

사용자의 걷기, 뛰기, 절름발이 움직임을 몰입감 있게 표현하기 위한 VR 인터페이스

문예린^o, 박성아*, 박소연*, 김종현*
^o강남대학교 소프트웨어응용학부,
*강남대학교 소프트웨어응용학부
e-mail: jonghyunkim@kangnam.ac.kr

VR Interface for Immersive Expression of the User's Walking, Running, Limp and Zombie States

YeRin Moon^o, Seong-A Park*, Soyeon Park*, Jong-Hyun Kim*
^oSchool of Software Application, Kangnam University,
*School of Software Application, Kangnam University

● 요약 ●

본 논문에서는 가상현실에서 헤드 마운티드 디스플레이(Head mounted display, HMD) 사용자와 Non-HMD 사용자에게 사용자의 걷기, 뛰기, 절름발이 움직임을 몰입감 있게 표현하기 위한 새로운 가상현실(VR, Virtual Reality) 인터페이스를 제안한다. 가상현실에서는 몰입감을 높이기 위해 시각적 감각을 활용한 HMD와 사용자의 자세나 움직임을 추적하는 장비를 활용하지만, 일반적인 사용자들에게 HMD 보급은 많이 이루어져 있지 않으며, 비용적인 측면과 멀미로 인해 가상현실 콘텐츠에 몰입하기 어렵다. 본 논문에서는 효율적으로 몰입도를 높이고 비용적인 부담을 줄여주기 위해 아두이노를 활용한 새로운 보행 인터페이스 장치를 제안한다. 보행 인터페이스 장치는 사용자의 다리 가속도 정보를 기반으로 사용자의 상태 변화에 맞게 패턴을 설정하여 사용자의 걷기, 뛰기, 절름발이 움직임을 통해 사용자 캐릭터의 움직임을 제어하고 표현할 수 있는 새로운 결과를 보여준다.

키워드: 가상현실(Virtual reality), 헤드 마운티드 디스플레이(Head mounted display), 몰입도(Immersion), 인터페이스(Interface), 아두이노(Arduino)

I. Introduction

가상현실에서 사용자의 높은 몰입도와 안정적인 상호작용은 콘텐츠의 품질을 좌우하는 중요한 요소이다. 몰입도를 높이는 방법 중 실제 사용자의 움직임을 가상현실에서 반영해주는 방법의 경우 사용자의 자세나 움직임을 추적하는 장비나 HMD 같은 장비들을 활용해야 한다[1]. 하지만, 이러한 장비들은 비용적인 부담이 높아 보급이 원활하지 않고, 멀미로 인한 문제도 존재한다. 이러한 장비를 사용하지 않고 사용자의 움직임을 고려하여 몰입도를 높이기 위한 연구가 필요하며, 본 논문에서는 이를 위해 아두이노 기반의 보행 인터페이스 장치를 제안한다[2]. 이 보행 인터페이스 장치는 HMD 사용자 경우는 VR 헤드셋의 자이로 센서를 통해 머리를 추적하고, Non-HMD 사용자 경우는 모바일 장치의 자이로 센서를 통해 머리 방향을 추적한다. 사용자는 아두이노 센서를 통해 물리적인 이동을 할 수 있으며 이를 가상현실 콘텐츠 환경에서 걷기, 뛰기, 멈춤 등의 동작 알고리즘을 통해 자세를 판단하여 NPC의 움직임을 제어한다. 이러한 장치를

통한 콘텐츠 내 동작은 기존 장비와 비교하면 낮은 비용으로 사용 가능하다는 점과 가상현실 콘텐츠의 몰입도를 효율적으로 높일 수 있다. 또한, Non-HMD 사용자도 HMD 사용자와 비슷한 인터페이스 환경을 체험할 수 있으며 1인칭 시점 및 자연스러운 보행 기능을 제공하기 때문에 기존 인터페이스보다 몰입도를 향상할 수 있다. 그 뿐만 아니라 본 논문에서는 신체적으로 다리가 불편한 장애인들의 다리를 끄는 동작까지도 패턴화하여 저는 동작을 실제 콘텐츠 내에서 표현할 수 있다. 이 동작을 통해 가상현실 콘텐츠에서 비장애인이 다리의 불편함을 경험할 수 있으며, 반대로 다리가 불편한 장애인들이 비장애인처럼 자유롭게 걸어 다닐 수 있는 체험을 할 수 있다. 이 같은 부분은 의료, 심리, 교육적인 분야로 접목하여 해당 콘텐츠를 활용할 수 있으며 현실에서 경험하기 어려운 부분을 표현할 수 있다는 점에서 의의가 있다.

