

시선추적 실험에 나타난 세대간 시지각 주의집중 특성

The characteristics of the difference in visual perception attentional concentration between generations in the eye-tracking experiment

주 저 자 : 김종하 (Kim, Jong Ha)

동양대학교 건축소방안전학과 교수

yc2442yc@hanmail.net

접수일자 2022. 5. 17. / 심사완료일자 2022. 6. 10. / 게재확정일자 2022. 6. 25.

* 이 논문은 2019년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2019S1A5A2A03045287)

Abstract

In this study, the characteristics that have changes in the number of observations, observation frequency, and pupil size for each generation were summarized through eye-tracking experiments and analysis in their twenties and sixties. The characteristics of each subject may intervene in the process of coding observation data, therefore the characteristics of visual attentional concentration differences between generations are outlined by including the process of determining attentional concentration in the process of rearranging the characteristics of all subjects. The study results can be defined in the following ways. First, in comparison of the number of observations by generation using a trend line, the subjects in their twenties who increase the number of predominant observations for a certain period of time, but it slowly decreases after. However, it is able to recognize that the subjects in their sixties dedicate themselves to observing more with the passage of time. Second, in all the generations, the trend of increasing the observation frequency at the initial observation time is identical, but while the subjects in their sixties continue to increase and then decrease, the subjects in their twenties tend to decrease and then rapidly increase. This means that there is a difference in the way of observing the given space according to age, therefore it can be the basis for knowing that there is a clear difference between generations in fixation and movement of observation. Third, the pupils of the subjects in their twenties and sixties both enlarge until a certain time, but the pupils of the subjects in their twenties slowly decrease, whereas there are many subjects in their sixties that continue to enlarge. This can be understood as the fact that the subjects in their sixties had a relatively higher level of 'novelty about stimulation' about the experimental space compared to the subjects in their twenties.

Keyword

Generation(세대), Eye Tracking(시선추적), Primacy Effect(주의집중),
Attention Concentration(시선이동)

요약

본 연구는 남성 20대와 60대의 시선추적 실험과 분석을 통해 세대별 주시횟수, 주시빈도, 동공크기의 변화에 나타난 시지각 주의집중 특성을 정리하였다. 시선추적 실험 결과 얻어진 주시데이터를 코딩하는 과정에 피험자별 특성이 개입될 수 있다. 전체 피험자의 특성을 재정리하는 과정에 주의집중을 판정하는 과정을 포함시킴으로써 세대간 시각적 주의집중 차이 특성을 밝히고 있다. 복합문화공간 이미지에 대한 시선추적 실험을 실시하고, 획득한 데이터를 코딩하는 과정을 정리하여 제시하였다. 자체 개발된 프로그램을 통해 새로운 코딩방법을 제시하고 있으며, 그 과정을 명확히 하여 연구결과의 객관적 평가기준을 제시하였다. 연구결과는 다음과 같이 몇 가지로 정의할 수 있다. 첫째, 추세선(trend line)을 이용한 세대별 주시횟수의 비교에서 20대는 일정 시간동안 우세 주시횟수를 늘리는 피험자가 많지만, 그 후에 완만하게 감소하고 있다. 이에 비해 60대는 시간의 경과와 함께 더 많이 보는 것에 할애한 것을 알 수 있다. 둘째, 모든 세대에서 초기 주시시간에 주시빈도가 증가하는 경향은 같으나 60대는 계속 증가하다가 감소하는데 비해, 20대는 감소하다가 급 증가하는 경향에 있다. 이것은 연령에 따라서 해당 공간을 보는 방법에 차이가 있음을 의미하는 것으로 시선의 고정과 이동에서 세대간 차이가 확연함을 알 수 있는 근거가 될 수 있다. 셋째, 20대와 60대 모두 특정 시간까지는 동공이 커지지만 20대는 완만하게 작아지는데 비해 60대는 지속적으로 커지는 피험자가 많은 것이 특징이다. 이것은 60대가 실험공간에 대한 지속적인 '자극에 대한 신기함' 등이 20대에 비해 상대적으로 컸던 것으로 해석이 가능하다.

목차

1. 서론

- 1-1. 연구 배경 및 목적
- 1-2. 연구 방법 및 범위

2. 시지각 이론과 시선추적 실험

- 2-1. 주시특성 선행이론과 시선추적 장치
- 2-2. 시선추적 실험공간과 실험
- 2-3. 분석의 틀 설정

3. 시선추적 데이터의 분석

- 3-1. 주시데이터의 유효율과 데이터 추출
- 3-2. 20대와 60대의 주시특성
- 3-3. 주시시간 변화에 따른 주시특성

4. 시지각 주의집중 특성

- 4-1. 주시시간 변화와 주시특성
- 4-2. 세대별 주시판정 특성

5. 결론

참고문헌

1. 서론

1-1. 연구의 배경 및 목적

인간의 삶의 모습은 시간과 함께 변하는 것으로 공간에 대한 접근방식도 새로운 공간의 탄생과 함께 달라진다. 하지만 기존 공간에 대한 기억을 갖고 있는 세대와 새로운 환경에서 자란 세대와의 사이에는 공간을 받아들이는 방식에 차이가 있을 수 있으며, 그로 인해 공간에서의 어떤 활동이나 선택과정에 차이가 발생할 수 있다.

일반적으로 세대간 차이는 어떤 사물이나 세상을 보는 관점에만 있는 것이 아니라 공간을 바라보는 과정에서도 생겨날 수 있다. 본 연구에서는 세대간 공간을 바라보고 받아들이는 차이에 관점을 두고 연구를 진행하였다. 건축공간은 인간의 삶과 분리할 수 없는 존재로 우리는 항상 건축공간에서 생활하고 행동하며 시간을 소비한다. 이러한 움직임의 기저에는 눈을 통해 들어오는 공간에 대한 시지각 정보획득이 있으며, 공간에 대한 시각적 이해 정도에 따라 공간에서의 활동에 제약을 받거나 선택 등에 영향을 끼치게 된다.

공간에 대한 감성차이는 성별과 세대별에 따라서도 다른데 어떤 시각적 특성, 즉 눈을 통해 공간을 받아들이는 과정에 어떤 차이가 존재함으로써, 그것이 감성평가에 영향을 끼쳤는지를 알 수 있다면 맞춤형 공간의 디자인이 가능할 것이다. 공간을 통한 시지각 정보획득은 성별에 따라 다르게 나타난다. 남성은 목표와 부합하는 핵심적인 정보를, 여성은 전반적인 정보를 처리하

기도 하며¹⁾, 남성은 좁은 영역을 자세히 보지만 여성은 통합적으로 정보를 처리하고자 넓은 영역을 한꺼번에 보는 패턴을 보여주기도 한다²⁾.

