 & 구조(structure)등이 있다.

⑥ 커뮤니티(Community) 구성요소 추출

커뮤니티는 일종의 가상공간 속의 또 다른 가상공간이라고 할 수 있다. 가상공간이 가지는 많은 요소들을 내포하고 있기 때문에 그 구성요소는 다양하나, 본 연구에서는 커뮤니티만의 구성요소로 아바타의 속성, 의미전달의 도구, 군집성(Groping) 세 가지로 제한한다.

네비게이션	Size, Distance
상호작용성	Speed, 접근범위
몰입감	인간의 오감(내부), 하드웨어 인터페이스
현실감 (Reality)	음성, 문서, 음향, 이미지 색, 조명, 질감, 텍스처(texture)
컨텐츠	기능의 깊이, 오락적가치, 적소, 디자인, 구성
커뮤니티	아바타 속성, 의미전달도구, 군집성

표4. 가상현실의 구성요소

3. 계층화 의사결정 분석법

: AHP(Analytic Hierarchy Process)

물리학에서나 공학에서는 길이, 무게, 시간 등의 물

리량이 기본척도로 되어 있으며 이를 측정하면 값으로서 실수가 얻어진다. 이러한 계산을 통해서 얻어진 결론으로 설계나 측정이 행해지게 된다. 그러나 기업에 있어서나 일반적인 사회문제, 디자인의 결정에 있어서 이러한 자연과학적 방법으로 측정할 수 없는 문제가 많이 있다. 이러한 문제에 대해서는 인간의 직관적 판단에 맡길 수밖에 없고 인간의 직감이라는 것은 자연과학적 계량에 비교하면 주관적이기 때문에 얼마나 애매한가를 알 수 있다. 그러나 인간의 판단은 무리한 물리적 측정 보다는 훨씬 정확한 경우도 많다. AHP는 이러한 인간의 판단을 어떻게 합리적으로 총합화할 것인가의 문제에 대한 해결을 부여해 준다고 말할 수 있다. AHP의 첫 번째 특징은 평가를 절대평가가 아닌 일대일비교에 의한 상대평가에 근거하여 행해진다는 것이다. A는 80점 B는 75점등으로 절대평가의 경우 극히 어렵고 무리가 따르지만 아래의 경우처럼 [A는B보다 좋다]든가 [A와 B는 같은 정도이다] 등의 정도는 말할 수 있을 것이다. 이것은 Saaty는 각 수준의 요소를 최대 9 이내로 하여야 한다고 주장하였다. 중요도에 관한 측도는 아래 표5와 같다.

중요정도	정의
1	같다
3	약간 중요하다
5	중요하다
7	극히 중요하다
9	절대적으로 중요하다
2,4,6,8은 각각 중간정도의 중요도를 추정했다.	

표5. 중요성 측도

쌍렬 비교행렬을 A, 가중치벡터를 W라고 할 때 가중치벡터 w를 구하는 식은

$$AW = \lambda_{\max} W \quad \text{식(1)}$$

가 된다. 식(1)을 W에 대해 정리하면 다음과 같은 식(2)를 얻는다.

$$(A - \lambda I)W = 0 \text{ 단, } 0 \text{ 은 } (n \times 1) \text{ 열벡터} \quad \text{식(2)}$$

쌍대비교의 대상이 되는 요소 j에 대한 요소 i의 상대적 중요도의 추정치  $a_{ij}$ 는 다음과 같이 정의할 수 있다.

$$a_{ij} = (1 + \delta_{ij}) W_i / W_j \quad \text{식(3)}$$

단,  $\delta_{ij}$ 는  $W_i / W_j$ 에 대한 불일치 정도로  $\delta_{ij} \geq 0$  이며, 실제 관찰한 쌍대비교행렬에서 구한 최대고유치  $\lambda_{\max}$ 와 완전한 일관성을 가진 쌍대비교행렬의 최대고유치 n의 차이는 식(4)로 표현된다.

$$\lambda_{\max} - n = 1/n \sum_{1 \leq i < j \leq n} \delta_{ij}^2 / (1 + \delta_{ij}) \geq 0 \quad \text{식(4)}$$

식(4)에서 추정치  $a_{ij}$  각 정확히  $W_i/W_j$ 에 일치하면  $\delta_{ij}=0$ 이 되어서  $\lambda_{\max} - n = 0$  성립함을 알 수 있다. 따라서,  $\lambda_{\max}$ 가  $n$ 에 가까울수록 평가자가 쌍대비교시 일관성 있는 판단을 내렸다고 간주할 수 있다. AHP에서는 일관성 검정시 검정통계량을 사용하는 대신 일관성 지수를 평균 무작위지수로  $\mu$ 나는 일관성 비율로 검정한다. 즉, 일관성비율을 식(5)로 정의하여 응답의 일관성을 나타낸다.

