보조기기 개발 설명서

누워서도, 기대서도 쓰는 장갑형 웨어러블 마우스

팀 실타래 · 이진규 · 이윤흠 · 양예찬

01 제작 배경

개발 대상

"뛰어난 인지 능력과 손의 기능을 갖추고도, '자세'의 제약으로 작업이 멈춰야 하는 사람들"

본 기기는 흉추 이하 척수손상 등으로 인해 하지 마비가 있으나, 상지와 손의 기능은 정상적으로 보존된 휠체어 사용자를 주 대상으로 합니다. 이들은 컴퓨터를 활용해 학업, 업무, 창작 등 생산적인 작업을 수행할 충분한 의지와 능력을 갖추고 있습니다.

그러나 이들에게는 '자세 관리'라는 생존과 직결된 과제가 있습니다. 휠체어에 오래 앉아 있을 경우 발생하는 욕창을 예방하고 척추의 피로를 덜기 위해, 이들은 하루에도 몇 번씩 휠체어에서 벗어나 침대에 눕거나 깊게 기대는 자세를 취해야만 합니다. 문제는 이 휴식 및 자세 전환의 시간이 곧 생산성의 단절로 이어진다는 점입니다.

문제 정의 — 손이 아니라 자세와 환경이 문제다

이 사용자들에게 진정으로 부족한 것은 손의 능력이 아니라, 그 손을 자유롭게 사용할 수 있는 '환경적 조건'입니다.

기존의 마우스나 트랙패드와 같은 입력 장치들은 철저하게 '평평한 책상'과 '바르게 앉은 자세'를 전제로 설계되었습니다. 따라서 사용자가 건강을 위해 누운 자세를 취하는 순간, 사용자의 신체적 능력과 무관하게 기존의 입력 장치들은 무용지물이 됩니다. 결국 사용자는 깨어 있는 시간의 상당 부분을 침대에서 보내면서도 컴퓨터 작업은 중단해야 하는 비효율과 답답함을 겪게 됩니다.

기존 입력장치의 한계

- 마우스·트랙패드: 평평한 표면과 앉은 자세를 요구하며, 손이 닿으면 커서가 튀는 오터치가 발생한다.
- 카메라 핸드트래킹: 거치·조명·시야 확보가 필요하며, 이불이나 몸에 가려지면 즉시 실패한다.
- 일반 에어마우스: 팔을 공중에 들어 조작해야 하므로 근피로가 발생한다.
- 음성 인식: 조용한 환경과 정확한 발화를 요구하며, 기기 간 오호출이 발생한다.

→ 기존 기술들의 문제는 성능 자체가 부족해서가 아닙니다. 표면, 거치, 조명, 그리고 특정 자세 등 '이 사용자가 현재의 상태에서 제공할 수 없는 무언가'를 끊임없이 요구한다는 데 본질적인 문제가 있습니다.

팀 실타래는 "사용자가 기기의 조건에 맞추는 것이 아니라, 기기가 사용자의 가장 편안한 자세에 스며들어야 한다"는 철학을 바탕으로 본 기기를 기획했습니다. 평평한 바닥도, 카메라의 시야도, 팔을 드는 수고로움도 필요로 하지 않는 입력 장치. 손에 입는 것만으로 이불속이든, 몸통 위든, 허공이든 모든 곳이 마우스 패드가 되는 '장갑형 웨어러블 마우스'는 자세의 제약을 완전히 허물고 이들의 끊김 없는 생산성과 여가를 보장할 것입니다.

02 제품 기능 설명

본 기기는 장갑 형태의 웨어러블 마우스입니다. 사용자가 침대에 눕거나 휠체어에 깊게 기댄 상태에서 손을 무릎, 배, 혹은 이불 위 등 가장 편안한 곳에 툭 얹어둔 채로, 손목과 손가락의 미세한 움직임만으로 컴퓨터를 완벽하게 제어할 수 있도록 설계되었습니다.

