

신장 측정 정확도 향상을 위한 올바른 자세 유도 기기에 관한 연구

이송현¹, 황주희¹, 김예진¹, 유용만²¹이화여자대학교 휴먼기계바이오공학부 학부생²서울 아산 병원

songhyeon_a@ewhain.net, 2170095@ewhain.net, yj113232@ewhain.net

iamsilkroad@gmail.com

A Study on the Proper Posture Guidance Device for Improving the Accuracy of Height Measurement

Song-Hyeon Lee¹, Joo-Hee Hwang¹, Ye-Jin Kim¹, Yong-Man Lyu²¹Dept. of Mechanical and Biomedical Engineering, Ewha.W.University²Dept. of Asan Medical Center

요 약

가정에서 측정되는 신장은 사용자의 부정확한 자세로 인해 오차가 발생할 가능성이 크며, 이에 따라 정확한 신장 측정이 어렵다. 본 논문에서는 IMU(Inertial Measurement Unit)센서를 활용하여 사용자의 자세를 실시간으로 모니터링하고, 음성 피드백을 제공하여 올바른 자세를 유지하게 함으로써 신장 측정의 오차를 줄였다. 실험 결과, 개발된 기기를 사용한 신장 측정이 기존 측정 방식보다 높은 정확성을 보임을 확인하였다. 이 시스템은 향후 가정 및 의료 환경에서 신장 측정의 신뢰성을 높일 수 있을 것으로 기대된다.

1. 서론

신장은 성장기 어린이의 건강 상태를 평가하는 중요한 지표로, 가정에서 자주 측정된다. 어린이 신장 백분위는 작은 차이에도 많은 영향을 받는데, 대부분의 연구는 올바른 자세에 대한 구체적 지침이 부족해 사용자가 정확한 자세를 유지하기 어렵다.

본 논문은 IMU 센서를 이용해 사용자의 자세를 실시간 모니터링하고 음성 피드백을 제공하여 가정에서 신장 측정의 정확성을 높이는 시스템을 제안한다.

2. 이론적 배경

2.1 IMU 센서를 이용한 신체 각도 측정

IMU는 가속도계와 자이로스코프를 결합한 장치로, 3차원 공간에서의 기울기와 움직임을 측정할 수 있다. 가속도계는 물체의 기울기와 중력 방향의 변화를 측정하며, 자이로스코프는 회전 운동을 감지한다. 신체 각도 측정은 Roll과 Pitch 값을 중심으로 이루어지며, Roll은 좌우 기울기를, Pitch는 앞뒤 기울기를 나타낸다. 아래 공식은 IMU 센서를 통해 Roll과 Pitch를 계산하는 공식을 나타낸다.

$$Roll = \arctan\left(\frac{a_y}{a_x}\right), Pitch = \arctan\left(\frac{-a_z}{\sqrt{a_x^2 + a_y^2}}\right)$$

(a_x, a_y, a_z 는 자이로스코프 x, y, z 축에서의 가속도)

3. 연구방법

3.1 하드웨어 설계 및 구성

기존 연구의 자세 지침은 추상적이다. 이를 보완하기 위해 본 논문에서는 IMU 센서를 신체에 부착하여 자세를 실시간 측정하고 피드백을 제공하는 기기를 개발했다. 기기는 원격 제어기와 센서 2개로 구성되며, 센서 1은 날개뼈 사이, 센서 2는 요추에 부착되어 기울기를 측정하고, 원격 제어기는 센서들의 전원을 관리한다. Arduino Nano 33 IoT와 내장된 6축 IMU를 통해 자세 각도를 측정한다.

