

## VR 애니메이션 멀미유발 감소를 위한 영상 연출 연구

# A Study on Video Directing for Reducing VR Animation Cyber Sickness

김지수<sup>1\*</sup>, 이태구<sup>2</sup>

Jisoo Kim<sup>1\*</sup>, Taegu Lee<sup>2</sup>

### 요약

VR 애니메이션의 문제점 중 하나는 사이버 멀미증상이다. 본 연구에서는 사이버 멀미증상을 줄이기 위해 VR 애니메이션의 한 장면을 3가지 영상화면 움직임, Pitching, Rolling, Yawing으로 제작하여 실험하였다. 설문조사를 통하여 SSQ값을 산출하고 멀미에 대한 측정방법을 도출하였다. 연구 결과 Yawing 축의 회전 방향이 가장 심한 사이버 멀미 증상을 보였다. 연구결과를 토대로 영상 연출법과 멀미저감 방안을 발전시켜 VR 환경에 적용한다면 몰입감을 극대화 할 수 있는 VR 제작이 가능 할 것이다.

핵심어 : 가상현실, 영상연출, 사이버 멀미, SSQ, 애니메이션

### Abstract

One of the problem with VR animation is symptoms of cyber sickness. In this study, one of the VR animation scene was experimented with three motion camera movements, pitching, rolling, and yawing to reduce the symptoms of cyber sickness. Surveys were used to calculate SSQ values and to measure cyber sickness. The yawing axis showed the most severe cyber sickness symptoms. Based on this research, if we develop VR image directing method and motion sickness reduction method and apply it to VR environment, VR production that can maximize immersion will be possible.

Keyword : Virtual Reality, Image Directing, Cyber Sickness, SSQ, Animation

1 Department of Digital Contents Design, Ulsan University College, Ulsan, Korea [Professor]

e-mail: jskim@uc.ac.kr (Corresponding author)

2 Department of Design, Pusan National University, Pusan, Korea [Professor]

e-mail: digiani@pusan.ac.kr

Received(August 08, 2019), Review Result(1st: August 23, 2019), Accepted(September 09, 2019), Published(September 30, 2019)

## 1. 서론

최근 VR 기술은 큰 주목을 받고 있다. 특히 많은 연구와 글로벌 기업들의 관심은 게임 분야에만 한정적이었던 VR 콘텐츠 시장을 다양한 분야로의 확장에 힘을 실어주고 있다. 하지만 VR 기술에는 아직 해결하지 못한 대표적인 한계점으로 가상현실 멀미현상이 있다. VR 콘텐츠 체험 시 사용자가 느끼는 어지러움, 메스꺼움 등의 불편함은 VR 산업의 발전을 저해하는 큰 요인으로 나타나고 있다. [1]의 논문에서는 가상현실의 인지적 수용성을 높이기 위한 VR 멀미 저감방안을 제안하였고, 논문 [2]에서는 멀미 유발요인을 줄이면서 영상을 흥미롭게 보여주는 연출법을 연구했으며, 가상현실에서 멀미를 유발하는 원인 감소 연구들을 진행하였다. 다양한 선행 연구들을 종합하면 가상현실 멀미증상에 영향을 미치는 요인은 나이, 성별, 가상현실에 대한 경험, 화면의 움직이는 방향, 조작방법 등의 여러 가지 요소가 있다. 하지만 명확한 해결방안은 아직까지 도출되지 않았다.

VR 애니메이션에서 휴먼팩터(Human Factor)요소로 주의해야 할 것은 반응 대기시간(Latency), FOV(Field of View), 광학왜곡(Optical Distortion), HMD 트래킹오류 등의 하드웨어적인 요소뿐만 아니라, 짧은 컷 편집, 카메라의 이동과 회전 등도 멀미유발 요인이 된다. 이러한 문제가 될 만한 기술적인 요소들을 피해서 애니메이션을 제작하면 단순하고 흥미도가 떨어지는 작품이 될 수 있다.

