

# 공간정보 탐색을 위한 의식적 시선 이동특성 추출 방법\*\*

## Method for Extracting Features of Conscious Eye Moving for Exploring Space Information

**Author** 김중하 Kim, Jong-Ha / 정회원, 동양대학교 건축소방행정학과 교수, 공학박사  
정재영 Jung, Jae-Young / 동양대학교 컴퓨터정보전학과, 교수, 공학박사\*

**Abstract** This study has estimated the traits of conscious eye moving with the objects of the halls of subway stations. For that estimation, the observation data from eye-tracking were matched with the experiment images, while an independent program was produced and utilized for the analysis of the eye moving in the selected sections, which could provide the ground for clarifying the traits of space-users' eye moving. The outcomes can be defines as the followings. First, The application of the independently produced program provides the method for coding the great amount of observation data, which cut down a lot of analysis time for finding out the traits of conscious eye moving. Accordingly, the inclusion of eye's intentionality in the method for extracting the characteristics of eye moving enabled the features of entrance and exit of particular objects with the course of observing time to be organized. Second, The examination of eye moving at each area surrounding the object factors showed that [out] →[in], which the line of sight is from the surround area to the objects, characteristically moved from the left-top (Area I) of the selected object to the object while [in]→[out], which is from the inside of the object to the outside, also moved to the left-top (Area I). Overall, there were much eye moving from the tops of right and left (Area I, II) to the object, but the eye moving to the outside was found to move to the left-top (Area I), the right-middle (Area IV) and the right-top (Area II). Third, In order to find if there was any intense eye-moving toward a particular factor, the dominant standards were presented for analysis, which showed that there was much eye-moving from the tops (Area I, II) to the sections of 1 and 2. While the eye-moving of [in] was [I → A](23.0%), [I →B](16.1%) and [II→B](13.8%), that of [out] was [A→I](14.8%), [B→I](13.6%), [A→II](11.4%), [B →IV](11.4%) and [B→II](10.2%). Though the eye-moving toward objects took place in specific directions (areas), that (out) from the objects to the outside was found to be dispersed widely to different areas.

**Keywords** 시선추적, 공간정보, 시각적 주의, 의식적 주시, 시선 이동  
Eye-Tracking, Space Information, Visual Attention, Conscious Observation, Eye Movement

## 1. 서론

### 1.1. 연구의 배경과 목적

주변 정보를 획득하는 인간의 오감 중에서, 시각은 매우 중요하다. 촉각의 촉다는 느낌이나 미각의 신맛과 같은 감각마저, 시각을 통해 같은 감각처럼 구현될 수 있다. 시각의 특성을 연구하기 위해서는 특수한 측정 장치와 정교한 분석기술이 필요하다.

Eye Tracker는 시선추적 참가자의 눈동자 위치를 측정하고, 대위법(對位法) 계산을 통해, 실시간으로 시선운

동을 추적하고 저장하기 위해 개발된 첨단 장비이다. 1960년대 이후 다양한 장치가 개발되었고, 인간의 시선의 움직임에 대한 연구가 사진, 신문, TV 등의 이미지를 대상으로 많은 성과가 보고되고 있다.

한편 심리학자 엘리자베스 처칠은 "무엇이 사람들의 관심을 끄는지를 알아내는 것은 점점 중요해지고 있다"1)고 했는데, 시선추적 장치를 이용하면 사람들이 어디를 먼저 보는지, 얼마나 빈번하게, 얼마나 오래 보는지, 어떠한 감정을 가지고 보고 있는지, 어디를 건너뛰어 보고 있는지 등을 측정할 수 있다. 이러한 측정은 사후 설문 조사와 같은 방법에서 발생할 수 있는 기억의 변형이나

\* 교신저자(Corresponding author): jyjung@dyu.ac.kr  
\*\* 이 논문은 2015년도 동양대학교 학술연구비의 지원으로 수행되었음.

1) 소비자 시선 읽어라, <http://www.segye.com/Articles/NEWS/ECONOMY/Article.asp?aid=20100810004193&subctg1=&subctg2=>

왜곡에 영향을 받지 않기 때문에, 시선추적을 이용한 시각적 주의 측정은 데이터 측정 상에 개입할 수 있는 가외 변인을 효과적으로 통제하여 신뢰할 수 있는 자료를 수집할 수 있다. 실제로, 많은 연구 결과들이 시각적 주의와 기억과의 관련성을 밝히고 있으며, 어떤 요소에 시각적 주의를 할당할수록 주의 집중한 요소를 더 잘 회상하거나 재인할 수 있다고 보고하고 있다.<sup>2)</sup> 이와 같이 시선추적을 이용할 수 있는 장비 개발은 급성장을 이루었지만, 기초적인 분석단계의 연구가 대부분으로 분석기법 개발에 대한 연구는 미흡한 실정이다.<sup>3)</sup>

분석기법을 가로막는 요소로는 방대한 양의 데이터와 실험환경의 제약 등이 있다. 시선추적 실험에는 i) 참가자에 대한 제한이 있으며, ii) 실시간으로 생성된 주시데이터<sup>4)</sup>를 코딩하기 위한 기술, iii) 주시데이터와 실험 이미지를 매칭(matching)시켜 분석하는 기술 등이 필요하다. 다양한 실험환경을 통해 i)의 조건에 대한 연구기반은 조성되고 있으며, ii)에 대한 성과도 많이 보고되고 있는데 비해 iii)에 대한 기술개발은 미흡한 실정이다.

최근 융합에 대한 논의와 더불어 기존 연구의 활동영역을 허무는 연구도 이루어지고 있다. 연구 영역의 확장은 시선추적을 이용한 연구에도 적용되고 있다. 실험을 통해 획득된 주시데이터와 실험 이미지를 매칭시켜 분석하는 기술의 개발과 적용을 통한 시선 이동 특성의 추출 방법은 사용자의 시선의 움직임에 이해하고, 쾌적한 공간을 제공함에 있어 좋은 계기를 만들어 줄 것이다.

본 연구에서는 시선추적을 이용한 분석방법의 가능성을 타진하기 위해, 시선의 움직임에 초점을 맞춰 공간을 주시하는 과정에서 발생하는 시선 이동 특성을 추출하는 방법을 제안하고자 한다.

## 1.2. 연구의 방법 및 범위

연구는 다음과 같은 순서에 의해 이루어졌다.