II. The Proposed Scheme

1. Arduino module production

본 논문에서는 사용자의 자세 및 움직임을 측정하기 위해 아두이노를 이용하여 센서를 제작한다. 사용자의 움직임을 정확하게 측정하려면 고가의 장비를 사용하면 되지만, 높은 비용의 문제가 있으므로 본 논문에서는 비용적인 부담을 줄이고자 저비용의 아두이노 센서를 이용한다. 이를 위해 아두이노 우노, HC-06 블루투스 모듈, 자이로 센서, 아두이노 점퍼 케이블, 우노용 USB 케이블, 브레드보드, 배터리를 이용했으며 다음과 같은 구조로 아두이노를 제작하였다 (Fig. 1 참조).

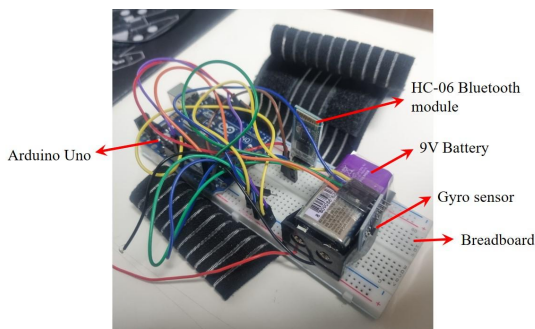


Fig. 1. Arduino setting.

기본적인 실험구조는 USB 케이블을 통해 아두이노 코드를 업로드하고 HC-06 블루투스 모듈을 이용한다. 그리고 자이로 센서를 이용해 사용자의 움직임 값을 측정하고 블루투스를 통해 컴퓨터나 모바일 디바이스로 값을 전송한다. 이때 자이로 센서를 통해 각 축의 가속도 값을 받아온다. 자이로 센서는 회전하는 물체의 회전각과 기울기 등을 알 수 있으며 속도를 측정할 수 있는 가속도 센서와 함께 사용되어 동작 인식을 효과적으로 알 수 있는 센서이다. 이러한 센서를 이용해 값을 확인해본 결과 사용자의 움직임에 영향을 받는 X 축의 가속도 값의 변화가 가장 컸으며, 이 값을 이용하여 사용자의 움직임을 판단하였다. 아두이노의 코드는 자이로 센서를 통해 얻어온 가속도 값을 출력시켜줄 수 있도록 설계하였다. 일반적으로 아두이노에서 자이로 센서값을 가져오는 방법은 두 가지 경우로 나뉜다 : 1) 아두이노가 유선일 경우에 직접 값 읽어오는 방법, 2) 아두이노가 무선일 경우 블루투스를 통해 값을 읽어오는 방법.

본 논문에는 두 가지 방법을 모두 이용하여 실험했으며, Non-HMD 사용자의 경우 유선 아두이노를 사용할 수 없으므로 블루투스를 통해 연결하였다. 자이로 센서값을 읽어오기 위해서는 아두이노 블루투스를 PC 또는 모바일 디바이스에서 블루투스를 연결한다. Fig 2a에서 붉은색 불빛이 연결된 것을 나타낸다. 또한, Unity3D 내에서 Arduino Bluetooth Unity 플러그인 설치를 통해 아두이노 블루투스 값을 받아올 수 있는 코드를 작성하였다. 여기에 아두이노 이름을 입력해주면 해당 콘텐츠를 실행하였을 때 자동으로 연결된 블루투스 중 찾아서 자이로 센서값을 읽어온다. Fig 2b에서 파란색 글씨가 연결된 상태를 나타낸다.

