

## 02\_Experience

VR 환경에서의 경험, 즉, experience에 대해 강의합니다.  
VR 콘텐츠의 품질은 어떻게, 어떤 기준으로  
평가할 수 있을까요?  
여기에서는 사용자의 경험을 평가하는  
다양한 지표와 함께  
VR 콘텐츠 제작에서 고려되어야 할  
중요한 측면들을 고려합니다.

# Immersion: 몰입

- VR 환경이 얼마나 실제 환경처럼 느껴지는지를 나타내는 지표
  - VR을 다른 종류의 HCI와 구별하는 주요 지표임
  - Immersion의 정도를 좌우하는 요소: 두 가지 상반된 주장
    - ▷ Technical elements (**기술적인 요소**): Slater and Wilbur (1997, [1])
      - 예) 고개를 오른쪽으로 돌리면 오른쪽의 배경이 보인다.
      - 예) 왼쪽에서 나는 소리는 왼쪽 귀에 더 크게 들린다.
      - 디스플레이의 해상도, 시야각(Field of View, FoV), 추적 시스템의 정확성, 업데이트 빈도 등 시스템의 성능이 immersion의 구현에 연관
    - ▷ mental quality (**정신적 품질의 품질**): Witmer and Singer (1998, [2])
      - 사용자가 경험하는 몰입의 깊이, 주의 집중도, 환경에 대한 감정적 반응 등
    - ▷ Presence와의 차별을 위해 "기술적 요소"라는 주장이 더 인정받고 있음

[1] Slater, Mel, and Sylvia Wilbur. "A framework for immersive virtual environments (FIVE): Speculations on the role of presence in virtual environments." *Presence: Teleoperators & Virtual Environments* 6(6) (1997): 603-616.

[2] Witmer, B. G. and Singer, M. J. "Measuring Presence in Virtual Environments: A Presence Questionnaire." *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 7(3) (1998): 225-240.

2

VR에서 가장 중요한 개념 중의 하나가 immersion, 즉, 몰입입니다.

Immersion은 VR 환경이 얼마나 실제 환경처럼 느껴지는지를 나타내는 지표입니다.

또한 Immersion은 VR을 다른 종류의 HCI와 구별하는 주요 지표입니다.

Immersion의 정도를 좌우하는 요소로 다음의 두 가지 상반된 주장이 존재합니다.

먼저 기술적인 요소들이 immersion의 정도를 좌우한다는 것으로 Slater와 Wilbur가 1997년에 그들의 논문에서 주장하였습니다.

예를 들면 “고개를 오른쪽으로 돌리면 오른쪽의 배경이 보인다” 라는

지극히 당연한 사실이 VR에서 구현되려면,  
HMD의 회전이 잘 tracking되어 사용자가 고개를 돌리는 동작이 잘 인식되어야 합니다.

또 “왼쪽에서 나는 소리는 왼쪽 귀에 더 크게 들린다.” 라는 실제 세상의 법칙이

VR에서 제대로 구현되려면 왼쪽 오른쪽의 사운드가 잘 분리되고 컨트롤되는

스테레오 사운드 기능이 잘 구현되어야 합니다.

기술적 측면에서의 immersion을 구현하기 위해 중요한 것들은

디스플레이의 해상도, 시야각, 추적 시스템의 정확성, 업데이트 빈도

빠르고 정확한 소프트웨어 등 시스템의 성능이라고 볼 수 있습니다.

한편 Immersion에 대한 다른 관점과 이론도 존재합니다.

1998년 Witmer와 Singer에 의해 제시된 것인데,  
VR 사용자에게 제공되는 mental quality, 즉, 정신적 품질이 immersion을 좌우할 수 있다는 것입니다.

이들은 사용자가 경험하는 몰입의 깊이, 주의 집중도, 환경에 대한 감정적 반응 등이

immersion의 정도를 결정한다고 주장하였습니다.

사실 단어 자체의 뜻만을 고려한다면,

후자의 정의가 더 가까울 수도 있겠습니다만

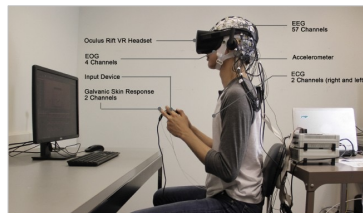
뒤에 나올 presence, 즉, 현존감과의 구별을 위해

요즘은 기술적인 측면이라는 정의가 더 인정받고 있는 추세입니다.

# Assessing Immersion

- Experience 이후 자가 보고 설문조사 (Self-report questionnaires)
  - IEQ (Immersive Experience Questionnaire)
  - GEQ (Game Experience Questionnaire)
  - FSS (Flow State Scale)
- 생리학적 반응 (Physiological responses)
  - 심박수, 피부 전도도, 뇌파, 눈움직임, 호흡 등을 측정하여 사용자의 몰입 상태를 간접적으로 평가
  - Extra device의 필요라는 단점, 실시간의 객관적 평가라는 장점

Item	Score (1-10) (s.d.)
1. "I enjoyed being in this virtual environment"	6.80 (2.68)
2. "I got tense in the virtual environment"	5.80 (2.66)
3. "It was so exciting that I could stay in the virtual environment for hours"	4.16 (2.70)
4. "I enjoyed the experience so much that I feel energized"	4.68 (2.41)
5. "I felt nervous in the virtual environment"	5.08 (2.51)
6. "I got scared that I might do something wrong"	5.36 (2.75)
7. "I worried whether I was able to cope with all the instructions that was given to me"	5.80 (2.78)
8. "I felt like distracting myself in order to reduce my anxiety"	5.08 (3.43)
9. "I found my mind wandering while I was in the virtual environment"	5.48 (2.50)
10. "The interaction device (Oculus headset, gamepad, and/or keyboard) bored me to death"	3.52 (2.82)
11. "When my actions were going well, it gave me a rush"	4.68 (2.12)
12. "While using the interaction device (Oculus headset, gamepad, and/or keyboard), I felt like time was dragging"	5.04 (2.57)
13. "It was the challenge of learning the virtual reality interaction device (Oculus headset, gamepad, and/or keyboard)"	6.16 (2.80)
14. "The virtual environment scared me and I do not fully understand it"	2.80 (1.98)
15. "I enjoyed dealing with the interaction device (Oculus headset, gamepad, and/or keyboard)"	6.16 (1.75)



Kalantari, S., Rounds, J.D., Kan, J. et al. Comparing physiological responses during cognitive tests in virtual environments vs. in identical real-world environments. *Sci Rep* 11, 10227 (2021).

3

사용자가 어떤 VR 환경에 대해 어느 정도의 immersion을 경험하는지를 어떻게 측정할 수 있을까요?