기존의 많은 연구들은 인지적 정보처리 또는 시각적 주의와 관련하여 성별 차이를 보고하고 있다. 정보처리와 관련한 Meyer-levy³⁾의 선택적 가설 이론을 보면 정보처리과정은 성별에 따라 질적으로 다르다. 이러한 관점에서 본 연구는 세대간 공간을 바라보는 주시특성을 살펴보기 위해, 남성의 세대간 시지각 차이에 나타난 주의집중 특성에 초점을 두어 연구를 진행하였다. 세대간 주의집중 특성을 분석할 수 있다면, 맞춤형 공간디자인이나 미래공간에 대한 디자인을 위한 기초자료로 활용이 가능하다.

- 1) Graham, J. F., Stendardi Jr, E. J., Myers, J. K., & Graham, M. J. Gender differences in investment strategies: an information processing perspective. *International journal of bank marketing*, 20(1), 2002, pp.17-26.
- 2) Chipman, K., Hampson, E., & Kimura, D. A sex difference in reliance on vision during manual sequencing tasks. *Neuropsychologia*, 40(7), 2002, pp.910-916.
- 3) Meyers-Levy, J. Gender Differences in Information Processing: A Selectivity Interpretation in Cognitive and Affective Responses to Advertising, eds. P. Cafferata and Alice Tybout, MA: Lexington Books, 1989, 219-260.

1-2. 연구방법 및 범위

공간을 주시하는 과정은 사람에 따라 다르다. 이것은 주시하는 사람이 공간에 대한 다양한 관점 등의 요인도 있겠지만, 연령에 따라 축적된 공간에 대한 이해 정도와 선입관, 공간에 대한 기억 정도 등과 같이 다양한 요소가 작용할 것이 예상된다. 본 연구에서는 세대간 주시특성 차이를 살펴보기 위해 연령 층 중 차이가 많을 것으로 예상되는 젊은 세대(이하 20대)와 고령 세대(이하 60대)를 대상으로 시선추적 실험을 실시하고, 그에 대한 비교를 통해 세대간 주의집중 차이를 살펴보았다. 시지각 연구는 다양한 각도에서 접근이 가능하지만, 본 연구에서는 주시시간을 기준으로 시간의 흐름에 따른 주의집중 차이에 초점을 두었다.

실험이미지는 최근 융복합공간으로 다양한 계층이 이용하고 있는 [그림 1]의 별마당 도서관 홀 공간이다. 해당 이미지를 선정한 이유로, 고령자는 기존에 없었던 공간규모와 새로운 복합공간에 대한 자극이 예상되는데 비해, 젊은 세대는 공간에 대한 흥미와 새로운 공간에 대한 관심 정도가 다를 것이 예상된다. 이러한 관점에서 시선추적 실험을 실시하고, 저장된 피험자의 시선 데이터와 동공크기 데이터를 통해 공간을 주시하는 과정에서 발생하는 세대별 시지각 특성을 살펴보고 주시시간의 경과에 따른 시지각 주의집중을 분석하였다.

연구의 구체적인 진행과정은 다음과 같다.

첫째, 20·60대를 모집하여 시선추적 실험을 실시

둘째, 실험 데이터의 분석과정을 단계적으로 정리하여 세대간 비교 가능한 데이터로 코딩

셋째, 세대간 시지각 주의집중 차이를 밝힐 수 있는 분석 틀을 구축

넷째, 주시 시간범위의 특성에 나타난 세대간 차이점을 통해 시지각 주의집중이 변화되는 과정을 정리

이상의 진행과정을 통해 시선추적 데이터를 정리하는 분석의 틀을 제시하였다. 본 연구에서는 실험에 사용된 장비 프로그램의 Fixation filter를 사용하지 않고 연구자가 자체 개발한 프로그램과 엑셀을 이용하여 Raw Data를 재정리하여 분석에 사용하였다. 이러한 분석기법의 적용은 제조사에서 제공하는 프로그램을 통해 생성된 데이터와는 차별적인 방법에 해당하며, 새로운 연구 성과를 거둘 수 있다는 점에서 의미를 가진다.

2. 시지각 이론과 시선추적 실험

2-1. 주시특성 선행이론과 시선추적 장치

2-1-1. 주시특성

주시는 눈을 통해서 이루어지는데, 눈의 움직임을 기록하고 분석하는 과정을 통해 무엇을 어떻게 주시했는지를 파악할 수 있으며, 측정에 시선추적 장치가 활용된다. 시선추적 데이터 중에서 가장 많이 활용되는 것은 시선의 고정(fixation)과 이동(saccade), 동공크기(pupil size)이다. 고정과 이동은 어떤 대상에 눈이 멈추고 어떤 곳으로 이동하는지를 파악할 수 있다. 동공크기의 변화는 인지적·감성적으로 반응하는 과정을 살펴볼 수 있다. 시선 고정이 반드시 주의를 기울였거나, 이해했음을 의미하지는 않지만 공간 이용자의 일차적인 목표인 “관계있는 정보를 찾는 과정”에 대한 유용한 정보를 제공해줄 수 있다. 시선 이동은 관심있는 영역으로의 이동을 살펴볼 수 있는 자료를 제공하고, 여기에 시선 고정에 할애된 시간을 살펴본다면 시선이 고정된 곳에서 발생한 흥미 정도 등을 알 수 있다.

동공크기의 변화는 정보처리과정(인지적 처리과정)에 혹은 감정적 처리과정에 투여되는 뇌의 활동을 반영하며,⁴⁾ 생리 지표 분석을 통해 눈의 움직임을 계량적으로 수치화할 수 있다.⁵⁾⁶⁾ 일반적으로 동공은 흥분상태에서 확장하고 불쾌한 상태에서 수축한다. 동공 직경의 변화는 사고과정에 대한 유용한 지표이고⁷⁾ 동공 확장을 일으키는 중요한 요소는 감정의 강도, 자극에 대한 신기함이다.⁸⁾ 따라서 자극에 대한 감정이 강할수록 동공은 커지고,⁹⁾ 자극의 신기함(novelty)도 동공 확장

4) Granholm, E., & Steinhauer, S. R., Pupillometric measures of cognitive and emotional processes, International Journal of Psychophysiology, 52(1), 2004, pp.1-6.

5) Choi, H., Shin, W., & Shin, D., Differences in Eye Movement Pattern during the Classification between the Gifted and General Students in Elementary Schools, Journal of Korean Elementary Science Education, 31(4), 2012, pp.501-512.

6) Jeon, Y., & Shin, D., Comparative Analysis of Eye Movement on Performing Biology Classification Task between the Scientifically Gifted and General Elementary Students, Journal of Korean Elementary Science Education, 34(1), 2015, pp.142-152.

7) Shin, W. S., & Shin, D. H., Analysis of eye movement by the science achievement level of the elementary students on observation test, Journal of Korean Elementary Science Education, 32(2), 2013, pp.185-197.

