

## 가상현실 사이버멀미 완화에 관한 연구

송은지<sup>1\*</sup>, 정아름<sup>2</sup>

<sup>1</sup>남서울대학교 컴퓨터학과

<sup>2</sup>몽심 주식회사

## A Study for Reducing of Cyber Sickness on Virtual Reality

Eun-Jee Song<sup>1</sup> · A-Leum Jung<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Computer Science, Namseoul University

<sup>2</sup>Mongsim Corporation

### [요 약]

최근 가상현실 기술은 콘텐츠는 물론 콘텐츠에 적합한 다양한 디바이스개발로 급성장하고 있다. IT업체 들은 모바일 산업 시장의 차후 시장으로 가상현실을 바라보고 있으며, 관련 하드웨어 개발 및 연구에 집중하고 있다. 또한 가상현실의 디바이스가 활발하게 개발됨에 따라 가상현실을 기반으로 하는 미디어 콘텐츠들 또한 활발한 연구개발이 이루어 질 것이다. 그러나 가상현실을 체험하면서 발생하는 멀미감은 해결해야할 과제로 남아있다. 본 연구에서는 사이버멀미의 원인을 고찰하고 사이버멀미와 반사성 안구운동의 관계를 분석하여 콘텐츠제작과정에서 멀미를 완화하는 방안을 제안한다. 또한 제안한 방법에 대한 효과를 입증할 수 있는 실험 및 분석을 한다.

### [Abstract]

VR technology has been rapidly developing thanks to development of a huge amount of new contents as well as new devices optimized for the virtual environment. Businesses in the IT sector have already started focusing on virtual reality, which might be considered as the center of industry in the future, and concentrated their efforts on development of VR, hardware and technology. Also, development of various VR device would lead to prosperity of media contents based on VR, Still, cyber sickness remain a serious problem waiting for an appropriate solution. In this paper we discuss causes for cyber sickness, analyze the relationship between cyber sickness and reflex eye movement and propose guidelines for the process of producing contents. In addition, we show experiments analyzing the effect of the proposed measures for alleviating cyber sickness.

**색인어** : 가상현실, HMD(Head Mounted Display), 사이버멀미, 전정안구반사

**Key word** : Virtual Reality, HMD, Cyber Sickness, Vesibulo-Ocular Reflex

<http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2017.18.3.429>



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 26 April 2017; Revised 21 May 2017

Accepted 25 June 2017

**\*Corresponding Author; Eun-Jee Song**

Tel: +82-02-2275-4435

E-mail: dcs@naver.com

## 1. 서론

가상현실은 컴퓨터가 만들어낸 가상의 세계를 유저에게 제공함으로써 가상세계에 몰입 하도록 하고, 가상현실 내에서 현실과 같은 상호작용을 가능하도록 하는 기술과 이러한 기술에 필요한 이론적 바탕을 지칭한다[1]. 인공적으로 만들어진 가상의 물체와 가상공간은 시각뿐만 아니라 기술 발전에 따라 더 높은 몰입감을 부여하기 위해 청각, 촉각, 후각 등 오감을 자극하여 유저에게 현실감을 제공 한다. 유저에게 전달되는 자극이 현실적일 수록 유저는 가상현실에 몰입 하게 된다. 또한 다양하게 발전한 디바이스를 통해 가상현실은 접할 수 있는 형태 또한 다양하며, 컨트롤러를 이용해 직접 가상인물, 가상물체와 상호작용이 가능 하도록 발전되었다.

그러나 3D 가상현실을 체험한 대부분의 사용자는 사이버멀미를 경험하는데, 이는 3D 가상환경 기술 산업이 해결해야할 주요한 문제이다. 사이버멀미의 증상은 현기증, 어지러움, 두통, 구토감 등으로 기존의 멀미와 증상은 유사하나, 가상환경에서 유발되는 멀미의 원인은 일반적인 멀미 유발과는 다르다. 이러한 사이버멀미를 감소시키는 여러 가지 방법들을 제안하고 있으나 현재 사이버멀미를 완전히 해결할 수 있는 방법은 개발되지 않고 있다.

본 연구에서는 사이버멀미의 원인을 고찰하고 사이버 멀미와 반사성 안구운동의 관계를 분석하여 사이버멀미를 완화하는 방법으로서 안정적인 안구운동에 효과적인 콘텐츠 제작방안을 제안한다. 또한 실험을 통해 제안한 방법의 효과성에 대해 입증한다.