본 연구에서는 VR 애니메이션 작품 ‘하루의 바다여행’에서 영상 화면의 움직이는 방향(Direction of movements)에 따른 멀미 증상의 정도를 실험하고 인구통계학적 요소(성별, 연령)에 따라 결과를 분석하며 관객의 멀미유발 감소를 위한 영상 연출법을 제안하고자 한다.

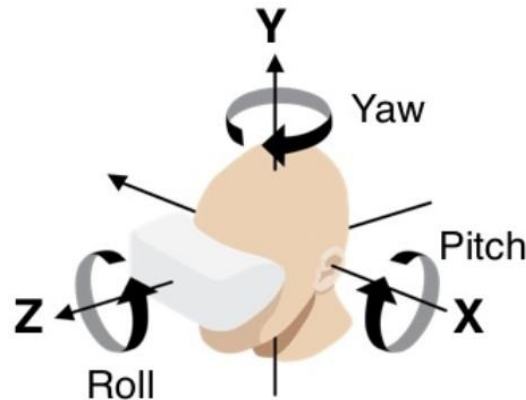
## 2. VR 애니메이션의 이론적 배경

### 2.1 VR 애니메이션의 개념과 영상 화면의 움직임

VR 애니메이션이란 가상현실(Virtual Reality) 공간에서 상영되기 위해 제작된 애니메이션을 말한다. 다시 말해, VR 체험을 할 수 있도록 돕는 HMD(Head Mounted Display)와 같은 기기를 착용하여 360도 화면 속에서 이야기를 감상할 수 있도록 제작된 애니메이션을 VR 애니메이션이라고 한다[3].

영상화면 움직임의 방향성에서 축을 기준으로 회전하는 운동은 사이버 멀미에 영향을 미친다는 선행연구가 있으며, [그림 1]은 가상현실의 축 방향에 따른 HMD 움직임을 나타낸 것이다. 3차원 공간의 X, Y, Z 축에 대한 회전 운동을 Roll, Pitch, Yaw로 나타낼 수 있다. Roll 은 이동방향을 중

심축으로 회전하는 횡전을 뜻하고, Pitch는 위아래 즉, 상하로 움직이는 회전에 해당된다. Yaw는 이동방향에 대해 좌우 지향점을 바꾸는 회전 움직임을 뜻한다.



[그림 1] 가상현실의 Pitch, Roll, Yaw 방향

[Fig. 1] Pitch, Roll, Yaw Direction in Virtual Reality

## 2.2 감각갈등이론

감각갈등이론(Sensory conflict theory)은 멀미 유발에 관련된 중요한 두 가지 감각이 시각과 전정 감각이라고 가정한다. 전정 신경은 이동 속도에 의한 평형감각과 머리의 방향 변화에 의한 위치 감각 정보를 뇌에 전달한다. 인간은 보통의 경우 시각 체계와 전정 체계를 통해 적절한 자세로 균형을 잡으며 움직일 수 있지만, 움직이는 배나 차 안에서는 시각 정보와 전정 정보가 괴리되어 두 감각간의 충돌이 발생하여 멀미가 생기는 것으로 알려져 있다. 이 두 가지 감각이 전달하는 감각 정보가 이전 경험을 바탕으로 한 예상과 어긋날 때 감각갈등이 일어나며 이로 인해 멀미가 발생하는 것이다[4].

## 2.3 SSQ(Simulator Sickness Questionnaires)

사이버 멀미 측정방법인 SSQ(Simulator sickness questionnaires)는 1993년 Kennedy에 의해 개발되었다. SSQ는 10가지 시뮬레이터에서 수집된 1119개의 설문을 요인 분석하여 총 16개의 증상으로 이루어져있고, 증상의 정도에 따른 전체 증상 값(Total score)과 구역질이나 구토 증상(Nausea), 눈의 피로와 같은 안구 운동 불편(Oculomotor), 방향감각 상실(Disorientation) 등의 3가지 하위 증상 값을 구할 수 있게 구성 되었다. 이 16개의 증상은 4점 척도(증상 없음/약한 증상/보통 증상/강한 증상) 체크 리스트로 조사되며, 각 증상 군의 값을 각각의 가중치를 곱하여 합계를 구하고 그 합계에 최

종적으로 특정 계수를 곱하여 구하여 진다. 높은 점수일수록 심한 사이버멀미를 경험하였음을 의미한다.

