

절단지체장애, 노인, VDT환자들을 위한 디지털 디바이스 개발

송현우¹, 조현건², 정나현³, 서지원³
¹ 동국대학교 전자전기공학부 학부생
² 건국대학교 전기전자공학부 학부생
³ 숭실대학교 전자정보공학부 학부생

isaacno1@dgu.ac.kr, chohk0620@gmail.com, wjds6178@naver.com, swlone028@gmail.com

Development of Digital Devices for Amputees, Elderly, VDT Syndrome

Hyunwoo Song¹, Hyunkeon Cho², Nahyun Jeong³, Jiwon Seo³
¹ Dept of Electronics and Electrical Engineering, Dongguk university
² Dept of Electronics and Electrical Engineering, Konkuk university
³ Dept of Electronics and Electrical Engineering, Soongsil university

요 약

디지털 기기가 필수적인 현대 사회에서, 절단 환자와 손 떨림 환자는 디지털 기기 조작에 어려움을 겪어 정보 접근에 제약이 있다. 본 논문은 이러한 사용자들을 위해 IMU 센서를 활용한 에어 마우스를 개발했다. 에어 마우스는 IMU 센서를 기반으로 공중에서의 직관적인 조작을 지원하며 주파수 영역의 필터링으로 손 떨림 보정 기능을 제공한다. 이를 통해 장애인의 디지털 접근성을 개선하고, Visual Display Terminal(VDT) 증후군 예방에도 기여할 수 있다.

1. 서론

디지털 기기의 발전은 현대인의 생활을 편리하게 만들었으나, 장애인과 같은 사회적 약자에게는 여전히 높은 장벽이 존재한다. 특히 절단 지체 장애 및 손 떨림 환자들은 기존의 마우스나 키보드 사용에 제약을 받는다.

장애유형별	2017		2020	
	스마트폰	컴퓨터	스마트폰	컴퓨터
전체	54.4	30.6	87.6	36.5
지체장애	61	32.7	95.2	39.7
뇌병변장애	39.2	19.6	75.3	26.3
정신장애	45.6	26	71.1	31.7
뇌전증장애	69.5	49.8	88.3	50.2

<표 1. 정보통신기기 사용률[1]>

표1에서 장애인들의 컴퓨터 사용률은 스마트폰에 비해 낮게 나타나고 있다. 그러나 본 연구에서 주요 대상으로 삼은 지체 장애의 경우, 다른 장애에 비해 상대적으로 높은 컴퓨터 사용률을 보이고 있으나, 스마트폰에 비하면 낮은 수치를 보인다. 이는 이들의 정보통신기기 이용 욕구는 높으나, 디바이스 활용에 어려움을 겪고 있음을 시사한다. 이에 본 연구는 이러한 사용자들을 위해 터치스크린과 유사한 조작감을 제공하는 에어 마우스를 제안했다.

2. 에어마우스 시스템

본 장에서는 IMU 센서와 블루투스 모듈을 이용한 에어 마우스 시스템을 제안한다. 이용자의 특수성을 고려하여 이하를 시스템 구축을 위한 과제로 선정했다.

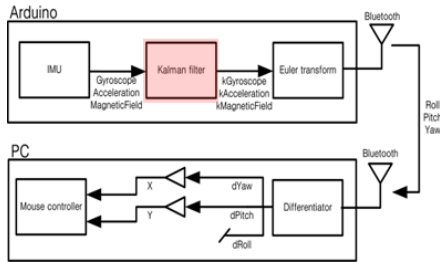
가. 위치 추적 방식 선정

나. 손떨림 보정을 위한 Filter 선정
다. 용이한 활용을 위한 무선 통신 구축

1) 시스템 구성요소

다음은 앞서 제시한 과제를 해결하기 위한 시스템 구성요소이다.

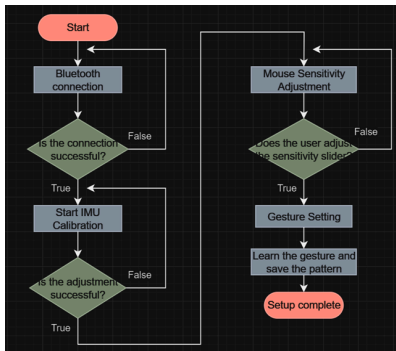
- Arduino mcu(nRF52840)
- IMU(LSM9DS1)
- Bluetooth module(NINA-B306)



<그림 1. 에어마우스 전체 구성>

2) 시스템 동작 과정

우선, 전반적인 시스템 흐름은 그림 2와 같다.