## II. 관련연구

### 2-1 HMD(Head Mounted Display)

과거 등장했던 HMD가 단순히 눈앞에 모니터를 붙여 놓았던 수준에 불과했다면, 오늘날 HMD는 다양한 센서 기술과 무선 기술을 통해 한 차원 높은 기기로 발전했다. 대표적인 기기가 최근 facebook 이 인수하여 화제가 된 오컬러스VR이 만든 오컬러스 리프트다. 구글에서는 안경형태와 가장 유사한 형태의 구글글래스를 선보였으며 그 외에 삼성의 기어VR, LG SpeedVR, 구글 카드보드 등이 있다. HMD는 여타 다른 가상현실 디바이스와 비교 불가능한 몰입감을 보유하고 있다. 스테레오스코피 기술을 사용하여 유저에게 입체감을 주며, 넓은 시야각을 가지고 있어 현장감이 매우 증대된다. 그러나 넓은 시야각과 몰입감으로 인해 사이버 멀미에 취약하다는 단점을 가지고 있다[2].

### 2-2 사이버멀미

일반적으로 알려진 3D HMD 사용의 장애요인 중 하나는 콘텐츠 사용자가 느끼는 멀미감이다. 가상환경을 경험한 사람들에게 나타나는 구토, 두통 등의 증상을 동반하는 사이버멀미는 일반멀미와 유사하지만, 유발원인이나 세부적인 증상, 지속시간 등에서 차이를 보인다. 일반적인 멀미는 진동, 관성 등 전정감각으로 들어오는 정보가 주원인이나 사이버멀미는 시각정보가 원인의 주가 된다. 창백해짐, 땀과 침분비, 두통, 구토감, 방향감각상실, 자세불안정 등의 증상이 사이버멀미에서 더욱 뚜렷하게 나타난다. 사이버멀미는 그 위험성으로 인해 과일렛의 경우 가상환경 노출 이후 12시간 ~ 24시간 사이에는 비행을 금지하는 규정이 있다.

사이버 멀미의 정확한 원인은 밝혀지지 않았지만, 현재까지의 연구 결과로써는 감각갈등이론이 가장 유력하다. 가상환경을 체험할 때 시각에서는 이동하거나 흔들림에 대한 정보가 들어오는데 비해 전정정보에서는 아무런 관성이나 회전정보가 들어오지 않아 시각정보와 전정정보 간에 감각충돌이 일어난다. 현재까지의 연구로는 이러한 원인으로 인해 사이버 멀미가 발생 한다고 알려져 있다.

### 2-3 반사성 안구운동

인체의 균형을 잡기 위한 자세조절을 위해서는 이에 관여 하는 시각계, 체성감각계 및 전정계로부터 구심성 정보가 뇌중추에서 통합 및 조절되어 안구와 사지의 운동 등에 관여하는 근육의 긴장을 반사적으로 조절함으로써 유지되며, 전정안구반사 및 전정척수 반사가 관여한다고 보고되어 있다[3][4].

#### 1) 전정안구반사

머리의 회전 방향과 반대방향으로, 머리회전 속도와 같은 속도로 움직이는 반사성 안구운동 이다. 머리 회전시 귀에 있는 반고리관에서 회전에 대한 신호가 들어와 전정계에 정보를 전달한다. 또한, 머리 회전에 대한 시야에 들어온 정보를 시각계에 전달한다. 이 두 정보를 기반으로 안구를 머리 회전 방향과 반대로 움직이게 되는데, 이는 머리 회전에 따른 망막 상을 안정적으로 유지시키기 위한 반사적인 움직임이다. 전정안구반사는 시각혼란을 줄여 시각멀미를 감소시키는 역할을 한다.

#### 2) 단속안구운동

전정안구반사는 하나의 물체를 표적삼아 그 물체를 중심으로 안구를 움직여 망막의 상을 안정시킨다. 이러한 표적을 추적하여 망막의 중앙에 위치하도록 하는 운동이 바로 단속안구운동이다. 단속안구운동은 기존에 바라보던 표적이 시야에서 사라지면 새로운 표적을 찾아 시선을 빠

르게 움직여 옮기는 역할을 한다[5][6].