### 3. 연구 방법

#### 3.1 실험 개요

본 실험의 목적은 가상현실을 사용할 때 발생하는 사이버 멀미 증상을 유발하는 요인 중 VR 애니메이션의 영상 연출 관점에서 측정 해볼 수 있는 영상 화면의 움직이는 방향(Direction of movements)에 따른 멀미 증상의 정도를 확인하고 이를 최소화하는 가상현실 콘텐츠를 만들기 위한 것이다. 그리고 일반적으로 사용 되고 있는 SSQ를 통해서 실험 참가자의 사이버 멀미도를 측정해 본다. 다음 [표 1] 은 SSQ 계산표의 점수 계산 방식 및 항목을 나타낸다.

[표 1] SSQ (사이버 멀미도 측정 설문지)

[Table 1] SSQ (Simulator Sickness Questionnaires)

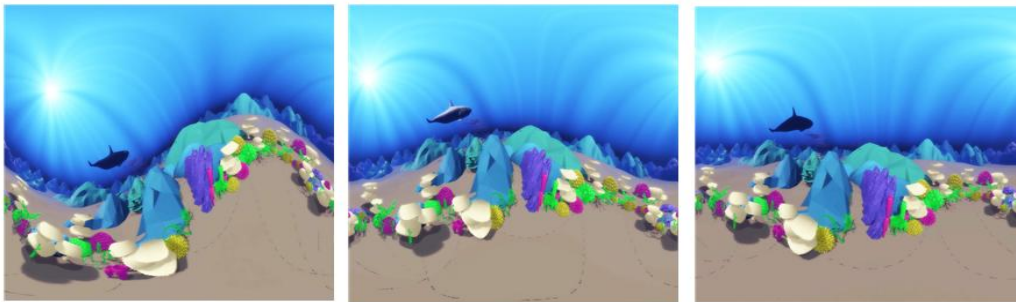
Computation of SSQ Scores			
SSQ Symptom	Weight		
	Nausea	Oculomotor	Disorientation
General discomfort	1	1	0
Fatigue	0	1	0
Headache	0	1	0
Eyestrain	0	1	0
Difficulty focusing	0	1	1
Increased salivation	1	0	0
Seating	1	0	0
Nausea	1	0	1
Difficulty concentrating	1	1	0
Fullness of head	0	0	1
Blurred vision	0	1	1
Dizzy (eyes open)	0	0	1
Dizzy (eyes close)	0	0	1
Vertigo	0	0	1
Stomach awareness	1	0	0
Burping	1	0	0
Total	[1]	[2]	[3]
Score			
N=[1]* 9.54, O=[2]* 7.58, D=[3]* 13.92			
TS={ [1]+[2]+[3] } *3.74			

사이버 멀미 측정방법인 SSQ(Simulator sickness questionnaires)는 1993년 Kennedy에 의해 개발되었다. SSQ는 10가지 시뮬레이터에서 수집된 1119개의 설문을 요인 분석하여 총 16개의 증상으로 이루어져있고, 증상의 정도에 따른 전체 증상 값(Total score)과 구역질이나 구토 증상(Nausea), 눈의 피로와 같은 안구 운동 불편(Oculomotor), 방향감각 상실(Disorientation) 등의 3가지 하위 증상 값을 구할 수 있게 구성 되었다. 이 16개의 증상은 4점 척도(증상 없음/약한 증상/보통 증상/강한 증상) 체크 리스트로 조사되며, 각 증상 군의 값을 각각의 가중치를 곱하여 합계를 구하고 그 합계에 최종적으로 특정 계수를 곱하여 구하여 진다. 높은 점수일수록 심한 사이버멀미를 경험하였음을 의미한다.

