

# \*\*실내공간의 시뮬레이션 구성과 뇌파측정에 의한 공간인지 분석

- 공공건물 내 경로인지를 중심으로 -

## Perception Analysis with Composing of Simulation and Measuring of Human Brain Electroencephalogram in Interior Space

- Focus on the Perception of Wayfinding in Public Interior Space -

김태환\* / Kim, Tae-Hwan

### Abstract

The purpose of this study was to analyze the perception of wayfinding in public interior space. According to this study, a virtual reality simulation test was conducted to examine the effect of wayfinding. Theoretical research was used to explain the psycho-physiological effect of visual perception and case study was carried out to evaluate the physiological response of the subjects. For the physiological evaluation, two simulations with sign and color sample were chosen and the EEG was Used. Data were collected from May 15th. to June 15th. The subjects were 20 students of architecture department and frequency, percentage, ANOVA, T-test, multiple comparisons were used for data analysis.

키워드 : 공간인지, 시뮬레이션, 뇌파분석, 경로인지

## 1. 서론

### 1.1. 연구의 목적

공간을 설계하고 연구하는데 있어서, 공간의 본질을 인간이 활동하는 환경의 상호작용으로 이해하고 공간의 표현을 시각적 특성과 인간의 행태에 따른 객관적 분석을 통하여 제시해야 할 필요가 있다. 인간은 각자 고유한 퍼스낼리티(personality)를 추구하고 다양한 요구(needs)를 지니고 있다. 이러한 특성은 자신이 생활하는 공간에 대한 만족도와 선택에 밀접한 연관을 갖게 한다. 또한 공간의 거대화, 다양화에 따른 공간인식의 혼란에 대한 배려가 중요한 문제이다. 따라서 공간을 사용자의 요구를 적절히 충족시키는 방향으로 모색하고 사용자가 혼란을 겪지 않도록 배려하는 것이 중요하다. 현재 이러한 공간의 연구에 다양한 방법들이 시도되고 있고, 그 중 시각적 시뮬레이션은 인간의 행태 연구와 요구를 시각적 지각으로 분석하는 효과적인 연구방법으로 그 활용 가치가 높다고 할 수 있다. 시각적 지각에 의한 공간 연구는 사용자의 성향과 요구가 무엇인지를 알아내는 적절한 모델의 제시가 선행되어야 하는데, 사용자가

직접 참여하여 결과를 얻을 수 있도록 하는 'Interactive'한 모델이 필요하다. 실험 모델의 구성을 위해서는 공간의 인지를 위한 지표들이 객관적이며, 이에 대한 분석과 효과적인 적용이 가장 중요한 문제이다. 이에 따라 시각적 시뮬레이션을 이용한 공간 연구는 기존의 주관적 평가 및 선택적 체험이 배제된 채 사후 평가에 의한 연구에서 보다 능동적이고 객관적인 평가에 의한 공간창출이 될 수 있을 것이다.

이에 본 연구는 공간 연구의 분야로서 시뮬레이션이 가지는 특성과 이를 구성하는 방향에 대한 기본적인 이론을 제시, 실제 대상공간에 적용하여 시뮬레이션을 구성하고, 이를 분석하는 도구로서 현재까지 시도되고 있지 않으나 객관적인 인간의 반응을 측정할 수 있는 뇌파 측정을 통해 인지반응을 알아보고 공간에 적용시킬 수 있는 데이터를 도출하고자 한다.

### 1.2. 연구의 방법 및 구성

본 연구는 사용자가 직접 공간을 체험하고 그 결과에 따라 공간을 구성하도록 하는 일종의 거주전평가에 그 기초를 두고 있다. 이는 실제 공간이 완성된 상황을 시각적으로 구성하여 인지도를 미리 알아보고 분석에 따라 개선점을 찾아 사용하기 적절한 공간을 도입하고자 하는 목적에서 시도되는 것이며,

\* 정회원, 김천대학 인테리어디자인과 조교수

\*\* 이 논문은 2001년도 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 연구 되었음. (KRF-2001-003-100060)

Interactive한 시뮬레이션이 가지는 가장 큰 특징이다. 본 연구에서는 우선 사용자가 많고 공간의 규모가 큰 공공공간을 대상으로 선정하여 건물 내 경로인지를 통해 인간의 행위에 미치는 영향을 알아보려 한다. 연구의 방법은 경로인지에 대한 변인 구성, 시뮬레이션 구성, 뇌파측정, 분석의 단계로 이루어진다. 시뮬레이션의 구성은 기술적 문제 해결방안과 대상공간을 선정하고 여러 개의 측정 변수를 마련하여 이를 실제로 시뮬레이션을 제작하고 사용자를 통한 뇌파측정을 실시하여 이를 분석한다. 분석의 결과로 공간의 경로인지 정도에 따른 인간의 뇌파 및 각성 정도를 파악하고 이를 비교 분석한다.

## 2. 경로인지를 위한 측정요소의 선정

### 2.1. 경로 인지 변인들

경로 인지를 위한 실험에는 효과적인 변인들을 설정하고 이를 이용하여 어떤 변수가 경로인지에 가장 효과적인 변인인가를 분석해 내야 한다. 지금까지 연구된 여러 공간인지에 관한 변인들 중 색채, 사인, 랜드마크에 대한 설명은 다음과 같다.

