

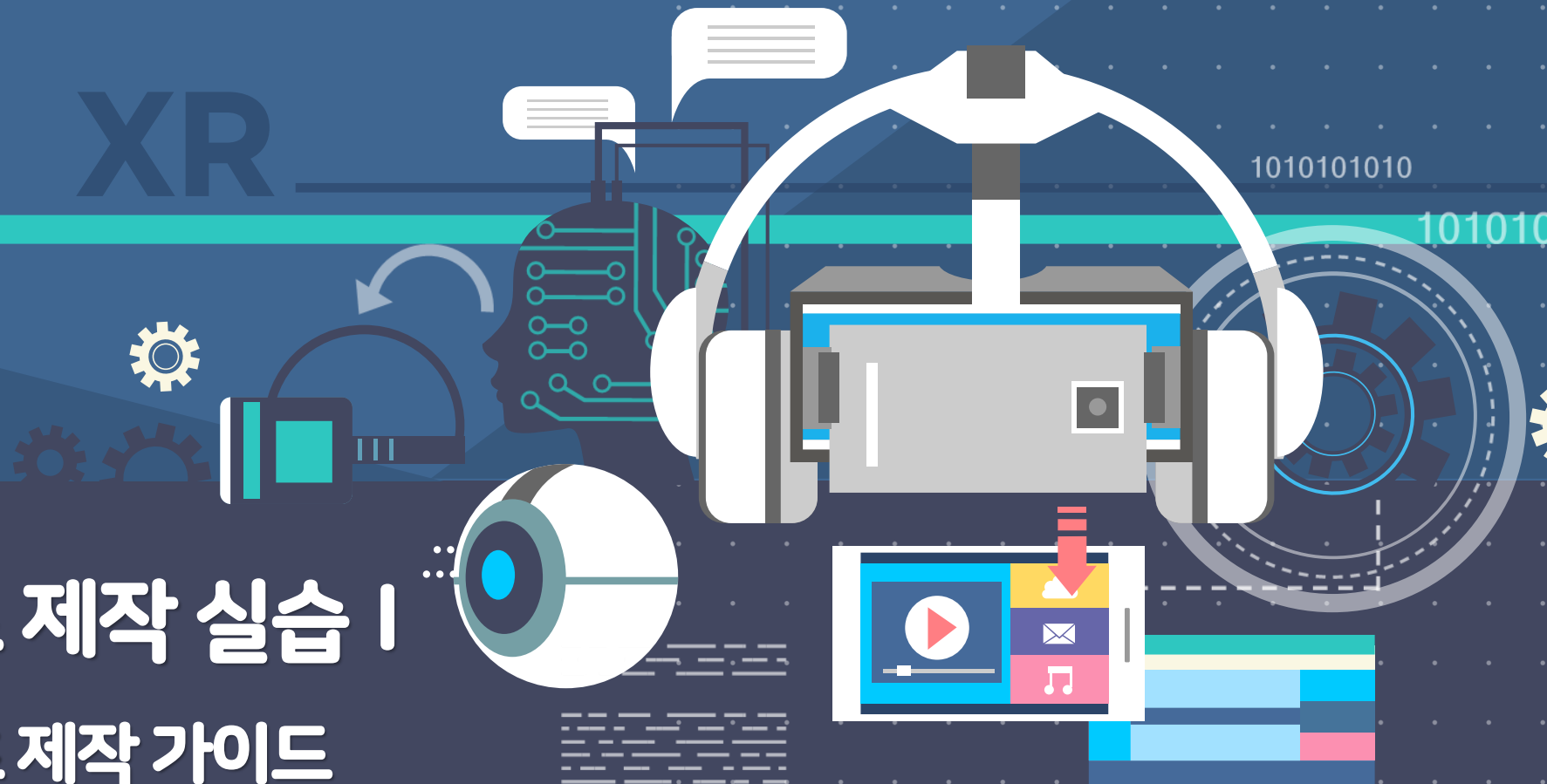
# VR/AR/XR

## 기반의 실감형 콘텐츠

| 석광호 교수 |

5주. 실감형 콘텐츠 제작 실습 I

1교시 실감형 콘텐츠 제작 가이드

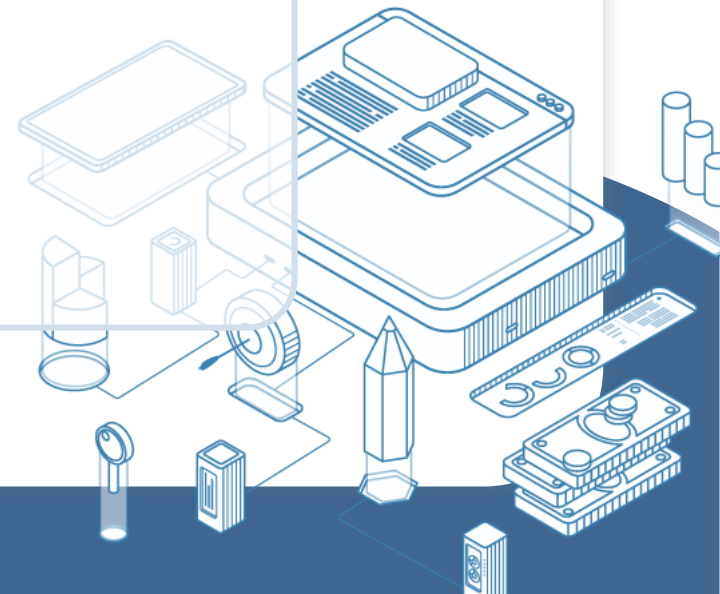


## ▶ 학습목표

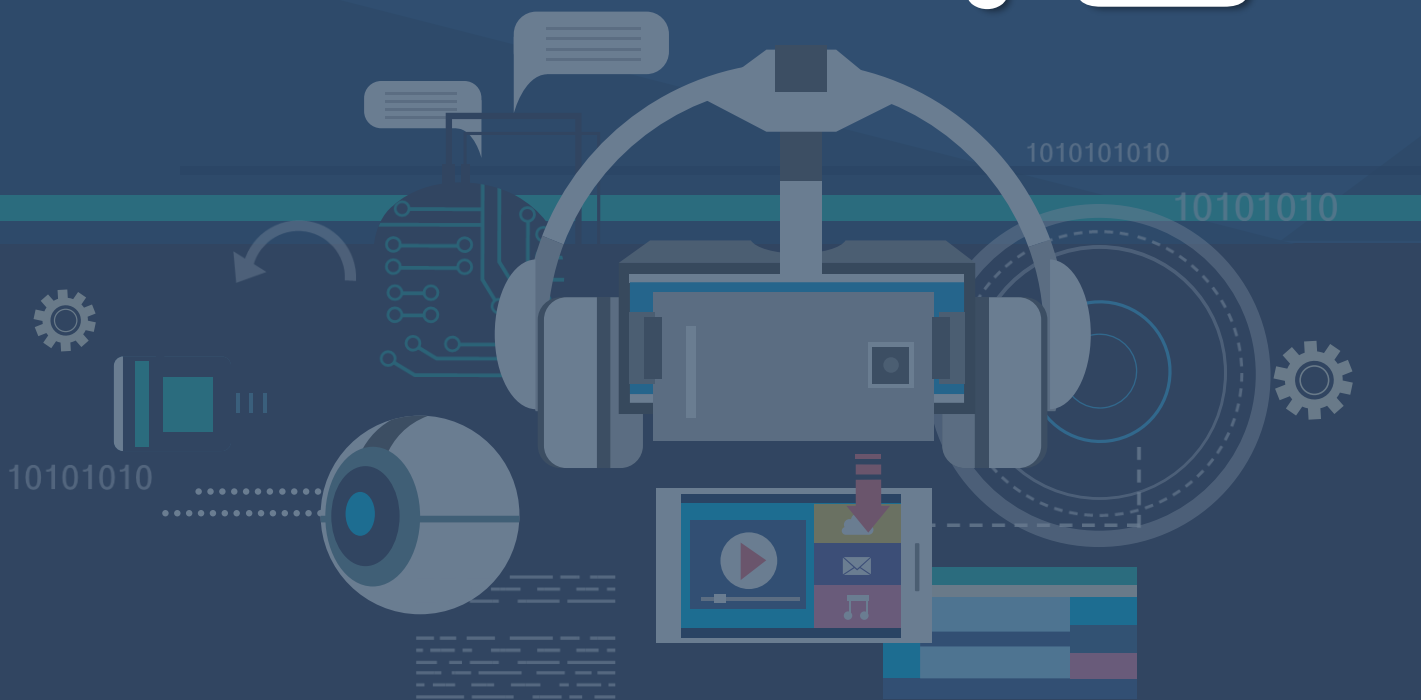
1. VR 실감형 콘텐츠 제작을 위해 고려해야 할 사항을 설명할 수 있다.
2. AR 실감형 콘텐츠 제작을 위해 고려해야 할 사항을 설명할 수 있다.

## ▶ 학습내용

1. VR 콘텐츠 제작 가이드라인
2. AR 콘텐츠 제작 가이드라인

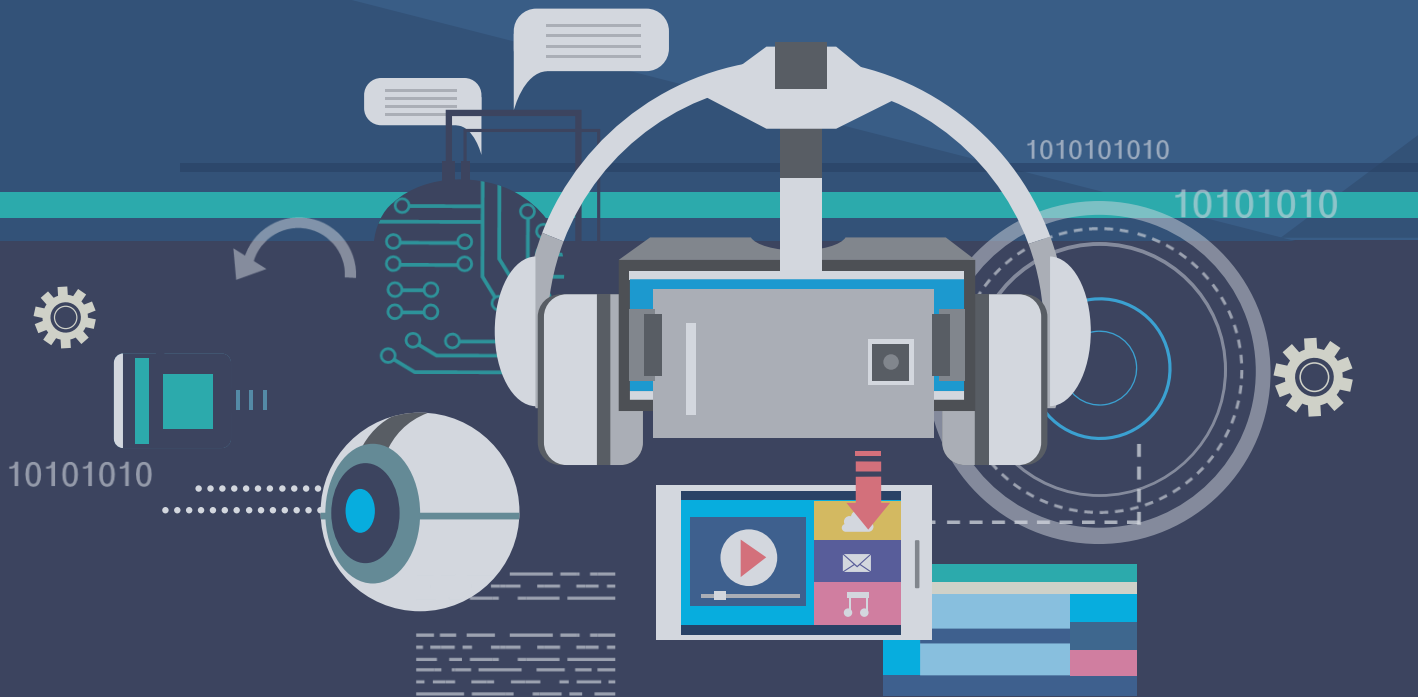


# 학습하기



01

# VR 콘텐츠 제작 가이드라인



# 01. VR 콘텐츠 제작 가이드라인

## 📌 Latency 최적화

### 📖 VR Latency는 가능한 20ms 이하로 유지해야 함

- 이론적으로 사람이 자극의 차이를 인지할 수 있는 시간인 80ms의 25% 범위인 20ms 이하일 때 Latency를 인지하지 못함
- Latency가 60ms 이상일 경우 대부분의 사람들이 이질감과 불쾌감을 느끼며 방향감각 상실로 몰입감 저하와 피로감이 증대함
- VR 기기의 Latency는 최소화해야 하나 VR 기기의 처리과정 중에서 각 단계별 지연시간 발생이 불가피함
- 실제로 VR Latency 중 Frame latency가 10ms 이상이기 때문에, 현재 헤드트래킹 기술 수준으로서는 20ms 이하 달성은 어려움

# 01. VR 콘텐츠 제작 가이드라인

## 📌 Frame Rate 최적화

📖 VR 콘텐츠의 Frame Rate는 VR HMD의 주사율(Refresh Rate)에 동기화되어야 하며, 최소 Frame Rate는 실사 영상 30fps 이상, 애니메이션 및 그래픽 60fps 이상, 인터랙션 90fps 이상을 권장함