에 긍정적인 영향을 미친다.¹⁰⁾

2-1-2. 시선추적 장치의 개발과 연구 활용

시선추적에 관련된 연구는 1800년대 안과의사 루이 에밀 자말에 의해 소개되었고, Dodge & Cline(1901)¹¹⁾는 안구 움직임을 촬영할 수 있는 아이트래킹 기법을 개발하고 연구를 진행하였다. 공간과 관련된 선진 연구로 소개되는 것은 Yarbus의 사례로, “예기치 못한 손님(Unexpected Visitors, 1884)”에서 7가지 주제에 대한 실험을 통해 의도성에 따라 시선의 움직임이 달라진다는 것을 밝혔다.¹²⁾

1970년대부터 시선추적 결과와 인지처리과정에 대한 연계 연구가 활발하게 일어났으며, 그 후 다양한 분야에서 활용되고 있다. 분야별로 살펴보면 예술·체육 분야가 가장 많았으며 다음으로 교육·디자인분야에서 시선추적 장비를 이용한 실험과 연구가 보고되고 있다. 연구목적으로는 주시데이터를 대상으로 “시선고정 시간, 빈도, 경로, 동공크기”에 대한 분석과 “사용자 인식과 감성 반응에 영향을 주는 요인”의 규명에 초점이 맞춰지고 있다.¹³⁾

한편 이러한 연구는 특정 연구자 그룹에 따라 일련의 흐름을 가지고 있다. 시선추적 장치 제조사에서 제공하는 자체 프로그램을 이용하는 경우¹⁴⁾, Raw Data를 재가공하는 과정에서 자체 개발한 프로그램을 사용하여 분석하거나¹⁵⁾, 양쪽 연구방법을 혼용한 사례가¹⁶⁾

보고되고 있다. 기존 연구 성과를 보면, 시선추적장치를 사용하는 이점으로는 시선반응의 즉시성과 인지적 처리 과정을 객관적 데이터로 처리하고, 정량적인 결과를 제공한다는데 특징에 초점이 맞춰있으며 나아가 정량적이면서도 과학적인 자료를 제공한다는 측면에서 유용한 연구도구로 활용도를 높이고 있다.¹⁷⁾

2-2. 시선추적 실험공간과 실험

2-2-1. 시선추적 실험을 위한 공간

시선추적 실험은 별마당 도서관 [그림 1] 이미지를 대상으로 실시하였다.¹⁸⁾ 서울 강남구 무역센터에 2017년 개장한 13m 높이의 대형복합문화공간으로 도서관인 동시에 복합공간으로 운영되고 있다. 쇼핑몰 속 도서관이라는 특징으로 인해 다양한 세대에게 새로운 공간경험을 제공함과 동시에 여러 가지 볼거리를 제공하여 상징적인 공간으로 자리매김 하고 있다. 사진 촬영은 아침 개관 이후, 주 진입로에서 별마당도서관 로고가 보이는 위치에서 촬영하였다.



[그림 3] 시선추적 실험에 사용된 이미지

2-2-2. 시선추적 실험

시선추적 실험은 20대와 60대 30명씩을 대상으로

8) Janisse, M. P., Pupil size, affect and exposure frequency. Social Behavior and Personality 2, 1974, pp.125-146.

9) Hess, E. H., Attitude and pupil size. Scientific American, 212, 1965, pp.46-54.

10) Nunnally, J. D., Knott, P. D., Duchnowski, A., & Parker, R., Pupillary response as a general measure of activation. Perception and Psychophysics, 2, 1967, pp.149-155.

11) Dodge, R. and T. S. Cline., The Angle Velocity of Eye Movements, Psychological Review, 8, 1901, pp.145-157.

12) Yarbus, A. L., Eye Movements and Vision, Trans. L. A. Riggs. Plenum Press, 1967

13) 김상희, 김종하, 건축·공간디자인 분야의 학제간 융합 연구를 위한 시선추적 관련 선행연구의 통합적 경향 분석, 한국실내디자인학회논문집, 28(6), 2019, pp.60-74.

14) 최진경, 김주연, 시선추적을 이용한 카페 공간 마감재 차이의 시각주의력 특성, 한국실내디자인학회논문집, 27(2), 2018, pp.3-11.

15) 김종하, 공간의 시각적 이해과정에 나타난 성별 주시특성에 관한 연구, 한국실내디자인학회논문집, 22(5), 2013, pp.152-161.

16) 조형규, 시선 유도의 측면에서 살펴본 단독주택 입면이미지 인지 특성 분석, 대한건축학회논문집 계획계, 31(10), 2015, pp.83-90.

17) 이민호, 아이트래커를 이용한 전자책과 종이책의 가독성 비교, 한양대학교 석사학위논문, 2012

18) 본 연구는 이정호, 김종하, 시선의 고정과 도약 동공지표에 나타난 성별 주시시간 특성, 한국실내디자인학회논문집, 27(1), 2018, pp.29-38과 동일한 이미지를 재사용한 후속연구임

2019년 12월 16일~19일에 실시하였다. 실험 장치(Eye-tracker)는 SMI사의 SMI REDn Scientific이며 1초에 30Hz로 주시데이터를 저장하였다. 실험은 시선추적 실험이 이루어지는 공간과 대기 장소를 분리하고, [그림 2]와 같이 모니터와 피험자 눈의 거리는 650mm~700mm정도를 유지하였다. 실험 과정과 내용은 다음 순서와 같다.

- ① 대기 장소에서 실험에 대한 설명과 주의사항 및 실험 참여에 대한 동의를 구함
- ② 1명씩 실험실로 이동, 보조 연구원이 실험 진행
- ③ 9개 점에 대한 시선 교정(calibration)을 거친 후 본 실험 실시
- ④ 본 실험에 소요된 시간은 2분 10초로 설정¹⁹⁾
- ⑤ 실험과정에서 오류가 발생하여 재실험을 한 경우가 있었는데, 재실험에서도 데이터 확보가 안 되면 실험인원에는 포함하되 분석과정에서 제외

피험자는 20대 25명과 60대 30명이지만, 실험과정에서 60대 1명의 피험자가 2번의 재실험 실패하여 최종 실험은 20대 25명, 60대 29명이다.



[그림 4] 시선추적 실험 전경

2-3. 분석의 틀 설정

2-3-1. 주시시간과 주시횟수

기존 연구에서는 연속주시에 따른 시지각 특성을 「100ms = 주의가 집중된 것, 200ms = 의식적 주시, 300ms = 시각적 이해」로 정의하고 있다.²⁰⁾ 본 시선추적 실험에서는 주시 데이터가 1초에 30개로 저장했으며, 1개의 데이터가 가지는 주시시간은 0.033초(33.33ms)이다.

