

콘텐츠 구성점 표출에 따른 사용자 시선 분석 연구 : VR 360° 영상을 중심으로

장 선 희^{1*} · 박 민 수²^{1*}상명대학교 감성공학과 부교수²상명대학교 휴먼지능정보공학과 학생

Analysis of User's Gaze according to the Expression of Contents Components : Focusing on VR 360° Videos

Sun-Hee Chang^{1*} · Min-Soo Park²^{1*}Associate Professor, Department of Emotion Engineering, Sangmyung University, Seoul 03016, Korea²Student, Department of Human-Intelligence Information Engineering, Sangmyung University, Seoul 03016, Korea

[요 약]

기존 영상 미디어는 제작자들의 의도에 맞춘 관람방식으로 사용자들을 유도할 수 있었다. 하지만 실감 미디어의 경우 무한대의 자유도로 인해 의도와 목적에 맞는 콘텐츠의 경험이 힘들 수 있다. 본 연구는 다양한 인터랙션 기반의 자유도에서 콘텐츠 구성점들이 전달되는 과정과 이를 인지하고 스토리를 재구성하는 방법을 실험과 인터뷰를 통해 살펴보았다. 이 과정의 특정 시점 시선의 방향과 머문 시간에서 사용자의 경향성을 살펴보고, 구성점 중심에서 정보 습득과 스토리의 인지적 재조합, 이해관계를 파악하였다. 분석 결과, 실감강의형 VR 안전교육 콘텐츠의 구성점에서는 등장인물의 시선 및 동작, 오브젝트와 텍스트, 나레이션과 같은 시청각적 요소에 반응하여 이를 재조합하고, 내용을 인지하고 있음을 알 수 있었다. 나아가 콘텐츠를 효율적으로 설계하기 위한 세부적인 전략은 지식전달과 관찰/체험의 측면에서 제시될 수 있으며, 구성점에서 시야의 정면과 시야각, 강의자와 나레이션의 복합적인 활용, 기호 등을 고려한다면 상호작용의 효과를 높일 수 있을 것이다.

[Abstract]

The infinite degrees of freedom provided in tangible media may hinder users from experiencing the intended design and aim. In this paper, we examined how narrative points are received and recognized in degrees of freedom based on various interactions, re-constructing the narrative. To explore user perception of narrative points, we conducted eye tracking experiments and interviews with three VR safety education contents. We identified how users acquire information through narrative points and re-construct narratives, suggesting that gaze transition is relevant to understanding content delivery and knowledge acquisition. At the results, user gaze responds to various elements such as the gaze and motion of characters(lecturers), objects, text, understanding the narrative. In this case, designing the front field of view and gaze angle, combined usage of lecturers and narrative and signs may increase the interactive effect in narrative points.

색인어 : 가상현실 실감강의형 콘텐츠, 안전교육, 상호작용, 콘텐츠 구성점, 시선 분석**Keyword** : Virtual Reality Contents, Safety Education, Interaction, Contents Components, Gaze Analyzing<http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2022.23.2.237>

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 31 December 2021; Revised 07 February 2022

Accepted 07 February 2022

***Corresponding Author; Sun-Hee Chang**

Tel: +82-2-5577-2642

E-mail: shc5098@smu.ac.kr

I. 서론

실감 미디어 콘텐츠는 인터랙션 자유도가 큰 360° 환경에서 체험을 제공한다. 사용자의 인터랙션 자유도가 큰 만큼 제작자의 의도를 사용자가 충실하게 경험하도록 하기 위한 콘텐츠의 연출방법에 대한 논의가 필요하다.

인간의 시야각은 신체 구조에 따라 전방 220° 내외를 확인할 수 있다. 360° 환경에서 모든 공간을 한 번에 확인할 수 없으므로 사용자 개인에 따라 콘텐츠 체험의 차이가 발생할 수 있다. 그러므로 한정된 시야를 가진 사용자의 시선을 실험을 통해 관찰하고 그 이력을 분석함으로써 시계열상의 콘텐츠 구성점에서 공통적으로 나타난 시선 추이와 이에 대한 정보 표시 방법의 공통성과 경향성을 살펴보고자 하였다.

이를 위하여 가상현실(VR: Virtual Reality) 콘텐츠 중에서도 안전교육을 목적으로 하는 기능성 콘텐츠의 구성점에서 표출된 시선의 양상을 시선추적을 활용하여 관찰하고, 인터뷰를 시행하여 시선의 지각적 반응과 스토리 인지 및 조합의 상관관계를 교차분석하는 과정으로 진행하고자 하였다.

안전교육은 정부와 각 산업 현장에서 사고를 예방하고 안전 의식과 행동이 생활화[1]될 수 있도록 하고 있다. 그러나 기존 방식의 안전교육은 지식전달에만 그쳐 효과적인 교육이 이루어지지 않는다는 한계점과 학습자의 만족도가 낮고 적극적인 참여가 이루어지지 않는다[2]. 이러한 현실을 감안할 때 VR 미디어의 콘텐츠는 기존 교육의 한계점을 보완하고 개선할 수 있는 실감 체험적 특성이 있으므로 안전교육 콘텐츠를 잘 구성하여 활용한다면 학습의 효과 및 효율성을 높일 수 있는 대안이 될 수 있다.

최근 국내에서 이러한 사안의 문제점을 인식하여 VR을 안전교육에 도입하는 움직임을 보인다. 2018년에 안전보건공단은 안전사고 환경에 대한 이해와 예방방법 숙지, 그리고 안전 의식 확장이 실감있는 교육을 통해 이루어질 수 있도록 웹 기반 VR 전용관을 제공하고 있다[3]. 기업에서도 VR을 활용한 안전교육의 사례가 등장하고 있는데, 안전사고에 대한 개인별 대응 능력 향상을 위한 맞춤형 교육과[4], 작업 현장의 사고 유형에 따른 대응 절차를 숙지[5]할 수 있도록 VR 안전교육을 개발한 것이 그 사례이다.