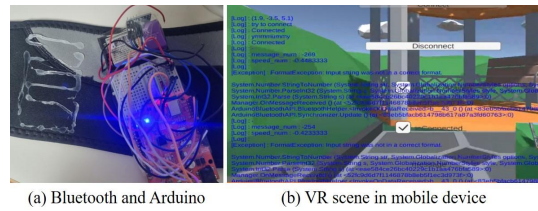


Fig. 2. Unity3D scene connected via bluetooth.

2. Pattern setting

블루투스를 통해 읽어 들어온 자이로 센서값을 이용해 우리는 사용자가 어떤 동작을 하는지 4가지 상태로 나눈다. 본 논문에서는 걷기, 뛰기, 정지, 다리 지는 동작으로 나누었으며, 이 패턴을 기반으로 특징점을 분류하기 위해 동작을 통해 얻은 자이로 센서값을 아래와 같이 분석하였다. 아래 그림은 사용자가 아두이노 센서를 한쪽 다리에 착용하고 걸었을 때 속도 값을 나타낸 그래프이다 (Fig. 3 참조)



Fig. 3. Speed graph when wearing Arduino.

그래프를 보면 사용자가 움직여 나온 값이 일정 시간 동안 0에 가까운 수치를 보였다. 일정 시간 후 3,000 이상의 수치 변동이 나타나고 다시 0에 가까운 수치가 나타나는 패턴이 반복되는 것을 확인할 수 있다. 이러한 패턴을 보아 0일 때는 정지해 있고 400 이상으로 값이 나타날 때 움직인다는 것을 알 수 있으므로 이 패턴을 이용하여 값에 따라 캐릭터 움직임을 제어하였다. 움직임을 정지, 걷기, 뛰기로 나누기 위해 다양한 실험을 통해 측정해본 결과, 정지는 0~400 사이의 값, 걷기는 400~2000 사이의 값, 뛰기는 그 이상의 값으로 나타나 값을 입력받고 입력받은 값에 따라 움직임을 변경하였다.

3. Limp pose

사용자가 비장애인인지 장애인인지 알 수 없기에 다리가 불편한 것에 상관없이 일반적으로 걷기, 뛰기와 같은 사용자 행동을 판단할 수 있어야 한다. 이를 위해 본 논문에서는 아두이노 센서를 2개 제작하여 양쪽 다리에 부착하여 사용하였다.

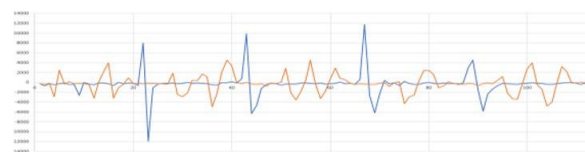


Fig. 4. Limp pattern (orange).

Fig. 4는 이두이노 센서를 두 다리에 착용하고 다리를 절면서 걸었을 때 속도 값을 나타낸 그래프이다. 파란색은 안 저는 다리에 착용한 자이로 센서 값이며, 주황색 저는 다리에 착용한 자이로 센서 값이다. 그래프를 보면 절지 않는 다리의 패턴 값이 0에 가깝게 나타났다가, 다시 크게 나타나고 반복하는 패턴이 나온다. 저는 다리는 절지 않는 다리처럼 커지고 작아지는 값의 변화가 반복되지만, 속도 값이 1,000 이하의 값을 유지한다. 하지만 속도 값 하나만으로 판단하기에는 이두이노에 딜레이가 있고 매시간 측정해 애니메이션을 제어하기에는 값의 변동성이 크기 때문에 다리를 절고 있는지 인식하기가 쉽지 않다.