먼저 경험한 후의 자가 보고로 Self report questionnaires가 가장 많이 사용되고 있습니다. 잘 알려진 설문지로는 IEQ, GEQ, FSS 등이 있습니다.

설문조사 외에는 생리학적 반응 즉, physiological response를 측정하는 방법이 있습니다.

측정 대상 시그널은

심박수, 피부 전도도, 뇌파, 눈움직임, 호흡 등이 있는데, 사용자의 몰입 상태를 간접적으로 평가하는 것입니다. 이 방법은 뇌파, 심박수 측정기, 손목 밴드와 같은

부가 장치를 더 사용해야 하기 때문에  
비용이 더 많이 들기는 하지만  
실시간으로 또 객관적으로 경험을 평가할 수 있다는  
장점이 있습니다.

# Immersion: Questionnaires

- Immersive Experience Questionnaire (IEQ)
  - Jennett, C., Cox, A. L., Cairns, P., Dhoparee, S., Epps, A., Tijs, T., & Walton, A. (2008). Measuring and defining the experience of immersion in games. *International journal of human-computer studies*, 66(9), 641-661.
  - 가상 환경에서의 몰입 경험을 평가하기 위해 개발된 설문지입니다.
  - 몰입의 깊이, 감정적 반응, 그리고 몰입을 방해하는 요소들에 대한 질문을 포함
- Game Engagement Questionnaire (GEQ)
  - Brockmyer, J.H., Fox, C.M., Curtiss, K.A., McBroom, E., Burkhart, K.M., & Pidruzny, J.N. (2009). The development of the Game Engagement Questionnaire: A measure of engagement in video game-playing. *Journal of Experimental Social Psychology*, 45(4), 624-634.
  - 비록 게임에 초점을 맞추었지만, GEQ는 사용자가 게임이나 다른 가상 환경에 얼마나 몰입하는지를 평가하는 데 사용됨
  - 몰입, 몰입의 지속성, 흐름 상태(flow state), 사회적 상호작용의 측면을 포함
- Flow State Scale (FSS)
  - Jackson, S.A., & Eklund, R.C. (2002). Assessing flow in physical activity: The Flow State Scale-2 and Dispositional Flow Scale-2. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 24(2), 133-150.
  - 사용자가 활동 중에 경험하는 '흐름 상태' 측정
  - 사용자가 자신의 활동에 완전히 몰입하여 시간의 흐름을 잊는 경험
- Custom Questionnaires: 그 외에 각 연구자들, Task별로 정의된 questionnaires

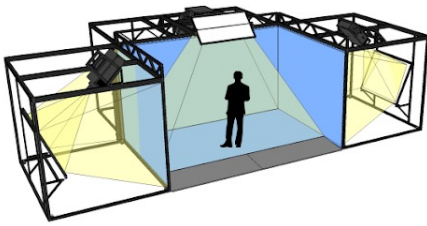
Immersion을 측정하는 설문지로 많이 알려진 것들은  
먼저, Immersive Experience Questionnaire,  
즉, IEQ가 있습니다.  
IEQ는 가상 환경에서의 몰입 경험을 평가하기 위해 개발  
된 설문지입니다.  
IEQ는 몰입의 깊이, 감정적 반응,  
그리고 몰입을 방해하는 요소들에 대한 질문을 포함하고  
있습니다.  
다음으로, Game Engagement Questionnaire,  
즉, GEQ가 있습니다.  
GEQ는 비록 게임에 초점을 맞추었지만,  
사용자가 게임이나 다른 가상 환경에  
얼마나 몰입하는지를 평가하는 데 사용됩니다.  
GEQ는 몰입, 몰입의 지속성, 흐름 상태와  
사회적 상호작용의 측면을 포함하고 있습니다.  
세번째로, Flow State Scale,  
즉, FSS가 있습니다.

FSS는 사용자가 활동 중에 경험하는  
'흐름 상태'를 주로 측정합니다.  
즉, 사용자가 자신의 활동에 완전히 몰입하여  
시간의 흐름을 잊는 경험을 측정하는 것입니다.  
그 외에 각 연구자들과 Task별로 정의된  
설문 문항들이 주로 사용됩니다.

## Immersion: Device에 따른 정도

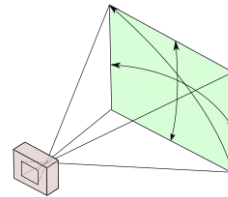
- Single-display Projection
- CAVE (Cave Automatic Virtual Environment: multi-screen projection)
- HMD (small FOV)
- HMD (wider FOV)

immersion 증가



CAVE

<https://medium.com/xrpractices/hmd-vs-cave-in-the-world-of-vr-a0c9cbfb435a>



Field of View (FOV)

[https://en.wikipedia.org/wiki/Angle\\_of\\_view](https://en.wikipedia.org/wiki/Angle_of_view)



## Presence: 현존감

### Presence: 현존감

- Presence: Witmer (1998) [1]
  - 사용자가 가상 환경을 마치 실제 환경처럼 인식하게 되는 심리적 상태
  - 가상 환경에서의 경험이 사용자에게 실제로 존재하는 것처럼 느껴질 때 발생
  - Sense of **being there**
  - 가상 환경에 대한 관심도와 집중도에 의해 영향을 받음



<https://onebonsai.com/blog/how-vr-achieves-presence/>

[1] Witmer, B. G., & Singer, M. J. (1998). Measuring Presence in Virtual Environments: A Presence Questionnaire. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 7(3), 225-240.

6

*Virtual Environments*, 7(3), 225-240.

6

Presence, 즉, 현존감은 1998년 Witmer와 Singer가 제안한 것으로

사용자가 가상 환경을 마치 실제 환경처럼 인식하게 되는 심리적 상태를 말합니다.

이 때 사용자는 가상 환경에서의 경험을 실제로 경험하는 것처럼 느끼게 됩니다.

이것을 간단하게 표현한다면 "Sense of being there" 라고 할 수 있습니다.

Presence는 가상 환경에 대한 사용자의 관심도와 집중도에 의해 영향을 받습니다.

## Presence의 세가지 구성 요소

- 장소 환상 (Place Illusion)
  - User가 VR system이 제공하는 장소에 실제로 와 있는 듯한 느낌
- 개연성 환상 (Plausibility Illusion)
  - Simulation 된 환경의 event (자신이 시작하지 않은) 가 실제로 일어나는 듯한 느낌
  - ex) User를 향해 갑작스레 날아오는 물체: 물리 법칙에 맞아야
  - ex) User에게 소리치는 virtual character: visual뿐 아니라 말도 진짜 사람처럼 해야
- 참여도 환상 (Involvement Illusion)
  - Simulation된 세계에 대한 사용자의 관심 또는 관심 수준의 정도
  - Virtual environment의 내용과 관련
  - ex) Real한 배경 (장소 환상 정도 높음) 이라도 지루할 수 있음 (낮은 참여도 환상)

7

### Presence의 개념은

다음 세 가지의 구성 요소를 포함하도록 더 구체화될 수 있습니다:

첫째, 장소 환상 (place illusion) 은 사용자가 VR 시스템이 구현한 장소에 있는 듯한 느낌을 의미합니다

둘째, 시뮬레이션 된 환경의 이벤트가 실제로 일어나고 있는 것처럼 인식되어야 하며, 이를 개연성 환상 (plausibility illusion) 이 발생합니다. 예를 들면 User를 향해 갑작스레 날아오는 물체의 궤적은 물리 법칙에 맞아야 하며, User에게 소리치는 virtual character의 말은 user가 알아 들을 수 있는 언어 이어야 합니다.