- ① 시선추적실험을 위한 이미지를 촬영하고 시선추적 실험을 통해 획득한 주시데이터를 분석한다.
- ② 분석과정에서 시지각 이론과 기존 연구 성과를 바탕으로 획득한 주시데이터를 조정하고, 자체 개발한 프로그램을 통한 유효성 연산을 실시한다.
- ③ 시선의 이동 특성을 분석하기 위한 프로그램에 이미지를 매칭 시키기 위해서는 실험 이미지를 분석용 이미지로 제작하는 과정을 거친다.
- ④ 시선의 이동 분석을 위해 주시영역을 6구역과 3부위로 분할한다.

2) <http://news.nate.com/view/20091123n00715>

3) 박선명, 실내공간의 시지각·인지 과정에 나타난 주시특성 및 시선추적 분석방법에 관한 연구, 경북대 박사논문, 2015, p.6

4) 본 실험에서는 60개/1초로 저장되었으나, 실험 장치에 따라서는 1,000/1초로 저장이 가능함

⑤ 프로그램을 통한 세부 분석과정에서는 유효율 검증을 거친 참가자의 데이터를 기준으로 주시시간을 10초씩 분할하여 연속주시 6회에 나타난 시선이동경로를 파악하였다.

⑥ 주시는 방향이 존재하게 되는데,<sup>5)</sup> 선택대상 요소 향한 시선의 진·출입([in]·[out])특성을 분석하고, 도식화를 통해 시선의 이동 특성을 분석하였다.


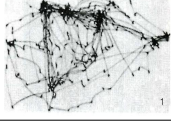
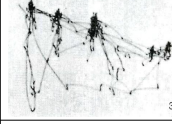
## 2. 선행연구 및 실험의 구성

### 2.1. 선행연구 및 시지각 이론

#### (1) 시선추적을 통한 주시특성

공간에서 시선의 움직임은 사물에 대한 정보획득 차원을 넘어, 디자인의 적용과 사용자의 요구를 파악하는 수단으로 사용될 수 있는 중요한 요소이다. 시선의 이동은 공간을 방문하는 사용자가 어떤 의도성과 목적성을 가지고 주시하는가에 따라 <표 1>과 같이 결과가 달라진다.

<표 1> 의도성에 따른 주시특성<sup>6)</sup>

실험 이미지		-	-
시선추적 결과			
의도성	참가자의 의도대로 그림을 관찰	연령을 추정	등장인물과 사물의 위치를 기억

시선추적과 관련된 기존 연구를 보면, 시지각 특성을 위한 기초 연구로 김종하(2011)<sup>7)</sup>는 주시데이터의 보정과 분석과정 타당성을 통해 시각정보를 통한 공간정보 분석의 틀을 제시하고 있으며, 박혜경(2010)<sup>8)</sup>은 공공환경시설물의 시지각 주목성 평가를 하고 있다.

분석기법으로는 격자분석을 많이 사용하고 있는데, 김주현·김종하(2012)<sup>9)</sup>는 12×12의 격자분할 기준을 제안하고 있으며, 최계영·김종하(2013)<sup>10)</sup>는 주시의도성 유무에

5) 실제 공간에서는 3차원으로 시선이동이 이루어지지만 본 연구에서 실시한 실험이미지 상에서의 시선 이동은 2차원적으로 이루어진다. 따라서 본 연구에서 [입(in)·출(out)]은 해당 선택대상 요소에 대한 2차원 시선이동에 해당한다.

6) Robert L.Solso, 신현정·유상욱 옮김, 시각심리학, 초판, 시그마프레스, 서울, 2000, p.148

7) 김종하, 실내공간 주시 데이터의 보정과 분석과정 타당성에 관한 연구, 한국실내디자인학회논문집 20권3호, 2011.6, pp.135-142

8) 박혜경, 아이트래킹 기법을 이용한 지하철 공공환경시설물의 시지각 주목성 평가연구, 디자인학연구 23권1호, 2010.2, pp.237-246

9) 김주현, 김종하, 공간 이미지 분석을 위한 주시영역 분할기준에 관한 연구, 기초조형학연구 13권2호, 2012.4, pp.159-170

10) 최계영, 김종하, 주시의도성 유무에 나타난 카페공간 지각특성에 관한 연구, 기초조형학연구 14권1호, 2013.2, pp.413-421

다른 지각특성을, 최계영(2015)<sup>11)</sup>은 연속주시와 격자에 의한 주의집중 특성을 분석하고 있다. 조형규(2015)<sup>12)</sup>는 영역별 주시특성에 초점을 맞춰 단독주택의 입면 이미지의 인지특성에 초점을 맞춰 시지각 특성을 살펴보고 있다.

## (2) 시지각 특성을 반영한 주시 데이터의 감량

우리의 눈은 흥미를 끄는 요소를 탐지하기 위해, 끊임 없이 고정과 이동을 반복하게 된다. 공간을 주시하면 눈은 자연적으로 어느 한 곳(혹은 사물)에 초점을 맞추게 되는데, 초점을 맞춘 약 1-2°의 중심와(fovea)에 포함된 영상만이 선명하게 인식된다. 본 연구에 사용된 실험기기를 통해 획득한 참가자의 주시데이터는 「0~1」범위에 좌표(x,y)로 1초에 60개의 데이터로 저장된다. 시선이 실험 이미지를 벗어난 곳을 주시하거나 눈을 깜빡이면 [0]미만 혹은 [1]을 초과한 데이터로 저장되는데, 이러한 데이터를 불량데이터로 정의하고 유효율이 낮은 참가자는 최종 분석대상에서 제외하였다.

인간이 감지할 수 있는 가장 짧은 시간은 100분의 3초(0.03초)이기 때문에<sup>13)</sup>, 60개/1초(0.0167초)로 저장된 주시 데이터를 30개/1초(0.03초)로 감량하여 사용하였다.

## 2.2. 실험의 구성

### (1) 이미지의 선정

실험공간으로는 <그림 1>의 지하철 홀 공간 이미지를 선정하였다. 본 연구는 특정 공간요소를 향한 시선의 의식적 이동특성과 데이터를 추출하기 위한 방법을 제안하기 위해 기획된 연구이기 때문에, 선택대상 요소의 선정에 따른 의미보다 시선 이동 특성 추출 방법에 연구의 초점을 맞추었다.

지하철 홀 공간은 개방된 공간인 동시에 사인물로 인해 많은 시각탐색활동이 예상된다. 실험 이미지는 개찰구를 나온 지점에서 홀 방향으로의 조망된 모습을 촬영한 것이다. 사진촬영은 2013년 11월 10·19일 1.5m 높이에서 촬영하였으며, 28mm(화각 75°) 초점거리 렌즈를 사용하였다.