본 논문에서는 한쪽 다리만 절며 걷는다고 가정하였을 때, 사용자가 움직이게 되면 저는 다리는 느리게 움직이고 반대쪽 다리는 움직이지 않기 때문에 저는 다리는 3개의 값을 저장해 모두 1,000 이하의 값인지 확인한다. 또한, 반대쪽 다리는 5개의 값을 600 이하인지 확인하는 부분 패턴(Piecewise pattern) 방식을 활용한다. 센서로부터 얻어온 값이 위에서 언급한 패턴과 일치하면 저는 패턴이라고 지정하여 캐릭터의 움직임을 제어한다. 이를 이용해 각각의 다리에 센서를 착용 후 얻은 패턴이 저는 움직임과 같게 나오면 저는 움직임을 넣고, 걷는 패턴이 나오면 걷는 움직임이 나오도록 설정하였다. 장애인이 비장애인과 같게 걷기 위해서는 다시 정상적인 애니메이션으로 만들어 줄 필요성이 있다. 본 논문에서는 이런 애니메이션 변화를 선택사항으로 만들어, 다리 저는 패턴이 들어와도 다리가 절지 않는 애니메이션을 나타내게 할 수 있으며, 선택하지 않을 시, 다리 저는 패턴이 들어오면 다리가 저는 애니메이션이 나오도록 설계하였다. 선택사항을 통해 저는 패턴을 파악하여 가상환경에서 다리를 절지 않도록 도와주는데 이는 장애인이 비장애인과 같게 행동할 수 있는 환경을 만들어주며 후에 장애인이 장애인을 경험할 수 있는 교육적 요소로도 활용할 수 있다.

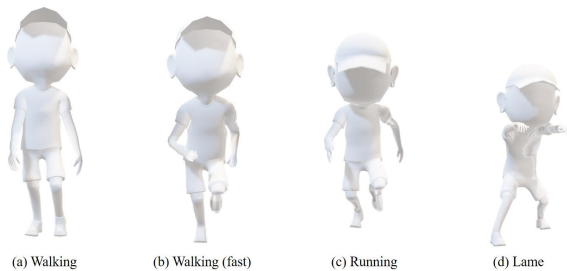


Fig. 5. Animation template.

Fig 5처럼 패턴에 따라 동작을 판단하여 이를 캐릭터와 연동시켜 애니메이션 모션을 변경한다. 애니메이션은 ‘걷기’, ‘빠른 걸음’, ‘달리기’, ‘절름걸이’로 분류한다. 애니메이션 모션클립은 리스트에 저장 후, 속도에 따라 매칭되는 모션클립을 호출하여 사용하였다. 또한, 자연스러운 움직임을 표현하기 위해 자이로 센서 값이 사용자의 속도에도 영향을 미치도록 조정하였다. 사용자의 속도는 아래와 같은 방식으로 정규화하여 사용하였다 (수식 1 참조).

$$v_{user} = \alpha \frac{v_{sensor}}{\eta} \quad (1)$$

여기서 α 는 사용자의 속도를 제어하는 가중치이며, η 는 자이로 센서의 최댓값이고, v_{sensor} 는 센서로부터 현재 읽어 온 값이다. 위 수식처럼 사용자의 속도를 계산함으로써 사용자는 자신의 걷기 속도나 달리기 속도 등을 조절하면서 이동할 수 있으며 이 부분이 가상현실 내 캐릭터 움직임에 반영되기 때문에 몰입감을 높일 수 있다.

4. Camera shaking for better first-person view

HMD 사용자와 Non-HMD 사용자에게 높은 몰입도를 주기 위해 이두이노를 통해 분석된 패턴을 이용하여 사용자의 걷기, 달리기 등을 판단한다. 이때, 사용자에게 1인칭 시점에 가까운 몰입도를 주기 위해 시야가 흔들리는 효과를 주어 해당 모션에 맞게 화면에 흔들림 효과를 추가한다. 화면에 흔들림을 주기 위해 카메라 셰이킹과 모션 블러를 적용한다. 카메라 셰이킹 같은 경우 카메라의 현재 위치를 기점으로 상하좌우로 랜덤 값을 주어 움직이는 패턴이 호출될 때 사용자의 속도에 따라 흔들림 세기를 조절하여 화면에 흔들림을 준다. 모션 블러는 현재 프레임과 이전 프레임들을 합쳐서 흔들리는 것처럼 보이도록 모델링한다. 그 결과 실제 환경과 비슷하게 빨리 움직이면 시야가 크게 흔들리는 것과 유사하게 결과를 표현할 수 있었다. Fig. 6은 카메라 셰이킹 효과에 대해 특징점을 잡아 선으로 그린 것이며, Fig 7은 모션 블러로 인해 외곽 부분에서 특징이 흔들려 뿌옇게 보이는 것을 확인할 수 있다.