하지만 이러한 장점에도 불구하고 VR 콘텐츠를 체험할 때 사용자들은 기존 방식에 익숙하여 그 방식대로 콘텐츠를 이용하려는 경향이 강하다. 그래서 전달하려는 스토리가 제작자의 의도와 다르게 전달될 수 있다. 그리고 기존 교육의 한계를 극복하기 위해 현실과 거의 같은 상황을 만들어 이해도와 숙련도를 높이려고 하는 VR 교육의 목적성을 달성하기 힘들 수도 있다.

본 연구는 자유도를 주는 실감 미디어에서 목적에 따른 제작 의도와 스토리가 잘 전달되기 위한 전략의 일환으로 수행되었다. 콘텐츠 유형 중 기존 디지털 콘텐츠의 형식을 가장 많이 활용하면서 사용자의 시선 자유도가 높은 실감강의 형태의 콘텐츠를 가지고, 시선 추적 실험과 인터뷰를 통하여 시선의 반응과 이에 관련한 사용자의 스토리 인지에 대한 상관관계를 알아볼 것이다. 시선이 움직인 방향과 머문 시간을 근거로 시선을 유도하는 다양한 요소를 조합하면 구성점에서 보인 반응과 사용자가 인지한 스토리 간의 관계를 모색할 수 있다고 예상할 수 있다.

현전감의 환경적 생생함 정도와 상호작용성 정도에 따라 VR 안전교육 콘텐츠는 실감강의형, 시뮬레이션형, 게임형의 유형으로 나눌 수 있다[6]. ‘실감강의형’ 콘텐츠는 학습자가 360° 동영상 시청함으로써 사고 상황을 실감있게 경험하고 안전과 관련된 정보 습득에 중점을 둔 콘텐츠의 유형이라고 할 수 있다. 보는 방식도 PC와 스마트폰, HMD(Head-Mounted Display) 등 다양한 기기에서 활용할 수 있다.

실감강의형 콘텐츠는 다른 유형에 비해 상호작용의 수준은 낮은 편이나 생생한 환경과 사건을 체험하고 강의자의 설명을 통해 지식을 전달받는 것이 특징이다. 또한, 인터랙션이 수반되는 게임형의 콘텐츠와 비교할 때, 사용자 시선 관찰이 시선 추적장치를 통해 비교적 용이하게 추출될 수 있고 사용자 시선의 환경 주시 특성과 지각 반응의 추출도 가능하다. 이를 통해 구성점의 전달이 효율적으로 진행되고 있는가에 대한 지식의 습득 및 콘텐츠의 이해 정도를 사용자의 인터뷰와 비교하여 도출할 수 있을 것이다.

실감강의형 콘텐츠는 다른 유형에 비해 상호작용의 수준은 낮은 편이나 생생한 환경과 사건을 체험하고 강의자의 설명을 통해 지식을 전달받는 것이 특징이다. 또한, 인터랙션이 수반되는 게임형의 콘텐츠와 비교할 때, 사용자 시선 관찰이 시선 추적장치를 통해 비교적 용이하게 추출될 수 있고 사용자 시선의 환경 주시 특성과 지각 반응의 추출도 가능하다. 이를 통해 구성점의 전달이 효율적으로 진행되고 있는가에 대한 지식의 습득 및 콘텐츠의 이해 정도를 사용자의 인터뷰와 비교하여 도출할 수 있을 것이다.

II. 이론적 배경

2-1 VR 360° 영상의 시선 상호작용

VR 360° 영상에서 상호작용의 연출은 3D 환경에서 사용자의 한정된 시야 설정에 의한 시선의 흐름을 설계하는 것이다. 이 과정에서 시선의 집중과 분산이 적절히 이루어질 수 있도록 배치하는 전략이 필요하다[7]. 즉, 360° 공간을 어떻게 잘 활용하는가에 대한 접근이기도 하다. VR 360° 영상은 실제와 같은 공간감의 환경에서 내러티브가 존재한다. 이러한 점에서 사용자의 자유로운 시선 활동으로 인한 참여 방해 방지하기 위해 사용자의 시선을 사건이 벌어지는 지점이나 변화되는 주요한 곳으로 유도하는 체계적인 전략이 필요하다. 사용자의 자유로운 시선 활동을 강제할 수 없으므로, 연출된 공간과 특정 부분으로 시선을 이동/고정시키는 시각 기반 상호작용 디자인은 VR 특성을 기반으로 내용의 구성 방식과 구현 기술, 상호작용을 고려하여야 할 것이다.

관련된 연구로 VR 360° 영상에서 시선의 자유와 선택이 잘 이루어질 수 있도록 시선 유도를 연구한 사례가 있다. 장효진 외 2명(2018)은 VR 애니메이션 <INVASION!>에서 시선 추적 기법을 활용하여 분석한 결과, 사용자의 시선을 유도하는 요소는 등장하는 캐릭터의 행동과 시선, 특정 오브젝트, 공간 음향과 같은 청각 이펙트가 있다고 하였다[8]. 이유나와

박진완(2018)은 VR 영화, 애니메이션, 광고 등 총 4편을 사례분석 하여 사용자와 상호작용이 발생하는 캐릭터나 사건을 정면에 배치하는 것이 효과적인 시선 유도라 하였으며, 이외의 배경은 정면에 시선이 집중될 수 있도록 시선을 끄는 요소를 제한적으로 배치해야 한다고 하였다[9]. 두신과 반영환(2019)은 주요 장면 안에서 발생하는 직관적 음향과 나레이션, 캐릭터의 행동, 특정 대상이 등장할 때 발생하는 시각 효과가 시선을 집중시키는 요소로 작용한다고 하였다[10]. 그리고 안찬제와 이태구(2021)는 VR을 관람하거나 체험할 때 발생할 수 있는 불편감을 최소화하기 위한 장치로 자연스러운 시선 유도가 만들어져야 한다고 하였는데, 캐릭터의 이동 속도와 상호작용을 유발하는 요소의 제한, 주요 지점에 인터랙션의 이벤트를 추가하면 이루어질 수 있다고 하였다[11].