### III. 사이버멀미 완화 방안

#### 3-1 시각과 전정계의 상호작용

머리와 주위 시각에 보이는 물체에 따라 시각계와 전정계는 서로 상호작용을 하며, 때로는 시선 고정을 위해 하나의 감각계가 다른 감각계를 억제하기도 한다. 예를 들어 고정하고자 하는 표적이 머리와 같은 방향, 속도로 이동할 때 예는 전정안구반사에 대한 상호작용은 억제되고, 시선은 표적을 따라간다. 시각정보로 정보를 얻어 작용하는 안구운동계에는 단속안구운동, 추적안구운동 및 시운동계가 있다. 일상생활에서는 전정안구반사와 이 세 가지 안구운동계의 상호작용에 의해 원하는 물체에 시선이 유지된다. 단속안구운동계는 기존의 표적을 잃었을 때 새로운 표적으로 시선을 이동시켜 망막을 옮기는 역할을 한다. 추적안구운동계는 표적을 안구의 중심에 계속해서 유지시키는 기능을 담당한다. 시운동계는 중심 뿐 만이 아니라 전체 망막에 맺힌 상을 따라 보는 역할을 하며, 추적안구운동의 원시형에 해당된다. 눈은 주기적으로 시야에 나타나는 새로운 표적을 따라가며, 표적이 시야에서 벗어나면 교정하며 반대방향으로 단속안구운동이 발생하여 안구를 중앙에 위치시킨다[7].

#### 3-2 사이버멀미와 반사성 안구운동의 관계

사이버멀미와 반사성 안구운동의 관계를 분석하기 위해 기존 연구에서 전정안구반사 측정 장비를 착용한 참가자를 가상환경에 노출시켜 안구운동 및 머리 회전 운동의 변화를 측정 하였다. 참가자는 전정안구반사 측정 장비를 착용하여 적응시간을 가진 뒤, 3D 롤러코스터 시뮬레이터 영상을 응시하도록 하였다.

기저선 단계에서는 정지 장면을 5분간 응시하였으며, 주행단계에서는 10분간 롤러코스터 시뮬레이션을 경험하였다. 가상환경 체험에 따른 머리와 안구회전 운동량을 살펴보기 위해 두 측정치의 분당 누적 운동량을 산출 하였다. 각 단계에서 발생한 회전 운동량의 총 합을 각 단계의 시간으로 나누어 분석한 결과, 가상환경을 체험할 때 일어나는 머리 회전의 분당 누적 운동량은 수평 및 수직 방향 모두에서 기저선 단계에 비해 유의미하게 증가하였다[8]. 이러한 실험을 통해 가상환경에서도 시각적 멀미 완화를 위한 전정안구반사가 일어난다는 것을 알 수 있다.

#### 3-3 사이버멀미 완화를 위한 콘텐츠 제작방안

위에서 분석한 결과 안구는 안정적인 망막의 상을 얻기 위해 움직이는 환경에서 하나의 표적에 시선을 고정하고, 기존의 표적이 시야에서 사라지면 안구를 고정시킬 새로운 표적을 찾는 단속안구운동을 시작한다. 단속 안구운동은 새로운 표적을 찾는 과정에서 첫째 특정 방향으로 눈을 움직이게 하는 명령, 둘째 비시각적 유도에 의해 기억된 표적, 셋째 시각 자극 등에 의해 주변부의 표적을 보려는 의지 등에 의해 유발된다. 이렇게 3가지 유발 조건에 따라 안정적인 안구의 망막 상을 얻기 위해 다음의 2가지 콘텐츠 방안을 제안한다. 세 가지의 조건에 따라 동일한 형태의 표적을 반복적으로 제시하고, 이동방향에 대해 예측이 가능한 표적을 다음과 같이 콘텐츠에 적용한다.

(1) 반복적인 새로운 표적 제시 : 실험군 콘텐츠에서는 반복적으로 동일한 모양의 표적을 일정간격으로 제시하여 피험자에게 기억에 남는 형태의 표적을 제시하고 주변 환경에 비해 눈에 띄는 웨이더를 적용한다.

(2) 방향예측성 표적 제시 : 다음 이동 방향에 대해 예측할 수 있는 표적을 제시하여 피험자가 다음 표적이 나타나는 방향을 예측 할 수 있도록 한다. 이러한 방향지시성은 유저로 하여금 지시한 방향으로 시선을 돌리도록 수의적인 자극을 부여한다.

