

착좌 행동 관리를 위한 롤러블 스마트패드 개발

강성탁*, 이재근*, 박수지**, 신항식***

*전남대학교 의공학과

**전남대학교 바이오메디컬공학협동과정

e-mail : takang0902@gmail.com, jaegeunlee94@gmail.com,

susie.soo718@gmail.com, hangsik.shin@jnu.ac.kr

Development of Rollable Smartpad for Management of the Sitting Behavior

Seongtak Kang*, Jaegun Lee*, Sooji Park**, Hangsik Shin***

*Dept of Biomedical Engineering, Chonnam National University

**Dept of Biomedical Engineering, Graduate School, Chonnam National University

본 연구에서는 현대인들의 하루 중 많은 시간을 차지하는 착좌 생활을 관리하기 위한 롤러블(rollable) 스마트패드를 개발하였다. 이를 위해 PVDF(polyvinylidene fluoride) 필름을 이용한 압전센서(piezoelectric sensor)를 제작하였으며, 센서에서 데이터를 획득하고 및 햅틱 피드백(haptic feedback)을 주기 위한 측정시스템을 개발하였다. 또한, 스마트폰 어플리케이션을 통해 착좌 자세에 대한 정보를 실시간으로 제공하도록 하였다. 제작된 시스템의 착좌 자세 구분 정확도는 10 명의 피험자를 대상으로 평가되었으며, 4 가지 자세(상체를 좌, 우, 앞, 뒤로 기울인 앉은 자세)에 대한 실험결과 제작된 시스템은 92.5%의 정확도로 제시한 4 가지의 자세를 구분하였다.

1. 서론

근래에 현대인들의 장시간 착좌 시간을 고려하여 앉아 있는 동안 건강을 관리해주는 기기들이 개발되고 있다. 이는 사용자가 앉아 있는 동안 생체 정보를 수집하여 착좌 시간이나 자세, 주기적 운동 여부, 압력 분포 등을 분석하고, 이를 바탕으로 건강관리를 위한 적절한 피드백을 제공한다. 관련 상용화 제품으로는 패드 형태의 SeatLogger [1], Darma[2]가 있다. SeatLogger는 실시간 착좌 자세를 모니터링하고 평소 자세 분석 정보와 착좌 시간을 알려준다. Darma는 착좌 시간과 자세뿐만 아니라 심박수, 호흡수, 스트레스 정도를 모니터링하고, 이를 바탕으로 건강 개선에 도움을 주는 정보를 제공한다. 본 연구에서는 스마트패드의 착좌 습관 관리 기능을 포함하면서 휴대성을 고려한 롤러블(rollable) 형태의 스마트패드를 고안하였다. 이를 위해 얇은 필름 형태의 힘센서(force sensor)를 제작하고, 측정시스템을 제작하였으며, 착좌 자세와 시간을 출력하는 스마트폰 어플리케이션을 개발하였다.

2. 시스템 제작

가. 시스템 개요

본 연구에서 개발된 스마트패드는 착좌상태 측정을 위한 패드부와 측정시스템, 자세분석 알고리즘을 탑재하고 결과를 디스플레이하기 위한 어플리케이션으로 구성된다. 패드부는 유연한 특성의 힘센서와 마감재를 사용하여 롤러블(rollable) 형태로 제작하였다. 측정시스템은 패드의 폭에 맞춰 바(bar) 형태로 설계하였다. 스마트패드와 스마

트폰 간 통신은 블루투스를 이용하였다. (그림1)은 제안한 스마트패드 시스템 개요도이다.

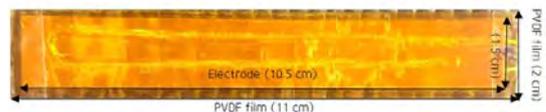


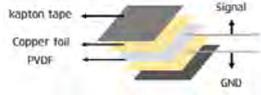
(그림 1) 제안한 스마트패드 시스템 개요도

나. 패드부 제작

패드부는 착석감과 롤러블 특성을 고려하여 폭신하고 유연한 PVC(polyvinyl chloride) 소재 패드와 필름 형태의 힘센서를 사용하여 제작하였다. 0.4 cm 두께의 PVC 패드 사이에 제작한 4 개의 힘센서를 2×2배열로 배치하였다. 제작된 패드부의 크기는 가로 35 cm, 세로 30 cm, 두께 0.8 cm이다.

사용된 힘센서는 압전(piezoelectric) 특성을 가진 PVDF(polyvinylidene fluoride) 필름을 이용하여 제작하였다. (그림 2)는 제작된 힘센서의 구조로, PVDF 필름에 구리(Copper) 소재 전극을 부착하고, 캡톤 테이프(Kapton tape)로 표면을 절연시킨 모습을 보여준다. 제작된 센서의 길이는 가로 11 cm, 세로 2 cm, 두께 700 μm이다.





