

가속 센서를 이용한 3D 마우스의 구현

이지안*

*고려대학교 전기 전자 공학과
e-mail : xdakrnchickx@korea.ac.kr

Implementation of 3D Mouse using Accelerometer

Ji-an Lee*

*Dept. of Electrical Engineering, Korea University

요약

본 논문에서는 가속 센서의 데이터로부터 얻은 정보를 특정 알고리즘을 통해 3D 공간상에서 좌표를 매핑(Mapping)하는 3D 마우스를 제안한다. 손의 움직임에 따라 변화하는 가속도 값을 블루투스 통신을 사용하여 모바일 디바이스(Mobile Device)로 전송한다. 본 논문에서 제안하는 3D 마우스는 손에 든 가속도 센서 데이터를 사용하여 손이 움직이기 전의 위치를 기준으로 가속도 데이터를 토대로 움직인 후의 위치를 추출하여 3D 공간상에서의 마우스를 구현하였다. 10명의 사용자에게 마우스를 동일한 시작점에서 정해진 목표지점까지 움직이도록 실험해 본 결과 평균 2.23번 만에 성공하였다.

1. 서론

과학 기술의 발전에 따라 몸이 움직이는 시대가 아닌 지식 또는 생각이 움직이는 시대가 도래했다. 책을 구매하기 위한 목적으로 서점에 직접 갈 필요가 없어졌으며 명강의를 듣기 위해 교실로 갈 필요도 없어졌다. 이러하듯이 인터넷은 우리의 일상생활의 여러 방면을 편리하게 해주었다. 3D 마우스의 개발은 기존의 2D 마우스가 제공했던 편의 이외에 건강, 교육, 게임 산업 등 수많은 분야에 막대한 영향을 줄 것이라 예상한다. 기존의 2D 마우스는 사람의 손에 의한 움직임을 감지하여 컴퓨터 시스템으로 매핑을 해준다. 3D 마우스는 이러한 기능을 확장하여 x-y 축으로 이루어진 2 차원 공간이 아닌 x-y-z 축으로 이루어진 3 차원 공간에서의 매핑을 가능하게 한다.

현재 시장에는 이미 3D 마우스가 생산되어 판매 중이다. 현존하는 3D 마우스는 기존의 2D 마우스와 같이 바닥에 위치하여 컨트롤 스틱을 움직이며 조정하며 정교한 움직임을 감지하지 못하며 정확도의 측면에서 많이 뒤떨어지고 있다는 평가를 대중들에게 받고 있다.

3D 마우스의 개발은 곧 원격조정의 발전에 기여할 것으로 예상한다. 예로 섬세한 움직임을 정확하게 포착할 수 있는 3D 마우스가 개발된다면 미국에 있는 의사에게 치료를 받아야 하는 희귀병 환자는 수술을 받기 위해 미국을 방문 할 필요가 없어지는 것이다. 또 미국을 방문하는 것 뿐만 아니라 우주로 가는 무인 우주선에서도 3D 마우스의 활약을 기대해 볼만하다.

의료 분야 외에도 가상 현실 게임 같은 플랫폼에서도 3D 마우스는 환영 받을 것이다. 삼성전자에서는 최근에 머리에 장착하는 디스플레이 기기 “기어 VR” 출시하였다. 이러한 웨어러블 디바이스(Wearable Device)와 3D 마우스의 섬세한 컨트롤의 결합은 더욱 실감나는 게임 환경을 제공할 것이다.

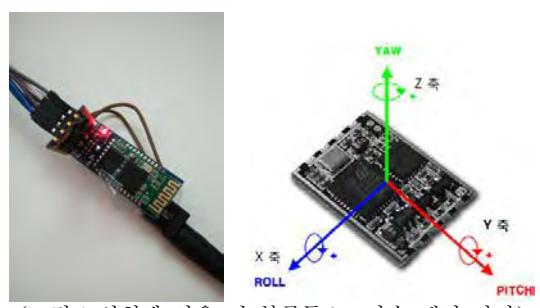
이에 본 연구는 현존하는 3D 마우스보다 더 섬세한 조정

을 가능하게 하는 3D 마우스의 제작을 제안한다.

2. 3D Mouse 의 연구 과정

본 연구에서는 사용자가 블루투스 장치를 장착한 가속 센서를 들고 3D 공간 상에서 움직이면 실시간으로 센서 데이터를 모바일 디바이스로 전달하였고 센서 데이터 값을 정제하여 노이즈를 제거 후 시작점에서 이동 후의 끝점까지의 거리를 계산하였다.