셋째, 참여도 (involvement) 는 시뮬레이션 된 세계에 대한  
사용자의 관심 또는 관심 수준을 나타냅니다.

예를 들어, 몰입형 VR 시스템에서 사용자가

장소나 개연성 환상을 느끼면서

자신이 시뮬레이션 된 세계의 일부라고 강하게 느낄 수 있지만

, 그럼에도 불구하고 자신이 이 환경에 참여하고 싶다는 생각이  
떨어지면서

여전히 지루할 수도 있습니다.

이럴 때에는 presence가 많이 떨어진다고 보아야 합니다.

# Assessing Presence: Questionnaires

## Assessing Presence: Questionnaires

- Presence Questionnaire (PQ)
  - Witmer and Singer (1998) [1]
  - 물리적 상호작용의 가능성, 감각의 몰입도, 현실과 가상의 혼동 정도 등을 평가하는 문항들
- Igroup Presence Questionnaire (IPQ)
  - Schubert, et al. (2001) [2]
  - Spatial Presence (공간적 존재감): 가상 환경 안에 실제로 있다는 느낌을 어느 정도로 받는지.
  - Involvement (몰입도): 사용자가 가상 환경에 얼마나 집중하고 몰입하는지.
  - Experienced Realism (경험된 현실감): 사용자에게 가상 환경이 얼마나 현실적으로 느껴졌는지.

[1] Witmer, B. G., & Singer, M. J. (1998). Measuring Presence in Virtual Environments: A Presence Questionnaire. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 7(3), 225-240.

[2] Schubert, T., Friedmann, F., & Regenbrecht, H. (2001). The Experience of Presence: Factor Analytic Insights. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 10(3), 266-281.

8

8

사용자가 경험한 VR 환경에 대한 Presence를 평가하는데 사용되는 설문지로 대표적인것은 PQ와 IPQ가 있습니다.

PQ, 즉, Presence Questionnaire는 물리적 상호작용의 가능성, 감각의 몰입도, 현실과 가상의 혼동 정도 등을 평가하는 문항들로 구성되어 있습니다.

IPQ, 즉, Igroup Presence Questionnaire는 여기서 Igroup은 HCI, VR, AR 관련한 연구를 수행하는 독일의 연구 그룹 입니다 ([igroup.org](http://igroup.org)) IPQ에는 공간 Presence, 몰입도, 경험된 현실감 등의 문항들이 포함되어 있습니다.

## Assessing Presence: Physiological measures

## Assessing Presence: Physiological measures

- Meehan, et al., (2003) [1]
  - 가상 환경에서의 스트레스 반응과 현존감 사이의 관계를 탐구
  - 생리학적 지표(심박수, 피부 전도도 등)를 사용하여 현존감을 측정



<https://imotions.com/case-study/studying-presence-and-immersive-storytelling-in-vr-with-imotions/>

Meehan, M., Razzaque, S., Whitton, M. C., & Brooks, F. P. Jr. (2003). Effect of Latency on Presence in Stressful Virtual Environments. Proceedings of IEEE Virtual Reality 2003, 141-148.

PROCEEDINGS OF IEEE VIRTUAL REALITY 2003, 141-148.

9

9

Presence를 측정하는 또다른 도구는 생리학적, 즉, physiological, 신호 측정입니다. Meehan은 가상환경에서의 스트레스 반응과 현존감 사이의 관계를 탐구했고 생리학적 지표인 심박수, 피부전도도 등을 사용하여 presence를 측정하였습니다.

## Assessing Presence: "VR in VR"

### Assessing Presence: "VR in VR"

○ Slater (2010)

- 가장 presence가 높은 VR 환경을 먼저 경험하게 한 후, 새로운 환경을 경험할 때 이전의 최고의 환경과 같은 느낌을 느끼면 버튼을 누르는 형태로 새 환경의 presence를 측정

Slater M. etc, "Simulating virtual environments within virtual environments as the basis for a psychophysics of presence", ACM TOG 92, pp.1-9, 2010.



10

10

또 다른 Presence의 측정 방법은 2010년 Slater에 의해 제안된 "VR in VR" 입니다.  
Presence는 원래 추상적인 개념으로 그 정도를 수치적으로 표현하는 것은 쉬운 일이 아닐 것입니다.  
"VR in VR" 방법에서는 먼저 사용자에게 가장 현존감이 높은 VR 환경을 먼저 경험하게 한 후, 다른 새로운 환경을 경험할 때 이전의 최고의 환경과 같은 presence를 느끼면 버튼을 누르는 형태로 presence를 측정하는 상대적인 방법을 시도하였습니다.  
왼쪽 그림 A는 lighting, 그림자 등 렌더링의 질이 우수한 가상 환경으로 볼 수 있고, 사용자는 1인칭 view로 가상 환경에 참여하여 거울을 통해 자신의 모습과 함께 환경을 둘러볼 수 있게 됩니다.

오른쪽 그림 B에서는 상대적으로 렌더링의 질이 떨어지는 가상환경이며,  
심지어는 거울의 반사도 시뮬레이션 되지 않아  
참여한 사용자는 자신의 완전한 모습을  
볼 수가 없을 정도 입니다.  
이 때, 사용자가 환경 A 경험 후, 환경 B를 경험하면서  
A를 경험할 때와 비슷한 presence가 느껴지는 때 마다  
controller의 button을 누르도록 하였습니다.  
이렇게 하여 결국 렌더링의 질과 presence 간의 관계를  
상대적으로 밝혀 보면서  
동시에 여러 가상 환경들의 presence에 대한  
상대적인 평가를 가능하게 하였습니다.

# Usability (사용성)

- Virtual Reality-Induced Symptoms and Effects (VRISE)
  - 가상현실로 인한 증상 및 효과
- Questionnaires
  - System Usability Scale (SUS)
    - ▷ Bangor, Aaron, Philip T. Kortum, and James T. Miller. "An empirical evaluation of the system usability scale." Intl. Journal of Human-Computer Interaction 24.6 (2008): 574-594.
    - ▷ Usability assessment에 가장 널리 쓰임
    - ▷ 10 items, 5 Likert scale

Participant ID: \_\_\_\_\_ Site: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**System Usability Scale**

Instructions: For each of the following statements, mark **ago** box that best describes your reactions to the website today.