### IV. 콘텐츠 제작 및 실험

대조군으로는 표적이 없는 일반적인 미로 콘텐츠를 제작하였으며, 실험군으로는 제안하는 표적을 적용한 미로 콘텐츠를 제작하였다. 안드로이드 기반으로 제작하여 모바일에 적용하였으며 구글 카드보드, 기어VR을 활용하여 실험하였다. 개발환경은 Unity5에서 제작하였다. 모바일 HMD환경을 구축하기 위해 Android SDK, JDK 설치 및 Unity용 GoogleVR 패키지를 적용하였다.

#### (1) 제작과정

개발환경은 Unity5에서 제작하였다. 모바일 HMD환경을 구축하기 위해 Android SDK, JDK 설치 및 Unity용 GoogleVR 패키지를 적용하였다. 그림1과 같이 기본적인 미로형태의 공간을 구성하였고, 그림2와 같이 미로의 시작지점과 완료지점에 카메라 동선을 설정해 주었다. 동선을 잡아주는 프로그램으로는 SWS(Simple Waypoint) Asset을 사용하였다. 카메라는 동선에 따라 자동으로 이동하도록 하였으며, 좌 우 회전은 HMD를 착용한 유저가 하도록 하였다.

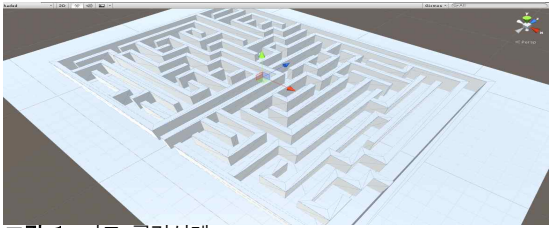


그림 1. 미로 공간설계  
Fig. 1. Maze Space Design

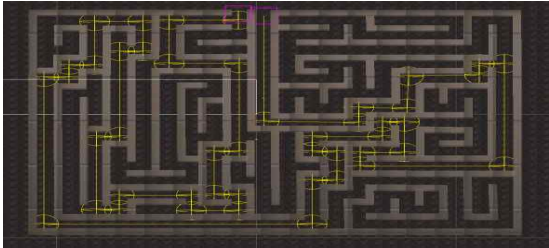


그림 2. 카메라 이동 동선 설계  
Fig. 2. Setting of Camera Moving Line

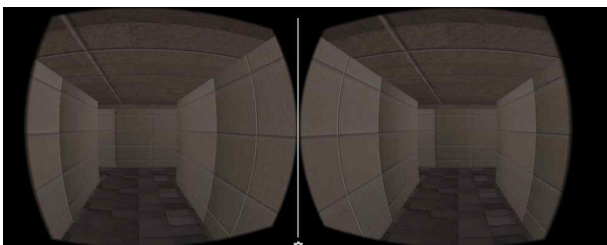


그림 3. 대조군 콘텐츠를 VR로 출력한 모습  
Fig. 3. Output of control contents using VR

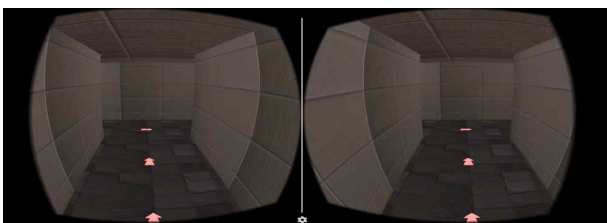


그림 4. 실험군 콘텐츠를 VR로 출력한 모습  
Fig. 4. Output of experiment contents using VR

대조군 : 그림3처럼 일반적인 가상공간으로 유저가 시각적으로 의지할 표적을 제공하지 않았다. 유저는 일정한 속도로 이동하는 공간을 5분간 바라보며 좌/우로 고개를 돌려 볼 수 있도록 하였다.

실험군 : 그림4처럼 일정 간격으로 눈에 띄는 표적을 적용하여 유저가 시각적으로 의지할 수 있는 표적을 제시하였으며, 유저가 머리를 회전하는 구간에서는 카메라 이동 방향을 예측할 수 있도록 표적을 적용하였다.