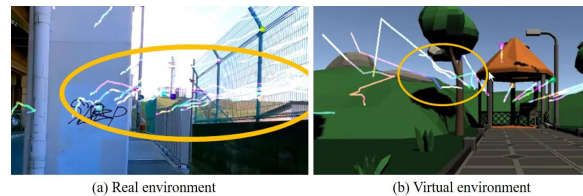


Fig. 6. Comparison results of shaking effects



Fig. 7. Improved first-person sense of speed due to motion blur.

5. Multi-user connection

본 논문에서는 HMD 사용자와 Non-HMD 사용자와의 상호작용을 개선하고자 하였다. 이를 배경으로 여러 명의 사용자가 함께하는 다중 사용자 콘텐츠를 제작하고자 멀티 환경을 구현하기 위해 Unity3D 내에 Photon Unity Networking (PUN)을 이용하여 구현하

였다. Fig 8은 멀티 환경 테스트 장면으로 Fig 8의 오른쪽 하단 이미지를 보면, 두 명 이상 사용자가 서로 같은 공간상에서 움직이는 것을 볼 수 있다.



Fig. 8. Multi-player setting.

6. Environment settings for HMD and Non-HMD user experimentation

본 논문에서는 HMD 사용자와 Non-HMD 사용자의 상호작용 개선 정도를 알아보기 위해 두 사용자가 같이 이용할 수 있는 환경을 구현해야 한다. HMD 사용자를 위해서 VRTK 라는 오픈 소스 사용하여 VR 환경을 구현하였고, Non-HMD 사용자를 위해서는 모바일 환경에서 작동하도록 실험하였다. 모바일에서는 자자기 센서를 이용하여 사용자의 머리 방향을 추적하였고, 캐릭터의 시야 방향을 조정하여 모바일 환경을 구현하였다.

III. Conclusions

본 논문에서는 아두이노를 이용해 사용자의 움직임을 측정하고, 이 값을 이용하여 가상환경에서 사용자의 걷기, 뛰기, 절름발을 구현하였다. 이를 통해 아두이노를 착용한 사용자의 움직임에 따른 모션을 나타내어 실제 사용자가 가상현실 내에서 움직이는 것과 같은 몰입감을 줄 수 있는 새로운 인터페이스를 제안하였다. 또한, Non-HMD 사용자들도 실제 HMD를 이용하고 있지 않지만, HMD를 착용한 사람들처럼 한 공간에서 몰입감있게 체험할 수 있는 1인칭 화면 흔들림 및 모션 블러 환경을 구현하였다. 그 뿐만 아니라, 다리 장애를 있는 사람들도 가상현실 콘텐츠를 체험할 수 있도록 절름발이 인터페이스를 제안하였다. 이 방법은 적용 분야에 따라 실제 절름발이 환자들이 가상현실 공간에서는 정상적인 움직임으로 확보할 수 있도록 응용이 가능하기 때문에 가상현실 치료 시스템에도 널리 활용될 수 있다.

REFERENCES

- [1] Lin, Juncong, Takeo Igarashi, Jun Mitani, Minghong Liao, and Ying He. "A sketching interface for sitting pose design in the virtual environment." *IEEE transactions on visualization and computer graphics* 18, no. 11 (2012): 1979-1991.
- [2] Jeong, Kisung, Jinmo Kim, Mingyu Kim, Jiwon Lee, and Chanhun Kim. "Asymmetric interface: user interface of asymmetric virtual reality for new presence and experience." *Symmetry* 12, no. 1 (2019): 53.