2024 한양대학교

SW/ICT/AI 종합학술대회

[분야 : 산학연구개발/연구인턴]

몰입형 가상현실에서의 사이버 멀미 완화를 위한 진동 촉각 피드백 개발

이태윤(2020086171), 임재완(2023252417), 곽도훈(2022083936),
박지영(2023169535), 최수연(2021023118)

2024. 11. 22

한양대학교 ERICA 소프트웨어융합대학 / 한양대학교 ERICA SW중심대학사업단

연구 개발 배경/목적





연구 개발 배경

- VR 기술이 널리 활용되지만, VR 멀미가 사용자 경험을 저해하는 주요 문제로 대두.
- Locomotion 멀미는 이동 시 자주 발생하여 장시간 사용을 어렵게 만듦.

연구 개발 목적

- Locomotion 멀미를 줄이기 위한 효과적인 햅틱 알고리즘 개발.
- 이를 통해 멀미를 감소시키고, VR 사용자 경험을 개선하는 방법을 탐색.

연구 개발 내용

4m/s 기준 13분 소요되는 규모



일반 숲길&도면

4m/s 기준 10분 이상 소요되는 규모



빌딩 숲길&도면

4m/s 기준 10분 이상 소요되는 규모



FPS&도면

사용 기기



MetaQuest3



TactSuit X40

- 앞, 뒷면에 각각 20개의 편심 회전 질량 모터(ERM)존재
- 진동의 강도와 패턴을 직접 커스텀 가능



Polar H10

- ECG(심전도) 측정
- 오차율 4%미만

- 세가지 가상 환경(일반 숲길, 빌딩 숲길, FPS)을 Unity를 통해 구축하고, 개발한 햅틱 알고리즘의 Locomotion 멀미 감소 효과를 평가.
- 실험을 통해 수집된 데이터를 분석하기 위하여 SSQ를 통해 멀미, NASA TLX로 작업 부하, IPQ로 몰입감을 측정.

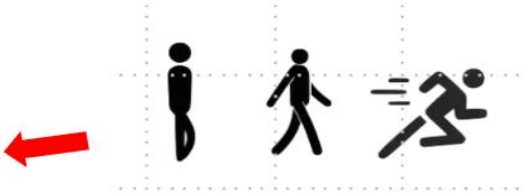
연구 개발 내용

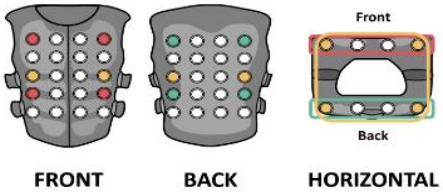
진동 패턴 조사 및 알고리즘 구현



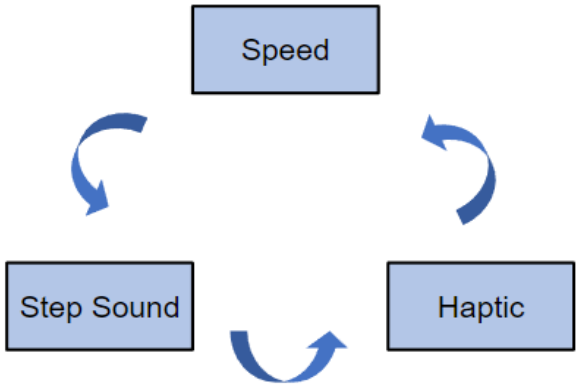


실제 발걸음을 모방하여
번갈아가며 진동 발생





FRONT BACK HORIZONTAL



발걸음과 동기화 된 몸통 진동 촉각 자극 생성

(1) 플레이어의 움직임 방향과 속도를 실시간으로 감지.
(2) 감지된 움직임에 따라 진동 패턴과 지속 시간을 조정하여 피드백을 제공.
(3) 플레이어가 멈추거나 지정 시간이 지나면 진동을 중단.

