

메타버스 인터페이스를 위한 장갑형 컨트롤러 개발

고준성, 김승채, 신찬웅, 임록희, 서덕영 교수님
경희대학교 전자정보대학 전자공학과

INTRODUCTION

- 역감 햅틱 피드백과 가상환경 시스템을 새롭게 개발 및 연구하여 사용자가 현실감과 몰입감을 보다 잘 느낄 수 있는 햅틱 글러브
- 탄성체의 물성을 구현하여 햅틱 글러브와 상호작용.
- 근전도(EMG) 센서를 활용하여 가상 환경과 현실에서 물체를 잡는 모션을 취했을 때 전기적 활동 상태 변화량 측정, 비교
- 햅틱 글러브를 사용하는 소근육 발달/재활 치료 Unity3D 콘텐츠

연구 배경 이론

1. 물체의 반발력을 감지하는 햅틱글러브

- 실이 연결된 가변저항의 측정값으로 손가락의 회전각 계산
- 물체의 탄성계수와 반발력을 통해 서보모터 회전각 업데이트

2. Leap Motion 동작 인식 컨트롤러를 활용한 Hand Tracking

- 기존 mediapipe 기반 Hand Tracking의 z축 인식 문제 개선
- RGB, 적외선 카메라 센서를 통한 원활한 햅틱 글러브 인식

3. 손으로 쥔 물체의 형태 변화

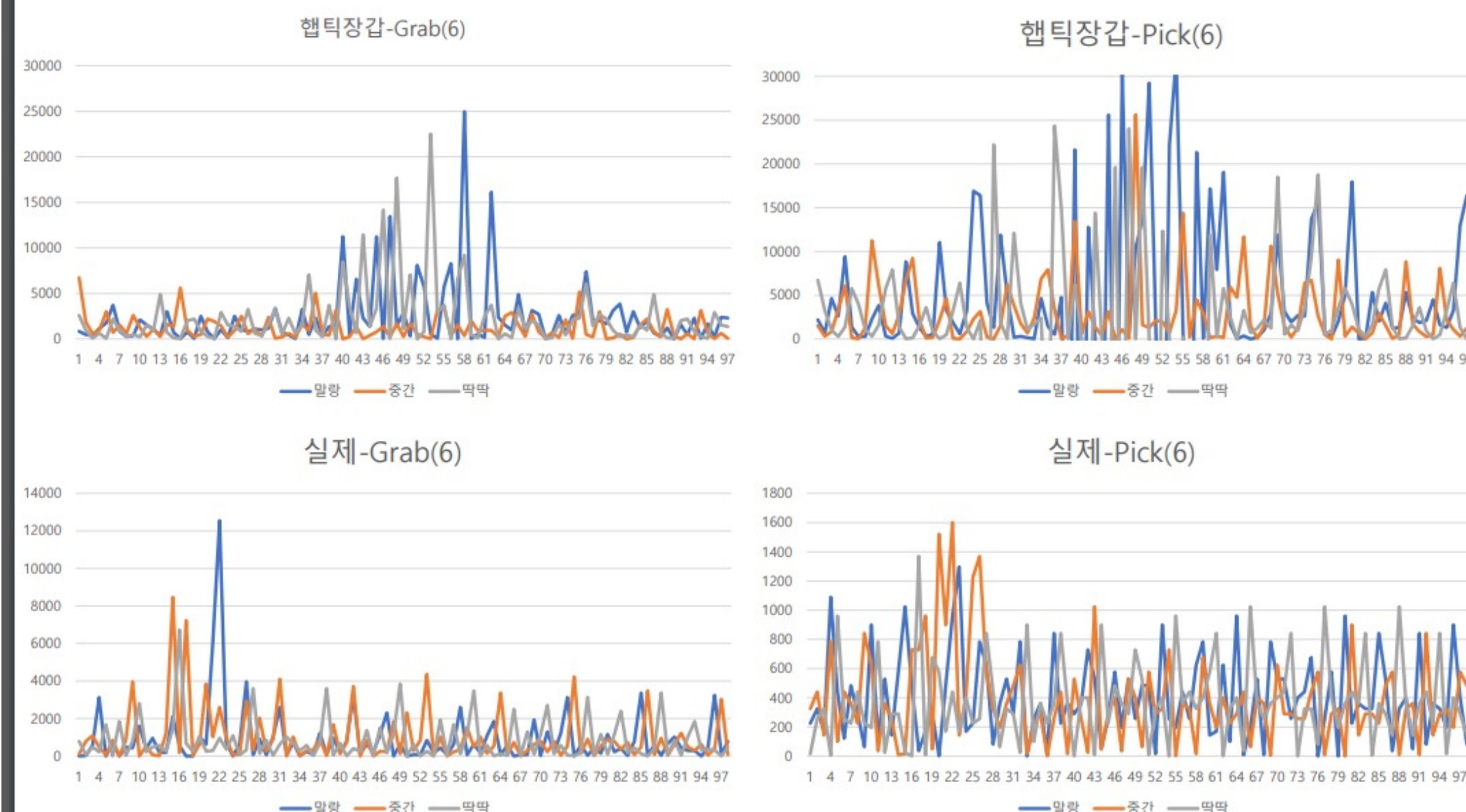
- 손가락이 가한 압력 정보를 입력 받아 Mesh의 정점 정보들을 실시간으로 업데이트
- 물체의 변형 과정: 손가락의 압력 -> 탄성력 -> 감쇠