본 실험의 목적은 가상현실을 사용할 때 발생하는 사이버 멀미 증상을 유발하는 요인 중 VR 애니메이션의 영상 연출 관점에서 측정 해볼 수 있는 영상 화면의 움직이는 방향에 따른 멀미 증상의 정도를 확인하고 이를 최소화하는 가상현실 콘텐츠를 만들기 위한 것이다.

### 3.2 VR 애니메이션 제작 및 실험

실험군으로는 웰리키즈랜드에서 상영중인 VR 애니메이션 ‘하루의 바다여행’ 중 한 장면을 본 실험을 위하여 [그림 2]의 3가지 영상화면 움직임, Rolling, Pitching, Yawing으로 제작하였다. [표 2]의 각 실험 영상은  $\pm 15^\circ$ 의 회전 값을 가지며 1분 23초의 길이로 제작 되었다. 개발환경은 Autodesk Maya에서 4K(3840 × 2160) 사이즈, 사이드 바이 사이드(Side by side) 입체 VR 이미지로, 초당 29.97 프레임으로 렌더링을 하였다. 사용 VR HMD 기기는 시야각  $110^\circ$ 를 지원하는 HTC Vive를 활용하여 실험하였다.



[그림 2] Rolling, Pitching, Yawing 이미지

[Fig. 2] Rolling, Pitching, Yawing Images

[표 2] 실험 자극물 조건

[Table 2] Experimental Irritant Conditions

Movement	Rotation Value	Time	Resolution	Format
Rolling	±15°	1분 23초	3840 × 2160	side by side / VR
Pitching	±15°	1분 23초	3840 × 2160	side by side / VR
Yawing	±15°	1분 23초	3840 × 2160	side by side / VR

### 3.3 실험 참가자와 진행방법

본 실험은 피실험자의 체험 전후 설문조사 단계로 진행하였다. 첫 번째, 이용자 정보 수집 및 체험 전 신체적 증상에 대한 설문과 두 번째, 영상화면 움직임에 따른 세 가지 가상현실 콘텐츠를 VR HMD를 착용하고 실험하였다. 마지막으로 체험 후 사이버 멀미의 주관적인 설문지표 SSQ를 이용하여 연구 데이터를 분석, 비교하였다. 설문조사 후 성별과 연령, VR 경험 유무에 따른 피실험자의 반응을 살펴보았다. 본 실험은 가상현실 멀미 증상에 미치는 신체적 변화를 측정하기 위해 2019년 5월 “VR Lab”에서 실험을 실시하였고 총 17명의 남녀를 대상으로 진행하였다. 피실험자는 실험군 세 개의 가상현실 콘텐츠를 각 3일 동안 실험하였으며 체험한 후 총 16가지의 증상에 대한 정도를 체크하도록 하였다. 설문 SSQ의 16개 설문 중에 멀미감에 직접적으로 관련이 있는 메스꺼움, 안구 불편감, 방향감각 상실 3가지를 추출하였다. 실험을 실시하던 중 1명의 50대 실험자는 극심한 안구불편과 구토증상을 보여 중도에 실험을 포기하였다. 실험대상자는 남자 8명과 여자 8명, 연령대는 20대에서 50대 이상인 16명으로 진행 하였다.

## 4. 결과 분석

### 4.1 SSQ 값 산출

SSQ값을 Kennedy et al.(1993)의 계산 방법에 따라 전체 증상의 값(TS - Total score)과 하위 증상 군 3개의 값(N - Nausea, O - Oculomotor, D - Disorientation)으로 도출하였다. 분석은 전체 증상의 값(TS - Total score)을 기준으로 작성 하였다.