➡ 이러한 몸통 진동 촉각 자극을 통해 사용자의 몰입감을 향상시키고,
사용자의 주의를 돌려 사이버 멀미를 줄이는 것을 목표로 합니다.



실험 설계

참가자

- 총 48명[실험1(Steering): 24명 ; 실험2(WIP): 24명]
  - 실험1(Steering)[Haptic:12명 ; Non-Haptic:12명]
    40초마다 변경되는 동적 속도에서 컨트롤러를 통해 움직임
  - 실험2(WIP)[Haptic:12명 ; Non-Haptic:12명]
    참가자가 직접 걷기 때문에 동적 속도를 사용하지 않고, 참가자 스스로 속도 조절을 통해 움직임

실험 시작 전(인구 통계적 데이터 수집)

- 멀미 민감도
- VR 경험에 대한 인터뷰

실험 도중

- 자가 불편함 지수
- 심박수 측정

실험 이후

- SSQ
- IPQ
- Raw TLX

*실험은 각 세션당 10분 정도 소요되며,
총 실험 시간은 1시간에서 1시간 30분 사이로 진행됨.
*세션 종료 후에는 HMD를 벗고, 의자에서 6분간 휴식.
*각 환경의 순서를 균형 있게 배치하기 위해 6개의 순서로 설계.