위의 연구들은 VR 360° 영상에서 활용된 다양한 시청각 요소를 분석하여 기본적인 상호작용의 효율적인 방법을 공간 배치와 효과로 제시하고 있다. 선행 연구를 통해 VR 360° 영상에서 사용자의 시선을 유도하는 요소는 <표 1>과 같이 정리될 수 있다. 실감강의형에서 어떤 요소가 시선 작용의 효과를 높이고 추가될 수 있는지 살펴볼 수 있을 것이다.

표 1. VR 360° 영상의 시선 유도 요소

Table 1. Elements of Eye Gaze Leading on VR 360° Video

Authors (Years)	Elements of Eye Gaze Leading	
	Visual Elements	Auditory Elements
Chang et al. (2018)	Character's/Object's Movement Character's Eye Visual Effect and Lights	Spatial Sound Auditory Effect
Lee & Park (2018)	Character's Movement Preference on Characters Narrative Information placed in front	-
Du & Pan (2019)	Character's Movement Visual Effect	Narration Directional Sound
Ahn & Lee (2021)	Pop-up for Interaction Objects	-

2-2 실감강의형 안전교육 콘텐츠

안전교육은 인간이 안전한 생활을 영위하기 위해 위협으로부터 대처하고 예방할 수 있는 능력을 기르고 안전 의식을 높이고자 하는 목적을 가진다[1]. 이를 위해 대규모 강의를 진행하여 안전과 관련된 지식을 전달하거나 현장 체험을 조성하여 대처 방법을 습득한다. 또한, 학습자의 관심을 유도하고 접근성을 높이고자 교육 동영상, 애니메이션, 웹툰 등 다양한 유형의 콘텐츠로 제작하여 제공되기도 한다. VR로 제작된 안전교육도 학습자가 시공간적 제약 없이 체험할 수 있으며, 안전교육 환경을 생생하게 받아들이면서 지식을 습득하고 체험할 수 있도록 한다.

VR 안전교육 콘텐츠는 환경의 생생함 정도와 상호작용 수준에 따라 실감강의형, 시뮬레이션형, 게임형으로 나눌 수 있다[6]. 실감강의형에서는 상호작용이 단순하지만, 고해상도의 높은 화질과 생생한 현장감을 실사와 3D 그래픽 환경에서 제공한다. 실제 강의장을 이용하거나 유사한 환경을 구현하여 안전과 관련된 지식을 습득하고 사고 상황에서 대처할 방법을 익히거나 체험하도록 한다. 기존의 디지털 콘텐츠와 유사한 상호작용을 이루지만, 실감강의형에서는 현장감의 체감이 가장 우선시된다고 할 수 있다.

이와 달리 시뮬레이션형과 게임형은 3D 그래픽 구현 환경에서 조작 도구로 학습자가 활발한 상호작용을 할 수 있도록 한다. 상호작용의 측면에서 실감강의형은 시뮬레이션형과 게임형에 비해 학습 효과가 낮은 것처럼 보일 수 있으나, VR 360° 영상 교육은 일반 동영상 교육보다 몰입감이 높을 뿐만 아니라 학습 동기 부여와 지식 습득, 인지에 효과가 있다[12-13]. 즉, 높은 수준의 상호작용도 안전교육 구현의 요소로 필요하나, 가장 중요한 것은 실감강의형 유형에 맞는 연출일 것이다.

III. 실험 설계 및 분석 결과

3-1 실험 설계 및 방법

시각은 인간의 전체 감각에서 정보 습득의 70% 이상을 차지하는 기관이며[14], 환경 인지와 정보 습득은 시각을 통해서 이루어진다.

시선 추적 기법은 안구의 움직임을 파악하여 관심 대상이 무엇인지, 그것을 얼마나 오랫동안 보았는지, 그리고 어떻게 그 대상을 보고 있는지 정량적인 데이터로 파악할 수 있는 실험 기법이다. 이러한 기법은 시선 추적 데이터를 통해 공간의 분석뿐만 아니라 웹상에서 사용자 인터페이스나 정보 배치의 활용성을 살펴보는 수단으로 활용된다.

시선 데이터는 시선의 이동(Saccade)과 고정(Fixation), 두 데이터를 연속적으로 연결한 주사경로(Scanpath)에서 살펴볼 수 있다[15]. 주사경로를 통해 시선의 전체적인 활동 이력을 확인할 수 있으나, 실제 관심 대상인지 파악하기는 힘들므로 사용자의 시선이 약 0.3초 이상 고정되었다면 시각적으로 이해한 것으로 해석할 수 있다[15].

VR 상에서 시선 이력을 표시하는 방법은 ERP(Equi Rectangular Projection) 포맷이다. 이 포맷은 <그림 1>의 (상)과 같이 VR 360° 영상을 한 면으로 펼쳐 시선 데이터를 좌푯값에 맵핑하여 시각화한다[16]. 시선 이력 시각화 방법은 두 가지를 활용할 수 있다. 시선 밀도가 높을수록 붉은색으로 표시하는 히트맵(Heat-Map)<그림 1>(하/좌)과 시선 이동 경로를 푸른색 실선으로 표시하는 트라젝터리(Trajectory)<그림 1>(하/우)를 적용한다. <그림 1>(하/좌)은 주요 대상을 0.3초 이상 주시할 경우 대상을 이해한 것으로 보며, <그림

1>(하/우)는 시각적 반응이 일어난 시선의 이력이다[17].

본 연구에서는 실감강의형 VR 안전교육 콘텐츠에서 시선의 자극 및 반응을 이끌 수 있는 요소를 시선 추적 실험에서 찾고, 그 요소들이 콘텐츠 구성점에서 어떻게 작용하고 있는지 분석한다. 먼저, 시선 추적 실험에 참여한 피실험자들의 시선 움직임을 방향과 머문 시간 중심으로 살펴본 후 시선 이력의 반응에서 나온 요소 간 검증 등을 통해 시선을 유도하는 다양한 요소를 도출한다. 구성점에서 보인 피실험자들 시선의 추이를 종합하여 살펴보고, 동일한 피실험자들에게 콘텐츠에 대한 인터뷰를 실시한 후 인지한 내용과 교차 분석하도록 할 것이다. 이는 시선 추적 결과에서 나온 시선의 주시와 활동이 스토리를 이해하는 방식과 연관될 수 있는지를 살펴보는 과정으로 정량적 데이터와 인터뷰를 조합하면 가능할 것으로 예측할 수 있다.