### (2) 시선추적 실험

공간의 주시에는 목적과 의도성에 따라 탐색활동이 달라진 것을 확인할 수 있었는데,<sup>14)</sup> 참가자에게 ‘지하철 개찰구를 나온 후에 보이는 모습입니다. 지하철 홀 공간의 특징이 어떻게 구성되어있는지를 살펴보세요’라는 목적성 문구를 제시하고 실험을 실시하였다. 주시 실험은 건축 및 실내디자인학과에 재학 중인 30명의 여학생 중에

서, 안경이나 렌즈를 미착용한 시력 0.8 이상인 참가자를 대상으로 2013년 11월 19, 25일 실시하였다. 실험방법은 참가자 개별실험을 원칙으로 하였다. 참가자는 모니터에 제시된 화상에만 집중할 수 있도록, 주변 환경을 어둡게 하고, 시각장치를 착용한 상태에서 30초간 순응시간을 갖게 한 후, 3분 동안 실시하였다.

실험에 사용된 시각장치<sup>15)</sup>는 턱과 이마를 고정시켜 사용하는데, 참가자의 눈과 모니터와의 거리는 650mm이며, 모니터의 크기는 509×286mm이다. 암실 순응 후, 화상에 대해 측정점과 눈의 초점을 맞추기 위해, 16개 주시포인트에 대해 교정(calibration)을 실시하고, 다른 모니터를 통해 측정자가 실험상황을 통제하였다. 한편, 시선추적 실험에서는 오류가 빈번히 일어나는데, 이러한 오류를 검증하기 위해 실험시간 1분이 경과한 시점에 참가자에게 실험장치의 정상작동 여부를 표시하게 하였으며, 만약 오류가 나타난 경우에는 2회까지 재실험을 실시하지만 통과하지 못하면 제외하였다.



<그림 1> 실험 이미지

## 2.3. 분석의 틀 설정

시선의 의식적 이동 특성과 데이터 추출을 위한 분석의 틀로서 다음과 같은 내용을 설정하여 분석하였다.

- ① 시선추적 실험을 통해 획득한 주시데이터는 60개/1초로 저장되는데, 이것을 30개/1초로 감량하여 평균 10,800개의 데이터를 5,400개로 조정하였다.
- ② 실험이미지에서 ‘시선 이동을 파악하고자 하는 대상’을 <그림 2>와 같이 설정하고, 프로그램에 적용하기 위해 <그림 3>과 같이 흑백으로 영역을 구분하였다.
- ③ 주시시간의 흐름에 따른 분석을 위해 분석 시간범위를 10초 단위로 설정하고, 전체데이터와 10초 단위로 분할한 데이터를 비교하여 분할에 따른 적정성을 검토하였다.
- ④ 참가자별 18개 시간범위에 나타난 시선의 이동특성을 선택 영역의 입·출입 프로그램을 통해 산출하고, 그 과정을 <그림 5, 6>과 같이 이미지로 저장하였다.
- ⑤ 대상을 <그림 4>와 같이 6개 구역과 3개 부위로 영역을 분할하여, 시선 이동 특성을 분석하였다.

15) 시각장치는 Arrington Research社, 모델명 : ViewPoint Eye Tracker PC-60 scene Camera

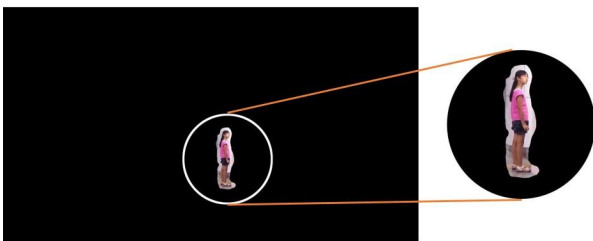
11) 최계영, 백화점 공간의 연속 주시에 나타난 주의집중 특성, 한국실내디자인학회논문집 24권6호, 2015.12, pp.128-136  
 12) 조형규, 시선 유도의 측면에서 살펴본 단독주택 입면이미지 인지 특성 분석, 대한건축학회논문집 31권10호, 2015.10, pp.83-90  
 13) 다케우치 가로우, 박정용 역, 시간론, 전나무숲, 서울, 2011, p.78  
 14) 최계영·김종하, op. cit., pp.413-421

## 2.4. 시선의 이동특성 추출

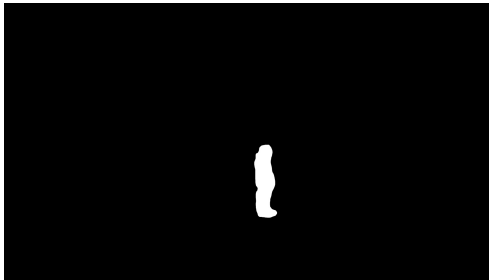
### (1) 이동특성을 위한 요소의 선정

시선의 의식적 이동 특성 분석을 위한 분석대상으로 <그림 1>의 실험이미지 중심에 위치한 소녀를 설정하였다. 실험이미지 제작과정을 보면,

- ① <그림 1>에서 이동특성을 분석하기 위한 요소를 <그림 2>와 같이 추출한다. 선택대상은 소녀이지만, 추출되는 소녀 이미지 외곽선으로부터 중심과 반경의 크기만큼 외부로 영역을 확장시킨 영역을 설정하였다.
- ② <그림 3>은 <그림 2>에서 설정한 영역에서 해당 요소를 「흰색」으로, 그 외를 「검은색」으로 하였다. 이것은 프로그램에서 주시데이터가 흑백 이미지에 반응하여 좌표위치를 판정하는 과정에 사용된다.



<그림 2> 전체공간에서 선택대상 요소 추출

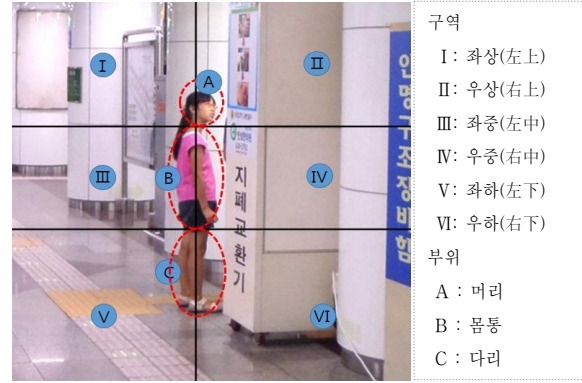


<그림 3> 분석용 이미지

- ③ 프로그램 판정 결과를 도식화시키기 위해 <그림 4>와 같이 해당 요소에 대한 주시영역을 6구역(I-VI)과 3부위(A-C)로 나누어 시선의 이동특성을 분석하였다.