	Strongly Disagree	Disagree	Neutral	Agree	Strongly Agree
1. I think that I would like to use this website frequently.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. I found this website unnecessarily complex.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. I thought this website was easy to use.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. I think that I would need assistance to be able to use this website.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. I found the various functions in the website were well organized.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. I thought there was too much inconsistency in the website.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. I would imagine that most people would find it easy to use this website very quickly.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. I think this website was very cumbersome/difficult to use.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. I felt very confident using this website.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. I needed to learn a lot of things before I could get going with this website.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Please provide any comments about this website:

11

사용자가 가상 현실에서 체험하는 시스템이 얼마나 유용한지를 평가하는

Usability, 즉, 사용성은,

가상현실 뿐 아니라, HCI 전반에서, 측정되고 있는 중요한 평가 지표입니다.

VRISE는 가상현실로 인한 증상 및 효과를 측정하는 것으로

Usability를 측정하는 간접적인 metric이 될 수 있습니다.

가장 많이 사용되는 것은 SUS,

즉, System Usability Scale 이라는 설문조사입니다.

이 설문은 10개의 문항에 대해

5 Likert scale의 답변을 하도록 디자인 되어 있습니다.



## Embodiment (1/2)

## Embodiment (1/2)

- Embodiment (구체화)
  - 사용자가 가상환경의 자신의 **virtual body (avatar)** 를 실제 자신이라 느끼는 현상
  - social VR에서 특히 중요한 개념
  - avatar를 통해 사용자가 좀 더 가상환경에 몰입할 수 있도록 해 주며, 사회적 interaction을 도와 줌
- Embodiment 경험의 세부 metrics
  - Agency (주관성): 사용자가 가상 몸을 자신의 의지로 제어할 수 있다고 느끼는 정도
  - **Body Ownership** (소유감): 사용자가 가상 몸을 자신의 실제 몸처럼 느끼는 정도
  - Self-Location (자기 위치 인식): 사용자가 자신의 위치를 가상 몸과 동일시하는 정도
  - Body Coherence (몸의 일관성): 가상 몸이 자연스럽게 현실적으로 느껴지는 정도
  - Autonomy (자율성): 가상 몸이 사용자의 의도에 따라 독립적으로 움직일 수 있다고 느끼는 정도
  - **Self-Awareness** (자기 인식): Avatar가 하고 있는 행동이 실제 자신이 하고 있는 것이라 느끼는 정도

12

12

Embodiment, 즉, 구체화는 가상환경에서의 자신의 avatar를

실제 자신이라고 느끼는 현상을 말합니다.

VR에서 사용자는 흔히 1인칭 view로 참여하기 때문에 자신의 몸 전체를 거울 없이는 볼 수 없습니다.

즉, 사용자의 avatar는 주로 사용자와 같은 가상 환경에 참여하고 있는

다른 사용자에게 보여집니다.

따라서 embodiment는 social VR에서 특히 중요한 개념으로 볼 수 있습니다.

Embodiment는 사용자가 avatar를 통해 좀 더 가상환경에 몰입할 수 있게 해 주며 사회적인 interaction을 도와주게 됩니다.

Embodiment 경험의 정도를 나타내는 세부 metric들로는 Agency, Body Ownership, Self Location, Body Coherence, Autonomy, Self Awareness 등이 있습니다.

이 중에서도 흔히 가장 많이 중요하게 언급되는 것들은  
사용자가 avatar의 body를 자신의 body라고 느끼는 정도를 나  
타내는

Body Ownership과

Avatar의 행동이 실제 사용자 자신이 하고 있는 행동이라고 느  
끼는

Self Awareness, 즉, 자기 인식이 있습니다.

## Embodiment (2/2)

### Embodiment (2/2)

- SoE (Sense of Embodiment)
  - K. Kilteni, R. Groten, and M. Slater. The sense of embodiment in virtual reality. Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 21(4):373–387, 2012.
    - ▷ Questionnaire for Agency, Body Ownership, Self-Location
- Avatar Embodiment Questionnaire
  - M. Gonzalez-Franco and T. C. Peck. Avatar embodiment. towards a standardized questionnaire. Frontiers in Robotics and AI, 5:74, 2018.
    - ▷ Questionnaire for Body ownership, Agency and motor control, Tactile sensation, Location of the body, External appearance, Response to external stimuli
- Psychometric (싸이코메트릭: 심리측정학) approach
  - Longo, Matthew R., et al. "What is embodiment? A psychometric approach." Cognition 107.3 (2008): 978-998.

13

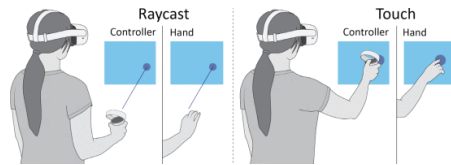
13

Embodiment의 정도를 측정하는 설문지로는  
먼저 Sense of Embodiment, 즉, SoE가 있습니다.  
이 설문은 Agency, Body ownership, Self location에 대한  
문항들을 포함하고 있습니다.  
Avatar Embodiment Questionnaire (AEQ) 에는  
Body ownership, Agency and motor control,  
Tactile sensation, Location of body, Self awareness  
등의 문항들이 포함되어 있습니다.  
이 외에도 Psychometric approach, 즉, 심리측정학적 접근 등  
다른 방식으로 측정 가능합니다.

## Performance: 성능

### Performance: 성능

- Performance는 기록으로 자동 측정되는 지표
- 작업 성공률 (Task Completion Rates) ↑
  - 주어진 작업이나 목표를 얼마나 잘 완수 하는지를 측정
  - ex) 특정 물체를 찾아내거나 조작하는 작업이 주어졌을 때, 성공적으로 작업을 완료한 비율을 측정
- 응답 시간 (Response Times) ↓
  - 특정 상호작용을 시작해서 완료 하기까지 걸리는 시간
  - ex) 가상 painting 시스템으로 주어진 그림과 유사한 그림을 완성하는데 걸리는 시간



Controllers or Bare Hands? A Controlled Evaluation of Input Techniques on Interaction Performance and Exertion in Virtual Reality, ISMAR 2023

14

14

XR 로 구현된 시스템의 성능, 즉, Performance를 측정하는 것도  
사용자의 경험을 측정하는 것은 매우 중요합니다.  
흔히 Performance 지표들은 자동으로 측정되어 기록되기 때문에  
주관적인 Questionnaire들 보다는 훨씬 객관적인 지표라 볼 수 있습니다.  
먼저 작업 성공률, 즉, Task Completion Rates는  
주어진 작업이나 목표를 얼마나 잘 완수 하는지를 측정합니다.  
예를 들면 특정 물체를 찾아내거나 조작하는 작업이 주어졌을 때,  
성공적으로 작업을 완료한 비율을 측정하는 것입니다.  
당연하지만, 작업성공률은 높을수록 더 좋습니다.  
응답시간, 즉, Response time은  
특정 상호작용을 시작해서 완료 하기까지 걸리는 시간을 말합니다.