본 연구에서는 세대별 ‘시각적 이해’ 정도의 차이를

19) 실험시간을 2분 10초로 설정했지만, 최종 분석에서는 2분 동안의 데이터만 사용함

20) 김중하, 공간의 지각과 인지과정에 나타난 주시메커니즘 특성 연구, 한국실내디자인학회논문집, 22(6), 2013, pp.108-118.

밝히기 위해 기획되었으므로 연속적으로 주시되는 9개(=300ms)의 데이터를 대상으로 분석하였다. 9개가 연속되게 고정된다는 것은 약 0.3초 정도 한 곳에 시선이 머문 것을 의미하며, 자체 개발한 프로그램으로 연속된 고정을 판정하였다. 세대간 주의집중 차이의 분석은 주시시간의 흐름에 따른 변화에 초점을 두었다. 시간범위를 5초(300개의 주시데이터)로 하여 각 피험자별 주시데이터를 분석하였다.

2-3-2. 분석을 위한 유효율 선정

자체 개발된 프로그램에 들어가기에 앞서 유효율 검사를 통해 추출하는 과정이 필요하다. 이것은 보다 신뢰성 있는 분석을 가능하게 한다. [표 1]을 보면 20대는 25명 전원이 높은 유효율 94.04%를 보인데 비해, 60대는 29명이 실험에 참여했으나 유효율 평균이 78.50%로 낮게 측정되었다. 이러한 결과는 고령이 원인으로 판단된다. 최종 유효율 선정기준을 80%로 하여 60대는 20명이 대상으로 선정되었으며, 그 결과 유효율은 92.80%로 올라갔다.

[표 1] 유효율 검사 결과

주시 데이터	피험자 수		유효율(%)	
	최초	최종	최초	최종
20대	25	25	94.04	94.04
60대	29	20	78.50	92.80

2-3-3. 프로그램을 이용한 데이터 추출 과정

시선추적 실험에서 얻어진 주시데이터의 분석을 위해 코딩하는 과정을 정리하면 다음과 같다.

1차) 시선추적 실험을 통해 저장된 데이터는 피험자 전체 데이터가 포함되어 있음. 개별 피험자로 분리

2차) 2분 10초 실험을 한 관계로 생성된 유효데이터는 약 3,900개로 실험에 사용될 3,600개의 데이터로 정리. 이 과정에서 최종 분석에 사용될 데이터만을 남김. [Category Right]: Fixation과 Saccade, Blink 외 불량데이터 속성이 포함됨. [Pupil Diameter Right]: 동공크기는 mm로 저장됨. [Point of Regard Right X, Y]: 중심과 좌표 데이터

3차) 2차 가공 데이터에서 좌표 데이터만 남기고, 자체 개발한 프로그램에 적용시키기 위해 화면 영역에 대한 가중치를 적용함

4차) 자체 프로그램은 [0~1]의 범위로 산출하는 관계로, 자체 프로그램에 적용하기 위한 일렬 번호 부여

및 [X, Y]데이터만 남김

5차) 자체 개발한 프로그램에서 읽히기 위한 데이터로 4차 데이터를 [피험자 번호.csv] 로 저장

6차) 9회 연속고정을 통한 데이터 가공을 함. 이 과정에서 Fixation과 Saccade외에 [0]:불량 데이터, Out of Screen:화면 밖에 나가는 데이터, [Ignored]:시선추적 초기 불용 데이터 등이 생성

7차) 2차 가공에서 얻어진 [Pupil Diameter Right]와 7차 가공 데이터를 결합하여 좌표와 동공을 동시에 분석이 가능하도록 함

8차) 시간범위에 따른 주의집중을 분석하기 위해 5초 시간범위로 피험자별 데이터를 분절하여 저장

실험 데이터가 자체 프로그램을 거치는 과정에서 8차에 걸쳐 가공이 이루어지는데, 6차 과정에서 중심외²¹⁾를 기준으로 고정(Fixation)을 정의하게 된다. 이 과정에서 중심외에 포함되지 못한 데이터가 발생하게 되며, 피험자의 시선이 실험 대상 이미지의 범위를 벗어난 불량데이터와 눈 감김이 생긴 데이터, 그리고 연속 9회에 포함되지 못한 데이터 등이 여기에 해당한다.

3. 시선추적 데이터의 분석

3-1. 주시데이터의 유효율과 데이터 추출

3-1-1. 시간범위 별 데이터의 특성

시간범위 5초 단위별 데이터는 일련 번호 외에 유효 데이터(Fixation)와 동공의 크기, 유효데이터의 그룹으로 이루어진 연속 데이터 개수가 있다. [표 2]를 보면 연속 9회 연속주시를 판정하는 관계로, 시작 1번에서 8번까지는 무시[Initially Ignored]하고 9번 데이터부터 연산에 들어가는데, 9~29번까지는 중심과 범위에 벗어난 [Out of Circle] 데이터에 해당하므로, 무효 데이터는 1~29번까지이다.

[표 2] 7차 분석결과 나타난 시간범위별 데이터의 사례

Content	Category Right	Pupil Diameter Right [mm]	X_Gaze	Y_Gaze	연속 데이터 횟수
1	Fixation	2.57	Initially Ignored		

21) 중심외(fovea, 中心窩) : 2도의 시야에 국한되며, 여기에 포함된 대상만이 선명하게 인식됨

8	Saccade	2.45	Initially Ignored	
9	Saccade	2.46	Out of Circle	
:				
29	Fixation	2.76	Out of Circle	29
30	Fixation	2.76	0.39 9	0.19 2
:				
38	Fixation	2.83	0.39 6	0.18 5
39	Fixation	2.84	Out of Circle	
:				

30~38번까지 9개 데이터는 연속적으로 중심과 범위에 포함되는 데이터 9개를 하나의 “연속적인 것”으로 보고 이것을 1회의 빈도로 고정인 것으로 판정하였다. 즉 분석과정에서 「주시횟수 = 주시시간 = 얼마만큼 긴 시간동안 주시」이므로, 주시횟수가 많다는 것은 “긴 시간동안 주시한 것”으로 볼 수 있다. 주시행태는 고정(Fixation)과 이동(Saccade)을 반복하게 되는데, 1회 고정된 구역의 주시횟수를 알게 된다면 각 피험자가 얼마나 오랜 시간동안 해당 구역을 주시했는지를 알 수 있다.

3-1-2. 시간범위에 나타난 주시특성

한편 시선은 일정한 횟수의 연속된 고정이 일어난 후에 시선 이동을 하고 다시 고정을 반복하며, 연속되게 고정된 그룹을 1회 주시빈도로 정의하였다. 주시빈도를 분석하면 ‘시선이 얼마만큼 옮겨가면서 주시를 했는지’를 알 수 있다. 즉 [표 2]의 우측에 위치한 연속 주시 데이터 횟수의 그룹 숫자를 5초 단위로 분석하면 주시고정이 일어난 빈도를 통해 시선이동을 하면서 얼마만큼 해당 공간을 주시했는지 알 수 있다. 즉 「주시빈도 = 얼마만큼 자주 주시했는지」를 알 수 있는 근거가 된다.