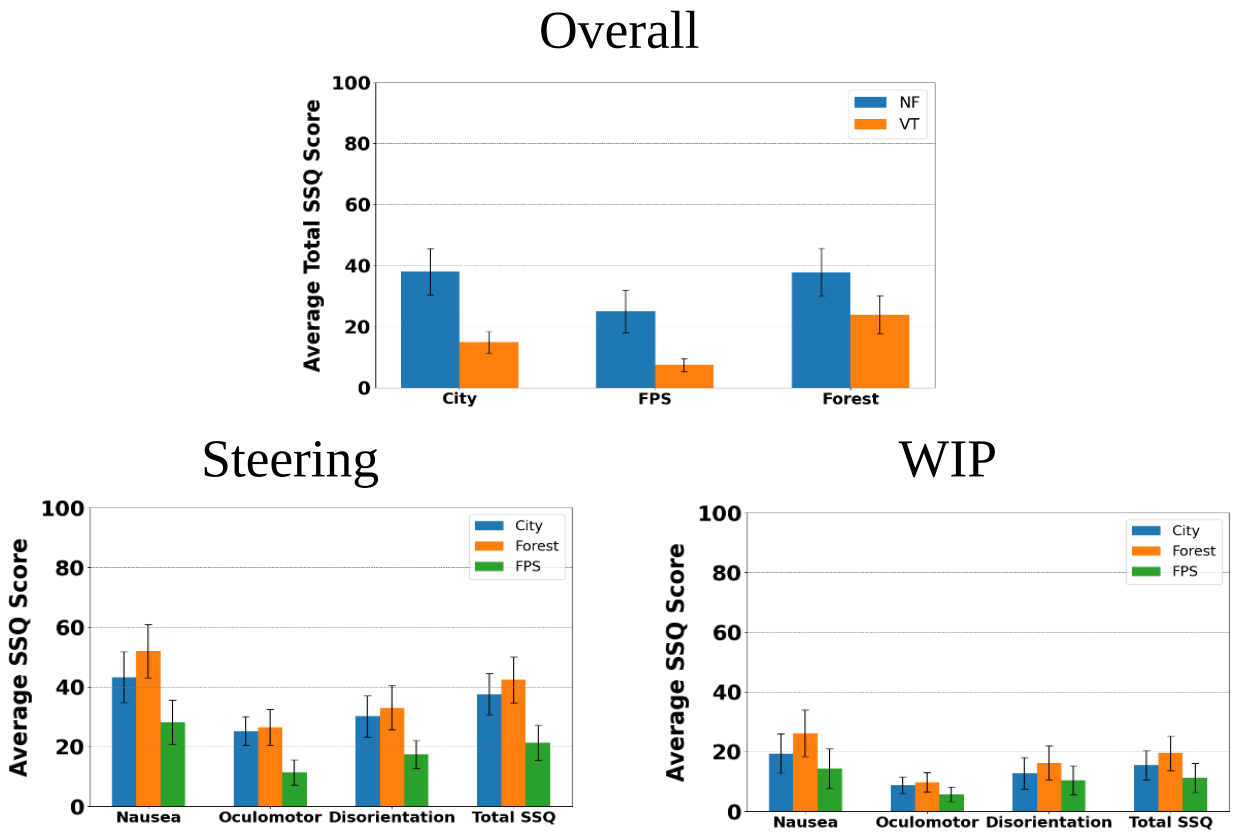


실험1(Steering)



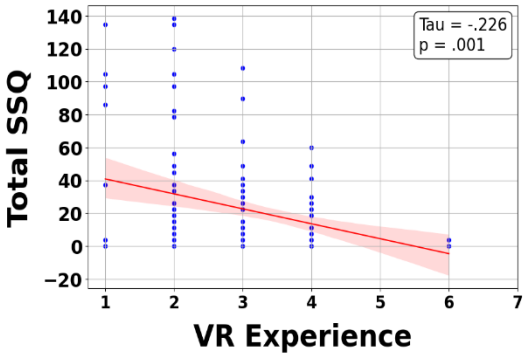
실험2(WIP)

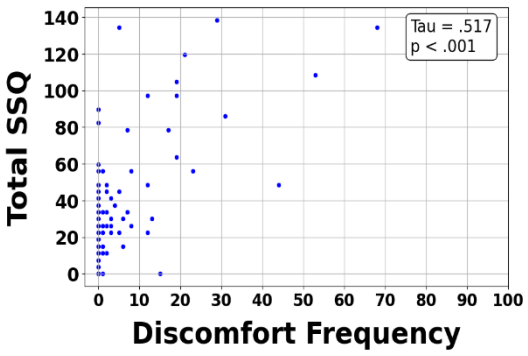
결과

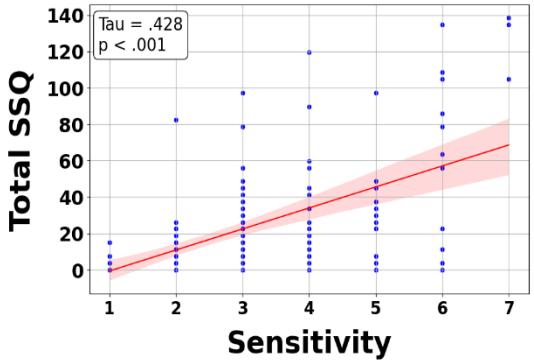


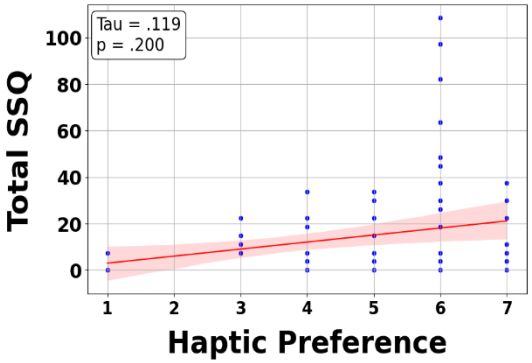
- 실험 결과 SIVF(Step-Illusion Vibrotactile Feedback)는 모든 조건에서 멀미를 크게 감소시켰으며, 이는 통계적으로 유의미했음.
- WIP에서는 실제 걸음걸이와 SIVF의 차이로 사용자의 주의가 분산되었고, 이로 인해 몰입감을 증가하지 않았으나, 매우 높은 멀미 감소 효과가 발생함.