### (2) 시선의 이동에 따른 주시특성 추출

공간의 특정 부위(요소)를 주시하는 과정을 시선추적장치는 (x, y)좌표로 기록한다. 주시데이터에서 어떤 특정 지점을 연속적으로 고정해서 주시하는 결과와 특정 공간 요소에 대한 주시의 [입(in)·출(out)입]을 판정하는 프로그램을 제작하여 시선의 의식적 이동특성을 살펴보았다. 시선추적실험을 통해 획득한 주시데이터는 <표 2>와 같이 자체 제작한 프로그램을 통해 판정과 중심점을 표시하고, [입(in)·출(out)입]분석을 통해 시선의 이동 경로 특성을 판정하였다.



<그림 4> 주시영역의 6구역과 3부위

<표 2> 연속주시 6회의 판정과 주시경로 판정

① 데이터 번호	②좌표		③판정		④중심점		⑤판정 [in], [out]
	x	y	x	y	x	y	
1	0.5423	0.6504	Out of Circle				
2	0.5375	0.6719	Out of Circle				
3	0.5333	0.6314	Out of Circle				
4	0.5451	0.6821	Out of Circle				
5	0.5424	0.6769	Out of Circle				
6	0.5455	0.6613	0.5455	0.6613	0.5454	0.6629	[in]
7	0.5445	0.6652	0.5445	0.6652			
8	0.5463	0.6623	0.5463	0.6623			
9	0.5537	0.5117	Out of Circle				
10	0.55	0.5164	Out of Circle				
11	0.5498	0.5064	Out of Circle				
12	0.5564	0.5087	Out of Circle				
13	0.5584	0.5145	Out of Circle				
14	0.553	0.5113	0.553	0.5113	0.5555	0.5146	[out]
15	0.5578	0.5248	0.5578	0.5248			
16	0.5556	0.5077	0.5556	0.5077			
17	0.5766	0.4545	Out of Circle				
n..	0.5753	0.446	Out of Circle				

유효 데이터의 중심점(④)과 데이터 판정(③, ⑤)판정은 다음과 같다.

- ① [번호]는 <그림 5>의 번호와 일치하며, ②의 [좌표] 데이터에 해당됨
- ② 시선추적 실험에서 획득한 주시데이터 [좌표]
- ③ 입·출입 프로그램에 의해 연속주시 [판정] 결과로 <표 2>와 <그림 5>를 같이 보면,
  - i) 연속주시 6회에 의한 유효 판정을 받기 직전에 주시데이터에서 중심과 범위에 연속으로 들어온 경우에는 [Out of Circle]로 [판정]
  - ii) 시선이 실험 이미지의 범위를 벗어난 경우에는 [Out of Screen]로 [판정]
  - iii) [Out of Screen] 이후에 다시 시작하는 주시데이터가 연속주시 6회를 위해 중심과 범위에 들어왔지만, 처음 5개를 통과시키게 되므로 이러한 데이터는 [Initially Ignored]로 [판정]



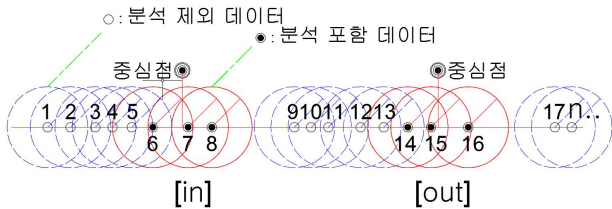
iv) [Initially Ignored] 다음으로 [Out of Screen] 혹은 유효 [판정]을 받은 경우에는 좌표가 그대로 표시된다. 하지만 i)~iii)의 데이터는 연속주시에서 제외한다.

④ ③에서 연속주시 6회로 유효 [판정]을 받은 경우(<표 2>의 [번호] 6-8, 14-16)에는 iv)에서 유효로 판정받은 데이터들의 [중심점]을 좌표로 산출.

⑤ <그림 3>의 특정 영역 안에 ④에서 산출한 중심점의 좌표가 포함되어 있으면, <표 2>의 우측과 같이 최종 판정을 [in]으로, 불포함되어 있으면 [out]으로 표시.

⑥ [in]·[out]표시와 더불어 실험 이미지에 <그림 6, 7>과 같이 [in]·[out]된 결과를 선으로 표시하였다. 선의 끝에 점으로 표시된 원이 [in]·[out]의 출발점이다.

이렇게 시선 이동 추출 프로그램을 통해 연산하고, 좌표 데이터와 이미지가 같이 저장된 데이터를 근거로 시선 이동 특성을 분석하였다.



<그림 5> 연속주시 6회 판정과 주시경로 판정 모식도



<그림 6> 밖에서 안으로 [out]→[in] <그림 7> 안에서 밖으로 [in]→[out]

### 3. 실험데이터의 분석

#### 3.1. 시간범위 분할에 따른 데이터의 유효율

최초 획득한 데이터를 대상으로 유효율을 검증한 결과 90% 미만의 참가자가 5명이었다. 5명을 제외한 25명을 최종 분석대상으로 하였다.

한편, 시간범위를 10초로 분할하는 과정에서 연속주시 6회 데이터의 일부가 분절될 가능성이 있다. 주시데이터의 분절에 따른 감소율이 높으면 주시특성에 대한 신뢰도가 낮아질 수 있다는 측면에서, 참가자별 전체와 시간 분할에 따른 유효개수를 산출하고 감소율을 살펴보았다.

그 결과 <표 3>에 정리한 바와 같이, 감소율이 평균 1.36%로 27.7개(0.92초)로 크지 않은 것으로 판단되었다. 따라서 이후 데이터의 분석에서는 18개 시간범위로 분절된 데이터를 대상으로 시선의 이동특성을 분석하였다.

<표 3> 참가자의 18개 시간범위에 나타난 주시특성

참가자	평균		유효개수		감소율(%)
	그룹	개수	전체(180초)	시간분할(10초)	
1	24.2	74.7	1353	1345	0.59
3	23.2	141	2564	2535	1.13
4	21.9	118	2138	2115	1.08
(생략)					
28	24.6	158	2881	2747	4.65
30	14.2	61.3	1113	1104	0.81
평균	20.01	104.28	1,899.96	1,872.24	1.36
차이			27.7개(0.92초)		

#### 3.2. 주시데이터의 진·출입특성

유효 참가자 25명에 대한 시간범위별 주시특성을 정리한 것이 <표 4>이다. 18개 시간범위에 나타난 주시특성 평균을 보면 <그림 3>에서 선택한 대상 요소에 대한 [in]은 23.6개(1.3%), [out]은 1,852.6개(96.7%)로 나타났다. 실험이미지에서 대상요소의 크기가 [in]에 대한 개수에 영향을 끼친 것을 확인할 수 있다.

