

레터논문 (Letters Paper)

방송공학회논문지 제25권 제1호, 2020년 1월 (JBE Vol. 25, No. 1, January 2020)

<https://doi.org/10.5909/JBE.2020.25.1.113>

ISSN 2287-9137 (Online) ISSN 1226-7953 (Print)

## 360도 동영상 감각효과에 대한 사용자경험품질 측정 실험 방법

정민혁<sup>a)</sup>, 김상균<sup>b)†</sup>

### Experiment Method for Measuring Quality of Experience for 360-degree Video with Sensorial Effects

Min Hyuk Jeong<sup>a)</sup> and Sang Kyun Kim<sup>b)†</sup>

#### 요약

본 논문은 360도 동영상과 감각효과(Sensorial Effects)가 피실험자의 몰입도, 만족도, 실재감에 미치는 영향을 측정하기 위한 사용자 경험(Quality of Experience: QoE) 평가 실험 방법을 제안한다. 피실험자는 방향장치가 부착된 헤드 마운티드 디스플레이(Head Mounted Display: HMD)를 착용한 상태에서 감각효과가 동반된 360도 동영상을 경험한 후, 몰입도, 만족도, 실재감에 대한 설문에 응답한다. 응답 분석 결과 제안된 실험방법이 360도 VR 동영상과 감각효과에 대한 피실험자의 몰입도, 만족도, 실재감 등을 측정하기에 적합한 실험 방법임을 확인하였다. 반면, 360도 동영상을 시청하는 도중 비교 실험을 위한 회색 화면을 삽입하게 되면 몰입도와 실재감에 상당한 저하를 일으키는 것으로 파악되었다.

#### Abstract

This paper proposes a Quality of Experience (QoE) evaluation experiment to measure the effects of 360-degree video and sensory effects on the subject's degree of immersion, satisfaction, and sense of presence. The test subject responds to a questionnaire about the degree of immersion, satisfaction, and sense of presence after experiencing a 360-degree video accompanied by sensory effects while wearing a head-mounted display (HMD) with a scent diffusion device. As a result of the response analysis, it was confirmed that the proposed experimental method is suitable for measuring the subject's degree of immersion, satisfaction, and sense of presence about 360-degree video and sensory effects. On the other hand, inserting a gray screen for comparison experiments while watching a 360-degree video was found to cause a significant decrease in immersion and realism.

Keyword : 360-degree video, QoE, sensorial effect, degree of immersion, sense of presence

a) 명지대학교 컴퓨터공학과(Department of Computer Engineering, Myongji University)

b) 명지대학교 융합소프트웨어학부(Department of Convergent Software, Myongji University)

† Corresponding Author : 김상균(Sang-Kyun, Kim)

E-mail: goldmunt@gmail.com

Tel: +82-31-330-6443

ORCID:<https://orcid.org/0000-0002-2359-8709>

※ This work was supported by the National Research Foundation of Korea(NRF) grant funded by the Korea government(MSIT) (NRF-2019 R1F1A1041882).

· Manuscript received December 30, 2019; Revised January 20, 2020; Accepted January 21, 2020.

Copyright © 2020 Korean Institute of Broadcast and Media Engineers. All rights reserved.

“This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and not altered.”