실험에 참가한 집단은 VR 체험 중 불편함을 잘 느끼지 않는 20대의 남자 5명과 여자 5명 총 10명의 유경험자다. 실험 도구는 시선 추적 장치가 탑재된 FOVE HMD, 사양은 WQHD OLED(2560 × 1140)의 해상도와 화면 주시율은 70fps, 시선 추적을 위한 센서 Infrared Eye Tracking System x2 120fps이다. 머리 위치를 추적할 수 있는 센서인 Orientation Tracking IMU가 내장되어 있고, 시선의 위치 및 헤드 트래킹의 좌푯값을 취득할 수 있다.

실험에 앞서 정확한 데이터 값을 얻기 위해 실험 광경에 대한 노출과 사전 설명을 주의하였고, 동공과 추적 센서를 맵핑하는 교정(Calibration) 작업을 진행하였다. 그리고 실험은 의자에 앉은 상태에서 진행하였다.

<표 2>는 앞서 살펴본 선행 연구의 시선 활동 범주와 요소를 참고하여 도출한 것이다. 시선 추적에서는 시선의 이동과 고정 위주로 유도 요소 및 유도된 방법을 분석하고, 실험이 끝난 후 진행한 인터뷰에서는 ‘교육 내용을 순서대로 설명’, ‘체험 중 흥미로운 부분’, ‘기억에 남은 부분’, ‘눈길이 많이 갔던 장면(부분)이나 요소’ 등으로 문항을 구성하여 내용을 편안하게 작성하거나 구두로 설명하는 방식 중 택할 수 있도록 진행하였다.

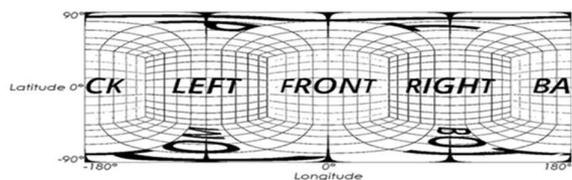


그림 1. ERP 포맷(상), 히트맵(하/좌), 트래젝터리(하/우)
 Fig. 1. ERP Format(top), Heat-Map(bottom/left), Trajectory(bottom/right)

표 2. 분석 틀

Table 2. Frame for Analyzing

Sort		Image	Contents
Const- ruction	Opening	Subject's History of Gaze Image	Sections and Points Explaining Contents
	Observation/ Experience		
	Knowledge Transfer		
Information Delivery Method	Delivering by Characters(Gestures, Eye)		
	Delivering by Graphics(Text, Sign, Image, Video, Visual Effect), Objects		
	Delivering by Audio(Character's Voice, Narration, Auditory Effect)		
Space Arrangement	Main Zone where the eye gazing (°)		

3-2 분석대상

사례분석으로 선정한 3편의 콘텐츠는 안전교육을 목적으로 제작되었고, 지게차 운전과 지진 대피 요령, 소화기 사용법의 내용을 다루고 있다<표 3>. VR 360° 실감강의형은 일반적으로 ‘도입, 지식전달, 체험 및 관찰’의 구성으로 전개되지만, 강의자의 유·무와 개입 정도에 따라 방식의 차이가 있다.

안전보건공단에서 제공하는 “지게차 운전”[18]은 산업 현장에서 빈번히 발생하는 지게차 사고 예방 및 안전수칙 세 가지에 대한 교육이다. 강의자가 등장하여 “안전벨트 착용, 유자격자 전담 운전, 시야 확보”에 대한 내용을 설명할 때 시각 자료를 적극적으로 활용한다. 교육은 강의자에 의해 진행되지만, 사고를 체험하는 부분에서는 학습자가 지게차 사고 상황을 발견하거나 사고운전자가 된다.

보라매안전체험관의 “지진 대피 요령”[19]은 지진체험의 전시관 소개로 시작한다. 지진의 강도와 세기, 세기에 따른 차이, 지진 발생 시 대피 요령을 교육시키기 위해 지진 상황은 각종 가전제품과 소품으로 만든 가상의 일반 주방에서 발생시킨다. 콘텐츠가 시작되면 가상의 체험관이 가동되고, 지진 상황이 약 20초 동안 발생한다. 소방관이 체험장에 등장하면 교육이 시작되지만, 교육은 나레이터로 전환된 소방관 음성에 의해 진행된다.

국가연구안전관리본부의 “소화기 사용법”[20]은 실험실에서 화재가 발생했을 때 화재 알람 요령과 소화기 사용 절차, 소화기 종류를 소개한다. 실제 실험실을 배경으로 제작되었고, 화재 상황은 그래픽으로 부분 제작되었다. 이 콘텐츠는 위의 콘텐츠들과 달리 강의자가 존재하지 않는다. 나레이터에 의해 진행되고 있으며, 1인칭 시점에서 소화기 사용법과 사용 절차를 숙지할 수 있도록 환경이 제공된다.

표 3. VR 안전교육 3편 정보

Table 3. Information about 3 VR Safety Education

Title	Dur-ation	Features	Contents	Source
Driving Forklift	4:17	Instructor appears and uses gestures	Guidance on the safety rules for forklift	KSHA[18]
Evacuation Tips When Earthquake	2:06	Firefighter appears and uses as narration	Information related Earthquake and evacuation tips	Boramae Safety Experience Center[19]
How to Use a Fire Extinguisher	3:33	Narration Experience procedure	Tips on how to use fire extinguisher and kind of these	NRSH[20]

3-3 분석결과

1) 안전보건공단 <지게차 운전>

(1) 콘텐츠 구성점

(도입, 지식전달(A)(B)) : 강의자가 등장하여 학습자들 앞에서 강의를 진행하는 것과 같은 교육을 시작한다. 교육을 진행하는 중 강의자의 좌·우측으로 동영상과 텍스트, 3D 형태의 지게차 등 관련된 학습자료가 나타난다.

(관찰/체험(A)(B)) : (A) 강의자가 우측으로 이동하면서 사라지면, 지게차 사고 상황이 발생한다. (B) 강의자의 지시에 따라 눈을 감았다가 뜨면 지게차 운전자가 되는 1인칭 체험 시점에 놓인다.