- Frame Rate가 낮으면 Flickering 현상이 나타나 이용자에게 두통, 눈의 피로감, 과민성 발작 등을 유발할 수 있음
- 인터랙션 콘텐츠의 Frame Rate는 최소한 디스플레이의 Refresh Rate 수준은 되어야 함
- 일반 동영상 및 사용자 인터랙션 콘텐츠를 부드럽게 보기 위한 하한선으로 각각 30fps와 90fps 수준을 권고함
- 인터랙션, 영상 콘텐츠는 HMD를 착용하고 머리를 움직이는 순간에는 90fps 수준이 요구되므로 디스플레이는 90fps 이상이 되어야 함

# 01. VR 콘텐츠 제작 가이드라인

## 가상 카메라 움직임 최적화

- 1 VR 콘텐츠 제작 시 가상 카메라의 가속 움직임(전후/좌우 이동, 줌, 회전)은 가능한 빈도수가 낮도록 하고 일정한 이동 속도로 움직이기를 권장함
- 2 VR 실사 영상 콘텐츠를 촬영할 때는 팬, 틸트, 롤, 줌인·아웃 등은 사용하지 않고 해당의 효과는 후반 작업에서 적용시키는 것을 권장
- 3 VR 인터랙션 콘텐츠에서는 유저의 움직임과 독립된 가상 카메라의 움직임 활용을 자제함
- 4 콘텐츠 내 객체의 이동 시, 일반 무브 방식보다 텔레포팅 방식을 사용함
- 5 유저가 직접 움직이는 콘텐츠의 경우는 인간의 이동속도 및 이와 유사한 속도로 표현함

# 01. VR 콘텐츠 제작 가이드라인

## 리그 구성

- 1 360°VR 실사 콘텐츠 제작 시, 카메라간 간격을 노-패럴랙스 포인트(No-parallax point)에 근접하도록 리그 시스템을 구성해야 함
- 2 그래픽 및 게임 콘텐츠의 경우, 가상카메라간의 노-패럴랙스 포인트의 일치여부를 확인함
- 3 원경을 촬영할 때보다 근경을 촬영할 때 노-패럴랙스 포인트의 오차범위를 더 작게 설정해야 함
- 4 리그 구성 시에 카메라 화각의 약 20° (촬영 영상의 15~20%) 수준으로 겹치게 카메라를 배치할 것을 권장함
- 5 VR 영상 촬영 시에는 카메라 간의 동기화가 매우 중요하기 때문에 Genlock 사용을 권고함



# 01. VR 콘텐츠 제작 가이드라인

## 📌 스티칭 최적화

📖 VR 콘텐츠 촬영 및 후반작업 시 스티칭 오류를 최소화하기 위해 카메라 배치, 렌즈 왜곡, 카메라 싱크 등을 알맞게 조정해야 함

📖 카메라 싱크는 피사체의 움직임 속도가 빠르거나 S3D(Stereoscopic 3D) 로 촬영할 때 중요도가 높아지므로 정확히 맞추는 것을 권장함

- 카메라 렌즈 간 간격에 의해 발생하는 오류는 최적화가 불가능
- 실사 영상 촬영자의 기획, 연출 및 촬영 방법에 따라 스티칭 에러가 다양한 형태로 나타나므로, 스티칭 최적화 기준 적용이 어려움
- 카메라간의 싱크 차이는 최소 0.5 프레임 이하로 맞추는 것을 권장함

# 01. VR 콘텐츠 제작 가이드라인

## 📌 FOV(Field of View) 조정

### 📖 가상 카메라 화각(cFOV)을 고정된 디스플레이 화각(dFOV)에 가능한 일치시켜야 함

- 가상 카메라 화각(cFOV)과 디스플레이 화각(dFOV)간 스케일 차이가 발생하면 움직임 및 화면왜곡, 화질저하 등에 의한 불편감 유발 가능
- dFOV를 줄일 경우 VR 멀미 저감이 가능하나, 동시에 VR 영상의 몰입감 및 시각적 상황인지력도 감소시키게 됨
- dFOV를 늘릴 경우 디스플레이 장치가 무거워져서, 사용자의 착용감 저하 및 피로도를 가중시킴

# 01. VR 콘텐츠 제작 가이드라인

## 📌 감각불일치 동기화

📖 VR의 시각적 경험과 체감효과를 동기화시키는 콘텐츠 제작을 권고함

📖 인터랙션 콘텐츠는 상황 예측이 가능한 요소를 삽입함

- VR 콘텐츠의 시각 경험과 체감 경험이 일치하지 않는 비동기화가 발생하면 이용자에게 어지럼증 및 불편감이 유발됨
- VR 콘텐츠 움직임과 사용자의 체감 경험을 완벽히 동기화 할 수 없음
- VR 체험 시 사용자 인터랙션의 정확도/지연과 멀미간의 상관도 규명 필요
- VR 콘텐츠의 반복적 사용 시 멀미 저감 효과와 피로감 누적효과가 동시에 발생하는 문제 해결 필요

# 01. VR 콘텐츠 제작 가이드라인

## 📌 모션플랫폼 동기화

📖 모션플랫폼 탑승 사용자의 신체 움직임과 시각적 경험 간의 동기화를 위해, VR 입력과 VR 모션 출력 간의 전달지연시간을 150ms 이하로 권고함

📖 전달지연시간 최소화와 정밀도 최대화를 위한 하드웨어(통신, 모터, 기구 부품 등)의 정밀 제작과 콘텐츠 단에서 재미요소를 기반하여 모션데이터를 필터링 함

📖 모션플랫폼의 모션데이터를 구성할 때, 인체에 민감하게 반응하지 않는 축 방향을 우선 순위로 자극함

- 모션플랫폼 탑승 사용자에게 VR 콘텐츠가 제공하는 시각 경험과 실체감, 움직임 간의 비동기화가 발생하면 사용자에게 어지럼증 및 불편감이 유발됨
- 모션플랫폼 동기화의 가장 주된 요소는 VR 입력과 VR 모션출력 간의 전달지연시간 최소화임

# 01. VR 콘텐츠 제작 가이드라인

## 📌 UI(User Interface) 배치

- 📖 UI를 사용하는 경우에는 3D 객체화시켜 3차원 공간 상에 배치하는 것을 권장함
- 📖 유저 움직임의 자연스러움을 위해 시야에서 많은 부분을 차지하는 물체의 움직임은 최소화함
- 📖 HUD형 UI 구현 시에는 3차원 객체의 깊이값과 일치시켜서 구현해야 함

# 01. VR 콘텐츠 제작 가이드라인

## 📌 UI(User Interface) 배치

### 📖 VR 영상 콘텐츠에 자막을 삽입할 때는 스피어리컬 왜곡을 적용할 것을 권고함

- VR 콘텐츠에서 UI가 HUD 형태로 보이면 멀미를 유발할 수 있음
- 카메라에 붙어다니는 UI는 불필요하게 사용자 시선을 계속 따라다니기 때문에 불편함과 멀미감을 유발할 수 있음