예를 들면 가상 painting 시스템으로  
주어진 그림과 유사한 그림을 완성하는데 걸리는 시간 같은 것  
입니다.  
응답시간은 짧을 수록 더 좋은 성능을 나타냅니다.

## Social VR Experiences (1/2)

## Social VR Experiences (1/2)

- Metrics
  - Social Interaction
    - ▷ 사용자가 다른 이용자와 효과적으로 상호작용하는 정도
  - Social Presence
    - ▷ 사용자가 다른 사람들 과의 상호작용을 통해 실제로 함께 있는 것처럼 느끼는 정도
  - Sense of Community
    - ▷ 사용자가 소셜 VR 환경 내에서 소속감과 공동체 의식을 느끼는 정도
  - User Engagement
    - ▷ 사용자가 social VR 활동에 적극적으로 참여하는 정도

15

15

최근에 와서 그 중요성이 더 강조 되는 것은 social VR 입니다.

social VR 환경에는 사용자의 아바타와 다른 사용자의 아바타들

또 AI에 의해 컨트롤되는 autonomous 아바타들이 함께 출현합니다.

Social VR 시스템을 평가하는 Metric들로는  
사용자가 다른 이용자와 효과적으로 상호작용하는 정도  
를 나타내는 Social Interaction

사용자가 다른 사람들 과의 상호작용을 통해  
실제로 함께 있는 것처럼 느끼는 정도를 나타내는 Social  
Presence

사용자가 소셜 VR 환경 내에서  
소속감과 공동체 의식을 느끼는 정도를 나타내는 Sense  
of Community

사용자가 social VR 활동에  
적극적으로 참여하는 정도를 나타내는 User

Engagement  
등이 있습니다.

## Social VR Experiences (2/2)

### ○ References

- Bailenson, J.N., Yee, N., Blascovich, J., Beall, A.C., Lundblad, N., & Jin, M. (2008). The Use of Immersive Virtual Reality in the Learning Sciences: Digital Transformations of Teachers, Students, and Social Context. *Journal of the Learning Sciences*, 17(1), 102-141.
  - ▷ Social VR이 학습 환경에서 social interaction과 engagement에 미치는 영향
- Oh, C.S., Bailenson, J., & Welch, G. (2018). A Systematic Review of Social Presence: Definition, Antecedents, and Implications. *Frontiers in Robotics and AI*, 5, 114.
  - ▷ Social presence의 정의, 선행 연구, 영향에 대한 체계적 검토
- Zhao, S. (2003). Toward a Taxonomy of Copresence. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 12(5), 445-455.
  - ▷ Co-presence (existence, 사회적 협존감)
    - 사용자가 다른 참가자들과 같은 가상 공간을 공유하고 있는 느낌의 정도
    - 단순히 다른 사람이 같은 가상 공간에 존재한다는 인지에 초점
  - ▷ Social presence (emotional connection, 사회적 현존감)
    - 가상 환경에서 다른 사람의 존재가 '실제같이' 느껴지는 정도
    - 상호작용이 실제 대인 관계에 가까운 정도

16

이 슬라이드는 Social VR 경험에 대한 참고 문헌 몇가지를 보여주고 있습니다.

특히 세번째 참고문헌에서는

Co-presence, 즉, 협존감과, Social presence, 즉, 현존감의 차이를 논하고 있습니다.

Co-presence는 사용자가 다른 참가자들과 같은 가상 공간을 공유하고 있는 느낌의 정도를 나타내며

단순히 다른 사람이 같은 가상 공간에 존재한다는 인지에 초점을 둡니다.

Social presence는

가상 환경에서 다른 사람의 존재가 '실제같이' 느껴지는 정도,

즉, 상호작용이 실제 대인 관계에 가깝다고 느끼는 정도를 나타내며

감정적인 커넥션을 의미합니다.



# Cognitive Load

## Cognitive Load

- 인지 부하
  - 사용자가 특정 작업을 수행하면서 경험하는 정신적 노력의 양
  - 사용자의 학습 효율성, 작업 수행 능력, 전반적인 VR 경험의 질에 영향
  - 너무 높으면 사용자가 정보를 효과적으로 처리하거나 학습하는 데 어려움
  - 너무 낮으면 사용자가 지루해 하거나 관심을 잃을 수 있습니다.
- 측정방법
  - Self-report: 인지부하의 정도를 사용자가 직접 report (ex, NASA-TLX (Task Load Index))
  - Physiological: 심박수 (심박수 변동이 가장 높은 관련), 피부전도도, 뇌파, Eye-tracking
  - Performance-based Measures
    - ▷ 완료시간, 맞힌 점수 등을 측정

17

17

Cognitive load, 즉, 인지부하는 사용자가 특정 작업을 수행하면서 경험하는 정신적 노력의 양을 말합니다. Cognitive load는 사용자의 학습 효율성, 작업 수행 능력, 전반적인 VR 경험의 질에 영향을 줍니다. 따라서, Cognitive load가 너무 높은 경험은, 사용자가 정보를 효과적으로 처리하거나 학습하는 데 어려움을 느끼게 됩니다. 그러나, 반대로 Cognitive load가 너무 낮으면 사용자가 지루해 하게 되고, 콘텐츠에 대한 관심이 떨어질 수 있습니다. Cognitive load의 측정방법은 NASA TLX와 같은 설문조사를 사용하는 Self report 생리학적 시그널들의 측정 그리고 완료시간, 맞힌 점수 등을 측정하는 Performance based measure 등이 있습니다.

## Spatial Knowledge (1/2)

### Spatial Knowledge (1/2)

- 사용자가 가상/증강 환경을 경험함으로써 얻게 되는 지식으로
  - 객체/장소의 위치/크기/관계 등 공간적 속성에 대한 인식과 이해
- Types of Spatial Knowledge
  - 구체적 지식(Declarative Knowledge)
    - ▷ 특정 오브젝트, 특정 장소의 위치에 대한 지식
    - ▷ assesment) 지도에서 "기념탑"의 위치를 표시해 보세요.
  - 절차적 지식(Procedural Knowledge)
    - ▷ 환경을 효율적으로 탐색 (navigate) 하는 방법에 관한 지식: 경로 찾기, 장애물 회피 등
    - ▷ assesment) A에서 B로 가는 가장 적절한 경로를 표시해 보세요.
  - 구성적 지식(Configural Knowledge)
    - ▷ 환경의 전체적인 구조와 오브젝트들의 상대적 위치에 대한 이해
    - ▷ assesment) 자유 탐험 후, 이 마을의 대략적인 지도를 그리고, 랜드마크들을 표시해 보세요.