(2) 시선추적 및 인터뷰 결과

(도입, 지식전달(A)(B)) : 이 구간에서 피실험자의 시선은 강의자의 얼굴을 약 6.35초 동안 주시하고 있었다. 시선은 정면의 시야각을 크게 벗어나지 않은 범위에서 강의자의 얼굴을 보고 있는 것으로 나타났고, 교육이 잘 진행되고 있다는 것을 아래의 인터뷰에서 확인할 수 있다.

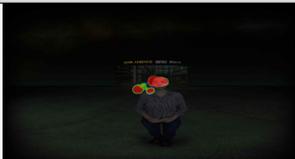
“지게차 사고를 예방하기 위한 수칙 세 가지를 설명하는 것이 목적임을 알게 되었다.”

“강의자를 통해 내용을 쉽게 전달받고, 강의자와 아이컨택 (Eye-Contact)이 가능해서 이 부분에 집중할 수 있었다.”

이 구간에서는 강의자를 중심으로 좌·우측에 다양한 교육자료가 나타난다. 피실험자들은 교육 자료가 나타나기 전까지 강의자를 주시하고 있었으나, 강의자가 좌·우측으로 시선(제스처)을 돌리면 같은 방향으로 시선을 이동시켜 보는 것으로 나타났다. 이동한 시선에서는 동영상상을 약 6.46초 동안, 지게차는 약 11.31초 동안 시선을 고정시켜 바라보고 있었다. 이에 대해 피실험자들은 인터뷰에서 “강의자의 손짓과 시선을 통해 보아야 할 정보를 쉽게 찾을 수 있었다.”, “지게차 사고를 예방하기 위한 수칙 세 가지인 안전벨트 착용, 유자격자 운전, 시야확보 등에 대한 구체적인 내용을 습득할 수 있었다.”라고 언급되었다.

표 4. “지게차 운전” 분석 결과

Table 4. Results of “Driving Forklift”

Sort	Image	Contents
Construction	Opening	 The instructor appears and introduces the educational purpose
	Observation / Experience (A)	 A forklift rollover accident occurred
	Knowledge Transfer (A)	 Inform to wearing seat belts
	Knowledge Transfer (B)	 Inform to qualified driver
	Observation / Experience (B)	 Experience driving a forklift from a first person view to realize importance of securing visibility.
Information Delivery Method	 Instructor's eye and gestures	
	 Videos and text to explain wearing seat belts	
	 Text and 3D modeling to explain qualified driver	
Space Arrangement	Instructor's verbal and narration	
	Opening : Instructor placed on 0° Observation/Experience(A) : The forklift moved and overturned within 0°~50° on the X-axis. Knowledge transfer (A) : Video and instructor placed within the X-axis -45°~20° Knowledge transfer (B) : 3D forklifts are placed on both sides of the X-axis -80° to 80°, and instructors are placed on the front 0° Observation experience (B) : Front when riding a forklift.	

위의 내용을 통해 등장인물과 시선 맞춤과 시선 유도를 위한 강의자의 시선 이동과 동작 활용은 적극적인 상호작용을 만들어 지식전달과 습득이 용이하도록 하고 있음을 확인할 수 있다.

(관찰/체험(A)(B)) : (A) 지게차는 정면을 향해 돌진하던 중 우측으로 전복된다. 피실험자들의 시선은 지게차가 움직이는 방향을 쫓아 이동하였고, 전복된 후에도 사고 상황에 약 4.38초 동안 머물러 있었다. (B) 특정 오브젝트나 교육 자료가 나타날 때까지 피실험자들은 주로 정면을 평균적으로 16.96초 동안 주시하고 있었다. 관찰/체험에 대한 피실험자들의 반응은 다음과 같았다.

“지게차가 돌진할 때, 두렵고 무서웠다.”
 “지게차가 쓰러졌을 때, 사고에 대한 경각심이 들었다.”
 “1인칭 시점에서 시야 확보가 되지 않았을 때 위험하다고 느꼈었다.”

위의 사고 체험 상황에서 피실험자들 시선의 이동은 크게 일어나지 않았지만, 사고 상황을 집중해서 보고 있는 것으로 나타났다, 인터뷰의 내용에서 정서적 반응을 확인할 수 있었다.

2) 보라매안전체험관 <지진 대피 요령>

(1) 콘텐츠 구성점

(관찰/체험) : 피실험자는 지진 체험관에 위치한다. 집안의 물병과 책상, 의자, 조명 등 물체가 심하게 흔들리면 지진 발생으로 인한 위험한 상황에 놓인다.

(도입) : 지진체험이 종료되면 실제 소방관이 강의자로 등장하여 교육을 시작한다.

(지식전달) : 이 구간에서 소방관은 나레이터로 전환된다. 화면의 정면에 교육 관련 자료가 보이고, 자료를 활용하여 내용을 설명한다. 이 과정에서 다시 체험관에 지진 발생이 재현된다.

(2) 시선추적 및 인터뷰 결과

(관찰/체험) : 피실험자들은 떨어지는 물병과 책상, 조명 등 흔들리는 물체에 시선을 고정하거나 다른 물체를 보고 이동하는 등 각기 다른 시각의 반응과 활동을 보였으나 콘텐츠의 관람이 끝난 후 진행된 인터뷰에서 “지진을 체험하는 진동감은 없었지만, 공간이 역동적으로 흔들려서 지진을 체험하는 느낌이 들었다.”, “공간이 흔들릴 때, 떨어지는 물체와 주전자, 책상에 눈이 갔었다.”, “지진이 일어나는구나”와 같은 의견이 다수를 이루고 있었다.

체험의 환경에서 시지각의 활동은 다양한 양상을 보일 수 있으나 위험 상황에 대한 인지는 잘 이루어지고 있다는 것을 확인할 수 있다.

