

360 VR에서 GUI 종류에 따른 시선 이동 경향성에 대한 연구

A Study on Gaze Movement Tendency According to GUI Type in 360-degree VR

최하람¹, 남상훈^{2*}

Ha-Ram Choi¹, Sang-Hun Nam^{2*}

요 약

360 VR 영상은 프레임의 경계가 없으며 사용자 시선 이동의 자유가 높아졌다는 특징이 있다. 이러한 특징 때문에 사용자는 360 VR 영상 내러티브의 필수적인 부분을 놓칠 수도 있으며 연출자가 의도한 서사의 흐름대로 시선이 이동하지 않을 수도 있다. 따라서 360 VR 영상에서 사용자의 시선 이동을 고려한 연출 기법이 필요하다. 360 VR 영상에서 사용자의 시선 이동을 고려한 연출 기법을 분석하기 위해서는 사용자의 시각 정보를 분석하는 과정이 필요하며 이때 시선 추적 기술이 활용된다. 본 논문에서는 360 VR 시선 추적 시스템을 활용하여 360 VR 영상에서 GUI의 종류에 따른 사용자 시선 이동 경향성을 분석하였다. 시선 추적 시스템을 기반으로 GUI의 크기, 빈도 시간, 개수에 따른 사용자 시선 이동 경향을 분석한 실험을 진행하였다. GUI의 크기, 빈도, 시간, 개수의 값이 클수록 시선 이동이 활발하게 유도되며 GUI의 노출 시간이 길수록 가장 많은 피실험자의 시선 이동을 유도하였다는 결과가 도출되었다.

핵심어 : 가상현실, 360 VR, 시선 추적, 그래픽 사용자 인터페이스, 히트맵

Abstract

The 360 VR video has no frame boundaries and the user's eye movement is characterized by increased freedom. Due to these characteristics, users may miss an essential part of the 360 VR video narrative, and their gaze may not move according to the direction of the narrative intended by the director. Therefore, a directing technique that considers the movement of the user's gaze in the 360 VR video is required. In order to analyze the directing technique considering the movement of the user's gaze in the 360 VR video, it is necessary to analyze the user's visual information, and in this case, eye-tracking technology is used. In this paper, the user's gaze movement tendency according to the type of GUI in the 360 VR video was analyzed using the 360 VR eye tracking system. Based on the gaze tracking system, an experiment was conducted to analyze the user's gaze movement tendency according to the size, frequency, time, and number of GUI. The results were derived that the larger the GUI size, frequency, time, and number values,

1 Department of Culture and Technology Convergence, Changwon National University, Changwon, Korea [Graduate Student]
e-mail: gka4003@changwon.ac.kr

2 Department of Culture Technology, Changwon National University, Changwon, Korea [Professor]
e-mail: sanghunnam@changwon.ac.kr (Corresponding author)

* 본 연구는 문화체육관광부 및 한국콘텐츠진흥원의 연구개발지원사업으로 수행되었음(과제번호: R2020040243)

* 본 논문은 2021년도 차세대컨버전스정보서비스학회 동계학술대회에서 발표한 논문을 수정 및 보완한 것입니다.

Received(June 16, 2022), Review Result(1st: July 11, 2022), Accepted(August 12, 2022), Published(August 31, 2022)



© 2022 The Authors. Published by NCIS.
This is an open access article licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.
To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>.

the more active gaze movements were induced, and the longer the GUI exposure time, the more subjects' gaze movements were induced.

Keyword : Virtual Reality, 360 VR, Eye Tracking, Graphic User Interface, Heatmap

1. 서론

360 VR 영상은 프레임의 경계가 없고 사용자를 3차원 내부로 이동하게 하여 수동적으로 관람하는 ‘관람자’에서 직접 콘텐츠의 내러티브에 관여하는 ‘체험자’로 변화시켰다 [1]. 이를 가능하게 하는 360 VR 영상의 가장 큰 특징은 사용자의 시선 이동 자유가 높아졌다는 것인데 이를 통해 콘텐츠에 대한 몰입감과 현존감을 높일 수 있다. 반면 시선 이동 자유로 인해 사용자는 연출자가 의도한 서사의 흐름대로 시선이 이동하지 않을 수도 있어 내러티브의 필수적인 부분을 놓칠 수도 있다 [2]. 따라서 가상환경 및 사용자의 시선 이동을 고려한 연출 기법에 대한 연구가 필요하다 [3][4]. FPS 게임과 360 VR 영상은 사용자 시선 이동의 자유가 있다는 공통점이 있다. FPS 게임에서는 GUI를 활용하여 사용자가 게임의 진행을 따라오지 못하는 상황을 방지하고 자연스럽게 시선 이동을 유도하는 경우를 볼 수 있는데 VR 영상 콘텐츠에서도 GUI를 통해 사용자의 시선을 유도할 수 있다 [5].