<그림 2. 에어마우스 전체 흐름도>

본 시스템은 가속도, 각속도, 지자기 센서를 포함하는 관성 측정 장치인 IMU 센서를 활용하여 기기의 공중 움직임을 추적한다. 각속도를 중점으로 해석된 움직임을 통해 마우스의 위치 변화를 결정하여 마우스를 조작했다. 해당 정보는 bluetooth 통신을 통해 컴퓨터로 전달되어 디바이스 사용자 인터페이스로 연동된다.

디바이스의 사용자 인터페이스는 블루투스 설정, 마우스 감도 조절, 손 떨림 보정 기능 등의 옵션을 제공한다.

손 떨림 보정 기능은 signal의 형태로 전달된 움직임 정보를 Filter를 통해 sampling 하여 구현할 수 있다. 이를 위해 본 시스템에 적용된 Filter는 α -trimmed mean filter이다.

α -trimmed mean filter는 최근 N개의 입력값을 저장하고, 가장 큰 α 개의 값과 가장 작은 α 개의 값을 제외한 나머지 $(N-2\alpha)$ 개 값의 평균을 출력하는 필터이다. 이 필터는 일반적인 Gaussian noise뿐만 아니라 salt-pepper noise까지 효과적으로 제거할 수 있다. 이를 통해 효과적으로 손 떨림으로 발생한 noise를 제거할 수 있었다.

또한, 일부 사용자는 본 기기의 버튼을 사용할 수 없기

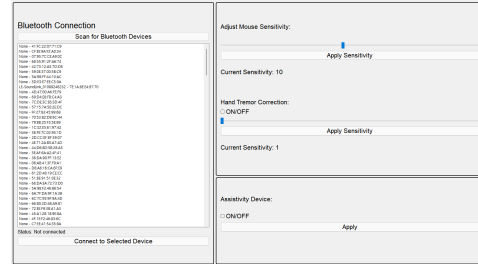
때문에 페달형 추가 장치를 통해 버튼 클릭을 지원하여 사용자 편의성을 높였다.

3. 디바이스 구현

다음은 에어 마우스 하드웨어 시제품과 컴퓨터 소프트웨어로 구성된 시스템 실제 구축 모습이다.

1) 소프트웨어

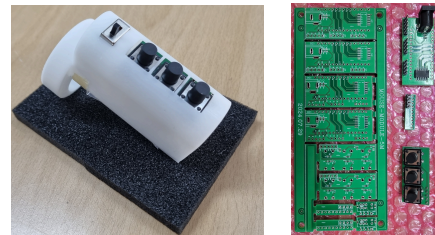
PyQt로 구현된 UX는 블루투스 통신 설정, 마우스 감도 조절, 손 떨림 보정 기능, 좌우 클릭 및 락 모드 설정 페달 ON/OFF 기능 등 사용자 맞춤형 설정을 제공한다.



<그림 3. UI>

2) 하드웨어

시제품은 3D프린터의 일종인 Lite600을 이용하여 레진 재질로 출력하였으며, PCB 아트워크를 진행, 실물 PCB를 출력하여 활용함으로써 제품 양산의 기초 단계를 마련하였다.



<그림 4. 시제품 실물> <그림 5. PCB 실물>

4. 결론 및 발전과제

본 연구에서는 장애인을 위한 터치스크린과 유사한 조작 방식을 통해 기존의 디지털 기기 사용의 제약을 해소하며, 손 떨림 보정 기능으로 사용성을 높였다. 또한 비장애인의 VDT 증후군을 예방에 기여할 수 있다.

향후 연구에서는 실제 사용자 피드백을 바탕으로 제품의 실용성을 개선할 계획이다. 이를 통해 에어 마우스가 실용적인 디지털 보조 도구로 자리 잡기를 기대한다.

※본 논문은 과학기술정보통신부
대학디지털교육역량강화 사업의 지원을 통해 수행한
ICT멘토링 프로젝트 결과물입니다

참고문헌

- [1] 보건복지부, 2020 장애인실태조사, 2024.07.08