#### (1) 사인(Sign)

사인은 지하철, 병원, 규모가 큰 정부기관 건물 등의 복잡한 평면 배치를 보완하기 위해 널리 사용되고 있다(O'Neill, 1991; Jin Woo Jung, 2002). 사인의 형태에는 몇 가지 다른 점들을 가지는데, 하나는 방의 번호나 실의 이름 같은 장소를 확인하는 형태와 지도, 화살표, 문자 같은 방향탐색을 위한 형태로 나눌 수 있다(Carpman, Grant & Simmons, 1984). Best(1970)는 사인이 건물에서 방향인지 행위에 결정적인 역할을 한다는 것을 밝혔고, Corlett, Manencia, and Dishop(1972)은 대학건물에서 경로인지를 개선하기 위한 사인 배치 원리를 제안하였는데, 사인을 단순화하고 결정이 쉽도록 위치를 이동하여 현저한 시간 단축을 이끌어 냈다. Carpman, Grant & Simmons(1985)는 병원에 처음 들어가 방향인지를 하는 사람들은 보통의 사인 보다 시각적으로 목적지를 나타내는 사인에 더 영향을 받는 것을 발견했다. 그러나 사인이 경로인지에 부정적인 의견도 있다. Seidel(1983)은 그의 조사에서 76%의 사람들이 거대한 대도시의 공항에서 사인을 이해하기가 어려워 경로인지가 어렵고, 30%의 사람들은 사인이 너무 많다고 느낀다는 것을 알아냈다. Weisman(1987)은 요양시설 거주자들의 18%가 경로인지의 방법으로 사인을 언급했으며, 나머지 82%는 다른 건축적인 형태가 경로인지에 역할을 한다는 것을 알아냈다. 이러한 연구들은 사인이 사람들의 경로인지를 돕지만 사인계획을 하는 데는 문제점들이 남아 있음을 알 수 있다. 결국 사인은 방향인지를 위한 노력을 효과적으로 줄일 수 있는 요소지만 사인의 계획에 있어 보다 신중한 연구가 선행되어야 한다는 것이다.

#### (2) 색채(Color)

색채는 물리적, 화학적, 생물학적, 생리학적, 시각적, 심리적, 신경학적 등 다양한 분야로 설명될 수 있다. Birren(1989)은 오래전부터 사용되어 온 색에 대한 진부한 설명으로 색에 대한 지각을 단순히 시신경에서 뇌까지의 전달 과정을 카메라의 순서와 같은 것으로 설명한다든지 색각이 눈에 비치는 광원에 따라 달라진다는 하는 것이고 보다 진보적인 과학적 설명은 광학(optics)에서 지각(perception)으로 변화한다는 것이라 했다. Goldstein(1942) 등의 전통적인 색채 연구에서도 판단력이 색채에 의해 영향을 받을 수 있음을 지적하고 있다. G. L. Walls는 색의 인지가 인간에게는 정신적이고 정서적이며, 미적인 느낌을 의미할지 모르나 보다 중요한 것은 선명한 시각 인지에 더 큰 비중을 가진다고 말하고 있다. 다시 말해 색의 생태학적 기능에 의해 색채감각은 지각을 하개꿈 도와준다는 것이다. 색에 의한 지각은 다른 어떤 환경적요소 보다도 강력하다. 정신과 의사들이나 심리학자들은 형태에 대한 반응이란 이성적 과정을 통해 일어나지만 색채에 대한 반응은 좀 더 충동적이고 감정적이라는 것을 지적해 왔다. David Katz는 “형태보다도 색채가 좀 더 감정과 가깝게 관련된다”고 지적하고 있다. 이러한 관점에서 색채는 공간인지와 경로인지에 직접적인 변인으로 작용할 수 있을 것으로 판단한다.

#### (3) 랜드마크(Landmark)

시각적인 인지이론의 관점에서 시작하여 랜드마크는 추상적인 형식이 아니라 공간의 구성이나 방위, 정보를 떠올리는 데 특별한 요소이다.(Peponis, Zimring et al., 1990; Jin Woo Jung, 2002). 사람들이 길을 찾을 때, 기억 속에 저장되어 있는 형태를 떠올려 현재의 장면에서 보이는 형태들과 연관시키려 한다(Chen and Stanney, 1999). 결국 형태에 대한 선형적 정보가 내재되어 있어야 한다는 것이다. 경로인지 성공의 어려운 점은 경로탐색을 하는 동안 환경안에서 인지적 경험을 포함한 완벽한 메시지가 연관되어야 한다는 것이다(Vanetti and Allen, 1988). 왜냐하면 랜드마크는 특징적인 요소로서 볼 수 있고 독특해야 하기 때문이다(Lynch, 1960; Tverksy, 2000). 랜드마크는 사람들이 쉽게 볼 수 있어야 하고 그래서 그것을 경로인지에 이용하게 해야 한다.

## 2.2. 시뮬레이션

기존의 경로인지와 관련된 연구들은 실제의 환경에서 실험자들의 행동을 조사했는데, 이러한 방법은 실험자들에게 피로를 줄 수 있고 소리, 온도, 조도 등의 여러 변수들이 작용하여 분석에 보다 많은 주의가 필요하며, 경제적으로도 많은 비용이 소요된다. 이러한 문제를 해결하기 위해 컴퓨터를 이용한 시뮬레이션 방법이 사용되고 있다. Jung(2002)은 비상시 길찾기에 대한 행동 연구에서 컴퓨터 시뮬레이션을 이용하였으며, Weisman,

O'Neill, Doll(1986) 등도 컴퓨터 시뮬레이션을 이용한 실험을 수행하였다. 시뮬레이션을 이용한 조사 방법은 단시간에 건축적 구조, 물체, 색채, 조명 등의 변인들을 설정하고 조정할 수 있으며, 실제 상황에서의 실험 보다 많은 인원을 실험 대상으로 할 수 있다. 시뮬레이션을 구성하는 방법에는 오프라인에서 프로그래밍에 의한 시뮬레이션과 온라인 상에서 측정할 수 있는 방법으로 나눌 수 있다. 양쪽 모두 진부한 2차원 그래픽 보다는 3차원의 현실감있는 방법이 사용되고 있다. 오프라인에서 동작하는 시뮬레이션은 가상현실을 위한 전문적인 프로그램을 이용하여 3차원의 프레임 정보를 받아들여 개발하는 방법과 C언어나 비주얼베이직과 같은 프로그래밍을 이용하여 제작하는 방법이 있다. 이 방법은 오프라인에서 동작하기 때문에 부드러운 탐색과 현실에 좀 더 가까운 이미지를 구현할 수 있는 장점이 있으나 제작에 있어서 전문성이 있어야 하고 용량이 대부분 크기 때문에 다중 참여를 목적으로 하는 데 어려운 단점이 있다. 온라인에서 동작하는 시뮬레이션은 웹에서의 3차원 구현을 실현하는 Web3D 기술이 발전되면서 이를 가상현실에 응용하는 방법이다. 최근 들어 급속히 Web3D표준에 대한 규약이 발표되고 다양한 프로그램들의 개발이 본격화되고 있다. 온라인에서 사용하는 시뮬레이션이 그동안 질이나 동작에 있어서 많은 문제점을 안고 있었지만 본격적인 기술개발에 따라 오프라인의 시뮬레이션과 별 차이 없는 단계에 이르고 있다. 다중참여를 목적으로하는 조사나 상업적 목적으로 사용하는데 큰 장점이 있으며, 비교적 쉽게 사용할 수 있는 프로그램의 개발이 이루어지고 있어 앞으로 많은 가능성을 가지고 있다. 가상현실을 이용한 시뮬레이션은 실제의 환경을 구성하는 복잡한 변수들을 동시에 측정하지 못하는 한계가 있다. 그러나 공간의 인지에 있어서 시각적 인지가 차지하는 비중이 대부분을 차지하고 있어서 시각적 인지측정에 있어서는 이용가치가 높기는 하지만 앞으로 좀 더 현실과 흡사한 환경적 변수들에 대한 고려가 이루어져야 할 것이다.