<표 4> 참가자의 시간범위별 진출입 주시특성

참가자	시간범위				[in]				유효 데이터
	[in]		[out]		그룹	비율	빈도		
	개수	비율	개수	비율			개수	평균	
1	39	2.9	1306	97.1	5	27.8	10	2.0	1345
3	52	2.1	2483	97.9	2	11.1	8	4.0	2535
4	17	0.8	2098	99.2	4	22.2	8	2.0	2115
(생략)									
28	41	1.4	2806	98.6	8	44.4	9	1.1	2847
30	6	0.5	1098	99.5	2	11.1	2	1.0	1104
평균	23.6	1.3	1,852.6	98.7	3.3	18.4	5.2	1.4	1876.2

1번 참가자의 경우 <표 5>를 보면, [in]의 개수의 합계가 39개로 나타났다. 이것은 39개의 데이터가 5번 진·출입([in]·[out])한 것이며, 18개 시간범위의 27.8%에 해당한다. 15·26번 참가자는 주시데이터 [in]·[out]이 없었지만, 전체 그룹 평균 3.3개(18.4%) 출현하고 있었다. [in]의 3.3개 그룹 평균에 속한 주시데이터 빈도는 5.2개로 나타났는데, 이것은 1회 진·출입에 1.4개의 주시데이터가 고정된 것을 의미한다.

#### 3.3. 주시데이터의 진·출입특성

참가자는 시선 이동을 통해 해당 공간에서 정보를 획득하게 되는데, <표 2>의 ③과 같이 연속주시 6회 데이터가 유효한 공간정보를 얻은 것으로 볼 수 있다. 하지만 유효데이터를 얻는 동안 시선은 한 곳에 고정된 상태에서 정보를 수집하게 된다. 완전 고정보다는 약간의 이동을 수반한 상태에서 고정되어 있으므로, 진·출입을 판정하기 위해 <표 2> ①의 [6-7] 좌표의 중심점을 구한 것이 ④이다.

1번 참가자 사례를 대상으로 <표 5>에 세부 내용을 정리하였다. 1번째 시간범위에는 22개의 연속주시 그룹이 있으며, 그 속에 48개의 주시데이터가 포함된 것을 알 수 있다. 하지만 <그림 3>의 해당 요소에 시선이 이

동된 경우 [in]은 없었으며, [out]에 48개의 주시데이터가 속해 있었다. 이에 비해 2번째 시간범위를 보면, 주시데이터의 그룹과 데이터 수에 대한 정의는 다른 시간범위와 같지만 [in]의 빈도에 숫자 「1」이 표기되어 있다. 이것은 2번째 시간범위에서 [in]에 대한 주시가 1회 발생한 것을 의미한다. 한편 6번째 시간범위에서 「1(2)」로 표기되고 있다. 이것은 [out]에서 [in]으로 향하는 시선 이동이 1번 발생했지만, [in]을 한 상태에서 시선고정이 「2」회 발생한 경우에 해당한다.

<표 5> 시간범위별 주시특성 : 1번 참가자 사례

시간 범위	그룹	데이터	개수		6구역 3부위의 이동특성			
			in	out	[in] 빈도	[out]→[in] 구역	[in]→[out] 부위	[in]→[out] 부위 구역
1	22	48	-	48				
2	27	92	4	88	1(1)	I	A	A I
3	22	41	-	41				
4	29	71	-	71				
5	21	45	-	45				
6	25	76	2	74	1(2)*	I	B	B VI
7	21	60	-	60				
8	22	42	6	36	1(2)	II	B	C VI
9	27	129	-	129				
10	31	122	-	122				
11	27	68	-	68				
12	34	91	6	85	1(3)	V	C	C III
13	26	73	-	73				
14	28	129	21	108	1(2)	V	B	C III
15	29	98	-	98				
16	16	89	-	89				
17	10	26	-	26				
18	19	45	-	45				
합계	436	1,345	39	1,306	5(10)	-	-	-
평균	24.2	74.7	2.2	72.6	-	-	-	-

\* [in] 빈도의 1(2) : [in]의 빈도가 2회 있었지만, [out]없이 [in]이 연속적으로 발생한 경우에 해당함.

이러한 시선이동 분석 과정을 통해 <그림 4>에서 설정한 「6구역 3부위」에서의 이동을 추적하는 것이 가능하다. 2번째 시간범위의 데이터는 해당 요소에 대한 진입([out]→[in])이 [I]구역에서 [A]부위로 이동하고, 다시 [A]부위에서 [I]구역으로 진출([in]→[out])한 것을 알 수 있다. 진입([out]→[in])과 진출([in]→[out])에서 항상 진입한 곳에서 진출하는 것은 아니었다. 진입방향의 구역으로 다시 진출하는 경우도 많았지만, 다른 방향의 구역으로 진출하는 경우도 있었다. 8번째 시간범위를 보면, 진입은 [B]부위로 했지만 진출은 [C]부위로 한 것을 알 수 있다.

## 4. 시선의 이동특성

### 4.1. 시선의 이동에 나타난 주시특성

#### (1) 구역별 시선의 이동특성

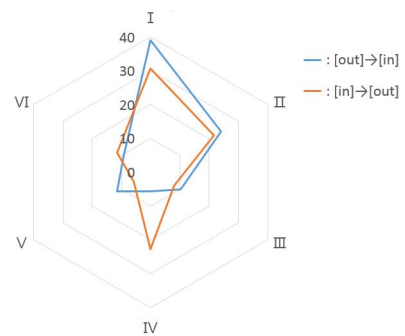
시선이동을 구역별로 정리한 것이 <표 6>이다. [out]

→[in](39.1%)·[in]→[out](30.7%)로 I 구역이 가장 높은 빈도를 보이고 있었다. 2순위로는 [out]→[in]에서는 II 구역(24.1), [in]→[out]에서는 IV구역(22.7%)이 높았으나 II 구역(21.6%)도 높았다. 이러한 내용으로 볼 때, [out]→[in]은 선택대상의 좌측상부(I 구역)에서 선택대상 요소로 이동하는 특징이 있었으며, [in]→[out]도 좌측상부(I 구역)로 이동한 것을 확인할 수 있었다.