360 VR 영상에서 사용자의 시선 이동을 고려한 연출 기법을 분석하기 위해서는 시각 정보를 분석하는 과정이 필요한데 이때 활용되는 시선 추적 기술은 시선의 고정 빈도, 시간, 순서 등을 파악하고 시선 이동에 대한 정량적 데이터를 얻을 수 있기 때문에 사용자 평가에 사용된다 [6]. 설문조사나 인터뷰와 같은 평가 방식은 사용자의 기억이 왜곡될 우려가 있기 때문에 정확한 사용자 의도 파악이 어려울 수 있는데 시선 추적 기술을 활용하면 사용자의 주관적인 기억에 영향을 받지 않을 수 있고 결과의 정확성 및 객관성을 높일 수 있다 [7][8].

본 논문에서는 GUI의 종류에 따라 360 VR 영상을 시청하는 사용자의 시선 이동 경향성을 분석하였다. 가상현실에서 사용자의 시선 이력을 추적하는 시스템을 활용하여 GUI의 크기, 빈도, 시간, 개수에 따른 사용자의 시선 이동 경향성을 분석하기 위한 실험을 진행하였다.

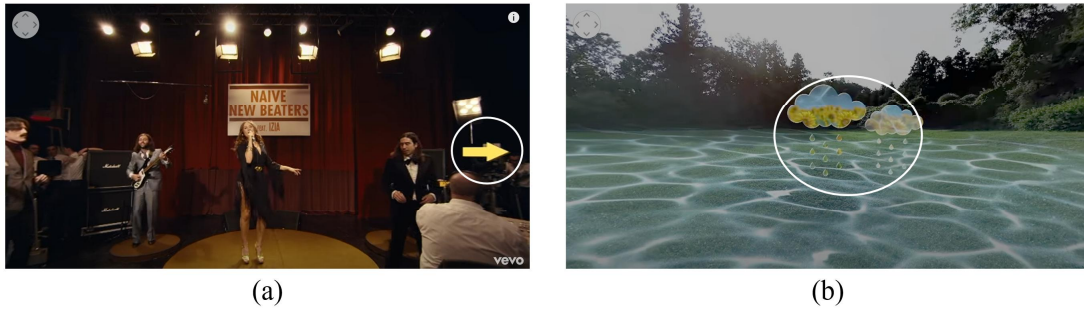
2. 관련 연구

360 VR 영상에서 사용자는 내러티브가 진행되는 영상 내부에 존재함으로써 스토리의 참여가 가능하고 사용자의 시선 이동에 의해 경험하는 스토리가 변할 수 있기 때문에 사용자의 역할이 중요시된다 [9][10]. 360 VR 영상은 기존의 영상보다 높은 Immersion, Presence, Embodiment를 제공할 수 있으며 스크린이 360°로 확장됨에 따라 사용자 시선 이동의 자유가 높아졌다. 이러한 360 VR 영상의 특징 때문에 사용자는 연출자가 의도한 내러티브의 흐름을 따라가지 않을 수도 있으며 영상의