### 2.3. 뇌파측정

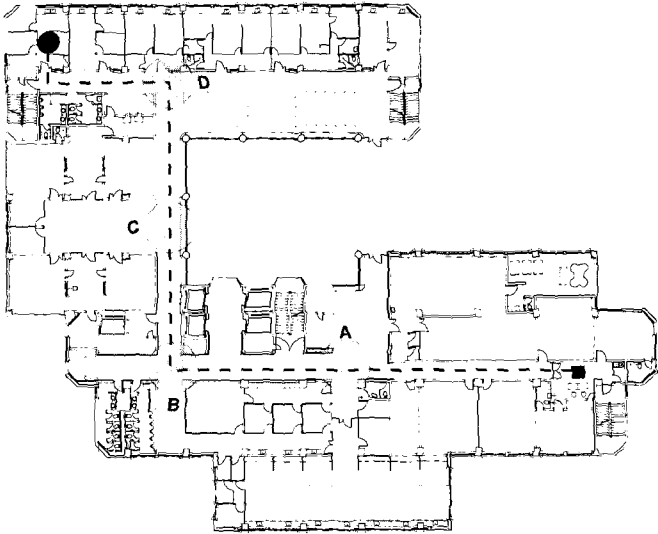
인지측정의 방법은 주로 설문, 관찰 등에 의해 이루어져 왔으나 최근 객관적 측정의 방법으로 뇌파를 이용한 측정이 타분야에서 많이 시도되고 있다. 김남길, 하재명(2001) 등은 뇌파를 이용하여 아파트 옥외공간의 시각적 지각이 정신생리학적 영향에 미치는 영향에 대해 연구하였으며, 편홍국(2000)은 뇌파를 이용한 TV 광고 효과에 대해, 장명순(1999) 등은 고속도로에서의 운전자 심리상태에 대한 연구를 진행하였다. 뇌파의 측정은 눈으로 입력된 시각적 환경 자극을 감각기관의 감각적 정보로 해독하여 뇌에서 어떻게 처리하는지에 대한 이해가 필요하다. 뇌파는 검출되는 주파수 대역에 따라 4가지로 분류할 수

있다.  $\delta$ 파(4Hz이하)는 유아나 뇌질환이 있는 상태에서 검출되고  $\theta$ 파(4~7Hz)는 주로 정서적으로 불안한 상태나 주위가 산만할 때,  $\alpha$ 파(8~13Hz)는 정신적으로 안정되고 눈을 감고 있을 때 검출되며,  $\beta$ 파(14~30Hz)는 두뇌의 활동이 활발한 상태에서 검출된다. 지각작용에 관계하여 시지각에 의한 뇌의 지각활동에 따라 뇌의 신경전달 물질, 즉 뇌내 호르몬이 분비되면 뇌파가  $\alpha$ 와  $\beta$ 파 등으로 동시에 방출된다(Evans, 1982). 지각에 의하여 뇌내 호르몬과 뇌파 등은 뇌의 신경생리학적 활동을 '각성'시켜 여러 감정을 유발하며 연속적으로 신체에 영향을 미친다(Kaplan, 1995). Cristi, Delafield, Lucas, Winwood and Gale (1972) 등은 외부 자극의 복잡성 정도가 뇌파 가운데  $\alpha$ 파의 활성화에 관여하며, 지각에도 영향을 끼친다고 하였다. 그들은 자극이 복잡할 수록 긴장이완과 상관성이 높은  $\alpha$ 파의 활성화는 차단되며, 작성 수준의 향상과 상관성이 높은  $\beta$ 파의 활성화는 증가된다고 하였다. Weinstein 등(1980)은 알파파는 주목 또는 인지적 과정과 부정적 관계를 가지고 있는 것으로 사람들이 시각적 자극에 주목할 때 알파파가 억제되는 것을 발견했다. Gevins 등(1979)은 베타파가 주목(attention)이 높아짐에 따라 증가하였다는 것을 발견하였다. 이러한 연구는 인지의 과정이 외부의 정보자극이 복잡하고 이를 처리하기 위한 주의집중력이 요구되기 때문에 각성수준이 증가하는 것으로 이와 관련되어 있는  $\beta$ 파의 범위가 활성화되는 것을 알 수 있다. 각성의 단계가 지속이 되면  $\beta$ 파의 수준이 올라가고 이는 심리적, 정신적 부담이 증가하는 것을 파악할 수 있는 것이다(김주영 외, 1999).