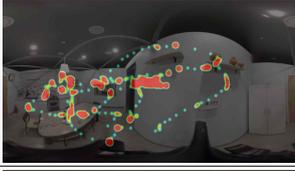
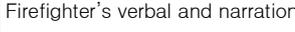
(도입) : 소방관이 등장하면 좌측상단에 머물러 있던 시선이 소방관을 향해 이동하거나, 주변 물체와 소방관을 번갈아 보는 활동이 나타났다. 피실험자의 10명 중 7명은 살펴보는 것을 멈춘 후 소방관의 얼굴을 평균 1.13초 동안 보거나 소방관과 주변을 번갈아 보는 등의 형태를 보였는데, 소방관에 대

한 낮은 주의 집중도는 피실험자들 인터뷰의 내용에서 이유를 유추해 볼 수 있다.

“전달력이 부족한 것 같아서 집중이 잘 되지 않았다.”
 “발음이 부정확했고 주변 환경에 더 눈길이 갔었다.”
 “소방관이 경직된 상태인 것 같았고 어색해 보였다.”

교육을 주도하는 인물의 태도나 자세에서 전달력이 부족할 경우, 관람자들의 시선은 특정 구간의 범위를 이탈하여 지식 습득 및 학습이 원활히 이루어지지 않는 문제를 일으킬 수 있다.

표 5. “지진 대피 요령” 분석 결과
 Table 5. Results of “Evacuation Tips for Earthquake”

Sort	Image	Contents
Construction / Experience	Opening 	Operate the earthquake to experience the earthquake situation indirectly
	Observation / Experience 	Introduce the earthquake experience center and deliver the educational purpose verbally
	Knowledge Transfer 	Explain the magnitude and intensity of the earthquake and how to evacuate
Information Delivery Method		Firefighter's gaze
		Text to explain the intensity of the earthquake
		The animation effect that expresses the magnitude of the earthquake
Space Arrangement		Firefighter's verbal and narration
Space Arrangement	<p>Observation/Experience : Using the entire 360° space</p> <p>Opening : Placed firefighters at 0° in the front</p> <p>Knowledge transfer : Place text data at 0° in front, place a kettle or desk between X-axis -45° and 45°</p>	

(지식전달) : 체험관이 작동되고, 교육 내용의 전달과 지진 체험이 동시에 이루어진다. 교육이 진행되는 동안 피실험자들

은 떨어지는 물체로 시선이 향하거나 보는 듯했으나, 주로 정면에 배치된 텍스트와 애니메이션을 지닌 상황에서 주시하고 있었다. 이 상황에서 실제 피실험자들은 대부분의 학습 내용을 잘 기억하고 있었고, 학습 내용의 습득과 피실험자가 보는 지점의 시선이 일치되는 결과가 나왔는데 인터뷰에서 이 유를 찾아볼 수 있었다.

“공간이 흔들려서 텍스트에 집중이 잘 안 되었는데, 소방관 나레이션이 학습의 도움을 주었다.”

“공간이 흔들려서 정신은 없었지만, 나레이션이 정면에 배치된 자료를 보게 해주었다.”

강의자가 등장하지 않은 콘텐츠에서 나레이션은 시선을 유도하거나 이끄는 작용을 할 수 있다. 나레이션을 복합적으로 교육 자료와 활용하면 콘텐츠의 주요 부분에서 시선의 집중도를 강화시킬 수 있을 뿐만 아니라 학습의 효과를 높일 수 있다.

3) 국가연구안전관리본부 <소화기 사용법>

(1) 콘텐츠 구성점

(도입) : 시작과 동시에 팝업창이 등장하면 텍스트와 나레이션이 교육을 시작한다.

(관찰/체험(A)) : 연구원 캐릭터가 등장한다. 연구원의 행동에서 화재 상황을 인식할 수 있다.

(지식전달) : 화재 진압 과정을 1인칭 시점에서 체험한다. 화살표를 따라 화재경보기를 찾고, 팝업창의 텍스트와 이미지, 나레이션에서 소화기 사용과정과 소화기 종류를 배울 수 있다.

(2) 시선추적 및 인터뷰 결과

(도입, 지식전달) : 화면 정면에 팝업창이 보이고 시선이 팝업창으로 집중된다. 화면의 중앙, 구성점에서 약 9.23초 동안 시선이 머물렀다. 지식전달 구간에서 소화기 사용 방법과 종류를 설명하는 팝업창이 정면에 나타났을 때, 피실험자들의 시선은 자료가 제시되는 동안 시선이 그 구간에 머물러 있었다.

이에 대해 피실험자들은 나레이션과 텍스트의 팝업창에서 학습에 대한 높은 이해와 내용 습득이 효과적으로 이루어졌다고 인터뷰에서 언급하였다.

“연구실에서 화재가 발생하면 응급 상황임을 알리고 소화기를 찾아 화재 현장으로 이동한 다음, 빗자루로 쓸 듯이 화재를 진압해야 하는 것, 그리고 소화기 종류에 대해 습득하게 되었다.”

“나레이션을 통해 학습이 진행되는 것이 도움이 되었다.”

“시각적인 자료가 더 도움된 것 같았다.”

“팝업창을 통해 정보 습득이 수월했고 집중이 되었다. 컨트롤러의 조작이 없어도 영상을 열심히 쳐다보게 되었다.”

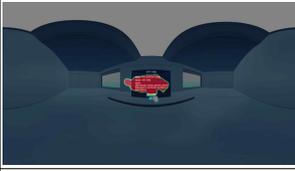
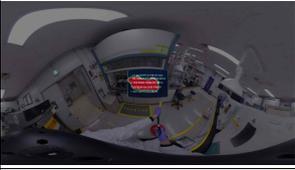
(관찰/체험(A)) : 10명 중 8명은 연구원을 주시하던 중 연구원의 시선 움직임에 따라 함께 화재 상황을 발견하였다. 즉, 등장인물의 행동과 시선에 의해 시선 이동과 움직임이 발생했음을 알 수 있었다. 이외의 피실험자들은 독자적으로 공간을 살피다가 화재를 발견하거나 피어오르는 연기를 통해 화

재 상황임을 인식하기도 하였다. 이에 대해 피실험자들은 다음과 같이 언급하였다.

“연기가 나는 것에서, 연구원이 바깥으로 붙어야 외치며 뛰쳐나가는 것에서 화재가 발생한 것을 알게 되었다.”