18

18

Spatial Knowledge는 사용자가 가상 또는 증강 환경을 경험함으로써 얻게되는 지식으로 오브젝트나 장소의 위치, 크기, 관계, 등 공간적 속성에 대한 인식과 이해를 말합니다.

Spatial Knowledge의 type들로, 먼저, 구체적 지식, 즉, Declarative Knowledge는 특정 오브젝트나 특정 장소의 위치에 대한 지식을 말합니다.

경험 후 측정 문항으로 예를 들면 "지도에서 '기념탑'의 위치를 표시해 보세요."와 같은 것들을 들 수 있습니다.

절차적 지식, 즉, Procedural Knowledge는 환경을 효율적으로 탐색, 즉, navigate 하는 방법에 관한 지식, 즉, 경로 찾기, 장애물 회피 등에 관한 지식을 말합니다.

이에 대한 평가 항목으로 예를 들자면,  
“A 에서 B로 가는 가장 적절한 경로를 표시해 보세요.”  
와 같은 것들이 되겠습니다.

구성적 지식, 즉, Configural Knowledge는  
환경의 전체적인 구조와  
오브젝트들의 상대적 위치에 대한 이해를 말합니다.  
평가 항목으로 예를 들자면, 자유 탐험 후,  
“이 마을의 대략적인 지도를 그리고, 랜드마크들을 표시해 보  
세요.”  
와 같은 것을 질문할 수 있겠습니다.

## Spatial Knowledge (2/2)

## Spatial Knowledge (2/2)

- Assessment Methods
  - Self-report: 장소, 방향을 찾는데 얼마나 어려웠는지 사용자가 직접 보고
    - ▷ Hegarty, M., Richardson, A. E., Montello, D. R., Lovelace, K., & Subbiah, I. (2002). Development of a self-report measure of environmental spatial ability. *Intelligence*, 30(5), 425-447.
  - Performance-based measure
    - ▷ 특정 공간 탐색 작업 수행의 성능 (시간, 성공 횟수 등) 측정
    - ▷ ex) 미로 탐색 시간, 정확도, 경로 선택 등
  - Cognitive mapping
    - ▷ 사용자에게 탐색한 환경의 지도를 그리게 하고
    - ▷ 랜드마크 등을 표시
  - Physiological Measure
    - ▷ fMRI, EEG, Eye tracking, 심박수 등
  - Reference Book
    - ▷ Waller, D., & Nadel, L. (Eds.). (2013). *Handbook of Spatial Cognition*. Washington, DC: American Psychological Association.

19

19

Spatial Knowledge의 assessment 방법으로는  
먼저 설문조사가 있고  
특정 공간 탐색 작업 수행의 성능,  
즉, 시간, 성공 횟수 등을 측정하는  
Performance-based measure 가 있습니다.  
예를 들면, 미로 탐색 시간, 정확도, 경로 선택 등이 있습  
니다.

Cognitive mapping은  
사용자에게 탐색한 환경의 지도를 그리게 하고  
랜드마크 등을 표시하게 하는 방법 입니다.

Physiological Measure는  
fMRI, EEG, Eye tracking, 심박수 등을 측정하는 것입니다.  
Spatial knowledge에 대해서는  
다양한 분야에서 비교적 많은 연구가 이루어져 왔고  
이를 종합적으로 서술한 좋은 reference book이 있습니  
다.

## 사이버 멀미 (Cybersickness) - 부작용

## 사이버 멀미 (Cybersickness) - 부작용

- VR/AR의 부작용들
  - 두통 (headaches)
  - 식은땀 (cold sweat)
  - 창백함 (paleness)
  - 타액 분비 증가 (increased salivation)
  - 메스꺼움 (nausea)
  - 구토 (vomiting)
  - 운동 조정 장애 (ataxia)
  - 졸음 (drowsiness)
  - 현기증 (dizziness)
  - 피로 (fatigue)
  - 무기력 (apathy)
  - 방향 감각 상실 (disorientation)

20

- 사이버 멀미 (Cybersickness)

20

XR 경험에서의 가장 뜨거운 주제 중 하나는 사이버 멀미입니다.

AR의 경우에는 실세계와 가상물체를 함께 볼 수 있기 때문에

사이버 멀미에서는 비교적 자유롭습니다.

그러나 VR의 경우, 사이버 멀미는 큰 걸림돌입니다.

이 슬라이드에서는 사이버 멀미 때문에 생길 수 있는 다양한 부작용들을 열거하고 있습니다.

## 사이버 멀미 - 용어

## 사이버 멀미 - 용어

- Motion sickness (멀미)
  - 자동차, 배, 항공기 등을 타고 움직일 때 발생하는 멀미
- Simulator sickness (시뮬레이터 멀미)
  - 비행 시뮬레이션 (특히 초기 버전) 조종 시 조종사가 느끼는 멀미
- Cybersickness (사이버 멀미) = VR sickness = 3D sickness
  - VR/AR 체험 도중에 발생

21

21

사이버 멀미에 대해서 더 설명하기 전에  
우선 몇가지 확실히 정리해야 할 용어들이 있습니다.  
사이버 멀미의 어원은 당연히 멀미 입니다.  
Motion sickness, 즉, 멀미는  
자동차, 배, 항공기 등을 타고 움직일 때 발생하는 멀미를  
말합니다.  
컴퓨터그래픽스의 어플리케이션으로 대표적인  
Flight simulator는 상당히 이른 시기에 개발되어  
비행기 조종사들의 교육에 사용되었었는데,  
초기 버전에서는 특히 멀미가 문제였다고 합니다.  
이 때 flight simulation에서 조종사들이 느끼는 멀미를  
simulator sickness (시뮬레이터 멀미)라고 불렀습니다.  
시뮬레이터 멀미가 있는지를 판단하는 것은  
비행 교육과정에서 매우 중요했기 때문에  
조종사들이 훈련 전과 후에 각각  
준비된 설문조사에 답했고  
훈련 후의 스코어가 훈련 전에 비해 많이 높을 때

시뮬레이터 멀미가 있다고 판단하여  
비행 훈련을 중단하기도 하였다고 합니다.  
이 시뮬레이터 멀미의 판단을 위한 설문은  
아직도 그대로 VR 멀미 판단에 사용되고 있습니다.  
VR 체험 도중 발생하는 멀미는  
사이버 멀미, 즉, Cyber sickness라고 불립니다.  
다른 말로는 VR sickness, 3D sickness라는 용어를 쓰기도 합니  
다.