## 3. 측정 및 정리

### 3.1. 측정 방법

경로인지를 위한 측정 변인의 구성은 2장에서 밝힌 색채, 사인, 랜드마크 중 경험적 인지에 해당하는 랜드마크를 제외한 색채, 사인을 이를 대상공간에 적용시켰다. 이는 어떤 시각적 변인이 경로인지를 할 때 가장 적은 주의 집중과 각성 없이 편안한 상태로 경로인지를 할 수 있는가에 대해 객관적으로 발견해 보려는 것이다. 대상공간은 사람의 왕래가 많은 공공공간의 평면<그림 1>을 임의 선정하여 시뮬레이션으로 제작하고 이를 실험하였다. 사람의 왕래가 많은 공간은 경로인지에 있어서 스트레스를 많이 받는 공간으로 특히 처음 공간을 접하는 사람의 경우 심리적으로 부담을 많이 느끼는 곳이다. 시뮬레이션은 AutoCAD, 3D Max, ISA 프로그램을 이용하여 Web3D 방식으로 제작하였다. 시각적 변인에 의한 경로인지의 분석방법으로는 뇌파측정을 이용하였다. 뇌파측정은 32채널 Nihongoden사의 EEG시스템을 이용하였으며, 피험자는 평균연령 23.5세인 건



■ Start Point    ● End Point    - - - - - Described Route    A,B,C,D - Sign Installed Place  
 <그림 1> 실험대상평면도

축, 실내디자인전공 학생으로 신체 질환이 없고 특히 뇌질환, 심장질환이 없는 오른손잡이 정상인 남자 10명, 여자 10명이였다. 전극의 부착은 국제 전극 배치법인 10/20 electrode system에 따랐다. 피험자는 사전에 대상건물의 평면에 대한 정보와 실험 방법을 숙지하고, 컴퓨터 시뮬레이션 탐색에 대한 사전 연습을 실시하였다. 시뮬레이션은 실험에 집중하기 위하여 HMD(Head Mount Display)를 이용하였으며, 탐색 시 시간 측정을 위해 비디오 카메라를 설치하였다. 측정은 각 측정변인에 대해 피험자가 피곤을 느낄 수 있으므로 휴식시간은 30분으로 하여 측정하였다.

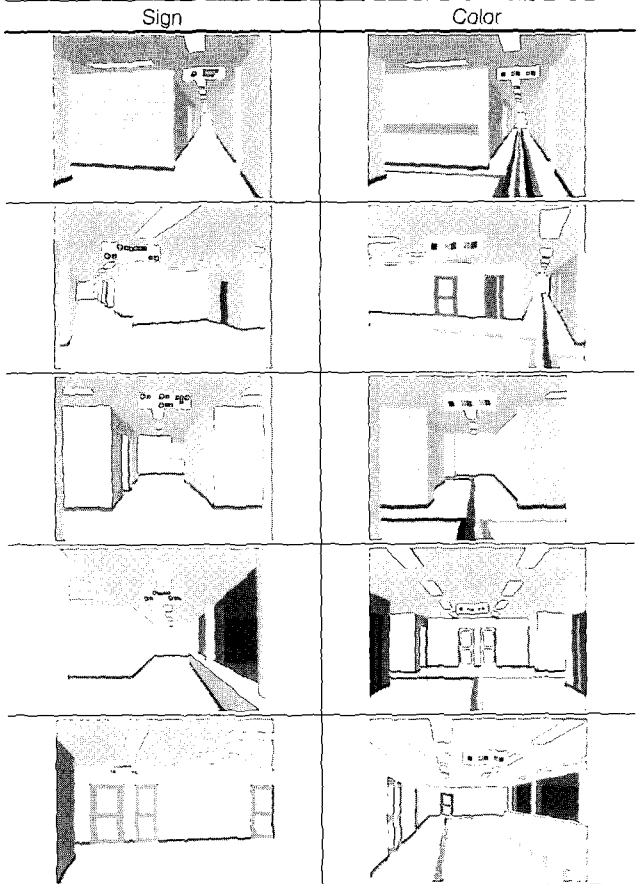
### 3.2. 표본 구성

표본은 <그림 2>과 같이 구성되었다. 공간의 경로인지 변인 중 시각적인 인지에 근거하고 있는 사인과 색채를 표본으로 구성하였다. 사인에 의한 표본은 천장에 부착되어있는 문자적 정보에 의한 사인물을 구성하였고 피험자가 지시 받은 지점으로 가는데 따른 로비, 통로, 교차점에 설치하였다. 사인물은 가로 1000 × 300mm 크기로 구성하였다.

색채에 의한 표본은 목적지에 각각의 색채를 부여하여 사전에 이를 설명하였다. 피험자가 지시 받은 지점으로 가기 위한 단서로는 바닥에 색에 의한 유도 라인을 구성하였으며, 목적지 주위의 벽, 바닥, 천장의 색은 지정된 색과 동일한 계통의 색으로 처리하였다. 탐색 시 눈 높이는 남,녀 모두 1500mm, 탐색 속도는 인간의 평균보행 속도인 시속 5km를 기준으로 시뮬레이션하였다.

### 3.3. 신호 분석방법

경로인지에 영향을 미치는 요인으로 시각적인 영향이 대부



<그림 2> 시뮬레이션의 표본구성

분을 차지하고 있다. 이러한 사실에 근거하여 시각령이 분포되어 있는 후두엽의 뇌파데이터를 수집하였다. 수집된 데이터는 FFT(Fast Fourie Transform)분석을 통하여 뇌파의 주파수 대역별  $\delta(0.5\sim 4Hz)$ ,  $\theta(4\sim 7Hz)$ ,  $\alpha(8\sim 13Hz)$ ,  $\beta(14\sim 30Hz)$ 상대로 Power Spectrum을 구하였으며, 이 중 피험자의 각성에 해당하는  $\beta$ 파의 값을 사용하였다.

### 3.4. 자료의 정리

측정을 통해 수집된 데이터는 2단계로 측정되었다. 교차지점 및 방향선택지점, 통로진행구간의 단계별  $\beta$ 파의 변화값을 구하였다. 피험자가 두가지의 표본을 경험하기 때문에 나중에 측정하는 데이터는 앞의 표본의 영향을 받으므로 피험자의 50%는 표본의 순서를 바꾸어 측정하였다. 방향선택 시 소요되는 시간은 개인별로 다르므로 뇌파는 1초를 1 epoch로 하여 epoch 당 sampling은 256개였고 교차점 및 방향선택지점의 통과전 2초부터 진로결정 후 2초간 뇌파의 평균을 적용하였다. 각 구간별  $\beta$ 파는 출발지-A, A-B, B-C, C-D, D-목적지 구간의 중간지점 통과 5초간의  $\beta$ 파를 측정하였다. 이는 구간의 뇌파는 교차점 및 방향지시로 인한 각성의 지속에 영향을 가장 적게 받는 중간부분을 측정해야 하기 때문이다. 마지막으로 출

발부터 목적지 도착까지 측정된 전체  $\beta$ 파의 평균을 측정하여 출발점, 교차지점 및 통로진행구간의  $\beta$ 파 증가율을 구하는데 이용하였다.  $\beta$ 파의 증가율을 파악하기 위한 공식은 다음과 같이 산정되었다.