다만, 이러한 분석과정에서 세심하게 살펴본 부분은, 1회 빈도가 5초 단위로 분절된 시간범위의 양쪽에 포함되는 경우이다. 한쪽 시간범위에 주시횟수의 일부가 포함되고, 다음 주시시간범위에 나머지가 포함되는 경우, 주시빈도를 어떻게 산출할 것인가이다. 이러한 부분에 대해서는 비례배분을 통해 앞뒤 시간범위의 주시빈도를 각 시간범위에 배분하는 방식으로 산출하였다.

[표 3]은 고정자 1번 피험자의 주시데이터를 24개의 시간범위로 나눈 후 주시횟수, 주시빈도, 동공을 정리한 사례이다. 각 시간범위별 주시특성을 알 수 있다. 주시횟수에 1회 주시당 시간(0.033초)을 곱하면 해당 시간범위에 유효한 주시시간을 산출하는 것이 가능하다. 주시빈도는 고정과 이동을 한 횟수에 해당하며, 시

간범위 1(0-5초)에서 8.67회의 시선이동이 있었다. 이렇게 볼 때, 1번 피험자는 시간범위 1에서 6.34회의 시선고정이 일어난 것이며, 이것을 시간으로 환산하면 0.21초 정도 시선이 유효하게 고정되었다. 유효하게 고정되었다는 것은 2-3-1항에서 기술한 '시각적 이해'를 한 시간에 해당한다.

[표 3] 고령자 1번 피험자 분석 사례

시간범위(초)	번호			23	24	소계	평균
	1	2	3				
주시특성	-05	-10	-15	-115	-120		
주시횟수	55	48	75	81	72	1680	70.0
주시빈도	8.67	12.3	6.28	9.79	8	191	7.96
동공크기	3.09	3.18	3.57	3.25	3.55	-	3.40

3-2. 20대와 60대의 주시특성

20대와 60대 피험자의 24개 시간범위별 주시특성을 정리한 것이 [표 4, 5]이다. 시간범위에 따라 주시횟수, 주시빈도, 동공의 크기가 달라진 것을 확인할 수 있다.

[표 4] 20대 피험자 분석 사례

시간범위(초)	번호			23	24	소계	평균
	1	2	3				
주시특성	-05	-10	-15	-115	-120		
주시횟수	43	51	88	84	72	1868	77.83
주시빈도	5	11	8.63	8	7	182	7.58
동공크기	2.86	3.02	3.02	2.98	3.1	-	3.09
...							
주시횟수	11	12	6	44	45	824	34.33
주시빈도	6	5	3	9	8	177	7.38
동공크기	3.08	3.38	3.51	3.18	3.26	-	3.43
...							
주시횟수	31.5	37.5	38.6	44.8	59.2	-	47.2
주시빈도	7.1	6.7	7.07	6.74	6.93	-	7.03
동공크기	3.01	3.23	3.37	3.41	3.34	-	3.37

[표 5] 60대 피험자 분석 사례

시간범위(초)	번호			23	24	소계	평균
	1	2	3				
주시특성	-05	-10	-15	-115	-120		
주시횟수	55	48	75	81	72	1680	70.0
주시빈도	8.67	12.33	6.28	9.79	8	191	7.96
동공크기	3.09	3.18	3.57	3.25	3.55	-	3.40
...							
주시횟수	31	60	38	58	104	1398	58.25
주시빈도	8	8.5	7.5	5	7	187	7.79
동공크기	3.13	3.12	3.12	3.31	3.54	-	3.24
주시횟수	27.1	29.9	33.2	49	58.2	-	42.4
주시빈도	6.36	6.67	6.22	6.05	6.61	-	6.70
동공크기	2.99	3.07	3.15	3.16	3.18	-	3.17

20대와 60대의 시간범위별 평균 주시횟수는 47.2회(1.6초)와 42.4회(약 1.4초)로 20대의 주시시간이 길다. 주시빈도 평균은 7.03회와 6.70회로, 시각적 이해과정에서 20대가 더 많은 고정과 이동의 움직임이 있다. 동공의 크기는 사람마다 다른 것으로 20대와 60대를 비교하여 분석할 수는 없지만 참고적으로 평균 3.37mm와 3.17mm이다.

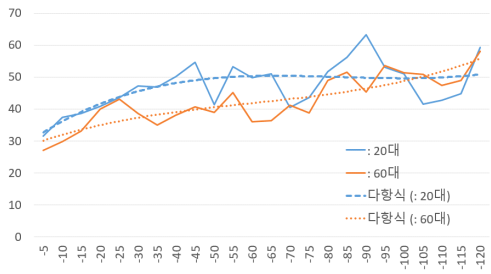
3-3. 주시시간 변화에 따른 주시특성

3-3-1. 주시횟수

20대와 60대를 비교하기 위해 [그림 3]과 같이 다항식을 이용한 추세선을 통해²²⁾ 주시횟수를 살펴보았다. 주시시간범위의 경과와 함께 주시횟수가 증가하고 있다. 하지만 20대와 60대의 증가율은 다른 경향을 보이고 있다. 20대는 「증가>유지」를 보인데 비해, 60대는 지속적으로 「증가」하는 경향을 보이는 것이 특징이다. 특히 실험의 끝 무렵 시간범위인 110초 이후에서는 60대가 20대를 추월한 주시횟수를 보인 것이 특징이다. 특정 주시시간범위에 주시횟수가 증가했다는 것은 해당 시간범위에 긴 시간을 할애해서 주시한 것을 의미한다. 역으로 본다면 105초까지는 20대가 더 오랫동안 해당 이미지를 주시하였다. 다만 본 연구에서는 긴 시간동안 주시한 구역에 대한 연구를 포함시키지 않은 관계로 공간의 어떤 요소 혹은 구역을 긴 시간동안 주시했는지를 밝힐 수는 없다. 이러한 세대별 주시횟수의 차이는 다음과 같이 정리할 수 있다.

- ① 20대 : 초기 시간범위부터 오래보는 것에서부터, 해당 공간에 대한 이해를 하는 시간이 초기부터 높음
- ② 60대 : 실험에 사용한 이미지를 주시하는 과정에서 시각적 이해를 얻는 것이 초기에는 힘들었지만 시간이 지날수록 시각적 이해를 많이 하고 있음

22) 시간범위에 따라 주시특성의 변화가 심한 굴곡으로 나타나고 있는데, 본 연구에서는 전체적인 경향을 알아보기 위해 다항식 추세선에 의한 변화를 살펴봄. 추세선 파악에 많이 이용되는 엑셀 패키지에서 표현 가능한 다항식은 차수가 커질수록 근사화 오차 값은 작아지지만, 큰 굴곡으로 나타나고 차수가 작을수록 완만하게 나타나는 특징이 있음. 차수의 범위는 [2-6]차까지 설정이 가능한데, 중간 값인 [4]를 대표 차수로 설정함.