### 4.2 영상 화면의 움직임 방향이 멀미증상에 미치는 영향

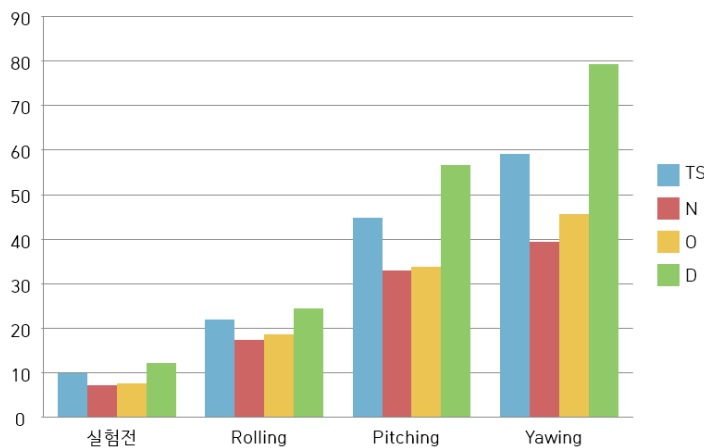
본 실험의 참가자들은 증상 정도를 4점 척도를 기준으로 응답했고 주관적 설문조사를 통해 멀

미유발요인을 파악했다. 실험결과를 바탕으로 구역질이나 구토 증상, 눈의 피로와 같은 안구 운동 불편, 방향감각 상실 하위항목과 전체 증상 값을 확인하기 위하여 성별, 연령별로 나누어 사이버 멀미도를 분석하였다. 영상화면의 움직임 방향에 따른 평균값과 표준편차는 [표 3]과 같다.

[표 3] 영상화면 움직임 방향에 따른 SSQ 평균값과 표준편차

[Table 3] SSQ Mean Value and Standard Deviation According to Moving Direction of Image

	Rolling				Pitching				Yawing			
	TS	N	O	D	TS	N	O	D	TS	N	O	D
평균	21.97	17.29	18.48	24.36	44.65	32.79	33.64	56.56	59.14	39.35	45.48	79.15
표준편차	10.29	7.15	6.76	21.86	16.30	13.01	14.37	22.99	19.61	18.71	15.65	26.26



[그림 3] 실험 전후 영상화면 움직임 방향에 따른 SSQ 평균

[Fig. 3] SSQ Mean Value According to the Moving Direction of Image Before and After Experiment

위 [그림 3]을 보면 SSQ 설문 결과 수치에서 영상 화면의 움직임 방향이 사이버 멀미현상에 유의한 영향을 미친다는 결과를 실험 전후 데이터를 통해 확인 할 수 있다. 그래프 값을 참고 하여 보면 Yawing > Pitching > Rolling 순서로 사이버 멀미증상 값이 높게 나타났다.

#### 4.2.1 성별

설문에 응답한 남녀의 비율은 남성8명, 여성 8명이었다. 남녀 성별 평균값 분석결과를 보면 여성이 남성에 비해 멀미도 평균값이 약간 높지만 유의미한 큰 차이를 보이지는 않았다. 이는 사이버 멀미도에서 성별보다 다른 다양한 요인들이 더 큰 영향을 미친다고 볼 수 있다. 성별 각 증상의 평균값과 표준편차는 다음의 [표 4]와 같다.

[표 4] 성별 SSQ 평균값과 표준편차

[Table 4] SSQ Mean Value & Standard Deviation by Gender

성별		Rolling				Pitching				Yawing			
		TS	N	O	D	TS	N	O	D	TS	N	O	D
여성	평균	23.84	15.50	18.95	33.06	47.22	31.01	36.95	62.63	60.78	38.16	48.32	81.77
	표준편차	12.63	7.09	8.10	24.60	17.98	13.24	16.42	24.66	20.36	16.91	16.67	32.80
남성	평균	20.10	19.08	18.00	15.66	42.08	34.58	30.32	50.50	57.50	40.55	42.64	76.53
	표준편차	7.72	7.21	5.63	15.67	15.19	13.43	12.15	21.00	20.08	21.48	15.12	19.67