## I. 서론

본 논문은 감각효과를 동반하는 360도 동영상 경험 시에 사용자경험품질(QoE)을 측정할 수 있는 실험 방법을 제안한다. 감각효과를 동반하는 360도 동영상에 대한 이전 사용자경험품질 실험<sup>[1]</sup>에서는 향기와 바람효과를 함께, 향기효과만, 바람효과만 제공한 세 집단 대조군을 구성하여 실험을 진행하였다. 감각효과 별로 집단을 나누어 실험을 진행하면 피실험자 집단 간에는 서로에 대한 정보가 없기 때문에 감각효과 별 설문 문항 점수에 대한 객관적인 비교가 가능하다. 하지만 감각효과의 종류가 증가하면 구성해야 하는 대조실험군의 수가 증가하게 되고, 따라서 피실험자의 수도 증가하게 된다. 논문이 제안하는 실험 방법은 단일 집단에 대하여 감각효과 없이 360도 동영상을 시청하고, 감각효과를 동반한 360도 동영상을 비교 시청한 후 설문에 응답하게 하여, 원본 영상과 원본 영상 및 자극을 연속해서 보여주어 비교하는 ITU-T P.910 DCR 방식의 기본 개념을 포함한다. 다수의 실험 대조군에 대해 각각 감각효과 실험을 수행한 이전 실험의 결과와, 제안하는 실험방법에 의한 실험결과를 비교하여, 감각효과를 동반한 360도 동영상 사용자경험품질 실험의 유효성을 검증한다. 추가적으로 ITU-T P.910의 DCR 방법이 감각효과가 동반된 360도 동영상 시청 시 사용자의 몰입감과 실제감에 미치는 영향을 알아본다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 ITU-T P.910에서 권고하는 실험 방법을 소개하고, 3장은 본 논문에서 제안하는 실험 설계안을 제시한 후, 4, 5장은 실험 방법 간 결과를 비교 분석하고 결론을 맺는다.

## II. ITU-T P.910 실험 방법

ITU-T P.910은 비디오 화질 측정 실험 방법을 정의하는 표준권고안이다. 주관적인 동영상 화질 평가를 위한 실험 조건과 실험 방법이 기술되어 있다. 그림 1은 ITU-T P.910 내 분해 카테고리 등급((Degradation Category Rating: DCR) 방법의 절차를 나타낸 그림이다. 원본 영상과 비교 영상 사이에 회색 화면을 제시하여 화질 평가를 하며, 다른 영상 제시 전 화질 평가 설문을 실시한다.

## III. 실험설계

### 1. 실험 참여자 및 실험 환경

실험 참여자는 평소 후각과 촉각에 이상이 없으며, 질병 및 흡연, 월경에 의한 일시적 후각 및 촉각 능력 저하가 발생하지 않은 20~31세 사이의 남녀 대학생 100명으로 구성하였다. 아울러 가상현실을 경험하는 도중 현실세계의 장애물로 인하여 피실험자의 움직임이 제한될 시 피실험자의 몰입을 방해할 수 있기 때문에 실험을 진행하기에 충분히 넓은 방에 실험 환경을 구성하였다.

### 2. 실험 방법

실험은 감각효과가 제공될 때와 제공되지 않을 때의 몰입도와 실제감의 차이를 파악하기 위해 피실험자는 우선 감각효과가 제공되지 않는 360도 동영상, 다음은 향기와 바

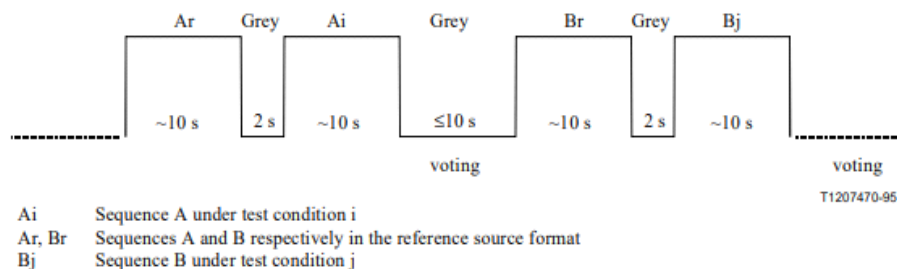


그림 1. DCR 실험 방법 절차 [2]

Fig. 1. DCR experimental method procedure [2]