[그림 5] 주시시간의 변화에 따른 세대별 주시횟수

3-3-2. 주시빈도

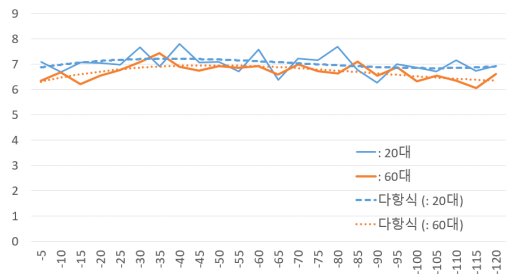
주시빈도는 각 시간범위(5초)에서 몇 번 시선이 고정되었는지를 의미하는 것으로 주시빈도가 「많음=자주 본 것, 적음=간헐적주시고정을 한 것으로 볼 수 있다. 하지만, 1회의 주시빈도에 많은 주시횟수가 포함될 수 있으므로 본 항에서는 빈도의 「많음, 적음」에 대한 빈도특성을 통해 주시가 어떤 특성으로 고정과 이동을 하는지를 살펴보았다.

각 시간범위에 대한 특성을 추세선으로 살펴본 것이 [그림 4]이다. 20대에 비해 60대의 주시빈도가 상대적으로 낮다. 작은 차이이지만 초기시간범위와 말기에서 주시빈도의 세대간 차이가 조금 더 벌어지고 있으며, 중간 시간범위에 해당하는 [66-70초] 시간범위에서 가장 근접한 것을 볼 수 있다. 20대를 기준으로 세대특성을 정리하면 다음과 같다.

- ① 20대 : 주시빈도가 증가하다가 감소하는데, 60대에 비해 높은 빈도를 지속적으로 유지하고 있음
- ② 60대 : 주시시간범위의 증가와 함께 주시빈도가 증가했다가 후반에 지속적으로 감소하고 있음

한편, 주시빈도에 포함된 주시횟수에 따라서 주시특성이 달라질 수 있다. 본 항에서는 주시빈도의 「많음, 적음」에 한정하여 주시특성을 살펴본 결과를 다음과 같이 정리하였다.

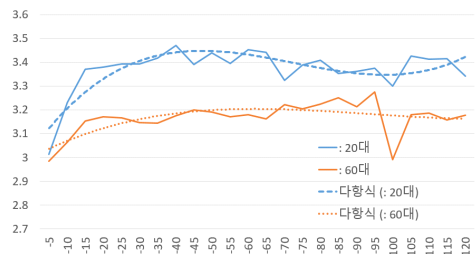
- ① 20대 : 시각적 이해를 얻기 위해 많은 시선의 움직임을 필요로 하고 있음
- ② 60대 : 해당 공간에 대한 시각적 이해가 늦어서인지 한 곳에 상대적으로 오래 머물러 있음



[그림 6] 주시시간의 변화에 따른 세대별 주시빈도

3-3-3. 동공크기

본 항에서는 주시시간의 변화에 따라 전체 피험자 동공크기의 평균으로 주시시간의 변화에 따른 동공크기를 살펴보았다. 동공크기는 사람에 따라 다르며 또한 연령변화에 따라 동공의 크기가 변할 수 있다. 이와 관련 연구가 없는 관계로 세대별 비교는 어렵다. [그림 5]를 보면 해당 이미지를 처음 주시하는 시간범위에서 20·60대 모두 동공크기가 작았으나 주시시간의 경과와 함께 급격하게 커지고, 일정 시간이 경과한 후에는 약간 작아졌다가 커지는 경향이 있다. 이러한 동공크기의 변화에 따른 세대간 특징은 다음과 같다.



[그림 7] 주시시간의 변화와 세대별 동공크기

- ① 20대 : 주시시간의 증가와 함께 급격하게 동공의 크기가 커지고 그 이후에 작아지다가 커짐
- ② 60대 : 상대적으로 완만하게 커지고 있으며 후반 시간범위에서 조금씩 작아짐

한편 동공의 크기변화로 해당 공간을 주시하는 과정에서 주시시간의 경과에 따른 생리지표를 알 수 있다. 동공이 커진다는 것은 해당 이미지를 주시하는 과정에서 주의집중이 약해진 것을 의미하고, 동공이 작아진다는 것은 집중해서 보는 것이므로, 주시시간의 경과에 따라 20·60대 모두 주의집중이 약해진 것을 알 수 있다.

4. 시지각 주의집중 특성

4-1. 주시시간 변화와 주시특성

4-1-1. 상대적 주시특성 평가기준 설정

본 절에서는 각 그룹(20대와 60대)의 전체 평균을 기준으로 피험자별 주의집중을 파악하기 위한 척도로 각 시간범위별 증감정도를 ‘높음’ ‘낮음’으로 판정하여 주시특성을 비교하였다. 예를 들어 20대 1번 피험자의 주시횟수 평균은 77.83회인데 「0~5초」범위의 주시횟수는 43회이다. 전체 평균에 비해 34.8회가 부족하므로 「0~5초」시간범위는 전체 평균 대비 주시를 ‘낮음’으로 판정하였다. 전체 평균은 1명의 피험자가 전체 시간을 통틀어 평균적으로 주시한 횟수(주시시간으로 환산이 가능)를 의미하는 것으로 전체 평균에 비해 특정 시간범위에서 ‘낮음’으로 주시했다는 것은 시각적 이해를 위해 소비한 시간이 “상대적으로 낮음”것으로 해석이 가능하다. 각 시간범위별 주시횟수의 ‘높음’과 ‘낮음’으로 판정함으로써 어떤 시간범위에서 시각적 이해를 많이 했는지를 세대별 특징으로 살펴볼 수 있다.

4-1-2. 주시특성 판정 과정

주시특성 평가기준에 따라 판정 과정을 20대 1번 피험자의 시간범위(24개)를 기준으로 정리하였다. 시선 추적을 통해 획득한 데이터의 코딩과정은 결과뿐만 아니라 객관성 담보에 중요한 역할을 한다. 본 연구에서는 4단계의 평가과정을 [표 6]에 정리하여 객관적 평가기준을 제시하였으며, 단계별 내용은 다음과 같다.