구성 요소

구성 요소	위치	역할
IMU 센서	손등	손목의 움직임(각속도)을 감지하여 커서 이동 신호로 변환
굽힘 센서	검지·중지	손가락 굽힘을 감지하여 클릭·드래그 입력으로 변환
제어 보드 (Arduino Nano)	손등	센서 신호 처리 및 마우스 입력 판정, 무선(BLE) 전송
진동 액추에이터	손등	클릭이 인식되면 진동으로 확인 피드백 제공
배터리	손등	시스템 전원 공급 (무선 동작)
장갑 본체	착용부	각 부품을 지지하며, 전자부 분리 후 물세탁 가능

핵심 기능

1. **커서 이동 (자세 독립적 포인팅):**

손목을 리모컨처럼 가볍게 상하좌우로 까딱이면 커서가 이동합니다. 기기가 절대적인 위치가 아닌 손목의 '상대적인 회전 변화량'을 읽어내기 때문에, 사용자가 천장을 보고 눕든 옆으로 눕든 현재 자세를 영점으로 삼아 즉시 조작을 시작할 수 있습니다.

2. **클릭 및 드래그 (오터치 차단):**

검지를 굽히면 좌클릭, 중지를 굽히면 우클릭으로 인식됩니다. 이 방식의 가장 큰 장점은 '접촉'이 아닌 '관절의 굽힘'을 트리거로 사용한다는 것입니다. 따라서 손을 푹신한 침구 위나 자신의 배 위에 편하게 내려놓고 비비더라도 원치 않는 클릭이 발생하지 않아, 휴식 상태에서의 작업 효율이 극대화됩니다.

3. **입력 확인 피드백 (인지적 부담 감소):**

물리적인 마우스 버튼의 '딸깍'하는 느낌을 대체하기 위해, 굽힘 센서가 클릭을 인식하는 순간 손등의 진동 액추에이터가 짧고 명확한 피드백을 전달합니다. 이는 기기가 내 명령을 정확히 수행했는지에 대한 심리적 불안감을 해소합니다.

4. **사용자 맞춤형 감도 제어 (근피로도 최소화):**

장시간 사용 시 관절의 무리를 막기 위해, 아주 미세한 손목 움직임(예: 10도 내외의 회전)만으로도 모니터 화면 전체를 횡단할 수 있도록 소프트웨어 감도 조절 기능을 제공합니다.

제품 특징

- 자세 독립: 손목의 상대 회전을 읽으므로 눕거나 기댄 자세에서도 동일하게 작동한다.
- 표면·거치 불필요: 별도의 책상이나 거치대 없이 몸에 착용한 상태로 사용한다.
- 기존 마우스와 동일한 조작 체계로, 새로 배울 필요가 없다.

03 작동 원리 및 사용법

작동 원리

커서 이동(IMU): 손등의 IMU 센서가 손목 회전의 각속도를 측정하고, 이를 커서 이동량으로 변환합니다. 절대 자세가 아니라 상대 회전을 읽기 때문에, 사용자가 누워 있든 기대어 있든 동일하게 작동합니다.

클릭 판정(굽힘 센서): 손가락 굽힘에 따라 센서의 저항이 변한다. 단순히 정해진 임계값을 넘는지가 아니라 신호의 변화율(기울기)을 비교하여 클릭을 판정하므로, 손 전체의 완만한 움직임으로 인한 오입력을 걸러내고 센서의 값이 시간에 따라 변해도 판정이 안정적입니다.

조작 방법

동작	입력
손목을 까딱임	커서 이동
검지 굽힘	좌클릭
중지 굽힘	우클릭
손가락을 굽힌 채 유지 + 이동	드래그 앤 드롭

제작 및 사용 절차

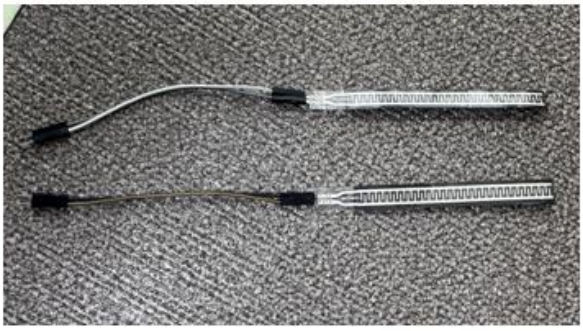
아래는 시판 부품으로 누구나 재현할 수 있는 오픈소스 버전의 조립·사용 절차입니다. 첨부된 동영상을 참조하면 5분 안에 쉽게 제작이 가능합니다