중요한 부분을 놓칠 수도 있다. 따라서 360 VR 영상에서 사용자의 시선을 고려한 연출 기법이 필요하며 사용자 관점에서 360 VR 영상 스토리텔링 및 연출 기법에 대한 연구가 진행되고 있다 [9][11][12]. 이유나는 360 VR 영상에서 사건 및 배경의 배치, 사운드, 조명, 이미지 밀도 등을 활용하여 사용자의 시선을 자연스럽게 유도하고 스토리텔링을 효과적으로 제공할 수 있다고 주장한다 [10]. 안찬제는 360 VR 영상 시청 시 발생하는 시점 이동의 자유가 사용자의 스토리텔링 이해에 영향을 미친다고 하였으며 GUI를 통해 사용자의 시선을 유도하고 내러티브의 흐름을 쉽게 이해하도록 하는 방법을 제시하였다 [5]. 이와 같은 360 VR 영상 연출 연구에서는 연구자의 주관적인 분석과 문헌 조사 및 설문 조사에 의존한 결과 분석이 대부분이다. 이러한 연구 방법은 주관적인 생각이 개입되어 결과가 왜곡 되거나 변형될 수 있기 때문에 객관적인 정보를 얻기 어려울 수 있다는 한계점이 있으나 시선 추적 기술을 활용하면 객관적이고 정량화된 데이터를 수집할 수 있다 [8]. 따라서 360 VR 영상 연출 기법에 시선 추적 기술을 활용한 연구가 필요하며 시선 추적 기술 기반 360 VR 영상에서 사용자 경험 평가에 관한 연구가 진행되고 있다. 장효진은 360 VR 영상에서 사용자의 시선을 전략적으로 유도할 수 있는 연출 요소를 효과음, 캐릭터 시선, 캐릭터 움직임으로 도출하였고 이를 기준으로 시선 추적 장치를 활용하여 사용자의 시선 이동 방향, 속도, 범위 등을 분석하였다 [6]. 장선희는 VR 영상을 시청하는 사용자의 시선 흐름을 분석하기 위한 시선 추적 프로토타이핑 툴을 개발하여 사용자의 시선 이동을 유발하는 연출 요소를 조명, 캐릭터 시선, 음향으로 도출하였다. 시선 추적 툴을 활용하여 도출한 연출 요소에 따라 사용자 시선 이동의 방향 차, 각도, 각속도를 측정하여 사용자 시선 이동 경향성을 분석하였다 [13]. 기존의 연구에서는 360 VR 영상에서 사용자의 시선 이동을 유도하는 연출 요소를 분석하였으며 사용자 관점에서 시선 이동 경향성에 대한 연구를 진행하였다. 본 논문에서는 시선 추적 시스템을 활용하여 GUI의 종류에 따른 사용자의 시선 이동 경향성에 대해 연구하였다.

3. GUI의 종류에 따른 사용자 시선 이동 경향성 분석

마우스나 키보드로 시점 이동을 컨트롤하는 일인칭 슈팅(FPS) 게임과 가상현실에서 자유롭게 시선을 이동할 수 있는 360 VR 영상 콘텐츠는 사용자 시선 이동의 자유가 높다는 공통적 특징이 있다. FPS 게임에서는 시선 이동의 자유로 인해 발생한 사용자가 게임의 진행을 따라오지 못하는 상황을 방지하기 위해 GUI를 사용하여 시선을 유도하는데 FPS 게임과 마찬가지로 360 VR 영상에서도 GUI를 사용하여 사용자의 시선을 유도할 수 있다 [5]. [그림 1]은 360 VR 영상에서 GUI가 시선 유도 요소로 사용된 예시이다. [그림 1-(a)]에 표시된 것과 같이 화살표 GUI를 사용하거나 [그림 1-(b)]와 같이 애니메이션 효과를 사용하여 사용자가 시청하고 있는 곳에서 연출자가 의도한 방향으로 시선 이동을 유도한다.



[그림 1] 360 VR 영상에 사용된 GUI 예시
[Fig. 1] GUI Examples Used for 360 VR Videos

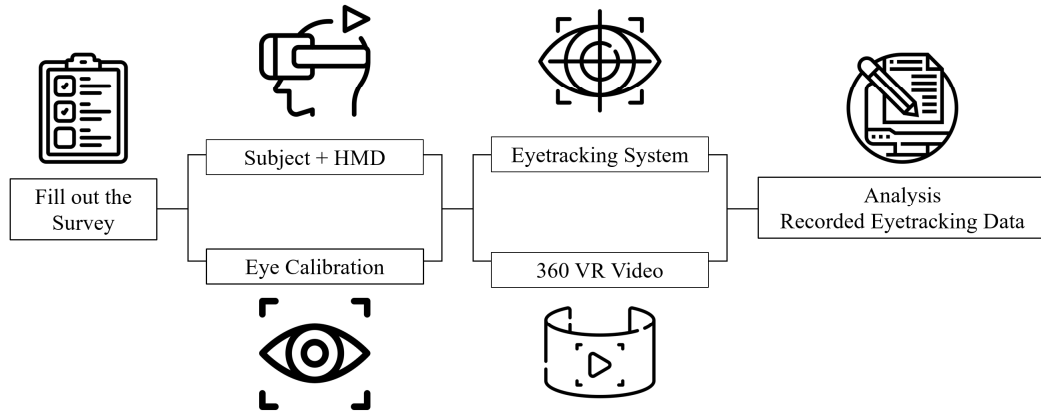
GUI의 종류에 따른 사용자 시선 이동 경향성 분석을 위해 [표 1]에서 보는 바와 같이 GUI의 종류를 노출 크기, 빈도, 시간, 개수 네 가지 항목으로 설정하였으며 GUI 종류를 A, B 유형으로 분류하였다. 사용자 시선 이동 경향성 실험 분석 항목은 시선 이동으로 설정하였는데 시선 이동은 GUI를 응시하고 실험자가 의도한 방향으로 시선을 이동한 것을 의미한다.