- i 단계) 우선 피험자별 시간범위에 따른 주시횟수, 주시빈도, 동공크기를 정리하고(①), 평균(②)을 산출
- ii 단계) 시간범위별 「②-①」을 산출하여 평균에 대한 가감정도(③)를 수치로 나타냄. 양수(+값)인 경우는 평균(②)보다 큰 경우이며, 음수(-값)은 작은 경우에 해당
- iii 단계) 판정과정(④)을 보면 각 시간범위별 가감정도(③)를 판정하여 그 결과가 양수이면 ‘1’을 음수이면 ‘0’을 부여
- iv 단계) 피험자 개별로 iii단계를 거친 후, 피험자 전체(⑤)에 대한 판정결과를 정리

[표 6] 주시특성 판정을 위한 데이터의 분석 내용

번호		1	2		23	24	평균 (②)
시간범위		-5	-10		-115	-120	
원 데이터 (①)	주시횟수	43	51		84	72	77.83
	주시빈도	5	11		8	7	7.58
	동공크기	2.9	3.02		2.98	3.1	3.09
가감 정도 (③)	주시횟수	-34.8	-26.8	...	6.17	-5.83	-
	주시빈도	-2.6	3.42		0.42	-0.58	-
	동공크기	-0.23	-0.07		-0.11	0.01	-
판정 (④)	주시횟수	0	0		1	0	-
	주시빈도	0	1		1	0	-
	동공크기	0	0		0	1	-
판정 종합 (⑤)	주시횟수	4	5		11	15	11.58
	주시빈도	13	11	...	12	16	12.63
	동공크기	1	3		15	10	12.29

시간범위별 주시데이터를 정리하는 과정에서 ii) 번 항목에서 피험자별 평균(②)을 기준으로 양수(+ 값)와 음수(- 값)로 정리하였다. 이것은 피험자에 따라 개인적 성향이 다를 수 있다는 점에 착목하여 각 피험자의 평균데이터를 해당 이미지를 주시하는 과정에서의 주시특성으로 정의하고, 평균대비 각 시간범위별 주시특성을 살펴보는 것으로, ‘양수(+ 값) = 상대적으로 더 많은 주시활동을 한 시간범위’, ‘음수(- 값) = 상대적으로 더 적게 주시활동을 한 시간범위’로 볼 수 있다.

4-2. 세대별 주시판정 특성

4-2-1. 주시횟수의 판정

여기서는 [표 6]의 ⑤에서 정의한 판정 결과를 기준으로 정리하였다. 즉 일반적인 주시횟수는 주시량을 의미하는 것이었지만, 본 절에서 기술하는 주시횟수는 우세판전을 거친 후의 우세 주시횟수를 의미하는 것으로 평균 대비 우세한지를 알 수 있는 근거가 된다. 즉 주시횟수가 높게 나타나면 해당 시간범위에서 상대적으로 우세한 주시를 보인 것이므로, 전체 피험자 평균으로 많이 본 시간범위와 주시정도를 알 수 있다. [그림 6]은 시간범위별 우세 주시횟수를 세대별로 정리한 것으로, 실선(각 시간범위별 우세 주시횟수)변화를 보면 그 변화폭이 상당한 것을 알 수 있다. 시간범위별 추세를 알기 위해 3-3절에서 언급했던 추세선을 인용하여 그 변화를 살펴보았다. 20대는 ‘상승>하강’인 반면 60대는 ‘상승>경향에 있다. 이것을 세대별 특성으로 해석한다면, 20대는 일정 시간동안 우세 주시횟수를 늘리는 피험자가 많지만, 일정시간이 경과한 후에는 완만하게

우세 주시횟수가 감소하였다. 이에 비해 60대는 시간의 경과와 함께 증가한 것에서부터 많은 피험자가 더 많이 보는 것에 할애한 것을 알 수 있다.

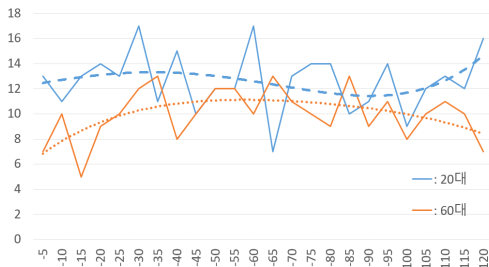


[그림 8] 세대에별 나타난 우세 주시횟수

4-2-2. 주시빈도의 판정 결과

주시빈도는 3-1-2항의 특성정리에서 ‘시선이 얼마만큼 옮겨가면서 주시를 했는지’를 알 수 있는 근거를 갖게 하는 데이터로 정의하고 있다. 세대별 우세 주시빈도를 분석하면 주시데이터의 고정과 이동 특성을 알 수 있다. [그림 7]에 각 세대별 주시빈도의 변화를 정리하였다. 추세선에 의한 세대별 특성을 보면, 20대는 주시빈도가 약간 증가했다가 감소한 후에 급격하게 증가한 경향에 있다. 주시빈도에 포함된 주시횟수를 무시하고, 빈도가 가지는 특성만으로 본다면 주시빈도의 높낮음은 시선이동의 증가감소를 의미한다. 따라서 20대는 주시시간의 증가에 따라 전체적으로는 시선이동이 감소했다가 [-110초]를 지나면서 급격하게 증가한 것을 알 수 있다. 급격한 증가는 시선이동이 많아진 것이며, 시선이동이 많다는 것은 공간에 대한 집중주시보다는 전체를 훑어보는 것으로 볼 수 있다.

‘전체를 훑어보는 것’이 어떤 의미를 가지는가에 대해서는 주시횟수와는 연계된 분석을 통해서만 알 수 있겠지만 세대별 특성으로 60대와 비교는 가능하다.

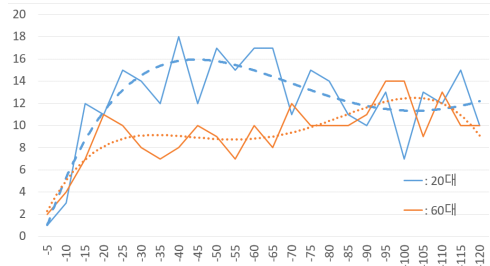


[그림 9] 세대에별 나타난 우세 주시빈도

60대의 주시빈도를 보면 초기 우세 주시빈도는 매우 낮았지만 서서히 증가하다가 다시 낮아지고 있다. 그리고 전체적으로 20대와는 차별적인 특성을 가지고 있다. 초기 시간에서는 빈도가 증가하는 경향은 같으나 60대는 계속 증가하다가 감소하는데 비해, 20대는 감소하다가 증가하는 경향에 있다. 이것은 연령에 따라서 해당 공간을 보는 방법에 차이가 있음을 의미하는 것으로 시선의 고정과 이동에서 세대간 차이가 확연함을 알 수 있는 근거가 된다.