1. **장갑에 벨크로 부착 —** 장갑의 검지·중지·손등 위치에 벨크로를 부착한다.
2. **굽힘 센서와 점퍼 와이어 연결 —** 굽힘 센서 뒷단에 M-F 점퍼 와이어를 연결한다.
3. **굽힘 센서에 벨크로 부착 —** 센서 뒷면(무늬가 없는 면)에 벨크로를 부착하여 장갑에 붙일 수 있게 한다.
4. **브레드보드에 저항 연결 —** 센서 사용을 위해 브레드보드에 10kΩ 저항으로 전압 분배 회로를 구성한다. (회로도 별첨)
5. **브레드보드에 벨크로 부착 —** 브레드보드 뒷면에 벨크로를 부착하여 장갑에 붙일 수 있게 한다.
6. **부품 부착 및 보드 연결 —** 장갑의 검지·중지·손등에 센서·브레드보드·배터리를 부착한 뒤, 알맞은 위치에 아두이노 보드를 결착한다.
7. **코드 업로드 —** 아두이노에 마이크로 5 핀 케이블을 연결하고 컴퓨터와 연결하여 제어 코드를 업로드한다. (첨부: Arduino_upload.ino)
8. **감도 캘리브레이션 —** 사용 전, 사용자 신체에 맞추어 파라미터를 보정하고 원하는 마우스 감도를 설정한다. (첨부: Calibration.py)
9. **블루투스 연결 및 사용 —** 케이블을 제거하고 컴퓨터와 블루투스로 연결하면, 일반 마우스와 동일하게 사용할 수 있다.

제작 및 사용 절차 사진 설명

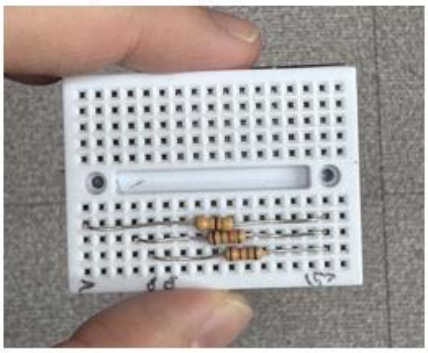
1. 장갑에 벨크로 부착

2. 굽힘 센서와 점퍼 와이어 연결

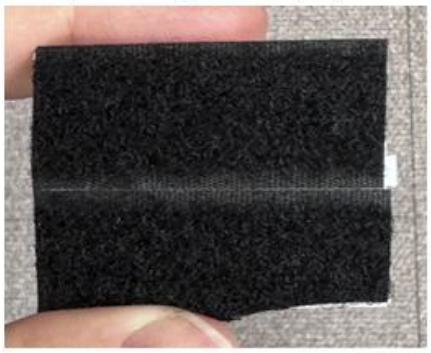


3. 굽힘 센서에 벨크로 부착

4. 브레드보드에 저항 연결



5. 브레드보드에 벨크로 부착



6. 부품 부착 및 보드 연결

04 주의사항

착용 및 신체 안전

- 사이즈에 맞는 장갑을 착용합니다. 손 감각이 저하된 부위는 압박을 느끼기 어려우므로, 장시간 착용 시 눌린 자국·순환 장애가 없는지 주기적으로 확인합니다.

세탁 및 관리

- 세탁 전 반드시 전자부를 장갑에서 분리합니다. 전자부는 물에 담그지 않습니다.
- 장갑 본체만 분리한 상태에서 세탁하며, 완전히 건조한 후 전자부를 다시 결합합니다.

배터리 및 전원

- 리튬 폴리머 배터리는 과충전·과방전·물리적 충격·고온을 피합니다.
- 장시간 사용하지 않을 때는 전원을 분리하여 보관합니다.

사용 환경 및 내구성

- 센서와 배선의 연결부(접합부)는 반복적인 굽힘에 취약할 수 있으므로, 무리하게 당기거나 접지 않습니다.
- 땀이 많은 환경에서 장시간 사용한 경우, 사용 후 건조시킵니다.

사용 전 확인

- 처음 사용하거나 다른 사용자가 사용할 때는 감도 캘리브레이션을 다시 수행합니다.