[표 1] GUI 종류의 분류

[Table 1] Classification of GUI Types

GUI 종류 \ 분류	A	B
크기	5	15
빈도 (회)	2	6
시간 (초)	3	10
개수 (개)	1	3

GUI에 따른 사용자 시선 이동 경향성을 분석하기 위해 [그림 2]와 같이 실험을 진행하였다. 피실험자 36명을 대상으로 실험을 진행하였으며 피실험자는 실험 전 제공된 동의서 및 설문지를 작성 후 VIVE Pro Eye HMD를 착용하고 착석한다. 실험 시작 전, VIVE Pro Eye에서 제공하는 눈 보정(Eye Calibration) 과정을 실행하였다. 눈 보정이 완료되면 실험자는 피실험자에게 실험에 대한 안내를 한 뒤 [그림 3]과 같이 제작한 360 VR 영상 콘텐츠를 시청하게 되면서 시선 추적 시스템이 실행된다. 실험에 활용된 360 VR 시선 추적 시스템은 가상현실에서 사용자의 시선 움직임을 추적함으로써 영상을 시청하는 사용자의 시선 이력 및 관심 영역을 분석할 수 있다. 피실험자의 영상 시청이 끝나면 가상현실 시선 추적 시스템에 의해 피실험자의 시선 추적 데이터가 히트맵으로 저장된다.



[그림 2] 360 VR 시선 이동 경향성 실험 과정

[Fig. 2] 360 VR Gaze Movement Tendency Experiment Process

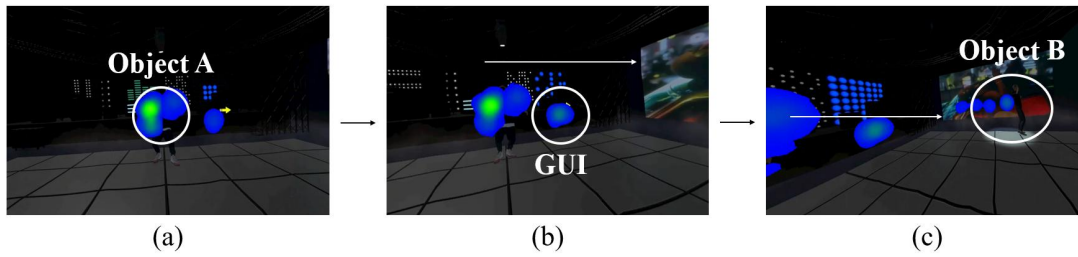


[그림 3] 360 VR 시선 이동 경향성 실험

[Fig. 3] 360 VR Gaze Movement Tendency Experiment

시선이 한 곳에 0.2초 이상 고정된 지점을 고정점(fixation)이라고 설정하였으며 실험 데이터 분석 시 GUI 및 오브젝트에 고정점이 발생했을 때 대상을 인지한 것으로 판단하였다 [14][15]. 시선 추적 데이터를 기반으로 시선 이동 결과는 전체 피실험자 중 GUI에 의해 시선 이동을 이행한 피실험자의 백분율 값으로 시선 이동 소요 시간 결과는 전체 피실험자의 시선 이동 소요 시간의 평균값으로 산출하였다.