람 효과가 제공되는 360도 동영상을 시청한다. 360도 동영상에는 후각 효과와 관련된 물체인 바나나, 코코아 그리고 커피가 등장한다. 이 세 가지 물체는 선행 연구<sup>[3]</sup>를 통해 선별되었다. 향기는 피실험자가 해당 물체를 바라볼 때만 발향 된다. 따라서 세 가지 향기를 모두 발향 시킬 수 있도록 동영상 내 자막으로 피실험자의 시선을 유도한다. 지시에 따라 피실험자가 고개를 돌려 물체를 바라보고 인식하는데 대략 10초 정도가 필요하다고 판단되어 각 물체(바나나, 코코아, 커피)를 10초씩 보게 자막으로 유도하였다. 바람효과는 흔들리는 커튼을 바라보면 발현되도록 하였다. 바람효과 또한 자막으로 커튼을 보게 유도하였고 10초간 바라보게 하였다. 아무런 감각효과도 제공되지 않는 첫 번째 시퀀스와 감각효과가 함께 제공되는 두 번째 시퀀스는 자막과 동영상 재생 시간이 모두 동일하다.

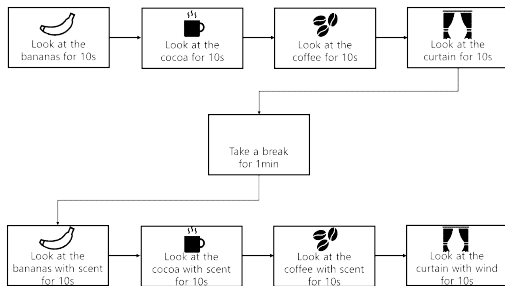


그림 2. 감각효과 실험 시퀀스  
 Fig. 2. Sensorial effect experiment sequence

그림 2는 감각효과 실험 시퀀스를 보여준다. 감각효과 없이 바나나를 10초간 바라보고, 코코아 10초, 커피 10초, 그리고 커튼을 10초간 바라본다. 그 후 약 1분간 휴식을 취하고 다시 감각효과(향기, 바람)와 함께 바나나를 10초간 바라보고, 코코아 10초, 커피 10초, 그리고 커튼을 10초간 바라본다. 실험이 끝난 후 사용자경험품질(Quality of Experience: QoE) 관련 설문을 작성한다. 한 집단이 감각효과가 없는 동영상과 감각효과가 있는 동영상을 모두 시청하고 설문 문항에 응답하게 하여 감각효과가 몰입감과 실재감에 미치는 영향을 직접적으로 비교할 수 있게 하였다.

다음은 II장에서 설명된 DCR 방법을 이용하여 향기와 바람이 제공되지 않는 동영상에 10초간 재생한 후 회색 화면을 2초간 보여준다. 다음으로 향기와 바람효과가 제공되는 동영상을 10초간 재생한 후 다시 회색 화면을 2초간 보여준다. 이러한 방식으로 바나나, 코코아, 커피, 그리고 움직이는 커튼에 대해 회색 화면을 사이로 감각효과가 제공되지 않거나 제공되는 영상을 교대로 재생하여 사용자경험 품질을 측정한다.

#### IV. 실험 결과

##### 1. 집단 실험과 단일 집단 실험 간 비교

실험 집단을 나누어 실험할 때와 단일 집단이 여러 번 실험할 때의 사용자경험품질 측정에 대한 실험 결과의 차이가 있는지 알아본다. 동일한 설문 문항에 대하여 실험 집단을 세 집단으로 나누어 각 집단이 한 종류의 실험을 진행한 이전 연구<sup>[1]</sup>의 결과와 한 집단이 감각효과 없이 시청한 후 감각효과와 함께 시청한 본 실험의 결과를 비교한다.

표 1은 이전 실험의 결과와 본 실험 결과의 카테고리 별

표 1. 몰입도, 만족도, 실재감에 대한 응답 비교표

Table 1. Comparison table of responses to the degree of immersion, satisfaction and sense of presence

No.	Category	PREV. EXP. AVG	CURR. EXP. AVG
1	Average of five questions about the degree of immersion	4.2	3.9
2	Average of five questions about satisfaction	3.9	3.9
3	Average of five questions about the sense of presence	3.9	3.6