# 01. VR 콘텐츠 제작 가이드라인

## 📌 사운드 구성

📖 HMD가 움직이는 방향에 맞추어 음원들이 상호작용할 수 있는 공간 사운드 디자인(Spatial Sound Design)을 할 것을 권장함

- VR 콘텐츠 사용자가 고개를 돌리는 방향에 따라 현실에서 들리는 소리의 방향감과 최대한 유사하면 멀미 및 어지러움을 다소 적게 느끼게 됨
- 현실에서 학습된 청취형태와 다른 경우 청각적 오해를 불러일으켜 몰입에 방해요소로 작용함

# 01. VR 콘텐츠 제작 가이드라인

## 📌 S3D (Stereoscopic 3D) 최적화

- 📖 HMD 기반의 VR 3D 영상 콘텐츠 제작 시, 지오메트리 에러 (ex. 수직 불일치, 기울임 불일치, 스케일 불일치 등)가 발생하지 않도록 함
- 📖 VR 3D 영상 촬영 시에는 카메라 간의 간격을 인간의 동공간 거리에 기반하여 6.5cm 내외로 설정함
- 📖 영상 내에서의 갑작스런 심도 변화는 눈의 피로감을 주기 때문에 해당 연출법은 자제할 것을 권장함
- 📖 VR 3D 영상 콘텐츠에서의 자막은 영상에서 적용된 깊이값보다 유저의 앞쪽으로 배치해야 함



# 01. VR 콘텐츠 제작 가이드라인

## 📌 해상도 최적화

📖 VR 콘텐츠의 해상도는 VR HMD의 하드웨어 파라미터와 이용자의 시력에 기반하여 최소한 4K(3840×1920 or 4096×2048, UHD)급 이상으로 유지하도록 함

- VR HMD에서 해상도는 이용자의 몰입감 및 불편감을 느끼는 정도에 영향을 줌
- 해상도가 높을수록 선명한 화면으로 콘텐츠 구현이 가능함
- VR HMD는 기기의 해상도가 2K라도 유저의 고개 움직임 및 영상의 고실감화를 위해 그 이상의 해상도를 제공하는 것이 필요

# 01. VR 콘텐츠 제작 가이드라인

## 🔗 수직동기화 설정

### 📖 VR 콘텐츠의 구동 최적화를 위해 수직동기화를 off로 설정함

- 수직동기화는 화면의 주사율에 맞게 게임 화면의 갱신 속도를 동기화시키는 역할을 함(TV 및 모니터 등의 디스플레이에는 해상도에 맞는 일정한 주사율이 있음)
- 콘텐츠의 프레임 레이트가 화면의 주사율보다 높을 때, 콘텐츠 구동 시 가로방향의 줄무늬 현상이 발생하여 수직동기화 옵션을 on으로 설정하지만 VR 콘텐츠에서는 프레임 레이트 이득을 위해 off로 설정함
- 수직동기화를 on으로 설정하면 인풋렉이 발생하여 반응속도가 느려질 수 있음
- 수직동기화 떨림현상에 지속적으로 노출되는 경우, 안구의 피로와 두통 등을 호소할 수 있음

# 01. VR 콘텐츠 제작 가이드라인

## 📌 영상 복잡도 최적화

📖 VR 콘텐츠 제작 시 배경의 복잡도(텍스처 및 공간주파수 성분)는 가능한 낮게 제작해야 함

📖 VR 콘텐츠 제작 시 영상 내 객체 분포를 가능한 낮게 유지함

- VR 영상 복잡도가 높을 경우 이용자로 하여금 대량의 시각 정보량 인지를 강요함으로써 멀미 및 어지럼증 등을 유발함
- 복잡한 배경과 수많은 객체는 GPU의 렌더링 연산 부하를 유발하며, 이로 인해 프레임 레이트가 저하됨
  - ➡ 프레임 레이트는 90fps 이상을 유지해야 함
- 배경이 단조롭고 대비도가 낮을 때 VR 멀미가 저감되는 효과가 있음

# 01. VR 콘텐츠 제작 가이드라인

## 📌 비주얼 가이드 (Visual Guide) 구성

- 📖 컨트롤러를 사용하는 인터랙션 VR 콘텐츠의 경우 비주얼 가이드를 적용할 것을 권고함
- 📖 비주얼 가이드는 화면 비율 대비 50% 이내의 크기를 권장하며, VR FPS 게임의 경우에는 화면 비율 대비 30% 크기의 비주얼 가이드를 권장함

# 01. VR 콘텐츠 제작 가이드라인

## 📌 비주얼 가이드 (Visual Guide) 구성

### 📖 비주얼 가이드의 위치는 HMD 시점 방향에 일치시켜서 구현해야 함

- VR 콘텐츠를 구성하는 여러 객체들이 이용자의 시각 정보로 인지되면 멀미를 유발할 수 있음
- 이용자는 효율적인 공간 인지를 위해 정지 좌표 (rest frame)를 지닌 하나의 객체만 인지하려 함
- VR 콘텐츠에 HMD 시점 방향에 동기화되어 움직임이 가능한 정지 좌표 기반의 비주얼 가이드를 추가하여 멀미를 최소화할 수 있음

