가상환경에서 무게감을 효율적으로 사용자에게 전달하는 도르래 방식의 VR 인터페이스

박성아O, 문예린*, 박소연*, 김종현*
O강남대학교 소프트웨어응용학부,
*강남대학교 소프트웨어응용학부
e-mail: jonghyunkim@kangnam.ac.kr

A Pulley-Type VR Interface that Efficiently Conveys a Sense of Weight to the User in a Virtual Environment

Seong-A ParkO, YeRin Moon*, Soyeon Park*, Jong-Hyun Kim*
OSchool of Software Application, Kangnam University,
*School of Software Application, Kangnam University

● 요 약 ●

본 논문에서는 마이크로소프트의 홀로렌즈를 이용한 손 위치 추적 및 모션 인식과 아두이노를 통해 상황에 맞는 무게감을 사용자에게 전달할 수 있는 VR 인터페이스를 제안한다. 홀로렌즈는 혼합현실을 체험할 수 있지만 홀로렌즈를 이용해 가상의 물체를 잡았을 때 현실과의 물리적인 상호작용이 없기 때문에 현실감이 떨어져 몰입을 저하하는 원인이 된다. 본 논문에서는 혼합현실에서 사용자의 몰입을 개선하기 위해 아두이노를 이용하여 사용자에게 무게감을 효율적으로 전달하여 현실과 같은 몰입을 줄 수 있는 도르래 방식의 VR 인터페이스를 제안한다.

키워드: 혼합현실(Mixed Reality), 몰입(Immersion), 사용자 인터페이스(User Interface), 아두이노(Arduino), 홀로렌즈(HoloLens), 도르래 방식(Pulley-Type), 가상현실(Virtual Reality)

I. Introduction

홀로렌즈는 사용자의 환경을 인식 후 3D로 실제 환경에 매핑하여 가상의 데이터를 투영하는 방식이다. 이러한 방식으로 간단하게 가상과 현실의 사이 혼합현실에 접근하여 몰입을 개선할 수 있지만, 홀로렌즈를 사용하여 가상의 물체를 잡는 등의 상호작용을 할 때 현실과의 감각적인 상호작용이 부족하기 때문에 현실감이 떨어지고 이는 곧, 몰입을 방해하는 요소가 된다.

본 논문은 사용자가 혼합현실에서의 몰입이 개선하기 위해 아두이노를 이용하여 혼합현실에서 무게감을 전달하는 도르래 기반 VR 인터페이스를 제안한다. 사용자는 도르래 인터페이스를 손등에 착용하고 홀로렌즈의 기능을 이용하여 손의 움직임이나 시야 정보를 통해 도르래 인터페이스를 작동시켜 무게감을 느낄 수 있도록 한다. 제안하는 인터페이스는 HMD 사용자나 비-HMD 사용자에게도 모두 무게감을 전달할 수 있으며 해당 장치를 활용해 사용자는 가상현실 내 무게감을 필요로 하는 낚시, 재활 등 다양한 활동에서 더 높은 몰입감과 감각적인 상호작용을 통한 재미를 느끼게 할 수 있다.

II. Preliminaries

1. Related works

가상환경에서 다양한 감각을 이용하여 몰입감을 높여주는 방법에 대해 다양한 방법이 있다. Ruy 등은 3D 가상에서 사용자가 시야를 이용하여 가상의 물체를 빠르고 정확하게 선택해 잡는 방법을 제안한다.[1] (Fig 1 참조). 해당 방법은 물체를 정확하게 집는 데 도움되지만 잡은 물체에 대한 무게를 고려하지 않아 몰입감을 최상으로 끌어올리지 못한다. 우리는 위 방법에서 그치는 것이 아닌 도르래 방식의 VR 인터페이스를 이용해 무게감을 느낄 수 있는 기능을 넣어, 더욱 높은 몰입감을 제공하고자 한다.