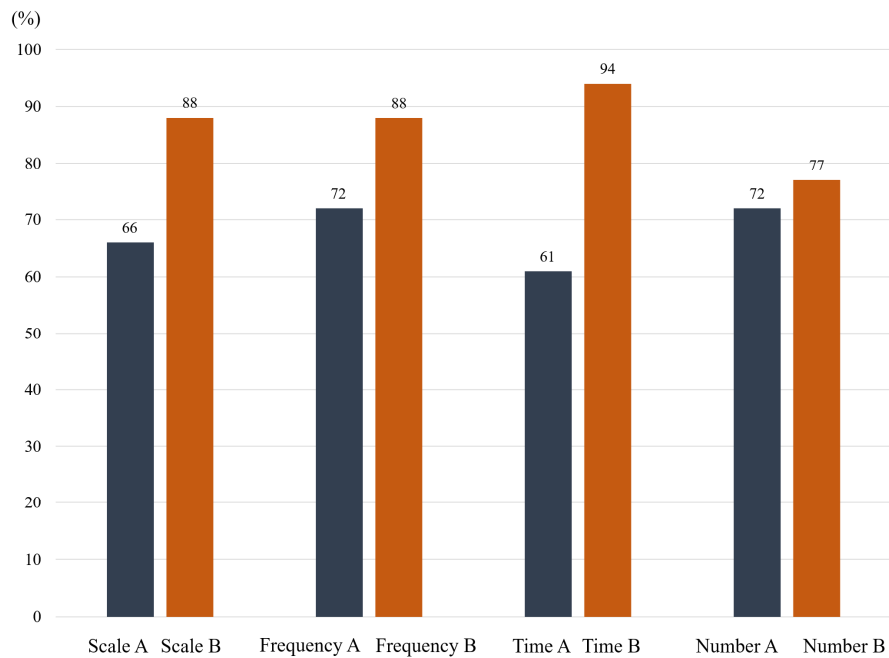
[그림 4]는 시선 이동이 유도된 히트맵 실험 결과이다. [그림 4(a)]와 같이 피실험자는 오브젝트 A를 응시하고 있다가 [그림 4(b)]의 GUI를 발견하고 GUI가 지시하는 방향으로 시선을 이동해서 [그림 4(c)]와 같이 지시한 방향에 있는 오브젝트 B에 고정점이 발생하면 시선 이동이 원활하게 유도된 것으로 분석했다.



[그림 4] GUI에 의해 시선 이동이 유도된 실험 결과

[Fig. 4] Experimental Result of Gaze Movement by GUI

[그림 5]는 시선 이동 실험 결과이며 가로축은 GUI의 종류를, 세로축은 전체 피실험자 중 GUI를 응시하고 지시하는 방향으로 시선 이동을 이행한 피실험자 수를 의미한다. 시선 이동 실험 결과는 GUI의 크기 A - 12명 (66%), 크기 B - 16명 (88%), 빈도 A - 13명 (72%), 빈도 B - 16명 (88%), 시간 A - 11명 (61%), 시간 B - 17명 (94%), 개수 A - 13명 (72%), 개수 B - 14명 (77%)으로 나타났다. GUI 종류의 A 항목보다 B 항목의 전체 결과 값이 더 높게 나타났는데 이는 GUI의 크기, 빈도, 시간, 개수의 값이 클수록 피실험자의 시선 이동이 더 활발하게 유도된 것을 의미한다. 전체 항목 중 GUI의 노출 시간이 10초일 때 실험 결과 값이 가장 높게 나타났으며 GUI의 노출 시간이 3초일 때 가장 낮게 나타났다.



[그림 5] GUI 종류에 따른 시선 이동 실험 결과

[Fig. 5] Experimental Result of Gaze Movement According to Type of GUI

4. 결론

본 논문에서는 GUI의 크기, 빈도, 시간, 개수에 따른 사용자의 시선 이동 경향성을 분석에 대한 연구를 진행하였다. 시선 이동 경향성 실험 분석 항목으로 설계한 시선 이동 분석을 통해 GUI의 종류에 따라 사용자 시선 이동 경향성이 다르게 나타났다는 것이 확인되었다. 시선 이동의 히트맵 결과를 분석하였을 때 GUI의 노출 크기, 빈도, 시간, 개수의 값이 클 때 시선 이동이 활발하게 유도된다는 결과가 나타났으며 노출 시간이 길수록 가장 많은 피실험자의 시선 이동을 유도하였다. 처음 노출된 GUI를 보지 못한 피실험자는 GUI의 노출 시간이 길면 늦게라도 GUI를 발견하고 시선을 이동했으며 GUI의 노출 시간이 짧으면 근방을 응시하고 있더라도 못 보고 놓치거나 다른 곳을 보고 있던 피실험자는 GUI를 인식하지 못해 시선 이동이 원활하게 유도되지 못했다. 본 연구에서는 시선 추적 기술만을 활용하였는데 실험 결과의 객관성을 향상시키기 위해 추후의 연구에서는 시선 추적 기술과 통계적 유의성을 분석할 수 있는 표준화된 설문조사 기법을 병행할 것이다.