(2) 실험과정 및 결과

두 콘텐츠 체험시간 사이에 1시간의 쉬는 시간이 주어

졌으며, 본 콘텐츠 실험은 20대 남녀 14명을 중심으로 진행하였다. 콘텐츠 체험 시간은 약 5분씩 진행 되었으며, 실험의 형평성을 위해 대조군을 먼저 체험한 후 실험군을 체험하는 그룹 7명, 실험군을 먼저 체험한 후 대조군을 체험하는 그룹 7명으로 나누어 실험을 진행 하였다.

실험에 대한 검증은 사이버 멀미의 주관적인 설문지표 SSQ(Simulator Sickness Questionnaire)를 이용하였다 [4].

피험자는 5분간 대조군과 실험군 두 개의 콘텐츠를 각각 1시간의 쉬는 시간 간격으로 3일 동안 실험하였으며 체험한 후 총 16가지의 증상에 대한 정도를 체크하도록 하였다. 실험군 체험후의 효과를 입증하기 위해 체험전과 후의 설문을 실시하여 비교하였다. 설문 SSQ의 16개 설문 중에 멀미감에 직접적으로 관련이 있는 메스꺼움, 안구 불편감, 방향감각 상실 3개를 추출하였다.

설문은 총 4번에 걸쳐 대조군 체험 전, 대조군 체험 후, 실험군 체험 전, 실험군 체험 후 로 나누어 작성되었다. 결과는 아래 표1,2,3,4에 나타내었다. 표에 나타난 N 은 메스꺼움, O는 안구 불편감, D는 방향감각 상실을 나타내며  $\bar{x}$  는 평균,  $\sigma$ 는 표준편차를 의미한다.

표 1. 대조군 콘텐츠 체험 전 평균과 표준편차

Table. 1. Mean and deviation before contents experience in control group

N		O		D	
$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$
25.9	15.9	14.1	7.5	8.0	12.6

표 2. 대조군 콘텐츠 체험 후 평균과 표준편차

Table. 2. Mean and deviation after contents experience in control group

N		O		D	
$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$
63.7	16.0	48.2	11.2	83.5	16.4

표1,2에서와 같이 대조군에서 체험 전 후 가장 큰 변화는 나타내는 것은 방향감각 상실이다. 표 3,4는 본 연구에서 제안한 방법에 의해 콘텐츠를 제작하여 실험한 결과이다.

표 3. 실험군 콘텐츠 체험 전 평균과 표준편차

Table. 3. Mean and standard deviation before contents experience in experiment group

N		O		D	
$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$
25.9	14.2	19.5	8.9	4.0	9.7

**표 4.** 실험군 콘텐츠 체험 후 편군과 표준편차  
**Table. 4.** Mean and standard deviation after contents experience in experiment group

N		O		D	
$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$
35.4	12.2	41.2	7.9	37.8	14.3

표1,2,3,4의 결과를 종합해 보면 SSQ항목중 메스꺼움(N)은 대조군에서는 체험 전과 체험 후 37.8의 차이를 보였으며, 실험군에서는 체험 전과 체험 후 9.5의 차이를 보였다. 안구 불편감(O)에서는 대조군에서는 체험 전과 체험 후 34.1의 차이를 보였으며, 실험군에서는 체험 전과 체험 후 21.7의 차이를 보였다. 방향 감각 상실(D)은 대조군에서는 체험 전과 체험 후 77.5의 차이를 보였으며, 실험군에서는 체험 전과 체험 후 33.8의 차이를 보였다. 따라서 SSQ설문 결과 세 가지 항목에서 모두 유의미한 변화를 보였으며, 이는 본 논문에서 제안한 안정적인 안구 운동을 위한 표적 제시를 콘텐츠에 적용할 경우 사이버 멀미가 완화 된다는 것을 보여주는 결과이다.

**V. 결론 및 향후과제**

가상현실 기술은 현실감을 극대화한 기술로써 현실감을 위한 다양한 가상현실 디바이스가 개발되고 발전하고 있어 최근 가상현실 시장이 확장되어 가고 있다[9].