표 6. “소화기 사용법” 분석 결과

Table 6. Result of “How to Use Fire Extinguisher”

Sort	Image	Contents
	Opening	 In a virtual space, the purpose of education is conveyed in narration
Construction	Observation / Experience (A)	 The researcher turned his head to the right to find a fire and ran out
	Observation / Experience (B)	 Observe the fire notification process from a first-person view
	Knowledge Transfer	 Explain the procedure and type of fire extinguisher
Information Delivery Method		 The researcher's view toward fire on the right
		 Text, image, pop-up window explaining the type of fire extinguisher
		 Sign to guide the front (arrow)
Space Arrangement	Narration	
		<p>Opening : A pop-up window is placed at 0° in front, and the pop-up window is X-axis 10° in size.</p> <p>Observation/Experience(A) : Place a researcher on 0° in front, and place a fire on 80° on the X-axis of the researcher.</p> <p>Observation experience(B) : Arrows placed within -30° of the Y axis</p> <p>Knowledge transfer : Place a pop-up window at 0° in front, and the pop-up window is 10° in size on the X-axis.</p>

IV. 결론 및 제언

본 연구는 실감강의형 VR 안전교육 콘텐츠를 중심으로 콘텐츠 구성점과 사용자의 콘텐츠 체험에 기반한 정보전달의 인지 정도를 시선추적과 인터뷰의 교차분석에서 살펴보고, 그 결과에서 경향성을 모색해보고자 하였다. 이를 위하여 총 3편의 실감강의형 VR 안전교육 콘텐츠에서 교육 구성방법과 정보전달 방식을 살펴보고, 시선 추적 장치가 탑재된 HMD를 사용하여 해당 구간에서 머문 범위 및 시간을 분석한 후 피실험자들의 정량적 데이터를 추출하였다. 그리고 인터뷰의 내용과 비교 분석하여 사용자가 인지된 내용과 시선 반응의 연관성을 살펴보았다.

종합적으로 정리해보면 사용자의 시선은 화살표와 같은 직관적인 요소뿐만 아니라 강의자와 등장인물의 시선 및 제스처, 나레이션에 반응하였고, 효과적으로 작용하고 있음을 확인할 수 있었다. 등장인물에 의한 시선의 유도는 학습자와 지속적으로 눈을 마주치면서 의도하는 방향으로 이끌고, 손짓과 몸짓을 활용한 동작으로 학습자의 시선을 자극하여 시선을 이동시키고 정보를 보도록 하고 있었다. 이는 콘텐츠 제작자가 구성점에서 사용자에게 안정적인 정보와 내용을 전달시킬 수 있는 근거로 활용할 수 있다. 안전교육 콘텐츠에서도 강의자 혹은 강의를 주도하는 등장 캐릭터는 매우 중요한 소재로 작용하고 있다는 것을 실험에서 확인할 수 있었는데, 강의자뿐만 아니라 강의를 이끄는 강의자의 태도와 자세도 영향을 미치는 것으로 나타났다. ‘보라매안전체험관의 지진 대피 요령’ 콘텐츠에서 이를 뒷받침하는 결과를 찾을 수 있다. 실제 소방관이 등장하여 교육을 주도하지만 부정확한 발음과 어색한 표정으로 강의자에 대한 부정적인 반응과 의견이 인터뷰에서 표출되었고, 피실험자들의 시선 또한 산만하게 움직이고 있다는 것을 확인할 수 있었다. 강의자를 주시하는 경향성을 토대로 강의자를 상호작용 매개의 장치로 활용할 수도 있다. 피실험자는 강의자의 얼굴과 손짓, 몸짓을 우선하여 보는 경향이 지배적이므로 콘텐츠의 중요 자료를 배치할 때, 등장인물의 시선이나 동작을 시지각 범위 내의 원하는 구간이나 특정 부분을 볼 수 있도록 활용한다면 VR 공간 속 콘텐츠의 구성점으로 시선을 유도하여 고정시킬 수 있을 것이다.

사용자의 시선을 고정하는 요소는 텍스트, 이미지, 동영상, 팝업창 등의 시각 자료가 단연 많았으며, 주요한 학습 도구는 공간의 정면에 주로 배치되어 시선이 쉽게 닿을 수 있도록 하였다. 이는 이유나와 박진원(2018)이 발표한 연구처럼 주요 지점을 정면으로 설정하면 효과적인 정보 습득이 가능하다는 결과와 일치한다. 또한, 시각적 정보를 보는 피실험자들의 시선 움직임이 발견되었으나 나레이션과 같이 제공되었을 때 더욱 집중하는 반응을 보였다.

이러한 분석 결과를 종합하여 본 연구는 효과적인 실감강

의형 VR 안전교육 콘텐츠 설계를 위해 지식전달과 관찰/체험의 측면에서 콘텐츠의 구성점을 만드는 상호작용 전략을 다음과 같이 제안하고자 한다.

지식전달 측면에서는 다음과 같다. 첫째, 정보제공을 위한 콘텐츠의 구성점 표출 시 시각 자료가 정면에 배치될 때 시선의 탐색시간을 최소화할 수 있다. 둘째, 시각 자료를 주시 중일 때 불필요한 시선 이동을 방지시켜야 구성점에서 자연스럽게 지속시킬 수 있다. 이를 위해 공간 내 배치된 다른 오브젝트에 시선이 이동하지 않도록 제거하거나 환경을 전환하고, 팝업창과 같은 형태를 이용한다. 셋째, 정면 이외의 위치를 활용하여 정보를 제시하는 경우, 학습자의 시야 경계선에 시각 자료를 배치하거나 강의자와 같은 교육을 주도하는 인물의 비언어적 수단을 활용하여 콘텐츠 구성점을 구성한다. 넷째, 제시되는 정보는 간결한 텍스트와 이미지로 구성하되, 텍스트가 길거나 구체적인 정보 습득을 위해서는 강의자나 나레이션을 복합적으로 활용하면 콘텐츠 구성점에서 집중에 필요한 시간을 더 만들 수 있을 것이다.