$$CR = CI/RI \quad \text{식(5)}$$

일관성지수(Consistency Index : C.I) = $(\lambda_{\max} - n)/(n - 1)$
일관성비율(Consistency Ratio : CR) = CI/RI

표6. 일관성 지수와 일관성비율 식

#### 4. 실험 및 분석

##### 4.1 실험설계

계층1에서는 AHP모형의 목적을 나타내고 계층2에서는 평가기준, 계층3에서는 세부평가기준을 배치하여 계층화 하였다. 결과는 그림1과 같다.

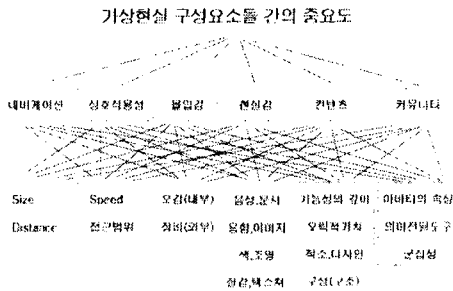


그림1. 가상현실 구성요소 계층구조도

##### 4.2 쌍대비교 행렬 구성

계층2의 6가지 기준들로 쌍대비교 행렬을 구성하여 가중치를 구하고, 각 기준에 대한 계층3의 세부 평가 기준의 가중치를 구한다. 그 결과 총 7개의 쌍대비교 행렬이 나오게 된다. 아래 표7은 계층2의 쌍대비교 결과를 행렬화 한 것이다. 이러한 행렬을 통해서 의사결정자들의 계층2에 대한 결정 내용을 알 수 있으며, 선호도를 산출해 낼 수 있다.

	네비게이션	상호작용성	몰입감	현실감	컨텐츠	커뮤니티
네비게이션	1.0	1.2	1.2	1.5	1.1.5	1.0
상호작용성	1.8	1.0	1.5	1.2	1.0	1.5
몰입감	2.0	1.1.5	1.0	1.1.3	1.1.2	1.0
현실감	1.3	1.1.2	1.3	1.0	1.1.2	2.5
컨텐츠	1.5	1.0	1.2	1.2	1.0	1.2
커뮤니티	1.0	1.1.5	1.0	1.2.5	1.1.2	1.0

표7. 계층2의 행렬

##### 4.3 일관성 비율 계산

평가행렬의 일관성을 평가하는 척도로서 일관성 비율을 사용한다. 일관성 비율이 0.1 이하일때 쌍대비교 행렬의 구성이 일관되어 있다고 평가 할 수 있다.<sup>3)</sup> 본 연구에서는 일관성 비율값이 0.025로 나왔으므로 실험에 참가한 사람들의 응답이 일관성이 있다고 할 수 있다.

##### 5. 결론

본 연구에서는 넓은 의미의 가상현실 구성요소에 대하여 문헌 및 연구를 토대로 추출하여 그 중요도에 관해 의사결정 분석법을 적용시켜 보았다. 그 결과 각 요인에 대한 선호도 값은 0.133, 0.205, 0.166, 0.184, 0.183, 0.129로 산출되었다. 즉, 상호작용성이 다른 구성 요소들 보다 더 중요한 요인이라는 결론을 낼 수 있다. 상호작용성 중에서도 상호작용 범위가 더 중요한 요인으로 분석되었으며, 계층 3에 대한 분석은 그림2와 같다. 계층2의 요인과는 별도로 계층3만의 선호도는 몰입감 중에서도 오감이 첫 번째로 나타났고, 두 번째로는 네비게이션의 거리로 나타났다.

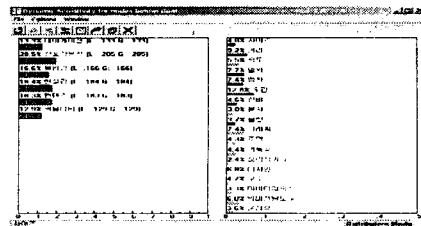


그림 2 계층3에 대한 분석

##### [참고문헌]

- [1] 김형석, 원광연, 가상현실 기술과 게임-현황과 미래-, 한국과학재단, 2002
- [2] 남현우, 가상현실에서의 감각 인터페이스 연구, 한국디지털디자인학 연구 vol.2, 2001
- [3] 김성철, 강근석, 이정진, 인터넷 기반의 AHP 집단 의사결정 시스템 개발, 한국통계학회, 응용통계연구, 2001

3) Saaty, T.L, Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill, 1980