$$\beta\text{파의 증가율} = \frac{\text{교차점 및 방향선택지점 } \beta\text{파}}{\text{전체 탐색구간 } \beta\text{파}}$$

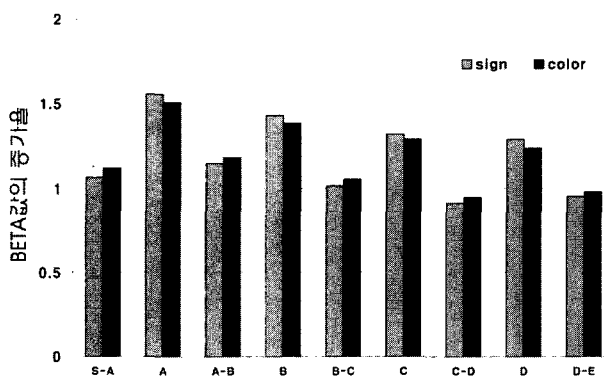
## 4. 측정결과 분석

### 4.1. 일반사항

각각 10명의 남/여 총 20명의 피험자가 목적지에 도달한 시간은 사인(Sign)에 의한 측정에서 남자 61.9초, 여자 67.9초, 색채(Color)에 의한 측정에서 남자 58.2초, 여자 62.3초가 소요되었다. 두 개의 표본 모두 남자가 여자보다 빨리 목적지에 도착한 것으로 나타났다. 측정된 자료는 SPSS+ 프로그램을 이용하여 단계별로 후두엽  $\beta$ 파의 증가율을 계산하고 *T-test*, ANOVA를 실시하여 구간 간의 차이를 비교하였다. 아울러 측정 후 설문문을 통해 시뮬레이션 작동 시 부담을 받지 않았는지를 조사한 결과 85%가 별로 부담을 받지 않았다고 응답하였다.

### 4.2. 전체구간에 따른 분석

<그림 3>은 4단계의 교차점 및 방향선택지점과 5단계의 구간  $\beta$ 파 증가율을 비교 분석한 것이다. 양쪽 표본 모두 교차점 및 방향선택지점의  $\beta$ 파가 기본이동구간에 비해 높게 나타났다. A 지점에서 1.533배, B 지점 1.408배, C 지점 1.305배, D 지점 1.265배의 평균 증가량을 나타내어 피험자의 각성수준이 기본 이동구간에 비해 크게 증가하고 있음을 알 수 있다. 이 중 A 지점에서 가장 높고 D 지점이 가장 낮은 순차적 증가율을 지니고 있어 인지 각성의 정도가 목적지로 갈 수록 작아짐을 알



<그림 3> 표본별 전체구간 후두엽의  $\beta$ 파 증가율

수 있다. 이는 피험자가 초기 방향인지를 위해 긴장을 하고 있으며, 경험에 의해 순차적으로 긴장이 상쇄되어 각성의 정도가 낮아지는 것으로 이해할 수 있다. 상대적으로 기본 이동구간의

측정 뇌파는 낮았는데, 전체 이동구간의 평균과 거의 같은 수준을 유지하여 경로 인지에 있어서 직선의 통로와 같은 이동구간은 인지의 각성에 큰 영향을 주지 않는 것으로 판단된다. 표본별로 사인과 색채는 모든 구간에서 차이가 없는 것으로 분석되었다<표 1>.

<표 1> 표본별 전체구간 *t-test*

구 간	Group Statistics				<i>t-test</i>		
	표 본	평균	표준 편차	평균표준오차	t	df	p-value (양쪽)
시작(S) - A 지점	SIGN	1.065	.1565	.0350	-1.436	38	.159
	COLOR	1.125	.1020	.0228			
A 지점	SIGN	1.555	.1099	.0246	1.447	38	.156
	COLOR	1.510	.0852	.0191			
A - B 구간	SIGN	1.15	.1051	.0235	-1.178	38	.246
	COLOR	1.185	.0813	.0182			
B 지점	SIGN	1.43	.1455	.0325	1.015	37.784	.317
	COLOR	1.385	.1348	.0302			
B - C 구간	SIGN	1.015	.0933	.0209	-1.436	37.442	.159
	COLOR	1.055	.0826	.0185			
C 지점	SIGN	1.32	.1056	.0236	.936	37.713	.355
	COLOR	1.29	.0968	.0216			
C - D 구간	SIGN	0.915	.0875	.0196	-1.3	38	.201
	COLOR	0.95	.0827	.0185			
D 지점	SIGN	1.29	.1021	.0228	1.398	38	.170
	COLOR	1.24	.1231	.0275			
D - 목적지(E)	SIGN	0.955	.0826	.0185	-.992	38	.328
	COLOR	0.98	.0768	.0172			

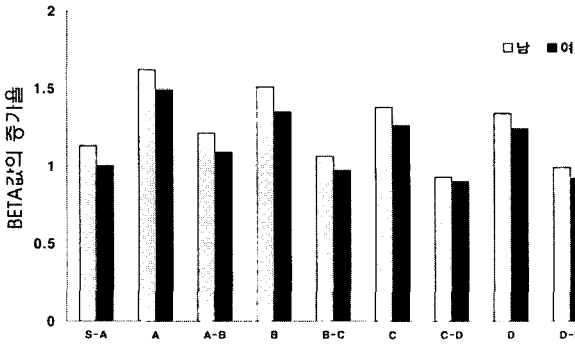
사인을 이용한 표본이 색채를 이용한 표본보다  $\beta$ 파가 전 구간에서 높게 나타났다. 이를 목적지까지 도달한 데 걸리는 시간과 연관지어 분석해 보면 색채를 이용한 경로의 유도가 피험자에게 사인을 이용한 유도보다 적은 각성을 하게 하면서 사인보다 먼저 도착지에 도달한다는 것을 알 수 있다. 결국 각성의 정도가 높은 것이 피험자로 하여금 경로 결정시에 지체하는 요인이 되고 있다는 것이다. 또한 앞에서도 밝혔듯이 높은 각성의 단계가 지속되면 스트레스의 요인으로 발전할 수 있는 가능성이 내재되어 있다. 분석에서 특이한 사항은 색채를 이용한 표본이 경로 결정에 있어서는 사인을 이용한 표본 보다 낮게 나타났지만 기본 이동구간의  $\beta$ 파는 오히려 높게 나타났다. 이는 목적지의 색을 이미 인식한 상태에서 바닥의 유도라인을 통해 목적지를 찾기 때문에 방향의 결정에는 각성의 정도가 사인보다 낮지만 지속적으로 바닥의 라인을 주시하면서 이동하기 때문에 기본 이동구간에서 높게 측정된 것으로 판단된다. 반대로 사인을 이용한 표본에서는 방향의 결정 후에 다음 사인까지는 지속적인 주시 대상이 없기 때문에 낮게 나타난 것으로 판단된다.