(그림 2) 제작된 힘센서의 구조

다. 측정시스템 제작

제작된 힘센서로부터의 출력값을 획득하기 위해 아날로그(analog) 입력부를 설계하였다. 아날로그 입력부는 전압이득이 5가 되도록 설계되었으며, 힘센서의 특성상 발생하는 AC 노이즈를 제거하기 위한 정류 및 평활회로, 출력 임피던스를 낮추기 위한 전압 팔로워(voltage follower) 회로로 구성된다. 신호획득을 위해서 ATMEGA328P-AU (Atmel Corporation, USA)를 사용하였다. 측정시스템은 가로 1.7 cm, 세로 9 cm 크기의 PCB(printed circuit board)로 제작하였으며, 측정된 데이터를 스마트폰 어플리케이션으로 전송하기 위해 블루투스 모듈인 HC-06 (ITE AD, China)을 사용하였다. 또한, 햅틱 피드백을 위한 진동 모터와 무전원 동작을 위한 리튬폴리머 배터리를 탑재하였다. (그림 3)은 제작된 PCB 회로의 외형을 보여준다.



(그림 3) PCB 모습

라. 기구 제작

(그림 4)는 완성된 롤러블 스마트패드와 유연한 특성의 패드부를 케이스에 롤형태로 말았을 때의 모습을 나타낸다.

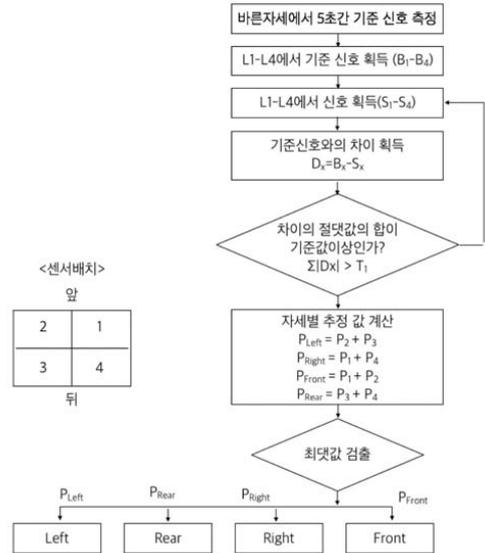


(그림 4) 완성된 롤러블 스마트패드의 모습

마. 알고리즘 및 어플리케이션 개발

착좌 여부 및 자세를 기록하기 위해 다음과 같은 알고리즘을 개발하였다. 개발된 알고리즘은 (그림 5)과 같다. 제안하는 알고리즘은 개인마다 다른 착좌습관을 고려하여 바른 자세에서 5 초간 측정된 신호의 평균값을 기준값으로 설정하였으며, 기준값과 실시간 측정값의 차이로부터 자세변화를 추정하였다. 자세변화가 감지되면 자세의 종류를 판별하며, ‘진’, ‘후’, ‘좌’, ‘우’ 각 방향별 센서 출력값의 합이 최대가 되는 방향을 선정하게 된다. 예를 들어 1, 2번 센서의 합이 가장 크면 ‘앞으로 기울임’으로 자세의 종류를 판정한다. 이외로 착좌 여부를 측정하기 위해서는 4개의 센서로부터 측정된 센서의 출력값 중 한 개의 출력값이라도 0이 아닌 값이 출력될 경우, 착좌 상태라고 판단하도록 하였다. 최종적으로 총 6개 자세 및 착좌 상태를

구분한다. 어플리케이션은 안드로이드를 기반으로 제작되었으며, 스마트패드로부터 전송된 데이터를 블루투스 통신을 통해 수신하고, 이를 분석하여 결과를 디스플레이 하는 역할을 한다.



(그림 5) 자세추정 알고리즘

3. 평가 및 검증

본 연구에서 개발한 자세추정 알고리즘의 정확도를 검증하기 위해, 10명(남5, 여5, 나이 23.5±0.7 세, 신장 169.0±8.1 cm, 체중 66.8±16.9 kg)의 피험자를 대상으로 검증실험을 하였다. 피험자가 의자에 놓인 패드위에 앉아서 각 자세(바른 자세, 좌, 우, 앞, 뒤)를 10 초씩 유지하도록 하였으며, 이 때 추정된 자세와 실제 취한 자세의 일치도를 평가하였다. 몸을 기울이는 각도는 약 15°로 지정하였고 샘플링율은 10 Hz로 설정하였다. 실험 결과 92.5 % (37/40; 10명의 기울인 4가지 자세 추정)의 정확도로 착좌 자세를 구별하는 것을 확인하였다.

4. 결론 및 고찰

제안된 시스템은 다양한 장소와 환경에서 사용성이 있을 것으로 기대된다. 하지만, 개발한 자세추정 알고리즘은 정확도 개선을 위해 사용자 개개인의 체형, 체중 등을 고려해야 할 것으로 보이며, 보다 많은 피험자를 대상으로 한 실험을 통해 성능을 개선해나갈 필요가 있다.

감사의 글

본 논문은 미래창조과학부, 한국연구재단의 바이오의료 기술 개발사업(NRF-2016M3A9F1941328) 연구 결과로 인한 결과물임을 밝힙니다.

참고문헌

[1] SeatLogger, www.wadiz.kr/Campaign/Details/442
 [2] Darma, <http://darma.co/>