#### 4.2.2 연령별

응답자의 연령대는 20대 5명, 30대 4명, 40대 3명, 50대 4명이었다. 실험 결과를 보면 20대가 다른 연령대에 비해 평균적으로 안정적이며 불편함을 덜 호소했다. 30대와 40대는 피로감, 눈의 피로, 메스꺼움 등의 증상이 20대 보다는 높았지만 두 연령대간의 차이는 심하지 않았다. 50대 이상의 연령에서는 다양한 멀미증상을 호소하며 평균값도 다른 연령에 비해 높게 나타났다. 이와 같은 결과는 20대의 경우 디지털 콘텐츠에 대한 노출, 생활환경 등의 요인으로 인해 사이버 멀미 적응력이 강하며, 상대적으로 50대 이상의 경우 신체기능, VR 콘텐츠 경험 등에 따라 멀미도를 다르게 느끼는 것으로 추론해 볼 수가 있다. 대체로 연령대가 높아질수록 가상현실 체험 경험 횟수가 적어 눈의 피로, 메스꺼움, 흐릿한 시야, 현기증, 어지러움과 초점 장애 등 다양한 사이버 멀미 증상이 나타났다. 연령별 각 증상의 평균값과 표준편차는 다음의 [표 5]와 같다.

[표 5] 연령별 SSQ 평균값과 표준편차

[Table 5] SSQ Mean Value & Standard Deviation by Age

연령별		Rolling				Pitching				Yawing			
		TS	N	O	D	TS	N	O	D	TS	N	O	D
20대	평균	14.96	15.26	12.13	16.70	26.93	24.80	18.19	30.62	35.16	20.99	25.77	52.90
	표준편차	3.74	5.22	4.15	11.64	4.09	5.22	4.15	6.22	5.67	7.98	4.15	18.14
30대	평균	16.83	14.31	18.95	6.96	42.08	26.24	36.01	52.20	59.84	38.16	49.27	76.50
	표준편차	3.05	4.77	6.18	8.03	9.16	5.50	15.62	13.32	9.13	15.42	15.62	19.62
40대	평균	21.19	15.90	17.69	23.20	49.87	31.80	37.90	69.56	67.32	44.52	53.06	88.12
	표준편차	8.63	11.01	4.37	8.03	7.78	14.57	4.37	8.12	7.78	15.57	4.37	8.07
50대 이상	평균	36.47	23.85	26.53	52.20	65.45	50.09	47.38	83.60	82.28	59.63	60.64	107.8
	표준편차	4.31	5.50	4.37	16.07	3.05	11.01	7.25	6.98	7.78	16.52	9.53	20.88

## 5. 결론

가상현실을 체험할 때 발생하는 멀미도는 영상 화면의 움직임 방향에 따라 차이가 있을 것이라는 전제에서 연구는 시작 되었다. 이를 위하여 16명 실험자를 모집하고 성별과 연령별로 나누어 사이버 멀미도를 분석하였다. 3가지 영상 화면의 움직임인 Pitching, Rolling, Yawing 화면을 피실험자가 체험한 후 설문조사를 토대로 SSQ값을 산출하였다. 연구 결과 Yawing 축의 회전 방향이 가장 심한 사이버 멀미 증상을 보였다. 영상 화면의 움직임에서 한 축의 화면 회전보다 복합적인 축 방향 회전이 더 심한 멀미를 나타낸다는 것을 연구 실험 및 분석 과정에서 알 수 있었다. 성별에 따른 분석 결과는 여성이 남성에 비해 멀미도 평균값이 약간 높지만 유의미한 큰 차이를 보이지는 않았다. 연령에 따른 분석 결과는 50대 이상의 연령에서 다양한 멀미증상을 호소하며 평균값도 다른 연령에 비해 높게 나타났다.