## 사이버 멀미 - 원인 - 감각 갈등 이론

## 사이버 멀미 - 원인 - 감각 갈등 이론

- 감각 갈등 이론 (Sensory conflict theory)
  - 여러 감각 인식들이 서로 일치하지 않을 때 문제가 발생
    - ▷ ex) 창이 없는 선실 안에 있는 사람
      - ▷ 몸은 배의 흔들림을 느낌
      - ▷ 눈에 보이는 선실 내부는 거의 변화가 없음
      - ▷ 시각과 전정감각 (vestibular sense)의 불일치
  - ex) 달리는 차 안에서 책을 보는 경우
    - ▷ 멀미를 피하기 위해서는 창을 통해 바깥 풍경을 바라보아야 함
  - VR에서의 감각 갈등
    - ▷ 신체의 움직임과 HMD를 통해 보이는 view의 움직임이 실제 세계에서의 경험과 일치하지 않을 때

22

22

연구자들은 사이버멀미의 근원을 밝히고 그것을 VR 콘텐츠에서 제거하기 위하여 많은 연구들을 해 왔습니다.

그러나 사이버멀미의 원인은 매우 복잡적이고 그 원인을 정확히 파악하는 것은 아직 큰 숙제입니다.

여기서는 사이버멀미의 원인 중 하나인 감각 갈등 이론에 대해 알아보니다.

감각 갈등 이론, 즉, Sensory conflict theory는 서로 다른 여러 감각들이 서로 일치하지 않을 때 문제가 발생한다는 것입니다.

Motion sickness의 예를 들면

창이 없는 배의 선실 안에 있는 승객은 몸으로는 배의 흔들림을 확실히 느끼고 있습니다.

그러나 배와 함께 자신의 몸도 같이 흔들리고 있기 때문에 눈에 보이는 선실 내부는 흔들림이 거의 보이지 않습니다.



이런 경우, 시각과 전정감각, 즉, vestibular sense가 서로 불일치 되어 승객은 배멀미를 느끼게 되는 것입니다. 여기서 전정감각은 공간 내에서 위치를 감지하고, 머리의 회전과 가속도를 감지하는 역할을 하는데 몸이 기울어졌을 경우, 귓속의 전정기관으로부터 뇌로 정보가 전달되고

뇌는 근육에 신호를 보내 몸의 균형을 유지하게 합니다. 배의 흔들림으로 전정감각은 끊임없이 흔들림을 감지하지만 시각적으로 보이는 선실 내부는 거의 움직임이 없어서 두 감각으로 부터의 인식들이 서로 일치하지 않는 것입니다. 한편, 달리는 차 안에서 책을 보는 것은 차멀미의 원인이 됩니다.

이것도 역시 차가 앞으로 나가는 움직임과 흔들림에 의해 전정감각이 인식하는 것과 시각으로 눈에 가까이 있는 책을 읽을 때 글자가 거의 움직임이 없게 보이는 이유 때문에 차멀미가 나는 것입니다.

이런 경우 승객은 책 보는 것을 접고 창을 통해 바깥 풍경을 바라봄으로써 차멀미를 예방할 수 있습니다.

VR 경험에서도 이러한 감각 갈등은 쉽게 일어날 수 있습니다. VR 세계에서는 흔히 사용자가 끊임없이, 때로는 매우 격하게 움직이고 있는 경우가 많습니다.

그러나 VR 사용자의 실제 몸은 소파에 가만히 앉아있는 경우가

대부분입니다.

이것은 VR에서 발생할 수 있는 감각 갈등의 대표적인 예로 볼 수 있습니다.

## 사이버 멀미 - 원인 - 개인적 요인

### 사이버 멀미 - 원인 - 개인적 요인

- 나이, 성별, 민족, VR 및 AR에 대한 개인의 이전 경험 등
- 사용자의 불안감
- 자세 - 사용자가 누워 있는지, 서 있는지

23

23

사이버 멀미의 다른 원인으로서는 개인적 요인도 작용합니다.

흔히 나이가 많은 성인일 수록, 여성일수록 더 사이버 멀미에 취약하다고 합니다.

한편, 특정한 민족이 가진 전정기관의 구조적인 차이도 존재하고,

유전적 요인 등도 있을 수 있습니다.

이전 VR/AR 사용에 대한 경험이 많다면

현재 콘텐츠에 더 빨리 쉽게 적응이 가능할 것입니다.

한편, 사용자가 느끼는 불안감은 사이버 멀미를 유발하거나

악화시킬 수 있습니다.

흔히 멀미를 한번 경험해 본 사람은 그 안좋은 기억과 불안때문에

약간의 자극으로도 쉽게 멀미를 느낀다고 합니다.

또한 현재 VR을 체험하고 있는 실제 사용자의 자세도 개인적 요인 중 하나로 볼 수 있습니다.

흔히 배를 탔을 때 서 있는 사람이 가장 멀미를 잘 느끼며,  
앉아 있을 때는 중간, 누워 있을 때는 가장 덜하다고 합니다.  
그 이유는 서 있을 때 원초적인 자세의 불안정성 때문에  
전정기관이 몸의 움직임을 더 많이 감지하게 되고  
서 있는데 필요한 근육 활동이 만들어내는 피로감 등 때문에  
멀미가 일어날 확률이 높다는 것입니다.  
한편 누워있을 때에는 자세가 완전히 안정되어 있기 때문에  
신체의 균형 유지를 위한 감각기관의 요구가 매우 적다고 볼  
수 있습니다.

## 사이버 멀미 - 원인 - 시스템 요인

### 사이버 멀미 - 원인 - 시스템 요인

- 이미지 대비 (contrast)
- 깜박임 (flickering)
- 재생 빈도 (refresh rate)
- 추적 오류 (tracking error)
- 시스템 보정 (calibration) 품질
- 스테레오 디스플레이 사용 여부
- FOV (Field of View)
- 지연시간 (latency time) : 40ms 이상이면 멀미 심함. 20ms 이하 필요

24

24

시스템 적인 요인도 사이버 멀미의 원인이 될 수 있습니다.

contrast, flickering, refresh rate, tracking error, calibration 품질, stereo display 사용 여부 등은 시스템의 질을 결정하는 요인들인데 시각적인 왜곡이나 정확하지 않은 장면이 보여지게 되는 경우 감각의 불일치가 발생할 확률이 높아질 수 있습니다. 따라서 높은 contrast, 잦은 flickering, 낮은 refresh rate, 높은 tracking error, 낮은 calibration 품질, non-stereo view, 너무 좁거나 너무 넓은 FOV, 너무 긴 latency time 등은 왜곡이나 부정확한 장면을 보여주게 됨으로 사이버 멀미의 가능성을 높인다고 볼 수 있습니다.