### 4.3. 표본별 분석

#### (1) 사인(Sign)

<그림 4>는 사인에 의한 남녀별  $\beta$ 파 증가율 비교 분석내용을 보여주고 있다. 남녀 모두 A, B, C, D 지점의  $\beta$ 파가 높게 나타났으며, 기본 이동구간은 낮게 나타났다. 남자가 여자 보다

전구간에서 여자 보다 높게 나타났으며, 소요시간은 남자가 평균 61.9초, 여자가 평균 67.9초로 남자가 여자보다 약 6초정도 적게 걸렸다. 이는 남자가 여자에 비해 각성의 정도가 높고 방향 결정에 있어서 빠른 판단을 보이고 있는 것으로 분석된다.



<그림 4> Sign에 의한 남녀별  $\beta$ 파 증가율

사인에 의한 남자와 여자의 차이는 시작-A 구간, C-D 구간, D-목적지 구간에서는 차이가 없었고, 나머지 구간에서 차이는 있는 것으로 분석되었다. 교차점 및 방향결정지점인 A, B, C, D 지점에서 남녀의 차이가 크게 나타났고 일반 진행구간에서는 비교적 차이가 적게 나타났다<표 2>.

<표 2> Sign에 의한 남녀별 t-test

구 간	Group Statistics				t-test		
	성 별	평균	표준 편차	평균표 준오차	t	df	p-value (양쪽)
시작(S) - A 구간	남	1.13	.1730	.0539	1.998	18	.061
	여	1.00	.1155	.0365			
A 지점	남	1.62	.0919	.0291	3.239	1818	.005
	여	1.49	.0876	.0277			
A - B 구간	남	1.21	.0738	.0233	3.065	18	.007
	여	1.09	.0994	.0314			
B 지점	남	1.51	.0876	.0277	2.900	18	.010
	여	1.35	.1509	.0477			
B - C 구간	남	1.06	.0966	.0306	2.415	18	.027
	여	0.97	.0675	.0213			
C 지점	남	1.38	.0789	.0249	3.043	18	.007
	여	1.26	.0966	.0306			
C - D 구간	남	0.93	.0949	.0300	0.758	8	.458
	여	0.90	.0816	.0258			
D 지점	남	1.34	.0699	.0221	2.466	18	.024
	여	1.24	.1075	.0340			
D - 목적지(E)	남	0.99	.0738	.0233	2.049	17.920	.055
	여	0.92	.0789	.0249			

사인에 의한 구간별 분석으로  $\beta$ 파의 증가율이 높은 경로 결정 지점인 A, B, C, D 지점간의 차이와 기본 이동구간 시작점 (S)-A 구간, A-B 구간, B-C 구간, C-D 구간, D-목적지(E) 구간에 대해 분산분석을 실시하였으며, <표 3>에서 보듯이 5% 유의수준에서 구간간에 어떠한 차이가 있음을 보였다. 이에 대해 그 차이를 보다 명확히 살펴보기 위하여 추후분석으로 one way ANOVA 다중비교분석을 실시하여 그 결과로 <표 4>와 같이 분석되었다.

<표 3> Sign에 의한 구간별 분산분석

A, B, C, D	Sum of Squares	df	Mean Square	F value	Pr>F
Combined	.868	3	.289	21.122	.000
Linear Term Contrast	.819	1	.819	59.766	.000
기본이동구간					
A, B, C, D	Sum of Squares	df	Mean Square	F value	Pr>F
Combined	.684	4	.171	14.556	.000
Linear Term Contrast	.414	1	.414	35.246	.000

<표 4> Sign에 의한 구간별 다중비교분석

Scheffe	(I)구간	(J)구간	Mean Difference(I-J)	Std. Error	Sig.
A	B	C	.125*	.0370	.014
		D	.235*	.0370	.000
		D	.265*	.0370	.000
B	A	C	-.125*	.0370	.014
		D	.110*	.0370	.038
		D	.140*	.0370	.004
C	A	B	-.235*	.0370	.000
		B	-.110*	.0370	.038
		D	.030	.0370	.883
D	A	B	-.265*	.0370	.000
		B	-.140*	.0370	.004
		C	-.030*	.0370	.883
S-A	A-B	B-C	-.085	.0343	.198
		B-C	.050	.0343	.712
		C-D	.150*	.0343	.001
		D-E	.110*	.0343	.042
A-B	S-A	B-C	.085	.0343	.198
		B-C	.135*	.0343	.006
		C-D	.235*	.0343	.000
		D-E	.195*	.0343	.000
B-C	S-A	A-B	-.050	.0343	.712
		A-B	-.135*	.0343	.006
		C-D	.100	.0343	.083
		D-E	.060	.0343	.550
C-D	S-A	A-B	-.150*	.0343	.001
		A-B	-.235*	.0343	.000
		B-C	-.110	.0343	.083
		D-E	-.040	.0343	.850
D-E	S-A	A-B	-.110*	.0343	.042
		A-B	-.195*	.0343	.000
		B-C	-.060	.0343	.550
		C-D	.040	.0343	.850

\*. The mean difference is significant at the .05 level.

사인에 의한 구간별 비교분석 결과로 그 차이를 명확히 살펴보기 위해 Duncan's test를 실시한 결과 경로 결정지점에서 C/D지점 간에 차이가 없었고 나머지 지점 간에는 차이가 있었다. 이 중 다른 지점과 가장 큰 차이를 나타내는 지점은 A 지점으로서 앞서의 분석과 같이 가장 각성의 정도가 큰 지점으로 설정된다. 기본이동구간에서는 A-B구간이 타 구간과 차이가 있고 S-A/B-C 구간, B-C/D-E 구간, D-E/C-D 구간이 차이가 없었다<표 5>.