4-2-3. 동공크기의 판정 결과

동공의 크기변화는 주의집중과 관계가 깊다. 동공의 확장은 2-1-1항에 의하면 ‘자극에 대한 신기함’ 등으로 볼 수 있다. 20대의 우세 동공크기 판정 결과를 보면 [-45초]의 시간범위까지 급격하게 동공크기가 커진 피험자가 많다. 그리고 그 이후에는 작아지다가 실험이 끝날 즈음에 약간 커진 것이 특징이다. 이에 비해 60대는 주시 초기시간범위에 커진 것은 20대와 비슷하지만 커지는 피험자가 20대에 비해 많지 않다. 커지는 정도가 [-105초]의 시간범위까지 지속되는 특징이 20대와 차별성을 가진다. 60대는 주시시간의 경과와 함께 지속적으로 커지는 피험자가 많은 것에서부터 실험 공간에 대한 지속적인 ‘자극에 대한 신기함’ 등이 있었던 것으로 해석이 가능하다.



[그림 10] 세대에별 나타난 우세 동공크기

5. 결론

본 연구는 20대와 60대의 시선추적 실험과 분석을 통해 세대별 주시횟수, 주시빈도, 동공크기의 변화가 가지는 특성을 정리하였다. 주시데이터를 코딩하는 과정에 피험자별 특성이 개입될 수 있으므로 전체 피험자의 특성을 재정리하는 과정에 주의집중을 판정하는 과정을 포함시킴으로써 세대별 우세 특성을 정리하였다. 연구결과는 다음과 같이 몇 가지로 정리할 수 있

다.

첫째, 시선추적을 통해 획득한 주시 데이터에는 많은 시지각 정보가 담겨있어, 코딩과정은 결과뿐만 아니라 객관성의 담보에 중요한 역할을 한다. 본 연구에서는 4단계의 평가과정을 제시함으로써 객관적 평가기준을 제시하였다.

둘째, 추세선을 이용한 세대별 주시횟수의 비교에서 20대는 일정 시간동안 우세 주시횟수를 늘리는 피험자가 많지만, 그 후에 완만하게 감소하고 있다. 이에 비해 60대는 시간의 경과와 함께 더 많이 보는 것에 할애한 것을 알 수 있다.

셋째, 모든 세대에서 초기 주시시간에 주시빈도가 증가하는 경향은 같으나 60대는 계속 증가하다가 감소하는데 비해, 20대는 감소하다가 증가하는 경향에 있다. 이것은 연령에 따라서 해당 공간을 보는 방법에 차이가 있음을 의미하는 것으로 시선의 고정과 이동에서 세대간 차이가 확연함을 알 수 있는 근거가 된다.

넷째, 20대와 60대 모두 특정 시간까지는 동공이 커지지만 20대는 완만하게 작아지는데 비해 60대는 지속적으로 커지는 피험자가 많은 것이 특징이다. 이것은 60대가 실험공간에 대한 지속적인 '자극'에 대한 민감함 등이 20대에 비해 상대적으로 컸다.

본 연구에서는 시선추적 실험을 통해 세대별 주시횟수, 주시빈도, 동공크기의 변화가 가지는 특성을 정리하였다. 연구과정에서 데이터의 코딩과정은 매우 중요한 의미를 가지는 것으로 코딩과정에 대한 내용을 제시함으로써 보다 객관적으로 시지각 특성을 정리하는 방법에 대한 틀을 제시했다는 측면에서 연구의 의미가 있다. 하지만 각 데이터를 연계 분석하는 과정도 필요하다. 예를 들어 주시빈도를 분석하는 과정에서 빈도에 국한하였지만 각 빈도에는 주시횟수와 동공크기의 변화가 포함되어 있다. 이러한 데이터간의 상호 분석을 통해서 보다 의미있는 연구 성과가 도출될 것으로 사료되며, 후속 연구도 필요하다고 하겠다.

참고문헌

1. 김상희, 김종하, 건축-공간디자인 분야의 학제간 융합 연구를 위한 시선추적 관련 선행연구의 통합적 경향 분석, 한국실내디자인학회논문집,

2019, 28권 6호

2. 김종하, 공간의 시각적 이해과정에 나타난 성별 주시특성에 관한 연구, 한국실내디자인학회논문집, 2013, 22권 5호
3. 김종하, 공간의 지각과 인지과정에 나타난 주시메커니즘 특성 연구, 한국실내디자인학회논문집, 2013, 22권 6호
4. 이민호, 아이트래커를 이용한 전자책과 종이책의 가독성 비교, 한양대학교 석사학위논문, 2012.
5. 이정호, 김종하, 시선의 고정과 도약 동공지표에 나타난 성별 주시시간 특성, 한국실내디자인학회논문집, 2018, 27권 1호
6. 조형규, 시선 유도의 측면에서 살펴본 단독주택 입면이미지 인지 특성 분석, 대한건축학회논문집 계획계, 2015, 31권 10호
7. 최진경, 김주연, 시선추적을 이용한 카페 공간 마감재 차이의 시각주의력 특성, 한국실내디자인학회논문집, 2018, 27권 2호
8. Chipman, K., Hampson, E., & Kimura, D. A sex difference in reliance on vision during manual sequencing tasks. *Neuropsychologia*, 2002, Vol.40, No.7
9. Choi, H., Shin, W., & Shin, D., Differences in Eye Movement Pattern during the Classification between the Gifted and General Students in Elementary Schools. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 2012, Vol.31, No.4
10. Dodge, R. and T. S. Cline., "The Angle Velocity of Eye Movements", *Psychological Review*, 1901, Vol.8
11. Graham, J. F., Stendardi Jr, E. J., Myers, J. K., & Graham, M. J. Gender differences in investment strategies: an information processing perspective. *International journal of bank marketing*, 2002, Vol.20, No.1
12. Granholm, E., & Steinhauer, S. R., Pupillometric measures of cognitive and emotional processes, *International Journal of Psychophysiology*, 2004, Vol.52, No.1
13. Janisse, M. P., Pupil size, affect and exposure frequency. *Social Behavior and*

- Personality 2, 1974
14. Jeon, Y., & Shin, D. (2015). Comparative Analysis of Eye Movement on Performing Biology Classification Task between the Scientifically Gifted and General Elementary Students. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 2015, Vol.34, No.1
 15. Meyers-Levy, J. Gender Differences in Information Processing: A Selectivity Interpretation in Cognitive and Affective Responses to Advertising. eds. P. Cafferata and Alice Tybout, MA: Lexington Books, 1989
 16. Peavler, W. S., & McLaughlin, J. P., The question of stimulus content and pupil size. *Psychonomic Science*, 1967, 8
 17. Shin, W. S., & Shin, D. H., Analysis of eye movement by the science achievement level of the elementary students on observation test. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 2013, Vol.32, No.2
 18. Vacchiano, R. B., Straiss, P. S., Ryan, Sharon, & Hockman, L., Pupillary response to value Linked words. *Perceptual and Motor Skills*, 1968, 27
 19. Yarbus, A. L., *Eye Movements and Vision*, Trans. L. A. Riggs. Plenum Press, 1967