4. 근전도 센서 데이터 변화 관측

- 햅틱 글러브로부터 수신한 Grab, Pick 동작의 근전도 측정값 실시간 출력
- STFT를 통해 Spectrogram을 구현하여 근전도 스펙트럼의 변화를 출력

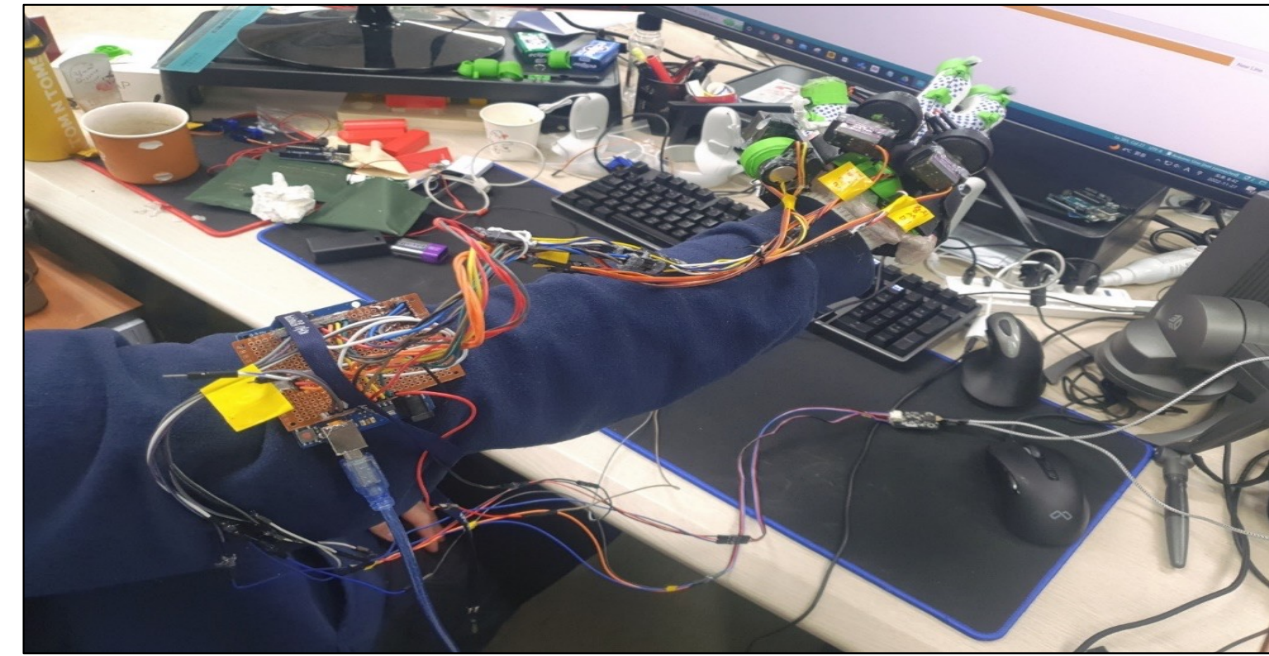
실제&가상 현실 비교

실제 물체를 쥔 때 & 햅틱 글러브를 통해 유니티에서 물체를 쥔 때



실험 결과

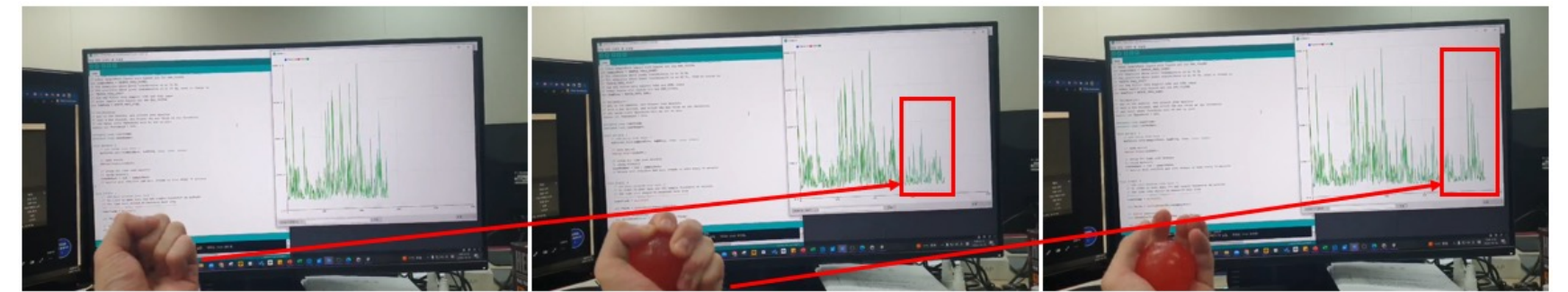
아두이노를 활용하여 제작한 햅틱 글러브



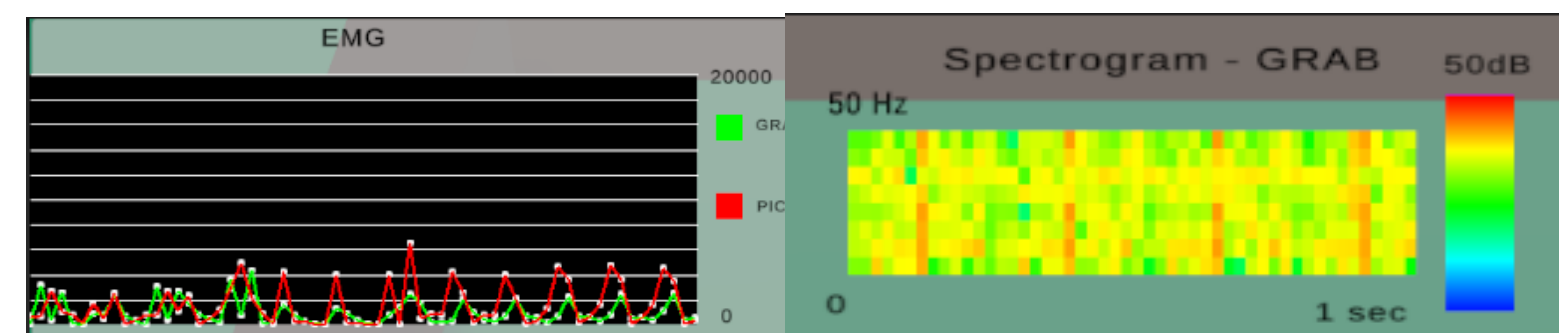
햅틱 글러브를 사용한 유니티 3D 콘텐츠



실제 공을 쥔 때 근전도 데이터 비교



근전도 데이터 시각화



결론

햅틱 글러브 가격 : 21,780원

(근전도 센서와 동작 인식 장비 제외, 추가 시 230,000원 추가)

한계점 :

- 저렴한 서보모터를 사용하여 실시간으로 손가락을 당길 수 없었다. 이로 인해 최종적으로 0.2초의 딜레이를 두고 실을 풀어주는 방식으로 구현하였다.
- 딜레이로 인해 햅틱 글러브의 반응이 연속적이지 않기 때문에 실제와 똑같은 탄성력을 느낄 수는 없었다. 하지만 Haptics라는 연구분야 특성상 정량적인 데이터만큼 UX(User Experience)도 많은 영향을 미치므로 UX를 보다 더 정교하게 보강함으로써 상호작용의 몰입감을 더할 수 있었다.

➡ 정량적인 데이터를 기반으로 정교한 UX를 구현하는데 저비용 고효율 메타버스 햅틱 산업의 핵심이 있다는 결론을 내렸다.

참고 문헌

- 촉감 및 강체 피드백을 포함한 저비용 메타버스 인터페이스
- Design and Optimization OF A FIVE-FINGER HAPTIC GLOVE MECHANISM 등



경희대학교
KYUNG HEE UNIVERSITY