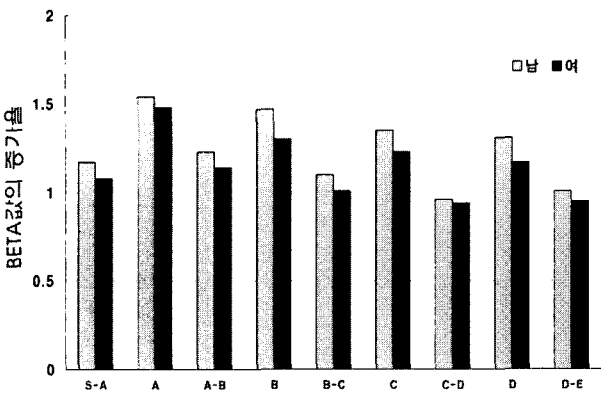
<표 5> Sign에 의한 Duncan Test 결과

구간	N	Subset for alpha = .05				
		1	2	3	4	
Duncan	D	20	1.290			
	C	20	1.320			
	B	20		1.430		
	A	20			1.555	
Sig.			.420	1.000	1.000	
C-D	C-D	20	.915			
	D-E	20	.955	.955		
	B-C	20		1.015	1.015	
	S-A	20			1.065	
	A-B	20				1.150
	sig.			.083	.712	.198

(2) 색채(Color)

<그림 5>는 Color에 의한 남녀별  $\beta$ 파 증가율 비교 분석내용을 보여주고 있다. 남녀 모두 Sign에서와 마찬가지로 A, B, C, D 지점의  $\beta$ 파가 높게 나타났으며, 기본 이동구간은 낮게 나타났다. 남자가 여자 보다 전구간에서 여자 보다 높게 나타났으며, 소요시간은 남자가 평균 58.2초, 여자가 평균 62.3초로 남자가 여자보다 적게 걸렸다. Color에 의한 경로인자가 Sign에 의한 인지보다 남녀 모두 빨랐다. 남자가 여자에 비해 각성의 정도가 높고 방향 결정에 있어서 빠른 판단을 보이고 있는 것으로 분석된다.

색채에 의한 남자와 여자의 차이는 A-B, B, B-C, C, D 구간에서 차이가 나는 것으로 분석되었다. 교차점 및 방향결정지점인 B, C, D 지점에서 남녀의 차이가 크게 나타났고 일반 진행구간에서는 비교적 차이가 적게 나타났다<표 6>.



<그림 5> Color에 의한 남녀별  $\beta$ 파 증가율

<표 6> Color에 의한 남녀별 t-test

구 간	Group Statistics				t-test		
	성 별	평균	표준 편차	평균표 준오차	t	df	p-value (양쪽)
시작(S) - A 지점	남	1.17	.1160	.0367	2.155	18	.045
	여	1.08	.0632	.0200			
A 지점	남	1.54	.0843	.0267	1.643	17.920	.118
	여	1.48	.0789	.0249			
A - B 구간	남	1.23	.0483	.0153	2.929	18	.009
	여	1.14	.0843	.0267			
B 지점	남	1.47	.0675	.0213	3.587	18	.002
	여	1.30	.1333	.0422			
B - C 구간	남	1.10	.0816	.0258	2.862	18	.010
	여	1.01	.0568	.0180			
C 지점	남	1.35	.0527	.0167	3.497	18	.003
	여	1.23	.0949	.0300			
C - D 구간	남	0.96	.0843	.0267	0.530	18	.602
	여	0.94	.0843	.0267			
D 지점	남	1.31	.0738	.0233	3.047	18	.007
	여	1.17	.1252	.0396			
D - 목적지(E)	남	1.01	.0738	.0233	1.857	17.967	.080
	여	0.95	.0707	.0224			

색채에 의한 구간별 분석으로 Sign과 마찬가지로  $\beta$ 파의 증가율이 높은 경로 결정 지점인 A, B, C, D 지점간의 차이와

기본 이동구간 시작점(S)-A 구간, A-B 구간, B-C 구간, C-D 구간, D-목적지(E) 구간에 대해 분산분석을 실시하였으며, <표 7>에서 보듯이 5% 유의수준에서 구간간에 어떠한 차이가 있음을 보였다. 이에 대해 그 차이를 보다 명확히 살펴보기 위하여 추후분석으로 one way ANOVA 다중비교분석을 실시하여 그 결과로 <표 8>와 같이 분석되었다.

<표 7> Color에 의한 구간별 분산분석

A, B, C, D	Sum of Squares	df	Mean Square	F value	Pr>F
Combined	.847	3	.282	22.609	.000
Linear Term Contrast	.819	1	.819	65.557	.000
기본이동구간	Sum of Squares	df	Mean Square	F value	Pr>F
Combined	.767	4	.192	26.243	.000
Linear Term Contrast	.551	1	.551	65.405	.000

<표 8> Color에 의한 구간별 다중비교분석

Scheffe	(I)구간	(J)구간	Mean Difference(I-J)	Std. Error	Sig.
A	B	C	.125*	.0353	.009
		D	.220*	.0353	.000
		D	.270*	.0353	.000
B	A	C	-.125*	.0353	.009
		C	.095	.0353	.074
		D	.145*	.0353	.002
C	A	B	-.220*	.0353	.000
		B	-.095*	.0353	.074
		D	.050	.0353	.575
D	A	B	-.270*	.0353	.000
		B	-.145*	.0353	.002
		C	-.050*	.0353	.575
S-A	A-B	B-C	-.060	.0270	.303
		B-C	.070	.0270	.162
		C-D	.175*	.0270	.000
		D-E	.145*	.0270	.000
A-B	S-A	B-C	.060	.0270	.303
		B-C	.130*	.0270	.000
		C-D	.235*	.0270	.000
		D-E	.205*	.0270	.000
B-C	S-A	A-B	-.070	.0270	.162
		A-B	-.130*	.0270	.000
		C-D	.105	.0270	.007
		D-E	.075	.0270	.113
C-D	S-A	A-B	-.175*	.0270	.000
		A-B	-.235*	.0270	.000
		B-C	-.105	.0270	.007
		D-E	-.030	.0270	.872
D-E	S-A	A-B	-.145*	.0270	.000
		A-B	-.205*	.0270	.000
		B-C	-.075	.0270	.113
		C-D	.030	.0270	.872

\*. The mean difference is significant at the .05 level.