관찰/체험 측면에서는 다음과 같다. 첫째, 사고 상황을 체험할 때는 학습자의 시야 정면을 자극하여 그 상황을 경험하도록 한다. 가령, 지진체험에서 눈앞에 물병이 떨어지거나 지게차 체험 시 학습자의 시각을 차단하는 연출을 통해 실감있는 체험이 되었다는 의견이 다수를 이루었다. 그러므로 학습자가 주로 머무르는 시각 영역에서 자극이 이루어질 수 있도록 한다. 둘째, 정면 이외의 위치에 상황이 발생할 경우, 사고 상황 속 등장인물을 배치하여 학습자가 발견할 수 있도록 연출하고, 화살표 및 특정 기호를 통해 직접적으로 시선을 유도할 수 있도록 한다.

본 연구는 인간의 주 정보 습득 기관인 시각을 분석하여 효과적인 시선 유도를 통해 콘텐츠 구성점으로부터 정보와 내용을 효과적으로 전달하여 학습효과를 높여려는 의도를 담고 있다. 또한, 콘텐츠의 내용이 구성점 구간에서 잘 전달이 되고 있는지 시선추적에 대한 요소들의 분석과 인터뷰를 통해 해석하였다. 이를 기반으로 추후 시뮬레이션형과 게임형과 같은 높은 수준의 상호작용이 필요한 안전교육 콘텐츠에서도 전략을 발전시킬 수 있는 기초 자료로 활용될 수 있을 것이다.

감사의 글

본 연구는 2020년도 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구(2001-0423)입니다.

참고문헌

[1] B. Y. Yu and S. H. Lee, *National Safety Education Standard Practice - Theories and Practice of Safety Education*, 3th ed.

- Korea, National Fire Agency, December 2019.
- [2] S. S. Shin, Y. B. Bae, H. B. Ha, G. M. Yang and K. S. Kang, "Problems and improvement plans for basic safety and health education in the construction industry," Proceedings of the Safety Management and Science Conference, Seoul, pp. 197-215, April 2015.
- [3] Safety VR Contents [Internet]. Available: <https://360vr.kosha.or.kr/>
- [4] Development of 'Site Supervisor Safety Management VR Content' [Internet]. Available: www.mk.co.kr/news/business/view/2021/01/40441/
- [5] Korea Industrial Health Association, "Exploring industrial health institutions - Samsung Heavy Industries Co., Ltd., which provides innovative virtual reality education for safety education using VR technology, Geoje Shipyard Co., Ltd.," *Monthly Industrial Health*, No. 364, pp. 58-61, August 2018.
- [6] S. H. Chang, H. J. Chang and S. H. Kim, "Types of Virtual Reality-based Safety Education Contents," *The Journal of the Korea Contents Association*, Vol. 21, No. 1, pp. 434-445, January 2021. <https://doi.org/10.5392/JKCA.2021.21.01.434>
- [7] H. J. Shin, "An Examination of Point of View in VR," *Journal of The Animation Society of Korea*, pp. 183-188, June 2016.
- [8] H. J. Chang, S. H. Chang and 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, pp. 121-137, September 2018. <https://doi.org/10.51467/asko.2018.09.14.3.121>
- [9] Y. N. Lee and 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, pp.1631-1639, September 2018. <https://doi.org/10.9728/dcs.2018.19.9.1631>
- [10] X. Du and Y. H. Pan, "A Study on constructing POI (Points of interest) sequences in Cinematic virtual reality content," *Journal of Digital Contents Society*, Vol. 20, No. 11, pp. 2103-2112, November 2019. <https://doi.org/10.9728/dcs.2019.20.11.2103>
- [11] C. J. Ahn and T. G. Lee, "Directing User's Eye Gaze Movement in an Interactive VR Animation," *The Journal of the Korea Contents Association*, Vol. 21, No. 3, pp. 103-113, March 2021. <https://doi.org/10.5392/JKCA.2021.21.03.103>
- [12] E. K. Jung and J. Y. Jung, "Comparison of experience recognition in 360° virtual reality videos and common videos," *The Korean Journal of Emergency Medical Services*, Vol. 23, No. 3, pp. 145-154, December 2019. <https://doi.org/10.14408/KJEMS.2019.23.3.145>
- [13] J. H. Kim, J. H. Ka, H. S. Eo and W. S. Kim, "New immersive virtual reality teaching method using 360-degree videos," in *Proceeding The Institute of Electronics and Information Engineers Conference*, pp. 1550-1554, June, 2021.
- [14] Y. Cho and M. Y. Lee, "Study on emoticon, based on established theory," *Journal of Basic Design & Art*, Vol. 2, No. 2, pp. 275-284, August 2001.
- [15] J. H. Kim, "Eye-tracking and perception," *Review of Architecture and Building Science*, Vol. 58, No. 9, pp. 21-26, August 2014.
- [16] J. H. Kim and J. W. Nam, "An omnidirectional gaze coordinate notation technique for gaze analysis of 360 VR video content," *2018 Korean Multimedia Society Spring Conference Paper Collection*, Vol. 21, No. 1, May 2018.
- [17] T. H. Hwang and J. H. Kim, "Development of Emotion Analysis Platform for Quantitative Evaluation of VR Media Content," *Journal of Digital Contents Society*, Vol. 19, No. 10, pp. 1887-1892, October 2018. <https://doi.org/10.9728/dcs.2018.19.10.1887>
- [18] Driving Folklift [Internet]. Available: <https://360vr.kosha.or.kr/contentDetail?contSq=249&cateSq=8>
- [19] Evacuation Tips When Earthquake [Internet]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=BwofMWxXmmc>
- [20] How to Use a Fire Extinguisher [Internet]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=0KVayhcV7VA&t=125s>



장선희(Sun-Hee Chang)

2002년 : Imaging Arts & Science
MFA, RIT (NY, USA)

2019년 : 한양대학교 대학원 (문화콘텐츠학 박사)

2014년~현재 : 상명대학교 감성공학과 부교수
※ 관심분야 : 영상 콘텐츠, 뉴미디어



박민수(Min-Soo Park)

2015년~현재 : 상명대학교 휴먼지능
정보공학과 (학사과정)

※ 관심분야 : 가상현실, 인공지능, UX