

다중압력센서를 이용한 족저압 측정에 관한 연구

최대영, 홍주희, 김경호
단국대

A study of foot pressure measurement using multi-pressure sensor

Dae-yeong Choi, Ju-Hee Hong, Kyung-Ho Kim
Dankook University

Abstract - 본 연구에서는 다중압력센서를 이용하여 발바닥에 가해지는 압력을 이용하여 보행패턴 측정에 관한 기초연구를 진행하였다. 실험은 압력센서가 3개월 때와 4개월 때 두 번에 걸쳐서 실험을 진행하였다. 이때 압력센서는 flexible하며 0~5V에서 구동하는 압력센서를 사용하였으며 발 특정부위에서 측정된 압력값들을 MCU를 이용하여 처리하였으며, 처리된 데이터를 컴퓨터에서 확인이 가능하도록 하였다.

1. 서 론

최근 현대인들의 삶의 질이 증가됨에 따라서 건강에 대한 관심이 증가되고 있다. 이러한 건강에 대한 관심은 언제 어디서든 건강관리 및 의료 서비스를 원하였다. 대표적인 의료서비스는 Ubiquitous Health Care(U-health care)를 통해서 많은 연구가 진행되고 있다.[4]

이러한 U-health care의 여러 연구 중에서 자세에 관한 연구들도 많이 진행되고 있다. 그 중 여러 가지 센서를 통하여 사람의 보행패턴을 확인하는 많은 연구가 진행되고 있다. 보행은 사람의 가장 기본적인 이동수단이다. 이동수단으로 인간의 신경과 골격근이 총괄적으로 사용되는 매우 복잡한 과정이며 여러 신체 활동의 협응으로 이루어지는 동작이다 [5]. 이에 따라 보행패턴을 분석함으로써 신체의 이상을 파악 할 수 있다. 기존의 연구들은 보행패턴을 측정하기 위해서 하나의 압력센서를 이용하거나 깔창형태의 압력센서 등을 이용하여 족저압을 측정하는 방식을 사용하였다. 본 연구에서는 다중압력센서를 이용하여 발바닥의 각 부분의 족저압을 측정하는 방식에 관하여 연구하였다.

2. 본 론

2.1 다중족저압 분석 시스템

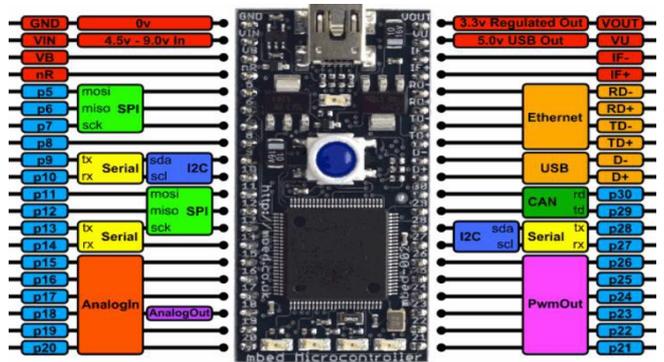
그림1은 본 연구에서 설계된 다중압력 센서를 이용한 족저압 측정 구성도이다.[1] 신발에 세 개 혹은 네 개의 압력센서를 부착하여 실험을 진행했다. 실험에서 사용된 압력센서는 peizo-resistive effect 기반의 압력센서를 사용하여 발에 가해지는 압력을 측정하였다. 단순히 압력센서만 사용하게 되면 출력값이 미미하여 Op-amp를 사용하여 출력값을 증폭시켰다. 또한 잡음을 제거하기 위하여 능동필터를 사용하였다. 본 연구에서 결과값을 지속적으로 확인 및 분석이 가능하도록 디지털화가 되어야 한다. 이 조건에 부합되는 Mbed LPC1768를 MCU로 사용하였다. LPC1768에는 ADC가 내장되어있어 아날로그 신호인 압력값을 디지털 신호로 변화시켜서 사용할 수 있다. 압력값이 제대로 나오는지 확인하기 위해서 PC와 Serial통신을 사용하여 Teraterm으로 확인하도록 설계하였다.



<그림 1> 족저압 측정 기술 구성도

2.2.1 NXP LPC1768

NXP사의 마이크로컨트롤러로 ARM Cortex M3을 탑재하였다. 이 모델은 96MHz의 Clock과 32bit의 연산을 기본으로 한다. LPC1768는 그림 2는 Mbed LPC1768의 Pin배열도이다. 그림2에서 확인할 수 있듯이 여러 가지 기능의 Pin들을 제공하고 있다. 통신핀인 SPI통신, Serial통신, I2C통신, Ethernet통신, USB통신, CAN통신이 가능한 핀들과 AnalogIn의 이름에 ADC pin, 아날로그화가 가능한 AnalogOut Pin, 펄스 폭 변조(Pulse Width Modulation)출력이 가능한 PwmOut Pin이 있으며 p5부터 p30까지의 모든 Pin은 DigitalIn과 DigitalOut으로 사용가능하다.[2]



<그림 2> Mbed LPC 1768의 Pin 배열도

2.2.2 Flexiforce Pressure Sensor

Flxiforce 압력센서는 piezo-resistive방식을 사용한다. 이는 압력을 가했을 때 저항값이 바뀌는 방식이다. 압력센서에 압력을 가했을 때 저항값이 5KΩ에서 20MΩ까지 증가한다. 휘어짐에 따른 저항값의 변화는 없다. 이 센서는 최대 45.3kg까지 검출이 가능하다. 그림3은 압력센서의 실제 모습이다.