본 연구의 한계는 멀미도 측정이라는 생리적 반응 실험이어서 충분한 피실험자를 확보하지 못했고 다양한 장르의 콘텐츠를 비교 검증하며 복합적인 영상 화면의 움직임을 살펴보지 못했다는 점이다. 사용자 경험 측면에서 부정적 경험인 멀미감에 초점을 두었지만 멀미감을 줄이는 동시에 몰입감과 현실감과 같은 긍정적인 영상 연출 요소와의 균형도 필요하다는 것을 알 수 있었다. 또한, 청각 자극의 경우, 방향성과 거리에 따른 볼륨의 차이로 공간감을 제공할 수 있고 진동의 경우, 실제 사물과 유사한 촉각 피드백을 제공하여 마치 사물과 접촉하는 경험을 제공할 수 있다. 이처럼 현실 세계에서 경험할 수 있는 다중 감각의 피드백을 제공하면 몰입감과 현실감을 높일 수 있다는 것을 알 수 있었다.

현재 VR 애니메이션은 새로운 애니메이션의 장르로 자리 잡고 있는 중이다. VR 애니메이션 기획자는 과도한 시각적 자극을 위해 화면의 움직임 방향에만 의존하지 말고, 청각과 촉각 피드백을 보완하여 멀미감을 줄이면서도 실재감을 느낄 수 있는 영상 연출을 해야 할 것이다.

## References

- [1] Sung-Chul Mun, Hong-Ik Kim, Sang-In Park, Dong-Won Lee, Mincheol Whang, Overview of VR Media Technology and Methods to Reduce Cybersickness, The Korean Institute of Broadcast and Media Engineers Summer Conference, (2018), pp.24-27.
- [2] Yun Jung Kim, A Study on Dramaturgy for Reducing Motion Sickness Inducer of VR Contents, The Animation Society of Korea, (2016), Vol.12, No.2, pp.27-45.
- [3] Kim Soong Hyun, Kim Hye Kyung, A Study of Immersion Improvement for Narrative in VR Animation-focused on production method of VR animation < Pearl >, Journal of Basic Design & Art, (2017), Vol.18, No.6, pp.91-103.
- [4] Ji-Young Jung, Kwang-Su Cho, Jinhae Choi, Junho Choi, Causes of Cyber Sickness of VR Contents - An Experimental Study on the Viewpoint and Movement, Journal of Korea Contents Society, (2017), Vol.17, No.4, pp.200-208, [<https://doi.org/10.5392/JKCA.2017.17.04.200>].
- [5] Rongrong Qiao, Dongsoong Han, A Study on the Virtual Reality Sickness Measurement of HMD-based Contents Using SSQ, Journal of Korea Game Society, (2018), Vol.18, No.4, pp.15-32, [<https://doi.org/10.7583/JKGS.2018.18.4.15>].
- [6] Eunhee Chang, Daeil Seo, Hyun Taek Kim, Byounghyun Yoo, An Integrated Model of Cybersickness: Understanding Users Discomfort in Virtual Reality, Journal of Korea Information Science Society, (2011), Vol.45, No.3, pp.251-279, [<https://doi.org/10.5626/JOK.2018.45.3.251>].
- [7] Lee, Jun-soo, A Study on effective directive technique of 3D animation in Virtual Reality - Focus on Interactive short using 3D Animation making of Unreal Engine, Korean Society of Cartoon and Animation Studies, (2017), Vol.47, pp.1-29, [<http://dx.doi.org/10.7230/KOSCAS.2017.47.01>].
- [8] Kyung Hun Han, Hyun Taek Kim, The Cause and Solution of Cybersickness in 3D Virtual Environments, The Korean Journal of Cognitive Psychological Psychology, (2011), Vol.23, No.2, pp.287-299.
- [9] S.E. Jung, A Study on the Production Plan for Reducing Cybersickness in Virtual Reality Game, Master Theses of Computer Institute, Soongsil University, (2018).