색채에 의한 구간별 비교분석 결과로 그 차이를 명확히 살펴보기 위해 Duncan's test를 실시한 결과<표 9> 경로 결정지

<표 9> Color에 의한 Duncan Test 결과

구간	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
Duncan	D	20	1.240		
	C	20	1.290		
	B	20		1.385	
	A	20			1.510
	Sig.		.161	1.000	1.000
	C-D	20	.950		
	D-E	20	.980		
	B-C	20		1.055	
	S-A	20			1.125
	A-B	20			
Sig.		.872	.113	1.000	1.000

점에서 C/D지점 간에 차이가 없었고 나머지 지점 간에는 차이가 있었다. 이 중 다른 지점과 가장 큰 차이를 나타내는 지점은 A 지점으로서 앞서의 분석과 같이 가장 각성의 정도가 큰 지점으로 설명된다. 기본이동구간에서는 A-B구간, S-A 구간, B-C 구간이 차이가 있고 D-E/C-D 구간이 차이가 없었다.

## 5. 결론

본 연구는 공간의 인지 중 경로인지에 대한 변인을 조사하고 이를 시뮬레이션으로 구성, 뇌파측정을 통하여 어떤 표본에 의한 경로인지가 인간에게 효과적인가에 대한 측정을 파악하였다. 그 결과로 다음과 같은 결론을 내릴 수 있다.

1. 측정표본은 사인과 색채가 이용되었으며, 문헌조사를 통해 공간의 비경험시 경로인지에 효과적인 변인으로 선정할 수 있음을 알 수 있었다.

2. 경로인지에 이용된 VR 시뮬레이션은 피험자들에게 신체적 부담을 주지 않으며, 비교적 빠른 시간 안에 대상 공간을 경험할 수 있는 도구로 판단되었다.

3. 뇌파의 측정은 문헌조사를 통해 시지각과 관련이 많은 후두엽의  $\beta$ 를 측정하였으며, 경로결정지점의 뇌파가 일반진행구간의 뇌파보다  $\beta$ 파의 증가율이 높아 경로결정 시 각성수준이 높아짐을 알 수 있다.

4. 경로결정지점에서 사인에 의한 측정이 색채에 의한 것보다  $\beta$ 파의 증가율이 높았으며 반대로 소요된 시간은 색채에 의한 탐색이 적게 소요됐다. 이는 경로결정 시에 색채가 사인보다 빠르고 부담 없는 결정을 내릴 수 있는 것으로 판단할 수 있다.

5. 일반진행구간에서는 색채에 의한 측정이 사인에 의한 것보다  $\beta$ 파의 증가율이 높았다. 이는 지속적으로 색채를 주시하며 보행하는 결과로 설명할 수 있으나 큰 차이를 보이지는 않았다.

6. 전구간에서  $\beta$ 파의 증가율은 남자가 여자보다 높았으며, 소요시간도 짧게 측정되었다. 이는 남자가 여자보다 경로인지에서 각성수준이 높고 결정을 빠르게 내림으로 설명할 수 있다.

7. 각 구간별  $\beta$ 파 증가율은 초기에 높게 나타나고 목적지로 갈 수록 낮아짐으로 측정되었다. 이는 초기에 목적지에 대한 정보를 명확히 규정하려고 각성수준을 높이기 때문으로 설명할 수 있다.

위의 결과 이외에 본 연구에 나타난 문제점은 컴퓨터 시뮬레이션이 실제 공간을 보행에 의해 탐색하는 것과는 달리 화면과 마우스의 움직임으로 측정하기 때문에 많은 변수에 의해 결과가 달라질 수 있는 가능성을 내포하고 있는 것이다. 이는 앞으

로의 연구가 좀 더 실제적인 상황에 근접하는 시뮬레이션 방법과 측정이 되도록 연구할 필요가 있다고 할 것이다.

## 참고문헌

1. 윤중수, 뇌과학개론, 고려의학, 1999.
2. Faber Birren, 박홍 역, 빛·색채·환경, 기문당, 1989.
3. John, R. Anderson, 이영애 역, 인지심리학과 그 응용, 이화여자대학교 출판부, 2000.
4. 이상호·김태환, 인지적 공간개념에 의한 실내건축공간의 표현에 관한 연구, 한국실내디자인학회지, 2000. 6.
5. 김태환·이상호, Interactive시뮬레이션을 위한실내공간인지분석의 지표 구성, 한국실내디자인학회지, 2001. 6.
6. 김남길·하재명, 초고층 아파트 옥외공간에서 시각적 지각의 정신생리학적 영향, 한국주거학회지, 2001.
7. 김주영·장명순, 고속도로 합류부에서 운전자의 심리 생리적 작업 부하 연구, 대한교통학회지, 1999. 6.
8. 편홍국, 뇌파를 이용한 TV 광고 효과의 정량적 평가, 한양대 석론, 2000.
9. Evans, G. S., *Environmental Stress*, Cambridge University Press, 1982.
10. Gevins, A. et al., EEG correlates of higher cortical functions, *Science*, 16, 1979.
11. Jin Woo, Jung, Wayfinding and Landmarks: Human behavior in interior environments and emergency situations using VR, Cornell University, 2002.
12. Kaplan, S., "The Potential Influences of Environmental Perception on Human Health", *Journal of Environmental Psychophysiology*, Vol 4, 1991.
13. O'Neill, M. J., "Effects of signage and floor plan configuration on wayfinding accuracy", *Environment and Behavior*, Vol.23, 1991.
14. Weinstein, S., Appel, V., & Weinstein, C., Brain-activity responses to magazine and television advertising, *Journal of Advertising Research*, 20, 1980.
15. Weisman, S. L., O'Neill, M. J., Computer graphic simulation of wayfinding in public environment: a validation study, Proceedings of the annual Environmental Design Research Association Conference 20th, 1986.

<접수 : 2002. 12. 26>