2.1 하드웨어 시스템



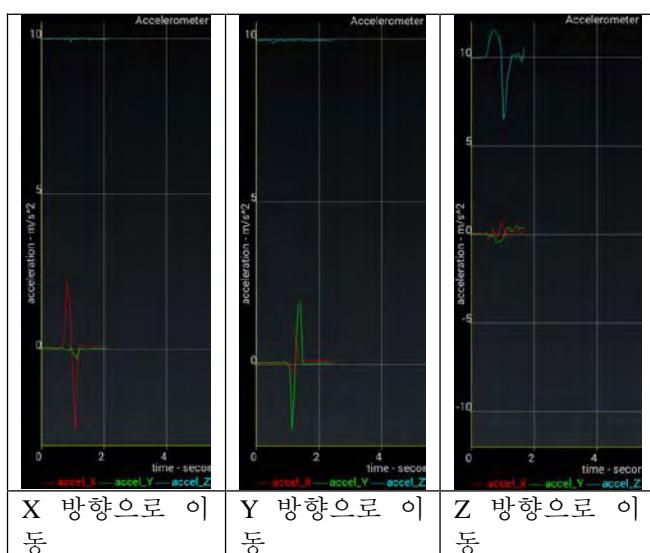
(그림 1 실험에 사용 된 블루투스, 가속 센서 장비)

3 차원 공간상의 사용자의 움직임을 감지하기 위해 3 축 가속도 센서와 무선 통신을 위한 블루투스 모듈을 사용한다. 센서 모듈은 mini IMU AHRS 로 3 축에 대한 가속도 데이터를 1000Hz로 수집한다. 블루투스 통신 모듈은 HC-05를 사용하여 스마트폰과 가속도 센서를 서로 연결한다.

2.2 전처리 단계

가속 센서 장치로부터 전송된 값에는 손의 떨림으로 인한 노이즈가 많이 섞여 있는데 이러한 노이즈는 알고리즘을 적용하기 전에 먼저 제거해야 한다.

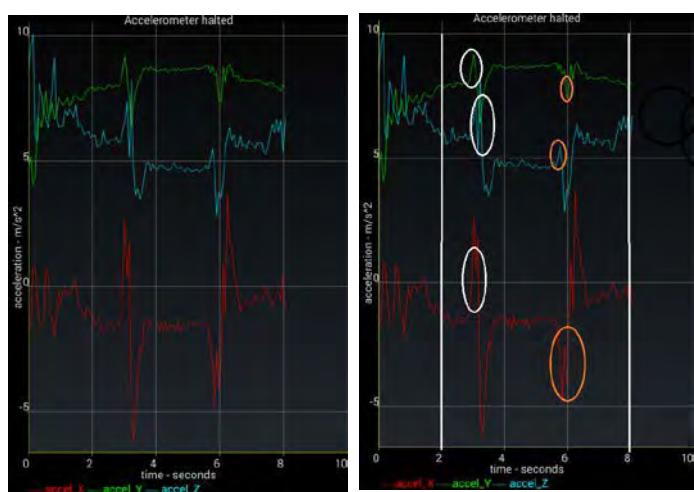
노이즈를 제거하기 위하여 기본적으로 저주파 통과 필터(low pass filter)를 사용하였다. 저주파 통과 필터를 사용하게 되면 센서를 정지 상태로 공중에서 들고 있을 때 발생하는 미미한 진동은 완화 되지만 센서를 이동할 때 발생하는 미미한 진동을 제한하지 못한다.



(그림 2 x-y-z 각 축으로 이동했을 때의 가속도 변화)

그림 2 는 센서를 각 x,y,z 축에 대해 이동하였을 때 얻게 되는 가속도 값을 그래프로 나타낸 것이다. 그래프에서 볼 수 있는 진폭이 큰 파장 같은 경우 Low pass filter를 사용하면 그대로 데이터가 컴퓨팅 디바이스로 전달 되지만 그 이외에 그래프에서 희미하게 보이는 미세한 진동은 필터링된다.

2.3 좌표의 Mapping



(그림 3 좌, 4 우 노이즈의 제거와 의미 있는 데이터 추출)

그림 3 를 살펴 보면 가속 센서를 쥔 채로 두 번 움직였다. 첫 번째 움직임은 가속센서를 x 축 기준 양의 방향으로, y 축 기준 양의 방향으로, 그리고 z 축 또한 양의 방향으로 움직였다. X 축으로의 움직임을 보면 사인(sine)파의 모양으로 값이 증가하였다가 감소하는데 이것은 정지해 있는 센서가 오른쪽으로 움직일 때 가속(Acceleration) >0 의 힘을 받아 그래프가 올라가게 되는 모양을 띠게 된 것이며 가속 데이터가 감소하는 구간은 움직이는 센서가 갑작스러운 정지를 경험하게 되며 겪는 가속(Acceleration) <0 의 영향 때문이다.

$$\begin{aligned} \text{Position} &= x = \int v \, dt \\ \text{Velocity} &= v = \int a \, dt \\ \text{Acceleration} &= a \end{aligned}$$