평균을 나타낸 표이다. 이전 실험의 결과는 향기와 바람 모두 제공한 집단, 향기만 제공한 집단, 바람만 제공한 집단의 5점척도 응답 결과를 합산하여 평균을 계산하였다. 몰입도 관련 5 문항, 만족도 관련 5 문항, 실제감 관련 5 문항, 총 15 문항에 대한 이전 실험과 본 실험의 결과들로 상관관계 분석을 사용하여 두 결과들 간의 관계를 분석하였다. 상관관계분석을 통해 얻은 15 문항에 대한 각 실험 결과 값 집합 간의 피어슨 상관 계수는 0.58이다. 두 값의 집합들은 뚜렷한 선형관계를 이룬다고 볼 수 있으며, 상관 계수가 양의 값이므로 양적 선형관계를 띤다고 볼 수 있다. 이는 제안하는 실험 방법에 의한 사용자경험품질 측정이 대조군 실험에 비해 큰 차이가 없음을 의미한다.

## 2. DCR 실험 방법의 적합성 검증

DCR 방법이 감각효과를 동반한 360도 동영상 시청 시 몰입도와 실제감을 측정하기에 적합한 실험방법인지 알아보기 위한 추가적인 실험을 진행하였다.

표 2는 DCR 실험방법에 대한 설문 문항들이다. 문항별 점수는 평가형 설문을 분석할 때 사용하는 ‘Top and Bottom box scoring’ 방법으로 산출하였다. 긍정적 응답을 의미하는 Top 2는 ‘그렇다’와 ‘매우 그렇다’, 부정적인 응답인 Bottom 2는 ‘아니다’와 ‘매우 아니다’로 정의하였다. DCR 실험 시 중간에 등장하는 회색화면이 360도 동영상 콘텐츠에 대한 몰입도와 실제감을 상당히 방해하는 것으로 나타났으며 (문항 1, 2), 약 70% 정도가 본 논문에서 제안하

는 실험 방법이 DCR 방법보다 몰입도와 실제감을 더 잘 느끼는 것으로 나타났다 (문항 3, 4).

## V. 결 론

세 개의 집단으로 나누어 실험한 이전 실험<sup>[1]</sup>과 본 논문이 제안하는 단일 집단 실험에 대해 감각효과를 동반한 360도 동영상 콘텐츠의 몰입도, 만족도, 실제감 설문 응답 결과를 비교 분석한 결과, 두 실험결과가 뚜렷한 상관관계를 갖는 것으로 분석되어, 유사한 사용자경험품질 결과를 도출하는 것으로 확인되었다. 또한 DCR 실험 방법은 피실험자들의 몰입도와 실제감의 저하를 불러왔다는 것을 알 수 있다. 따라서 DCR 실험 방법은 감각효과를 동반한 360도 동영상 시청 시 사용자경험품질을 측정하는 실험으로는 부적절한 것으로 판단된다.

## 참 고 문 헌 (References)

- [1] Y. Lim, Study on wind and scent effects on 360° VR video content, Master’s thesis of Myongji University, Yongin, Korea, 2018, Retrieved from <http://www.riss.kr/link?id=T14921638>
- [2] ITU-T P.910, “Subjective Video Quality Assessment Methods for Multimedia Applications,” International Telecommunications Union, 1999.
- [3] Y. Lim, S. Kim, Y. Lee, “A Preliminary Study of MPEG-V Scent effects on Virtual Reality Content,” Journal of Broadcast Engineering, Vol.22, No.5, pp.589-599, September 2017.

표 2. DCR 방법에 대한 설문 결과  
Table 2. Survey Results for the DCR Method

No.	Question	AVG	Top2	Bottom2
1	In the DCR experiment, the gray screen that appeared intermittently during the video hindered the immersion.	4.4	92%	2%
2	In the DCR experiment, the gray screen intermittently appearing during the video recalled that it was not an actual world but an experimental process.	4.3	88%	2%
3	The proposed experiments were more immersive than the DCR experiment.	3.9	70%	18%
4	The proposed experiments felt more realistic than the DCR experiment.	4	73%	13%