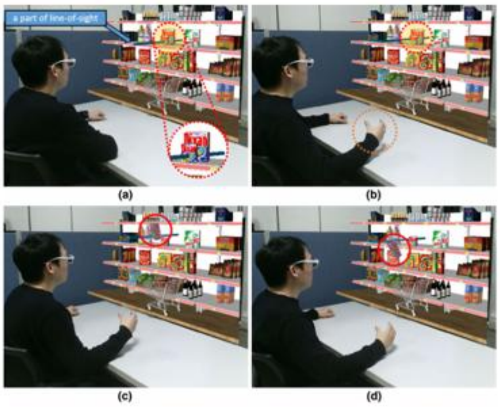


Fig. 1. Method proposed by GG Interaction

III. The Proposed Scheme

1. Pulley-type based VR interface

본 논문에서는 혼합현실에서 사용자의 몰입을 높이고 현실과 같이 느껴지도록 현재의 한계점을 해결하고자 한다. 그중에서 무게감은 현재 혼합현실 내에서 사용자가 물건을 집어도 실제 사용자의 손에 무게가 느껴지지 않는다. 물론, 고가의 센서와 크기가 큰 장비를 이용하면 유사하게 전달할 수 있지만, 사실상 크기나 가격적인 측면에서 대중화하기 어려운 접근법이다. 본 논문에서는 이러한 점을 효율적으로 해결하고자 사용자가 혼합현실 내 물건을 집으면 손에 무게를 전달하는 기기를 제작한다. 무게를 전달하는 방법으로는 중력의 법칙에 착안하여 다음과 같은 방법을 통해 손의 무게를 주고자 했다 (Fig. 2 참조).

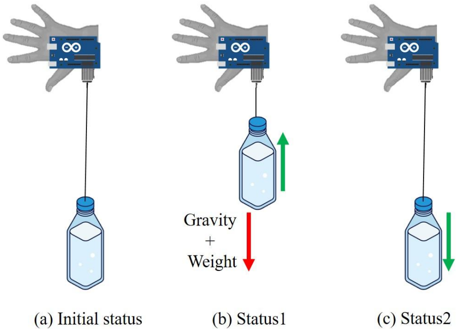


Fig. 2. Our system overview.

사용자가 무게를 제어할 수 있는 3가지 상황이 있다. Fig. 2a는 기본적인 초기 상황이며 도르래 인터페이스가 사용자 손에 부착되어있는 상황이다. 해당 인터페이스는 모터가 장착되어 있으며 모터에는 실과 물병이 연결되어있다. 이때 병에는 물이 차 있으며 실의 길이가 길어 바닥에 놓여있다. 이때는 병이 지면에 존재하기 때문에 연결된 손에서는 거의 무게가 느껴지지 않으며, 손목에 찬 디바이스의 무게만 느껴진다. Fig. 2b에서는 모터에 의해 실이 감긴 상황이며 이 경우 실이 감겨 올라가기 때문에 연결되어 있던 물병이 올라간다. 그 결과 물병이 지면에서 떨어지고 중력에 의해 물병의 무게가 느껴지게 된다. 이 무게는 물병과 연결된 사용자 손까지 전달되고 사용자는 물병의 무게를 전달받게 된다. 마지막으로 Fig. 2c에서는 모터가 반대로 돌면서 실이 풀린 상태이며, 실이 풀어지면서 올라왔던 물병이 다시 지면에 놓이면서 사용자 손에 느껴지던 물병의 무게가 없어지게 된다.

2. Arduino modules

본 논문에서는 사용자가 상황에 맞게 손에 무게를 느낄 수 있도록 아두이노를 이용하여 제작한다. 사용자에게 무게를 전달하는 기기 제작은 비용적인 측면을 고려하여 저비용 아두이노 센서를 사용했다. 이를 위해, 아두이노 나노, DC 모터, 모터 드라이버 L298N, 아두이노 점퍼 케이블, 나노용 USB 케이블, 브레드보드, 배터리, 장갑, 실, 물병을 이용하며 다음과 같은 구조로 아두이노를 이용한 무게 인터페이스를 제작한다 (Fig 3 참조).