# 01. VR 콘텐츠 제작 가이드라인

## 📌 임상 프로토콜

📖 임상 피실험자는 남자 청년층, 여자 청년층, 남자 중장년층, 여자 중장년층 4개 그룹으로 나누어 수행함

📖 탈락률 20%를 고려하여 임상 연구대상자 수를 산출함

**M**otion **S**ickness **S**usceptibility **Q**uestionnaire  
MOTION SICKNESS SUSCEPTIBILITY QUESTIONNAIRE

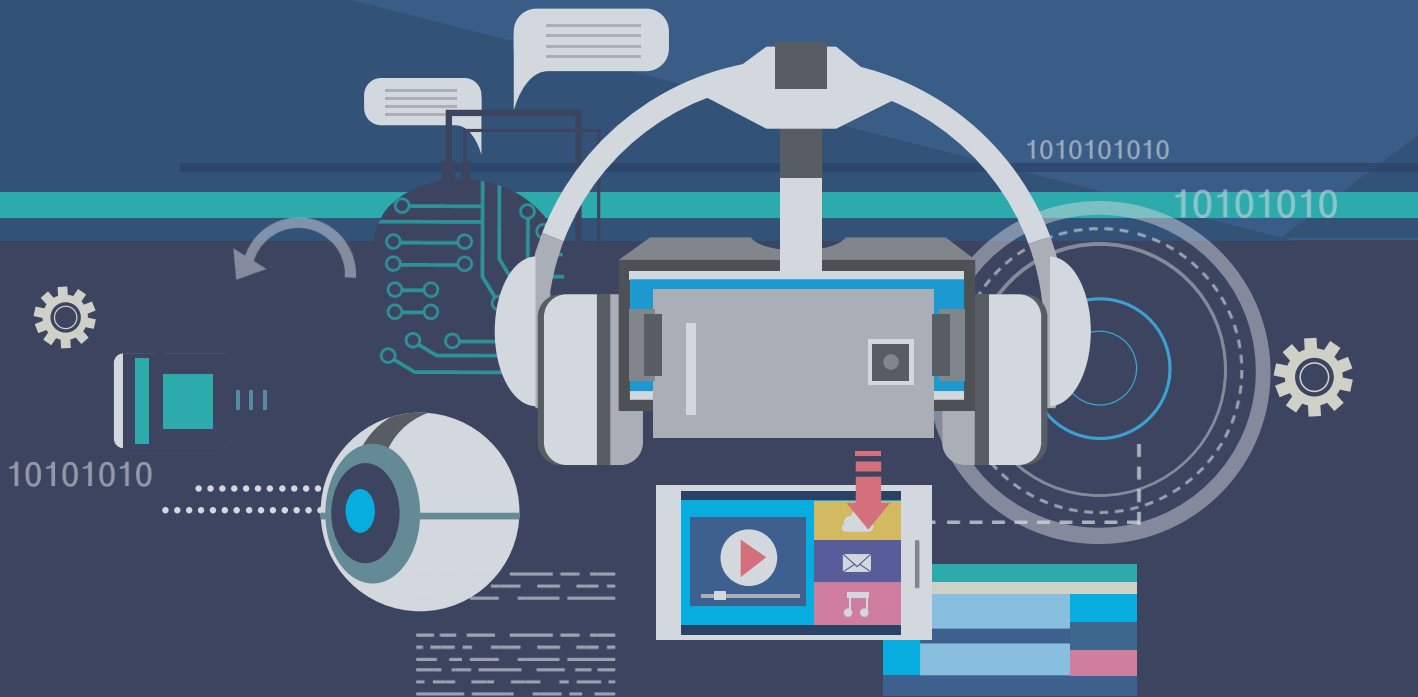
➔ 사전 취약성 평가를 수행함

**S**imulation **S**ickness **Q**uestionnaire  
SIMULATION SICKNESS QUESTIONNAIRE

➔ 멀미증상을 근거로 주관적 멀미 수준을 기록함

02

# AR 콘텐츠 제작 가이드라인



## 02. AR 콘텐츠 제작 가이드라인

### 📌 AR 그래픽의 naturalness 이미지 구현

📖 현실과 가상 객체 합성 시 자연스러움을 위해 가상 객체의 컬러, 선명도, 광원에 대한 최적화 렌더링 및 정합도 제고를 권고함

- 증강현실 콘텐츠의 경우는 가상 객체와 실사 간의 자연스러운 합성을 위한 AR 콘텐츠 naturalness 영상 표현이 중요함
- 증강현실 콘텐츠의 경우는 UI 및 가상객체 디자인/배치도 AR 콘텐츠의 naturalness 영상 표현 관점에서 고려되어야 함



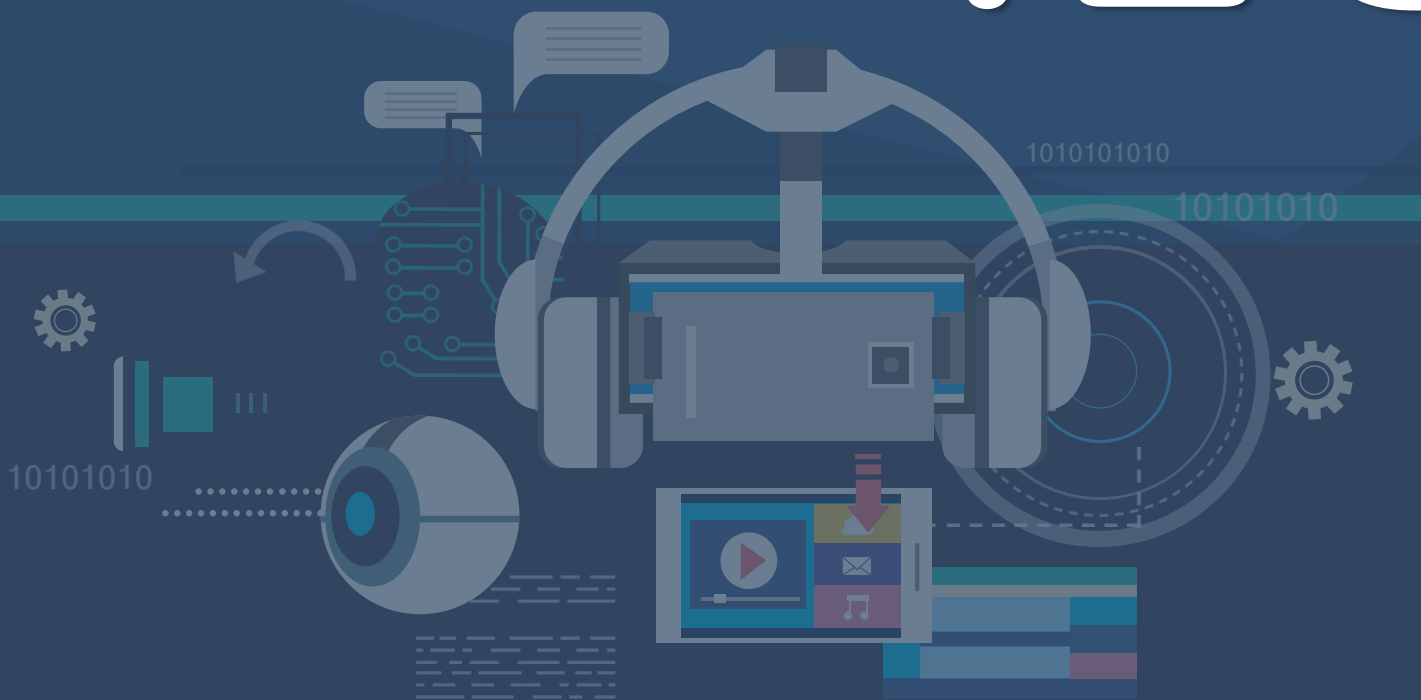
## 02. AR 콘텐츠 제작 가이드라인

### AR 그래픽의 객체 공간 배치

#### 현실과 가상 객체 합성 시 자연스러운 공간감 인지를 위해 최적화된 가상 객체의 공간 배치가 필요함

- AR 글래스를 통해 주시하는 시각적 환경과 나안을 통해 일반 디스플레이를 주시하는 시각적 환경에는 유의한 차이가 없음에 따라 AR 그래픽을 통해 유발되는 시각적 문제는 일반 디스플레이와 다르지 않음
- 현재 AR 글래스의 기술은 디바이스의 광학적 화면 출력 거리에만 한정되어 가상 객체를 투사하는데, 이에 따라 두 환경(현실과 AR 그래픽) 간에 공간감 정보가 충돌하여 시각적 불편감을 호소함
- 인간의 현실에서의 공간감은 경험적 요인에 의해 학습되어 있는데, AR 글래스를 통해 출력된 가상 객체 정보는 고정된 하나의 공간거리 상에서만 투사되기 때문에 공간의 인지요소가 상충됨(분해된 공간을 최적화로 나누는 것이 주요 이슈)