<표 6> [in]·[out]의 구역별 이동특성

이동특성	구역	I	II	III	IV	V	VI	소계
		[out]→[in]	빈도	34	21	9	5	10
	비율	39.1	24.1	10.3	5.75	11.5	9.2	100
[in]→[out]	빈도	27	19	7	20	5	10	73
	비율	30.7	21.6	8.0	22.7	5.7	11.4	100
비율차이([out]→[in] 기준)		+ 8.4	+ 2.5	+ 2.4	- 17.0	+ 5.8	- 2.2	0.0

■ : 1순위 □ : 2순위



<그림 8> 구역별 점유 비율

전체적으로는 상부 좌·우측(I·II 구역)에서 대상으로 시선 진입([out]→[in])이 많았으나 진출([in]→[out])은 상부좌측(I 구역)과 중부우측(IV 구역)·상부우측(II 구역)으로 이동한 것을 알 수 있다. I 구역은 [in]→[out]에 비해 [out]→[in]이 8.4% 높게 나타났으며, [in]→[out]이 비교적 높았던 IV 구역은 [out]→[in]에 비해, [in]→[out]이 17.0% 높았다. 전체적으로 I 구역에 대한 시선의 진입이 가장 높았지만, IV 구역에서는 [out]→[in]에 비해 [in]→[out]이 매우 높은 주시 이동 특성을 보인 것으로 해석이 가능하다.

#### (2) 부위별 시선의 이동특성

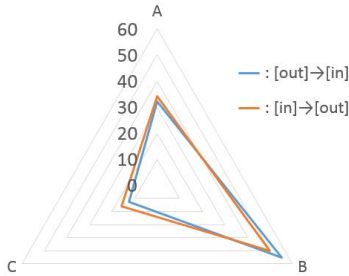
3개 부위에 대한 시선의 진입·출입 이동을 보면, 부위별로 1.9~5.2% 범위에서 차이가 나타났다. 구체적으로 [A]부위는 [out]→[in]에 비해 [in]→[out]이 1.9% 높게 일어났으며, [B]부위에서는 [out]→[in]이 5.2%, [C]부위에서는 [in]→[out]이 3.3% 높게 일어났다.

4.1절 (1)항의 구역별 이동에서는 I·IV에서 [in]·[out]의 차이가 크게 발생했지만, 부위의 이동에서 큰 차이가 없는 것에서부터 대상요소에 대한 시선의 이동에 특색이 없다는 것을 확인할 수 있었다.

<표 7> 부위별 [in]·[out] 특성

부위 특성	[out]→[in]		[in]→[out]	
	개수	비율	개수	비율
A	28	32.2	30	34.1
B	48	55.2	44	50.0
C	11	12.6	14	15.9
합계	87	100	88	100

■ : 높게 시선이동이 일어남



<그림 9> 부위별 점유 비율

## 4.2. 부위별 시선이동 방향특성

시선이동을 구역과 부위로 종합한 것이 <표 8>이다. 각 구역별 부위의 [out]→[in]→[out]로 연결되는 시선의 이동특성을 알 수 있다. 부위별 특성을 정리하면

<표 8> [in]·[out] 개수와 비율(%)

비율	개수	구역 [out]	부위 → [in] →	구역 [out]	개수	비율
23.0	20	I	A	I	13	14.8
8.1	7	II		II	10	11.4
0.0	0	III		III	0	0.0
0.0	0	IV		IV	6	6.8
0.0	0	V		V	1	1.1
1.1	1	VI		VI	0	0.0
32.2	28	소계		30	34.1	
16.1	14	I	B	I	12	13.6
13.8	12	II		II	9	10.2
8.0	7	III		III	3	3.4
4.6	4	IV		IV	10	11.4
6.9	6	V		V	3	3.4
5.8	5	VI		VI	7	8.0
55.2	48	소계		44	50.0	
0.0	0	I	C	I	2	2.3
2.3	2	II		II	0	0.0
2.3	2	III		III	4	4.5
1.1	1	IV		IV	4	4.5
4.6	4	V		V	1	1.1
2.3	2	VI		VI	3	3.4
12.6	11	소계		14	15.9	
100	87	합계		88	100	

■ : 1순위 □ : 2순위

- i) [A]부위 : [out]→[in]은 I 구역에서 가장 높게(23.0%) 나타났으나 [in]→[out]되는 과정에서 I 구역(14.8%)과 II 구역(11.4%) 등으로 분산 이동한 것을 알 수 있다.
- ii) [B]부위 : I·II 구역에서 [out]→[in]이 가장 많았으나 [in]→[out]은 I·IV 구역으로 나타났다. I 구역을 통한 [in](16.1%)·[out](13.6%)이 가장 높았지만, 2순

위에서 II 구역(13.8%)과 IV 구역(11.4%)으로 차이가 나타났다. 차이가 있었던 2순위를 보면 <그림 4>의 우상(II 구역)에서 [in]했지만, [out]은 우중(IV 구역)으로 시선이 많이 이동한 것을 알 수 있다.

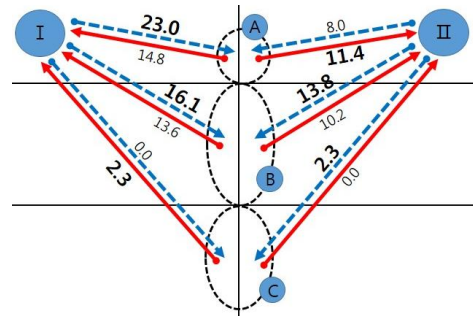
- iii) [C]부위 : 3개 부위에서 가장 낮은 12.6·15.9%의 시선이동이 유발된 부위이며, 1·2순위의 [in]·[out]이 분산된 형태로 나타난 것이 특징이다.

## 4.3. 구역별 시선이동 방향특성

- (1) I·II 구역의 [in]·[out] 시선 이동

<그림 10>은 실험 이미지의 상부 I·II 구역에서 분석 대상이 된 공간요소로 향하는 시선이동을 도식화 시킨 것이다. [in]을 보면 [I→A](23.0%), [I→B](16.1%), [II→B](13.8%)로 강한 시선 이동이 일어난 것을 알 수 있다. 이에 비해 [out]은 [A→I](14.8%), [B→I](13.6%), [A→II](11.4%)이 강하게 나타났다.