그러나 가상현실을 체험하기 위해 사용하는 HMD환경에서 가상환경을 경험할 때 나타나는 사이버멀미는 여전히 해결되어야 할 과제이다[10][11]. 본 연구에서는 사이버멀미의 완화를 위해 사이버 멀미와 전정안구반사의 관계에 대해 고찰하고, 안정적인 안구운동에 효과적인 표적을 콘텐츠에 제시하여 사이버 멀미 완화에 효과적인 콘텐츠 제작 방안을 제안 하였다. 안구는 안정적인 망막의 상을 얻기 위해 움직이는 환경에서 하나의 표적에 시선을 고정하고, 기존의 표적이 시야에서 사라지면 안구를 고정시킬 새로운 표적을 찾는 단속안구운동을 시작한다. 단속안구운동은 새로운 표적을 찾는 과정에서 특정 방향으로 눈을 움직이게 하는 명령, 비시각적 유도에 의해 기억된 표적, 시각 자극 등에 의해 주변부의 표적을 보려는 의지 등에 의해 유발된다. 이러한 조건에 따라 동일한 형태의 표적을 반복적으로 제시하고, 이동방향에 대해 예측이 가능한 표적을 제시 하였다. 그 결과 사이버 멀미를 나타내는 설문지표의 메스꺼움, 안구의 불편감, 방향감각 상실의 측면에서 모두 멀미감 완화 효과를 보였다.

여기서는 사이버멀미 측정 척도로 주관적인 설문지표 SSQ를 사용하였으나 향후 좀 더 확실한 결과를 위해 피험자의 수를 늘리고 객관적인 측정도구의 개발이 필요하

리라 사료된다.

**참고문헌**

[1] K. Y. Won, "Virtual reality as computer science" *Information Science Society*, 15(11), pp. 5-13, November 1997.

[2] H. S. Lee, E. J. Park, "A Study on the manipulation method for alleviating the motion sickness of 3D HMD" *Korea Computer Game Society*, Vol. 27, No. 4, pp. 85-91, December 2014.

[3] S. H. Jung, "Motion Sickness" *Research in Vestibular Science*, Vol. 8, No. 1, June 2009.

[4] Hansson E E, & Månsson N O, & Ringsberg K A, & Hkansson A, "Falls among dizzy patients in primary healthcare: an intervention study with control group." *Inter. J. Rehabilitation Research*, pp. 51-57, 2008.

[5] J. I. Kim, "Physiological basis of vestibular reflex" *J. of Korean Balance Soc.*, Vol. 5, No. 2, 2006.

[6] W. H. Jung, "Basic principle of vestibular reflex" *J. of Korean Balance Soc*, Vol. 5, No. 1, 2006.

[7] K. H. Han, H. T. Kim, "Causes and Reduction Methods of Cyber Sickness" *Korean J. of Psychological Association*, Vol. 23, No. 2, 2011.

[8] H.J. Jeon, E.H.Jang, T.W.Wendimagegn, C.H.Park, J.O.Jung and H.T.Kim, "Development of a vestibulo-ocular reflex measurement system for the study of cybersickness" *Korean Journal of the science of Emotion & sensibility*, Vol.18 No.1, pp.27-38, 2015.

[9] Y. J. Jo, "A Study on Development of Virtual Instrument Design Tool Supporting User Interaction in Virtual Environment" *The Journal of The Institute of Information and Communication Engineers*, Vol. 11, No. 4, 2007.

[10] J.W. Son and H.S. Yoon, "A Study on Cyber Sickness Mitigation Analysis and Its' Applications" *The Korean Journal of the Institute of Animation*, Vol.12, No.4, 2016.

[11] Yun Jung Kim, "A Study on Dramaturgy for Reducing Motion Sickness Inducer of VR Contents" *The Korean Journal of the Institute of Animation*, Vol.12, No.2, 2016.



**송 은 지(Eun-Jee Song)**

1984년 : 숙명여자대학교 수학과 (이학사)

1988년 :일본 나고야(名古屋) 국립대학 정보  
공학과(공학석사)

1991년 : 일본 나고야(名古屋) 국립대학 정보공학과 (공학박사)

1991년~1992년 : 일본 나고야(名古屋)국립대학 정보공학과  
객원 연구원

2007년 : 오클랜드대학교 컴퓨터학과 방문교수

1996년~현재 : 남서울대학교 컴퓨터학과 교수

※관심분야 : 수치해석, IT융합, VR/AR 등

**정 아 름(A-Leum Jung)**

2015년2월: 남서울대학교 컴퓨터학과 졸업  
(공학사)

2015년3월: 남서울대학교 대학원  
가상증강현실학과 입학

2017년2월: 남서울대학교 대학원 가상증강현실학과 졸업(공학석사)

2017년4월~현재 : 몽심 주식회사 사원

※관심분야 : VR/AR, 소프트웨어 개발 등