# 학습평가

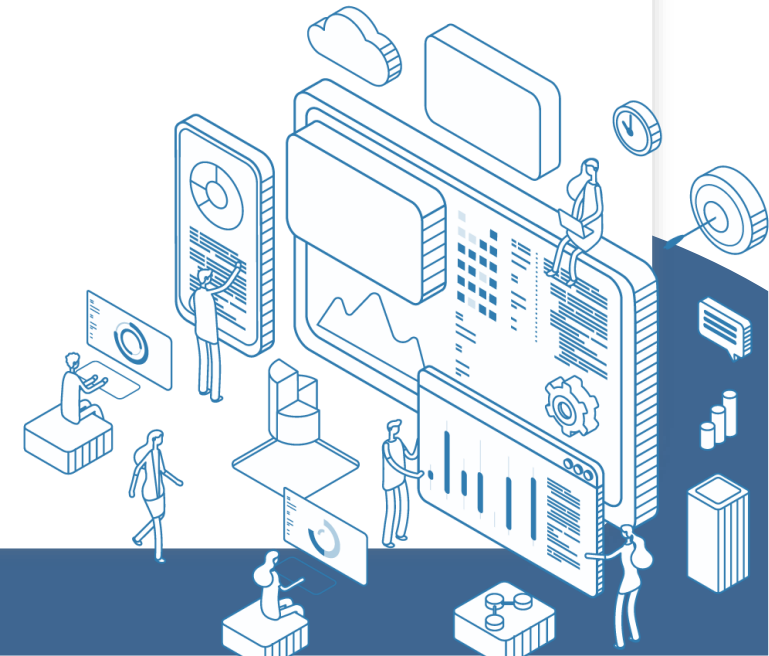


**Q1** 다음 내용이 맞으면 O, 틀리면 X를 선택합니다.

VR 콘텐츠의 프레임율(Frame Rate)은 VR HMD의 주사율(Refresh Rate)에 동기화시키는 것을 권장한다.

O

X

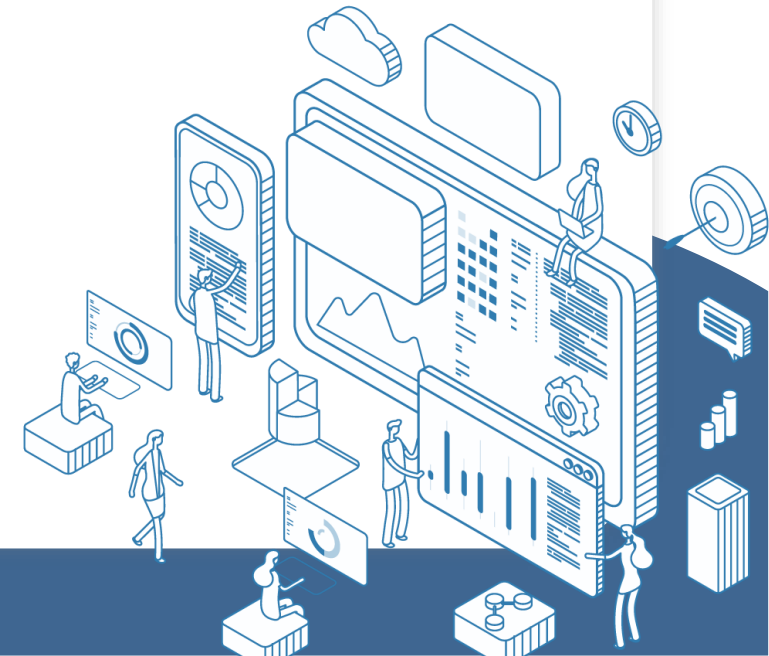


**Q1** 다음 내용이 맞으면 O, 틀리면 X를 선택합니다.

**VR 콘텐츠의 프레임율(Frame Rate)은 VR HMD의 주사율(Refresh Rate)에 동기화시키는 것을 권장한다.**

**정답** O

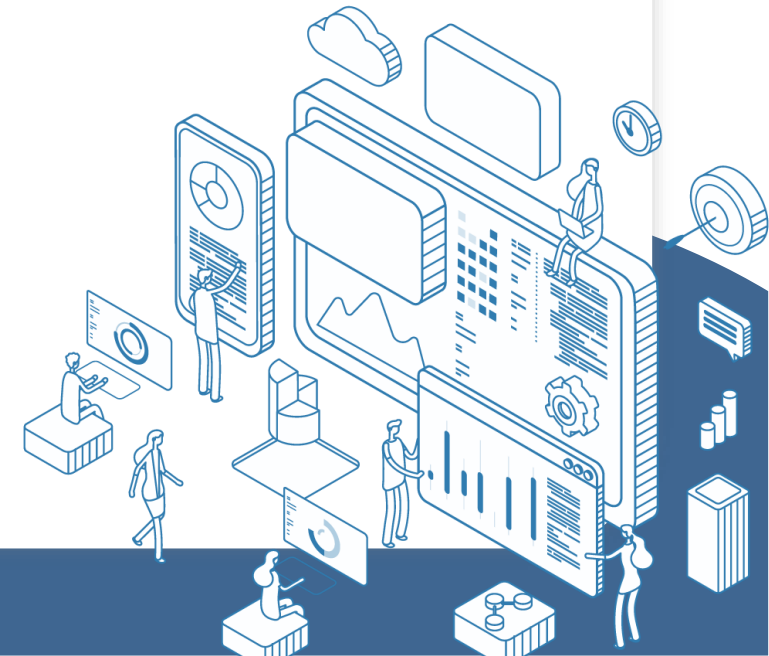
**해설** VR 콘텐츠의 프레임율(Frame Rate)는 VR HMD의 주사율(Refresh Rate)에 동기화되어야 하며, 최소 Frame Rate는 실사 영상 30fps 이상, 애니메이션 및 그래픽 60fps 이상, 인터랙션 90fps 이상을 권장한다.



**Q2** 다음 질문에 대한 답을 해 보세요.

다음 중 FOV 조절에 대한 설명으로 가장 부적절한 것은?