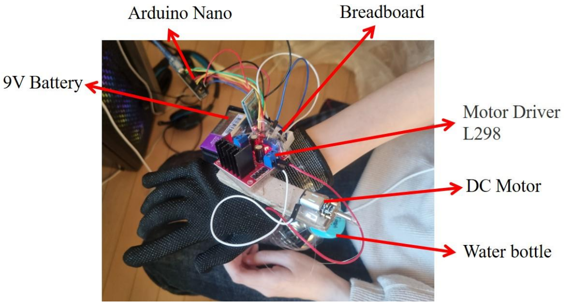


Fig. 3. Arduino setting.

제작한 아두이노는 장갑 위에 떨어지지 않도록 고정한다. 기본적인 실행구조는 USB 케이블을 통해 아두이노 코드를 업로드하고 컴퓨터로부터 값을 받는다. 이때 받아온 값을 통해 DC 모터의 방향과 속도를 제어한다. 기본적으로 0이면 아두이노로 들어오면 시계 방향으로 모터가 회전하며 실을 감아올린다. 결과적으로 지면에 놓여있는 실과 연결된 물병이 올라오면서 공중에 뜨게 되고 중력의 영향에 의해 아두이노가 올려진 손에 무게가 느껴진다. 반대로 아두이노로 전달된 값이 1이면 반시계 방향으로 모터가 회전하면서 감겨있던 실이 풀어진다. 그 결과 공중에 들려있던 물병이 다시 지면에 안착하면서 사용자는 물병의 무게를 느끼지 않게 된다 (Fig. 4 참조).

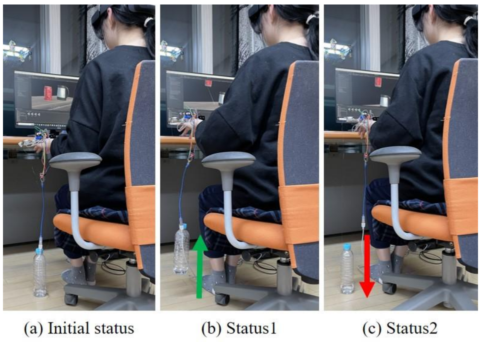


Fig. 4. User interface experience.

모터의 회전 속도는 0~255 사이로 구분되며 모터 드라이버 L298N를 통해 속도와 방향을 제어할 수 있다. 기본 속도는 0부터 255로 점차 속도가 증가하게 테스트를 진행했으며, Fig. 4는 실제 테스트 환경이다.

IV. Experiment Environment

물체 상호작용 상황을 만들어 실험을 진행하기 위해 다음과 같은 두 가지 장면을 제작한다 : 1) 테이블 위에 캔을 두어 집고 놓는 장면, 2) 바다에서 낚시하는 장면을 진행한다.

1. Interacting with simple object

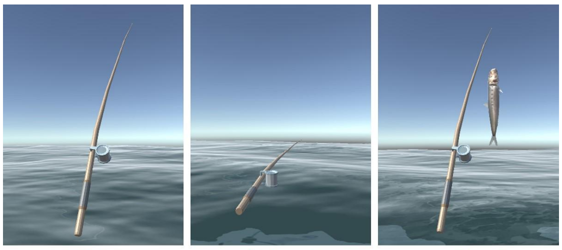
첫 번째는 홀로렌즈와 도르래 인터페이스의 연동 및 무게감을 실험해 볼 수 있는 기본환경을 만들어 테스트한다. 단순한 상호작용 테스트 진행을 위해 간단하게 무게감을 느낄 수 있는 환경을 제작하였다. Fig. 5와 같이 테이블 위에 물체를 두어 집을 수 있는 환경을 만든다.

Fig. 5. Grabbing an object.

우선 홀로렌즈와 유니티 3D를 연결하기 위해 컴퓨터를 통해 유선으로 연결 후 홀로렌즈의 Hololens remoting app을 통해 유니티 3D와 홀로렌즈가 실시간으로 연결될 수 있도록 한다. 연결되었다면 손에 아두이노를 착용한 상태에서 물체를 집는 동작을 취해 물체를 집는다. 홀로렌즈를 통해 물체를 잡는 움직임이 인식되면 통신을 보내 도르래 인터페이스가 작동되고 모터가 돌아가면서 실이 감기게 된다. 실이 감기면서 물병이 올라가면서 사용자는 무게감을 느끼게 된다. 반대로 물체를 놓았을 때도 홀로렌즈를 통해 놓는 움직임이 인식되면 모터가 반대로 돌아가면서 실이 풀리게 되고 물병이 바닥에 닿으면서 무게가 느껴지지 않게 된다. 사용자가 물체를 집고 놓는 과정에서 실제로 무게감을 느낄 수 있어 몰입이 개선되었으며 효과적인 상호작용을 가능하게 했다.