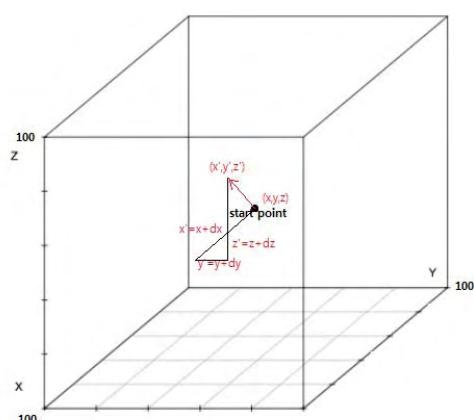
위의 가속도와 속도 그리고 거리의 관계에 따라 가속 데이터로 이동한 거리를 구하려면 가속도를 두 번 적분해야 한다. 하지만 적분을 두 번하게 되면 원하는 거리에 대한 데이터를 얻을 수 있는 반면에 데이터에 섞여있는 노이즈 또한 증폭되어 더해짐으로 정확한 이동거리를 측정하기 쉽지 않다.

따라서 본 논문에서 제안하는 방법은 그림 4 와 같이 동그라미가 쳐 있는 데이터만 유효하게 처리하여 그 이외의 값은 포인터의 이동거리에 포함시키지 않는 것이다. 따라서 처음 센서가 정지 상태에서 움직일 때의 가속도로부터 움직이다가 정지하는 순간의 가속도 값만 사용하는 것이다. 이리하여 한번 움직일 때마다 유효한 가속도 이외에 이동과는 반대방향으로 생기는 가속도에 대한 영향을 제한할 수 있고 보다 정확한 이동거리를 추출할 수 있다.

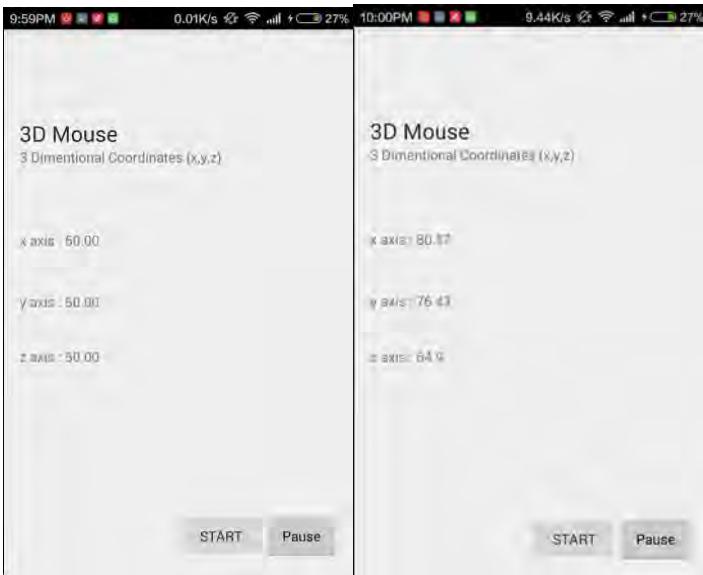
3. 실험 및 결과

마우스와 같이 민감한 디바이스에서 실시간으로 들어오는 데이터에서 노이즈를 즉각적으로 제거하는 것에는 어려움이 따랐다. 따라서 센서를 통해 전달해오는 신호들을 과감히 추출하였고 이에 따라 아주 미미한 움직임을 제외하고는 x, y, z 축으로의 움직임을 잘 감지 할 수 있었다.

동일한 환경에서 10 명의 사용자에게 성능 테스트를 진행하였다. 3D 의 포인터가 $0 < x < 100$, $0 < y < 100$, $0 < z < 100$ 의 경계에서 움직일 수 있고 모든 사용자의 시작점은 $(x,y,z) = (50,50,50)$ 으로 출발한다. 이에 가속도 센서를 손으로 들어 움직여 $80 < x < 90$, $70 < y < 80$, $60 < z < 70$ 의 작은 큐브의 내에 포인터를 집어 넣는 실험을 하였다.



(그림 5 3D 공간상에서의 시작점과 끝점의 좌표)



(그림 6 마우스의 시작점과 이동후의 끝점)

위의 실험을 진행했을 때 그림 6 과 같은 결과를 얻을 수 있었다. 10 명의 사용자는 평균적으로 2.23 번 만에 목표의 $80 < x < 90$, $70 < y < 80$, $60 < z < 70$ 내에 포인터를 이동 시킬 수 있었다. 센서를 공중에서 사용하지 않고 바닥이나 책상에 놓은 뒤에 실험을 진행 해보면 정확도는 1.60 번으로 증가하는 결과를 보였다. 이는 공중에서 사용하면 그만큼 손의 떨림의 영향을 많이 받아 노이즈로 인한 무효한 (redundant) 데이터의 증가 때문이다.

4. 참고문헌

- [1] Paley; W. Bradford, “Three-dimensional mouse with tactile feedback”
- [2]신동욱; “무선 센서네트워크 환경에서의 사용자 기반 3D 마우스 인터페이스에 관한 연구”