- ① cFOV를 고정된 dFOV에 가능한 일치시켜야 함
- ② cFOV와 dFOV간 스케일 차이가 발생하면 불편감 유발이 가능함
- ③ dFOV를 줄일 경우 VR 멀미를 증가시킴
- ④ dFOV를 줄일 경우 VR 영상의 몰입감 및 시각적 상황인지력을 감소시키게 됨



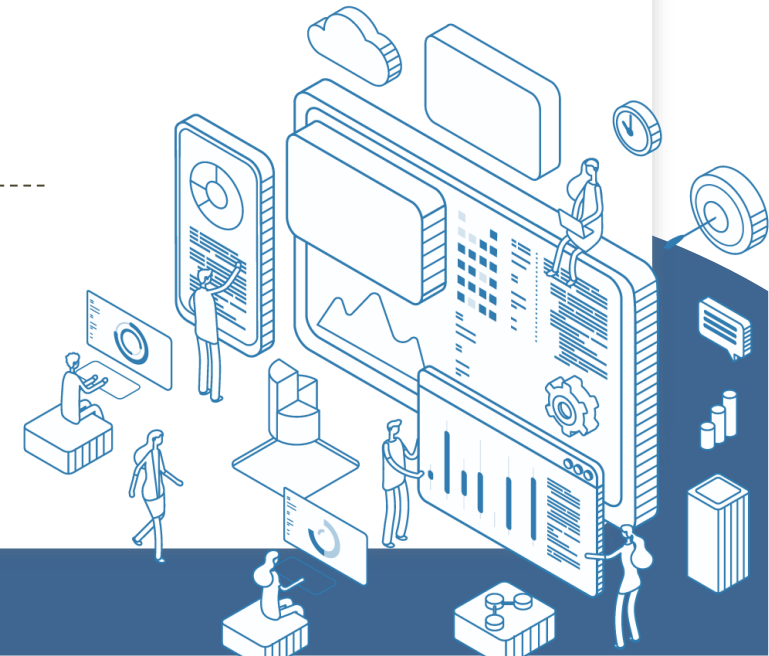
**Q2** 다음 질문에 대한 답을 해 보세요.

다음 중 FOV 조절에 대한 설명으로 가장 부적절한 것은?

- ① cFOV를 고정된 dFOV에 가능한 일치시켜야 함
- ② cFOV와 dFOV간 스케일 차이가 발생하면 불편감 유발이 가능함
- ③ dFOV를 줄일 경우 VR 멀미를 증가시킴
- ④ dFOV를 줄일 경우 VR 영상의 몰입감 및 시각적 상황인지력을 감소시키게 됨

정답 ③

해설 dFOV를 줄일 경우 VR 멀미가 감소될 수 있다.

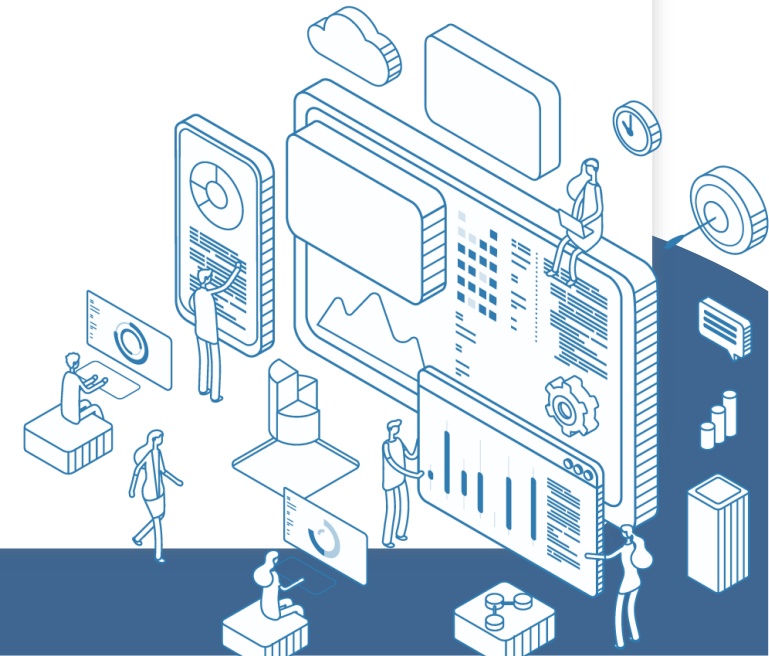


**Q3** 다음 질문에 대한 답을 해 보세요.

다음 <보기>의 ( ) 안에 알맞은 단어는 무엇일까요?

## 보기

VR 콘텐츠의 ( )는 VR HMD의 하드웨어 파라미터와 이용자의 시력에 기반하여 최소한 4K(3840×1920 or 4096×2048, UHD)급 이상으로 유지하도록 한다.



**Q3** 다음 질문에 대한 답을 해 보세요.

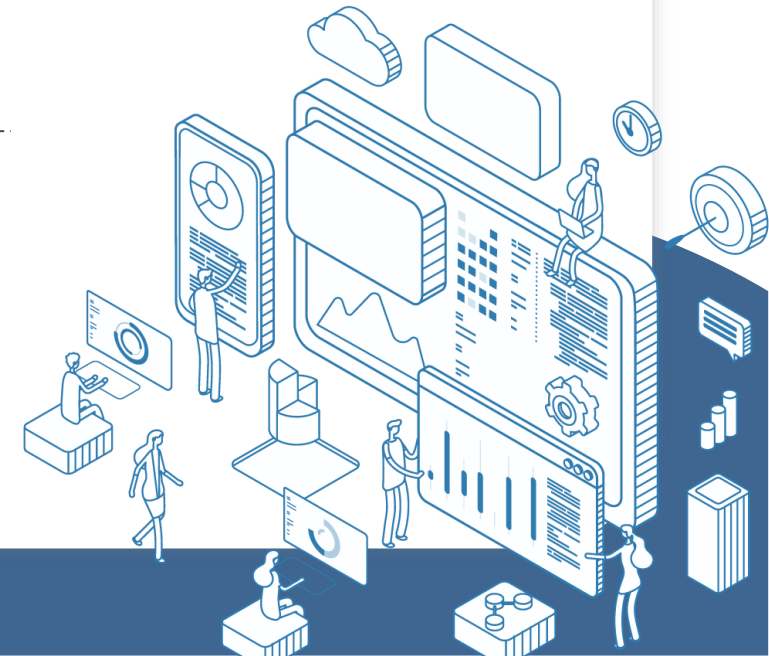
다음 <보기>의 ( ) 안에 알맞은 단어는 무엇일까요?

## 보기

VR 콘텐츠의 ( )는 VR HMD의 하드웨어 파라미터와 이용자의 시력에 기반하여 최소한 4K(3840×1920 or 4096×2048, UHD)급 이상으로 유지하도록 한다.