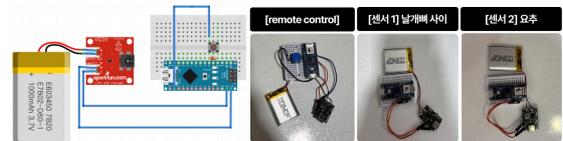


그림 1-(1) 원격제어기 회로구성도, 1-(2) 하드웨어 회로 실물제작



그림 2. 하드웨어 산출물(스위치, 기울기 센서1, 2)

그림 1-(1)은 원격제어기 회로로, 센서 1과 2도 동일한 방식으로 스위치 없이 구성했다. 그림 1-(2)는 세 기기의 회로 실물 제작 사진이며, 그림 2는

3D 케이스 프린팅과 벨크로 작업을 거쳐 완성된 기기의 최종 산출물이다. 스위치는 폴다운 방식으로 연결하여 사용자가 기기를 쉽게 제어할 수 있도록 설계하였고 외부 전원을 사용해 무선 작동이 가능하도록 했다. 3.7V 리튬폴리머배터리를 5V로 승압하는 모듈을 추가하여 안정적인 전원 공급을 보장했다.

3.2 소프트웨어 설계 및 구현

그림3은 전체적인 로직이다. IMU 센서로부터 Roll과 Pitch 값을 수집하고, BLE(Bluetooth Low Energy)통신으로 데이터를 중앙 제어장치로 전송한 후, 기울기 값을 기준으로 자세를 평가하여 음성 피드백을 제공한다.



그림 4. 본 논문의 전체적인 로직

중앙 제어 장치에서 로직이 처리되어, Python과 Bleak 라이브러리를 사용해 동시에 3개의 BLE 장치를 연결하고 각 센서로부터 실시간 데이터를 수집한다. 배터리 효율을 위해 기기 스위치 상태에 따라 프로그램의 동작을 제어하여 기기의 시작과 종료, 측정 상태 전환을 수행한다.

수집된 Roll과 Pitch 데이터를 임계값 '0±5도'를 기준으로 분석하여 사용자가 올바른 자세를 유지하고 있는지 평가한다. 임계값을 벗어난 경우, 텍스트 피드백을 생성하고 gTTS(Google Text-to-Speech) 라이브러리를 이용해 텍스트를 음성으로 변환하여 실시간 피드백을 제공한다. 사용자는 이를 통해 자신의 자세에 대한 피드백을 듣고 즉각적으로 교정할 수 있다.

4. 결과 및 논의

4.1 올바른 자세 기준값

값의 범위	상태
roll > +5	왼쪽으로 기울어짐
roll < -5	오른쪽으로 기울어짐
pitch > +5	앞쪽으로 기울어짐
pitch < -5	뒤쪽으로 기울어짐

표 1 올바른 자세 기준값

본 논문에서 정의한 올바른 자세의 Roll과 Pitch 기준값은 0이며, 허용 오차는 ±5도로 설정하였다.

4.2 실험 데이터 요약

첫 번째 실험 결과, 피험자는 오른쪽으로 5.2도 기울어져 있었으며, “상체를 왼쪽으로 5.2도 기울이세요”라는 음성 피드백을 통해 자세를 교정하여 기준값에 도달하였다(그림 4). 두 번째 실험도 동일한 방식으로 피드백을 받아 모든 값이 기준값을 만족하였다(그림 5).



그림 5. 실험1) 자세 교정 전후 Roll&Pitch 값 비교



그림 6. 실험2) 자세 교정 전후 Roll&Pitch 값 비교

4.3 자세 교정 후 신장 측정 결과

교정 센서를 사용하지 않고 초음파 측정기로 측정한 결과 피험자의 신장은 156.0cm로 측정되었으나, 본 논문에서 개발한 자세 교정 센서를 사용하여 측정한 결과, 의료진이 측정한 값과 동일한 158.1cm로 측정되었다.

5. 결론

본 논문은 IMU 센서를 활용한 자세 교정 장치를 통해 신장 측정 정확도를 향상시켰다. 실험 결과, 기존 방식보다 신장 측정 오차가 유의미하게 줄었으며, Roll과 Pitch 값을 통한 실시간 교정이 주요한 역할을 했다. 앞으로는 배터리 효율과 휴대성을 개선할 예정이다. 이 논문은 가정 및 의료 환경에서 신장 측정의 신뢰성을 높이는 기초 자료로 활용될 수 있다.

사사

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

참고문헌

[1] 나수인, & 이영삼. (2017). Vision, IMU 및 고전센서를 활용한 보행 분석 시스템의 개발 및 응용 현황. 제어로봇시스템학회지, 23(2), 37-44.