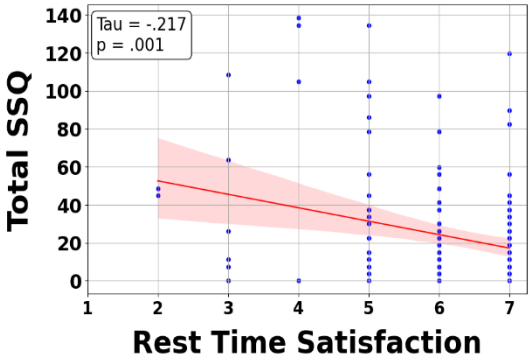
결과

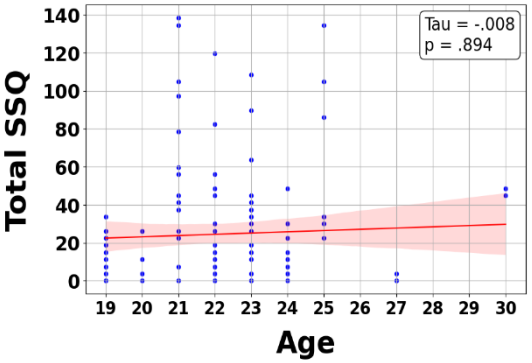






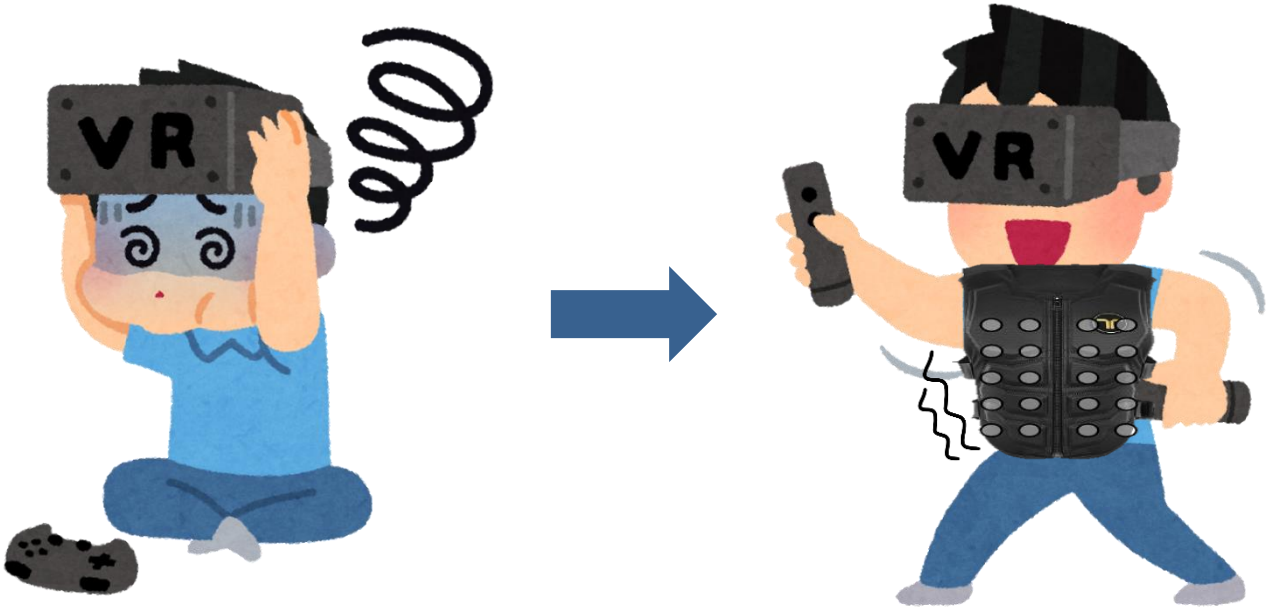






Haptic Preference와 Age를 제외한 부분에서
상관 분석 결과 유의수준 5%에서 유의미했음.

기대 효과



Locomotion 멀미 감소를 위해 개발한 햅틱 알고리즘인
SIVF(Step-Illusion Vibrotactile Feedback)이용하여
(1) VR 환경에서의 사용자 경험을 향상
(2) VR 기술의 사용 범위의 확대를 기대할 수 있습니다.