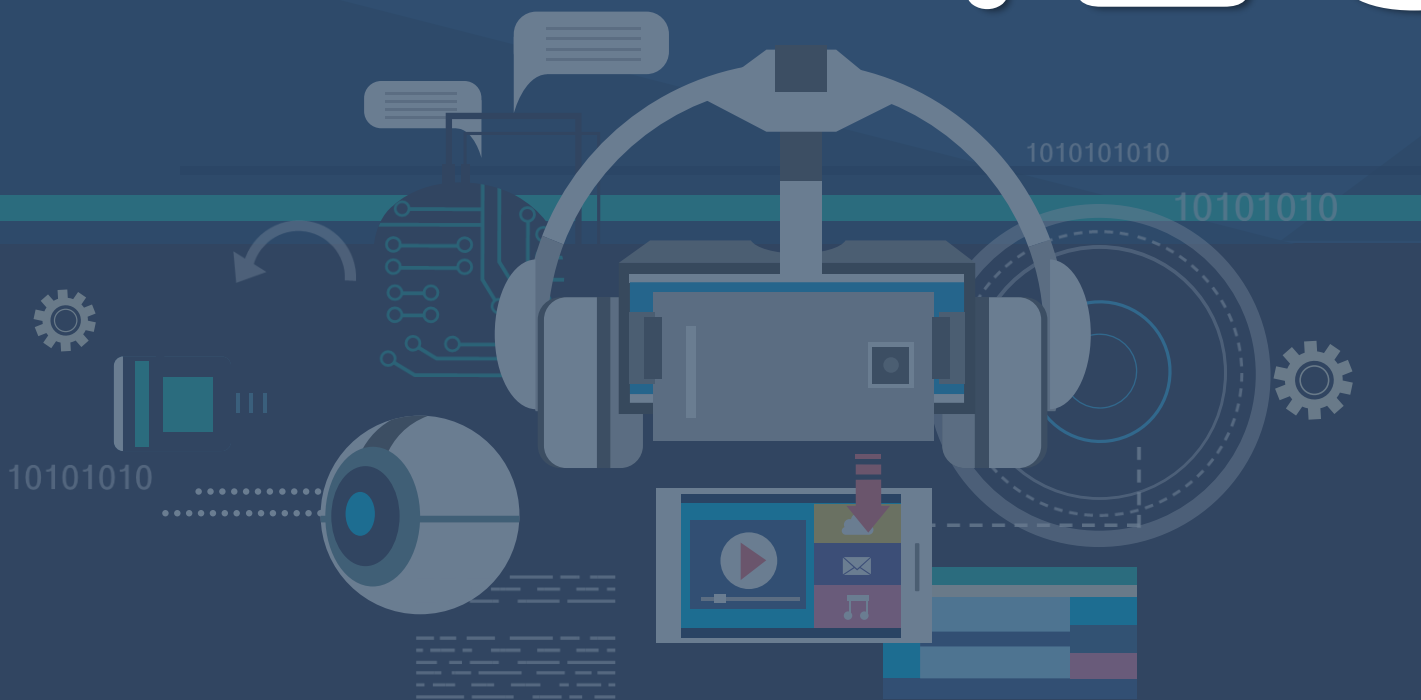
**정답** 해상도

**해설** VR 콘텐츠의 해상도는 VR HMD의 하드웨어 파라미터와 이용자의 시력에 기반하여 최소한 4K(3840×1920 or 4096×2048, UHD)급 이상으로 유지하도록 한다.





# 학습정리



## 01

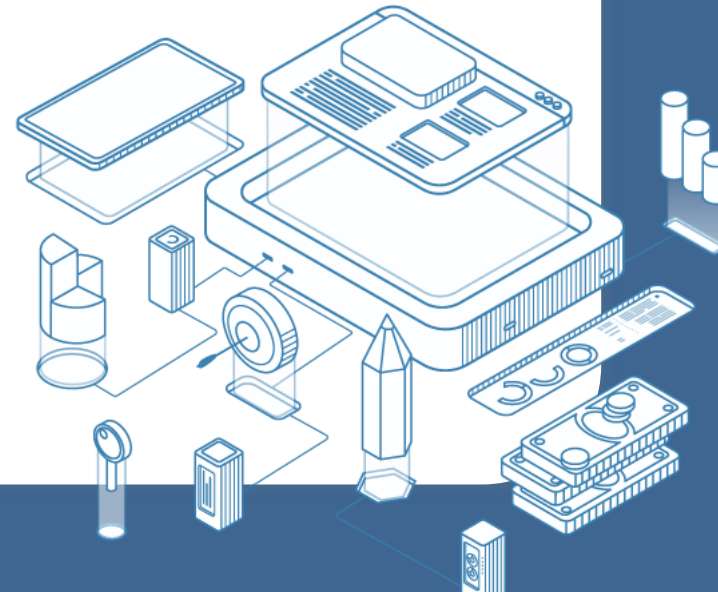
VR 콘텐츠 제작을 위해 Latency, Frame Rate, 가상 카메라 움직임, 리그 구성, 스티칭, FOV 조정, 감각 불일치 동기화, 모션플랫폼, UI 배치, 사운드 구성, S3D, 해상도, 수직동기화, 영상 복잡도, 비주얼 가이드를 고려해야 한다.

## 02

VR 콘텐츠의 프레임율(Frame Rate)는 VR HMD의 주사율(Refresh Rate)에 동기화되어야 하며, 최소 Frame Rate는 실사 영상 30fps 이상, 애니메이션 및 그래픽 60fps 이상, 인터랙션 90fps 이상을 권장한다.

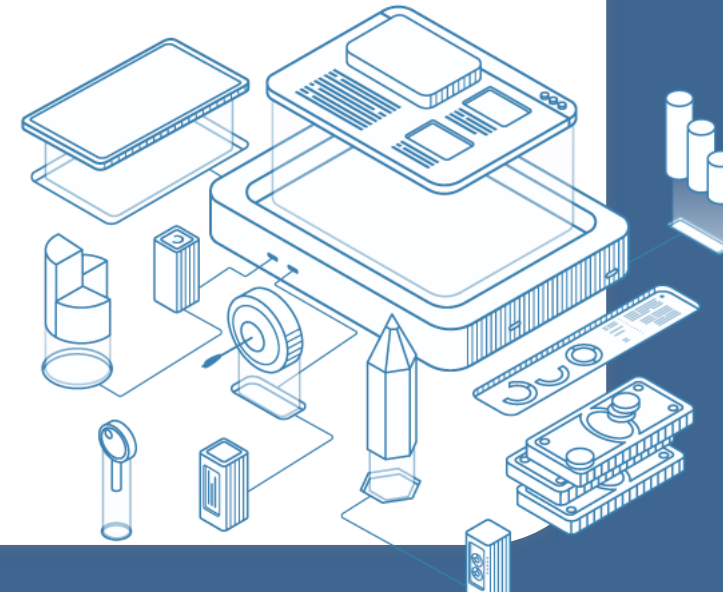
## 03

AR 콘텐츠 제작을 위해 AI 그래픽의 naturalness 이미지 구현, AR 그래픽의 객체 공간 배치에 대해 고려해야 한다.



## ▶ 학습활동

- VR/AR/XR 실감형 콘텐츠를 서비스하기 위한 게임산업 진흥에 관한 법률, 관광진흥법 등의 관련법을 확인해봅시다.



▶ 다음시간 주제를 확인해보세요.

**이번 시간에는**

**실감형 콘텐츠 제작 가이드** 에 대해 학습하였습니다.

**다음 시간에는**

**게임 엔진 유니티** 에 대해 학습하겠습니다.



## 참고문헌

- “VRAR 이용 및 제작 안전 가이드라인”, 사단법인 한국가상증강현실산업협회, 한국전자통신연구원, 2019.12.

※ 본 강의에 사용하는 모든 자료는 구입 및 CCL에 기반해 제작되었습니다.

본 강의에는 Naver에서 제공한 나눔체가 적용되어 있습니다.