동일한 부위에 대한 시선이동이 방향에 따라 다르게 나타난 것을 확인할 수 있다.



※ [in]·[out]에서 강한 쪽을 굵고 큰 비율로 표시

<그림 10> I·II 구역의 이동특성

<표 9> I·II 구역의 시선이동 [in]·[out] 특성

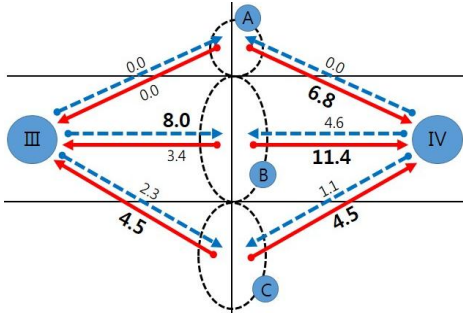
I			II		
[out]→[in]	부위	[in]→[out]	[out]→[in]	부위	[in]→[out]
23.0	A	14.8	8.0	A	11.4
16.1	B	13.6	13.8	B	10.2
0.0	C	2.3	2.3	C	0.0
39.1	소계	30.7	24.1	소계	21.6

<표 9>를 보면, I 구역에서 [out]→[in](39.1%)로 II 구역(24.1%) 보다 높았으며, [in]→[out]에서도 I 구역(30.7%)로 II 구역(21.6%) 보다 높았다. 즉, II 구역에 비해 I 구역에서의 [in]·[out]을 통한 시선이동이 높았던 것을 확인할 수 있었다.

- (2) III·IV 구역의 [in]·[out] 시선 이동

<표 10>을 보면 III 구역의 합계가 10.3%, 7.9%인데 비해, IV 구역은 5.7%, 22.7%로 IV 구역의 [in]→[out](22.7%)이 매우 높은 것을 알 수 있다. 즉, IV 구역을 제외하고는 I·II 구역에 비해 시선이동이 급격히 낮아진 것을 <그

림 11>에서 확인이 가능하다. 전체적으로 <그림 4>의 우중(IV구역), 그 중에서도 [in]→[out]의 시선이동이 높았다. 다른 구역과 특이한 차이는 [1]부위에서 IV구역으로의 [in]→[out]이 높게 나타난 것이 특징이다. 왜냐하면 [out]→[in](0.0%)이 없는 상태에서 [in]→[out](6.8%)에서만 높게 나타났다. 이것은 III구역으로 주시가 일어나지 않았다는 것에 비하면 높은 비율이다.



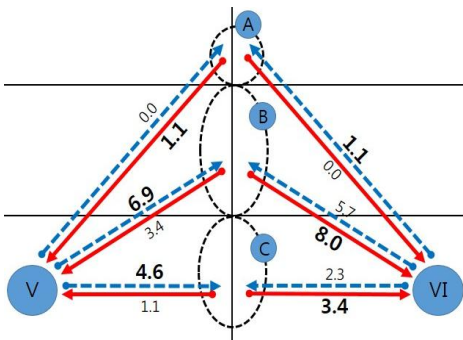
<그림 11> III · IV구역의 이동특성

<표 10> III · IV구역의 시선이동 [in]·[out] 특성

III			IV		
[out]→[in]	부위	[in]→[out]	[out]→[in]	부위	[in]→[out]
0.0	A	0.0	0.0	A	6.8
8.0	B	3.4	4.6	B	11.4
2.3	C	4.5	1.1	C	4.5
10.3	소계	7.9	5.7	소계	22.7

(3) V · VI구역의 [in]·[out] 시선 이동

V구역은 [out]→[in](11.5%)이 높았는데 비해 VI구역은 [in]→[out](11.4%)로 V구역과 VI구역이 상반된 시선 방향을 보이고 있었다. 하부공간에서 해당 요소에 대한 시선이동도 다른 구역에 비해 낮은 편이다.



<그림 12> V · VI구역의 이동특성

<표 11> V · VI구역의 시선이동 [in]·[out] 특성

V			VI		
[out]→[in]	부위	[in]→[out]	[out]→[in]	부위	[in]→[out]
0.0	A	1.1	1.1	A	0.0
6.9	B	3.4	5.7	B	8.0
4.6	C	1.1	2.3	C	3.4
11.5	소계	5.6	9.1	소계	11.4

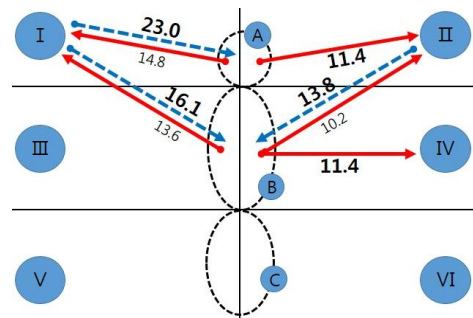
4.4. 우세 경향을 가진 시선이동 종합 특성

본 절에서는 4.3절의 각 구역에서 발생한 시선이동 비율을 대상으로 우세한 특징을 가진 시선이동을 종합적으로 살펴보았다. <표 8>에서 10% 이상을 보인 이동만을 우세 기준으로 삼고 정리한 것이 <표 12>이다. <그림 13>을 보면, 상부(I · II구역)에서 [A · B]부위로 시선이동이 크게 일어났으며, 중부의 IV구역에서는 [in]→[out]만 일어났다.

[out]→[in]은 [I → A]에서 23.0%, [I → B]에서 16.1%, [II → B]에서 13.8%인데 비해, [in]→[out]은 [A → I]에서 14.8%, [B → I]에서 13.6%, [A → II]에서 11.4%, [B → IV]에서 11.4%, [B → II]에서 10.2%과 같이 폭넓게 분산된 [out]방향으로의 시선이동을 하고 있음을 알 수 있다.

<표 12> 우세경향을 가진 시선이동 특성

[out] → [in]			[in] → [out]		
구역	비율	부위	부위	비율	구역
I	23.0	A	A	14.8	I
	16.1	B		13.6	
II	13.8	B	B	11.4	II
			10.2	III	
			11.4		



<그림 13> 10% 이상 구역에서의 우세한 시선이동

5. 결론

본 연구에서는, 지하철 홀 공간을 대상으로, 시선의 의식적 이동 특성 추출 방법을 제시하고 있다. 시선 이동 분석을 위해, 이동 특성을 표시할 수 있는 프로그램을 자체 개발하고, 시선추적을 통해 획득한 주시데이터와 실험 이미지를 매칭시켜, 선택된 영역에 대한 시선이동을 분석하였다. 시선 이동 추출 방법의 적용을 통해, 공간사용자가 의도성을 가지고, 공간에서 어떤 시선이동을 했는지를 밝히는 근거를 마련하였다. 연구에서 얻은 결과는 다음과 같이 몇 가지로 정리할 수 있다.