2. Fishing

두 번째로는 단순한 상호작용이 아닌 특정 상황을 만들어 활용할 수 있는지 확인하기 위해 낚시 실험 환경을 제작하였다. 제안하는 인터페이스는 무게감을 느낄 수는 있지만, 빠른 무게 조절에 어려움이 있으므로 스포츠 중 무게감을 오래 느낄 수 있는 낚시로 선정했다. 사용자가 낚싯대와 상호작용하여 낚싯대를 잡게 되면 입질이 오기 전까지의 시간이 무작위로 설정한다. 그 시간이 지나면 느낌표 UI를 통해, 물고기가 잡혔다는 신호를 사용자에게 준다. 신호를 받은 아두이노의 모터에 연결된 실이 감기며 물병이 올라가 무게감이 느껴지게 된다. 이때 무게감이 느껴지는 것은 모터를 감는 속도와 연관이 있다. 물고기를 잡는 데 오래 걸릴수록 천천히 감기며, 어느 정도 감기면 서서히 무게감이 느껴지게 된다. 이렇게 물고기가 잡혔다는 신호를 받으면 사용자는 물고기를 잡기 위해 다시 상호작용을 하고, 물고기가 끌려오는 장면을 보여주며 물고기가 잡힌다. 이때 모터의 실이 풀리게 되며 사용자는 무게감이 서서히 사라지는 것을 느낄 수 있다.



(a) Initial status (b) Status1 (c) Status2

Fig. 6. Fishing.

Fig. 6는 혼합현실상에서 구현한 낚시 시뮬레이션이다. Fig. 6a는 사용자와 상호작용 하기 전인 낚싯대의 기본 상태이다. Fig. 6b는 사용자가 낚시 중인 상태이다. 이때 시간에 따라 아두이노가 감겨 올라가면서 점점 무게감을 느끼게 된다. 느낌표 UI를 통해 입질 신호를 주고, 사용자가 다시 상호작용을 하게 된다. Fig. 6c는 물고기를 잡아 올린 상황으로 상황을 끝내기 위해 모터가 반대로 돌아가며 무게감이 서서히 사라진다. 또한, Fig. 6a에서 사용자가 낚싯대를 잡는 상호작용을 통해 Fig. 6b와 같이 낚싯대가 사용자에게 고정되어 같이 움직이도록 하여 사용자에게 개선된 자율성과 몰입을 주었다.

V. Conclusions

본 논문에서는 마이크로소프트의 홀로렌즈를 이용한 손 위치 추적 및 모션 인식과 아두이노를 통해 상황에 맞는 무게감을 사용자에게 전달할 수 있는 VR 인터페이스를 제안했다. 이를 통해 아두이노를 착용한 사용자에게 실시간으로 혼합현실 내 상황에 맞춰 무게제어가 가능해 가상의 물체를 잡았을 때 현실과의 감각 상호작용을 전달해 주어 현실감을 올리고 몰입을 개선했다. 또한, 단순히 물건을 집는 상황뿐만 아닌 무게가 느껴져야 더 현실감 있는 시뮬레이션 중 낚시라는 상황을 통해 더 넓은 분야에서 응용할 수 있다는 것을 확인할 수 있다. 현재 시스템으로는 일정한 무게만 느껴지지만, 향후에는 무게 조절이 가능해진다면 넓은 분야로 활용될 수 있으며 사용자에게 높은 현실감을 보여줄 수 있을 거라 기대한다.

REFERENCES

[1] Kunhee Ryu, Joong-Jae Lee, Jung-Min Park. "GG Interaction: a gaze–grasp pose interaction for 3D virtual object selection" pp 383-393, 2019