## 사이버 멀미 - 원인 - 콘텐츠 요인

### 사이버 멀미 - 원인 - 콘텐츠 요인

- 프로그램 계속 시간: 오래 VR 환경에 머물수록 심함
- 사용자가 발 앞의 영역을 직접 내려다 볼 수 있는지
- 사용자가 멀리 까지 볼 수 있는지
- 고정된 참조 프레임 (reference frame) 이 있는지
- 사용자의 움직임 빈도와 속도, 속도 변화
- 선형, 진동 움직임 물체 존재 여부
- 머리 회전 빈도, 멀티 축 기준 회전 여부, 회전 축 기울임 여부
- 벡션 (vection) 에 기반한 콘텐츠인지 여부
  - 시각환경이 움직이고 관찰자가 정지해 있을 때 관찰자가 자신이 움직이는 것처럼 느끼는 것



from MS flight simulator forum

25

25

사이버 멀미의 또다른 원인은 콘텐츠 자체에서 찾을 수 있습니다.

콘텐츠에서 사용자가 발 앞의 영역을 직접 내려다 볼 수 있을 때,

사용자가 멀리 까지 볼 수 있을 때에는,

사용자에게 충분한 시각 정보를 제공함으로써

감각의 불일치를 줄이는데 도움이 됩니다.

고정된 참조 프레임 (reference frame) 의 존재는

좀 더 정확하고 안정적인 시각 정보를 전달할 수 있기 때

문에

감각의 불일치를 줄이는데 도움이 됩니다.

그림에서는 flight simulator에서의 조종석 내부인데

이 때 비행기의 윈도우 프레임이 고정 참조 프레임 역할

을 할 수 있습니다.

사용자의 움직임 빈도와 속도, 속도 변화가 심한경우,

선형, 진동 움직임 물체가 존재할 경우

머리 회전 빈도, 멀티 축 기준 회전 여부, 회전 축 기울임

이 있을 경우

시각 자극의 변화가 심해지기 때문에

감각 불일치가 일어날 확률이 높습니다.

백션이란 시각환경이 움직이고 관찰자가 정지해 있을 때

관찰자가 자신이 움직이는 것처럼 느끼는 것을 말하는데

백션은 그 원리 자체가 감각의 왜곡을 이용한 것입니다.

따라서 백션 (vection) 에 기반한 콘텐츠인 경우

감각 불일치가 나타날 확률이 높고,

이는 사이버멀미의 원인이 됩니다.

## 사이버 멀미 - 원인 - 제어의 정도

### 사이버 멀미 - 원인 - 제어의 정도

- 사용자가 가지는 제어의 정도
  - 이동이 이상과 일치 하는 정도 이기 때문
  - ex) 운전자나 조타수가 멀미를 덜 느낌

26

26

또다른 사이버 멀미의 원인은 사용자가 자신, 또는 자신이 타고 있는 장치의 제어권을 가지고 있느냐의 여부입니다. 우리는 흔히 자동차의 운전자나 배의 조타수의 경우 멀미를 거의 하지 않는 것을 볼 수 있습니다. 이것은 운전자 자신이 탈것의 움직임을 만들기 때문입니다. 운전자는 자신이 핸들을 돌릴 때 차량이 어떻게 반응할지 예측을 할 수 있는데 이 때문에 시각 정보와 전정감각의 불일치가 거의 발생하지 않습니다. 이렇듯이 능동적 제어, 예측 가능성, 인지적 몰입도 등의 요인들 때문에 사이버 멀미를 줄일 수 있습니다. 반면에, 운전을 하지 않는 탑승자는 통제력이 없으며 예측할 수 없는 움직임을 경험하기 때문에 감각의 불일치를 더 쉽게 느낄 수 있습니다.

## 사이버 멀미 감소/대응 방법

## 사이버 멀미 감소/대응 방법

- 기술적 구현
  - latency 감소
  - teleport 증가: 사용자의 움직임 줄임
  - 회전 시 인공 blur 삽입
- 경험적 구현
  - 서서히 콘텐츠의 움직임을 늘려 나감
  - 사용자 적응력을 증가
- 사용자 대응 기능
  - 긴급 종료 기능 반드시 필요
  - 껌을 씹거나 멀미 약, 수분 섭취, 생강 (메스꺼움과 구토 줄임)
  - 사용자의 명시적 동의를 얻음

27

27

지금까지 살펴본 사이버 멀미의 원인들로 부터  
몇가지 대응 방법을 정리해 봅니다.

우선 기술적으로는 latency를 감소시키고  
teleport를 이용한 움직임을 증가시켜,  
사용자의 움직임 줄이는 것이 필요합니다.

회전 시 인공 blur를 삽입하는 것은  
렌더링 능력의 부족으로 화면이 끊어지는 것을  
어느정도 보완할 수 있습니다.

또, 경험적 구현의 측면에서 보면  
서서히 콘텐츠의 움직임을 늘려 나가면서  
사용자 적응력을 증가시키는 것이 필요합니다.

사용자 대응 기능 측면에서 본다면,  
사이버 멀미 발생시

사용자가 긴급히 콘텐츠를 종료하는 기능이 반드시 필요  
합니다.

껌을 씹거나 멀미 약, 수분 섭취는 사이버 멀미를 줄이는  
데 도움이 되며,



생강은 메스꺼움과 구토를 줄이는 데 도움이 됩니다.  
또, 콘텐츠 사용자에게 사용전에 명시적 동의를 얻는 것이 필요  
요합니다.

## 사이버 멀미의 측정

### 사이버 멀미의 측정

- Questionnaires: Kennedy 등 1993
  - SSQ (Simulator Sickness Questionnaire)
  - MSAQ (Motion Sickness Assessment Questionnaire)
- 증상감지
  - 심박수 (heart rate)
  - 피부 전도도 (skin conductivity) – 피부의 전기적 특성 변화를 지속 측정
    - ▷ 스트레스, 우울증, 거짓말 탐지기



from Almagest

28



from Almagest

28

사이버 멀미의 측정 방법으로는 먼저  
1993년 Kennedy 등이 제안한  
Simulator Sickness Questionnaire (SSQ) 와  
Motion Sickness Assessment Questionnaire (MSAQ) 라는  
설문 조사가 있습니다.  
이 설문 조사는 콘텐츠 체험 전과 후에 각각 동일하게 이루어지고  
그 점수의 차이에 따라 사이버멀미의 정도를 판단합니다.  
그 외에 생리학적 방법으로는  
심박수 측정이 있고  
피부의 전기적 특성 변화를 지속적으로 측정하는  
피부 전도도 측정이 있습니다.  
피부 전도도는 스트레스, 우울증 여부 측정이나  
거짓말 탐지기에도 사용되고 있습니다.