첫째, 자체 프로그램을 이용하여 방대한 량의 주시 데이터를 코딩하는 방법을 제시함으로써, 시선의 의식적 이동특성을 밝히기 위한, 분석시간을 획기적으로 단축시



켰다. 이를 통해, 시선의 이동특성을 추출하는 방법에 시선의 의도성을 포함시켜, 주시시간의 흐름에 따라 특정 대상에 대한 진·출입특성을 정리할 수 있었다.

둘째, 시간범위별 시선의 진·출입특성을 빈도와 출현 정도를 통해 분석하는 것이 가능했는데 이러한 방법을 통해, 시선의 이동 특성과 경로에 따른 우세 특성을 분석할 수 있다.

셋째, 주변 구역에서 대상으로 향하는 [out]→[in]은 선택대상의 I 구역에서 대상으로 이동하는 특징이 있으며, 대상 내부에서 밖으로 향하는 [in]→[out]도 I 구역으로 이동한 것을 확인할 수 있었다. 전체적으로는 I·II 구역에서 대상으로 향하는 시선이동이 많았으나, 밖으로 향하는 시선이동은 I 구역과 IV 구역·II 구역으로 이동한 것을 알 수 있었다.

넷째, 분석 대상이 된 3개 부위에 대한 시선의 이동을 보면, [A]부위는 [out]→[in]에 비해 [in]→[out]이 1.9% 높게 일어났으며, [B]부위에서는 [out]→[in]이 5.2%, [3]분위에서는 [in]→[out]가 3.3% 높게 나타났다. 구역별 시선이동에서 I·IV 구역에서 [in]·[out]의 차이가 크게 발생했지만, 부위의 이동에서 큰 차이가 없는 것에서부터 대상요소에 대한 시선의 이동에 특색이 없다는 것을 확인할 수 있다.

다섯째, 어떤 요소를 향해 시선 이동이 강하게 나타났는지를 밝히기 위해 우세 기준을 제시하고 분석한 결과, I·II 구역에서 [A·B]부위로 향하는 시선이동이 많았음을 확인할 수 있다. [out]→[in]은 [I→A]에서 23.0%, [I→B]에서 16.1%, [II→B]에서 13.8%인데 비해, [in]→[out]은 [A→I]에서 14.8%, [B→I]에서 13.6%, [I→II]에서 11.4%, [B→IV]에서 11.4%, [B→II]에서 10.2%로 시선이 이동했다. 이러한 내용을 통해, 구역에서 대상으로의 [in] 시선이동은 특정 방향(구역)으로 일어난데 비해, 대상요소에서 밖으로의 [out] 시선이동은 다양한 구역으로 폭넓게 분산되었다는 것을 확인할 수 있었다.

본 연구는 시선 이동 특성 추출방법의 제시를 통해, 시선 이동을 도식화할 수 있었는데, 이를 통해 공간에서 시선 이동의 진·출입관계를 살필 수 있었다는 측면에서 시선추적 연구의 새로운 방향성을 제시하였다. 이러한 연구방법의 제시는 시선추적을 응용한 연구를 확대시킴에 있어 중요한 촉매 역할이 기대된다. 이번 분석과정에서는 선택대상으로 실험공간의 중간에 위치한 요소를 선정하였다. 하지만 연구목적이나 의도에 따라서는 디자인 요소나 공간의 디자인에 영향을 끼칠 수 있는 요소를 대상으로 시선의 이동을 분석하는 것이 가능하다는 것을 제시하였다. 이러한 방법을 통한다면, 디자인에 영향을 끼치거나 저해하는 요소를 추출하는 것도 가능할 것으로 사료된다. 향후 연구에서는 공간감에 영향을 끼치는 요소를 대상으로 디자인요소가 시지각 차이에 끼치는 영향

으로 확대시키는 후속연구가 필요하다고 하겠다.

## 참고문헌

1. 다케우치 가로우, 박정용 역, 시간론, 초판, 전나무숲, 서울, 2011
2. Robert L.Solso, 신현정·유상욱 옮김, 시각심리학, 초판, 시그마프레스, 서울, 2000
3. 김종하, 실내공간 주시 데이터의 보정과 분석과정 타당성에 관한 연구, 한국실내디자인학회논문집 20권3호, 2011.6
4. 김종하, 공간의 의식적 주시와 정보의 탐색활동 특성에 관한 연구, 한국실내디자인학회논문집 23권3호, 2014.6
5. 김종하, 김주연, 공간사용자의 본능적 시선탐색활동에 나타난 주사경로 알고리즘 특성, 감성과학 17권2호, 2014.6
6. 김종하, 김주연, 시각의 선택적 주의집중 분석을 위한 공간요소별 주시데이터 추출방법, 감성과학 18권4호, 2015.12
7. 김주현, 김종하, 공간 이미지 분석을 위한 주시영역 분할기준에 관한 연구, 기초조형학연구 13권2호, 2012.4
8. 박선명, 실내공간의 시지각·인지 과정에 나타난 주시특성 및 시선추적 분석방법에 관한 연구, 경북대 박사논문, 2015
9. 박혜경, 아이트래킹 기법을 이용한 지하철 공공환경시설물의 시지각 주목성 평가연구, 디자인학연구 23권1호, 2010.2
10. 조형규, 시선 유도의 측면에서 살펴본 단독주택 입면이미지 인지 특성 분석, 대한건축학회논문집 31권10호, 2015.10
11. 최계영, 김종하, 주시의도성 유무에 나타난 카페공간 지각특성에 관한 연구, 기초조형학연구 14권1호, 2013.2
12. 최계영, 백화점 공간의 연속 주시에 나타난 주의집중 특성, 한국실내디자인학회논문집 24권6호, 2015.12
13. 소비자 시선 읽어라  
<http://www.segye.com/Articles/NEWS/ECONOMY/Article.asp?aid=20100810004193&subctg1=&subctg2=>
14. 아이트래커 활용한 인터넷 광고효과 측정  
<http://blog.naver.com/copyecho?Redirect=Log&logNo=140060736774>
15. <http://news.nate.com/view/20091123n00715>

[논문접수 : 2016. 01. 30]

[1차 심사 : 2016. 02. 23]

[게재확정 : 2016. 03. 25]