References

- [1] E. S. Seo, "A study on interactivity of fusion contents based on VR-technology - Focusing on image expansion change -", vol. 79, March 2019, pp. 183-216, doi: 10.17947/FS.2019.3.79.183.
- [2] W. S. Chang, Y. K. Yi, "VR Film HELP Direction Analysis - Focusing on Long Take", The Animation Society of Korea, vol. 11, no. 5, December 2015, pp. 294-309.
- [3] C. Marañes, D. Gutierrez, A. Serrano, "Exploring the impact of 360° movie cuts in users' attention", 2020 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR), March 22-26, 2020, Atlanta, USA, pp. 73-82, doi: 10.1109/VR46266.2020.00025.
- [4] J. Mateer, "Directing for Cinematic Virtual Reality: how the traditional film director's craft applies to immersive environments and notions of presence", Journal of Media Practice, vol. 18, no. 1, May 2017, pp. 14-25, doi: 10.1080/14682753.2017.1305838.
- [5] C. J. Ahn, T. G. Lee, "Directing User's Eye Gaze Movement in an Interactive VR Animation", Journal of the Korea Contents Association, vol. 21, no. 3, March 2021, pp. 103-113, doi: 10.5392/JKCA.2021.21.03.103.
- [6] H. J. Chang, S. H. Chang, I. J. Kim, "A Study on Storytelling of VR Contents Using Eye Tracking : Focusing on INVASION!", The Korean Journal of animation, vol. 14, no. 3, September 2018, pp. 121-137, doi: 10.51467/ASKO.2018.09.14.3.121.
- [7] B. K. Moon, J. Y. Kim, "A Study on the Trends of Visual Perception and the Direction of Spatial Research through Eye-tracking", Journal of the Korea Institute of the Spatial Design, vol. 14, no. 7, December 2019, pp. 429-438, doi: 10.35216/kisd.2019.14.7.429.
- [8] S. H. Nam, G. N. Ko, "Eye Tracking based VR System for Service Prototyping", Journal of Digital Art

- Engineering & Multimedia, vol. 8, no. 1, March 2021, pp. 99-107, doi: 10.29056/jdaem.2021.03.09.
- [9] C. Tricart, *Virtual reality filmmaking: Techniques & best practices for VR filmmakers*. Taylor & Francis, 2017.
- [10] Y. N. Lee, J. W. Park, "Arrangement of narrative events and background in the contents of VR 360 video", *Journal of Digital Contents Society*, vol. 19, no. 9, September 2018, pp. 1631-1639, doi: 10.9728/dcs.2018.19.9.1631.
- [11] G. R. Jeon, "A Study on the Visual Characteristics of the Virtual Reality Based on HMD", *The Korean Journal of animation*, vol. 13, no. 1, March 2017, pp. 66-83.
- [12] H. R. Choi, S. H. Nam, "A study on gaze attracting directing technique and user's presence in 360-degree VR videos", *2021 NCISS Winter Conference*, December 29-30, 2021, Jeju, Korea, pp. 21-24.
- [13] S. H. Chang, "A Study of Directing Users' Eye Gaze Movement in Virtual Reality -Based on Eye Tracking Techniques-", *Doctoral thesis, Department of Digital Culture & Contents, Hanyang University, Republic of Korea*, 2019, [Online]. Available: <https://repository.hanyang.ac.kr/handle/20.500.11754/109804>.
- [14] H. J. Lee, Y. J. Kim, "Analyses of users' responses and eye-movement patterns according to internet advertising purposes and forms", *Journal of Korean Society of Design Science*, vol. 23, no. 4 August 2010, pp. 195-206.
- [15] M. Y. Choi, "A Study on the Method of Eye Tracking Analysis Based on the Properties in Visual Perception of User -With Emphasis on the Development of Analysis-Framework for Product Design-", *Journal of Korean Society of design science* vol. 16 no. 4, November 2003, pp. 197-206.