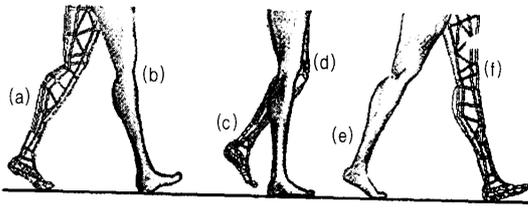


<그림 3> Flexiforce Pressure Sensor

2.3 실험방법

실험은 2가지 조건에서 진행되었다. 첫 번째는 앞꿈치에 압력센서 2개 뒷꿈치에 압력센서를 2개 사용하였다. 두 번째는 앞꿈치에는 마찬가지로 2개 뒷꿈치에는 압력센서 1개만 사용하였다. 두 번의 실험 모두 동일한 보행패턴으로 실험을 진행하였다. 최초 차렷자세에서 그림4처럼 보행을 하였다. 그림4는 사람의 바른 보행자세에 대한 표본그림이다. 바른 보행은 중립입각기-진출기-유각기-발뒤축접지기 순으로 보행이 진행된다.[3] 신발 안에 압력센서를 부착하여 실험을 진행하였다. 신발을 신고 바른 보행을 진행하였다.

▷ 걷기 단계



입각기 : (b) 발뒤축접지기 (d) 중립입각기 (c) 진출기
 유각기 : (a) 진출기 (b) 유각기 (f) 발뒤축접지기

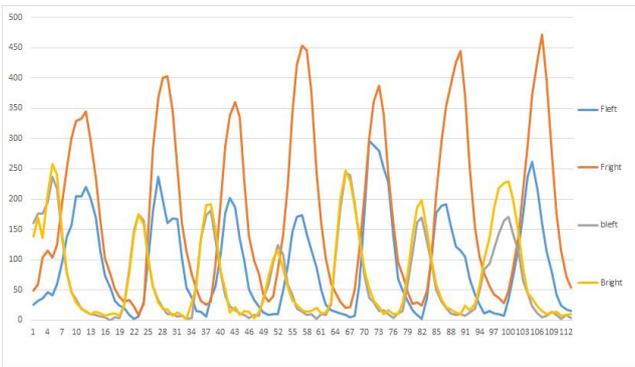
<그림 4> 바른 보행 자세

2.5 실험결과

실험을 바탕으로 아래와 같은 측정 데이터를 구축하였다. 그림5는 압력센서를 4개 사용하였을 때 나왔던 족저압 측정 데이터를 teraterm으로 확인한 것이며, 그림6은 가독성을 향상시키기 위해 그래프로 표시하였다. 그림7은 압력센서를 3개 사용하였을 때 나왔던 족저압 측정 데이터를 teraterm으로 확인한 것이며, 그림8은 마찬가지로 가독성을 향상시키기 위해 그래프로 표시하였다. 두 번의 실험의 결과에서 사용된 압력센서에서 압력을 가했을 때 압력값이 증가되는 것을 확인할 수 있었다. 두 번의 실험에서 동일하게 진행된 앞꿈치의 좌우 2개의 압력센서는 발이 지면에 닿는 약간의 시간차이가 나오는 것을 확인할 수 있었다. 뒷꿈치는 좌우의 결과가 매우 유사하게 나오는 것을 확인할 수 있었다.

FLeft : 190	FRight : 955	BLeft : 233	BRight : 353
FLeft : 536	FRight : 682	BLeft : 115	BRight : 179
FLeft : 876	FRight : 669	BLeft : 68	BRight : 130
FLeft : 1000	FRight : 422	BLeft : 28	BRight : 40
FLeft : 782	FRight : 223	BLeft : 18	BRight : 48
FLeft : 482	FRight : 235	BLeft : -4	BRight : 69
FLeft : 284	FRight : -250	BLeft : 8	BRight : 37
FLeft : 164	FRight : 25	BLeft : 2	BRight : 26
FLeft : 119	FRight : -221	BLeft : 17	BRight : 11
FLeft : 67	FRight : 0	BLeft : 37	BRight : 73
FLeft : 31	FRight : -216	BLeft : 171	BRight : 263
FLeft : 48	FRight : 621	BLeft : 310	BRight : 454
FLeft : 138	FRight : 971	BLeft : 285	BRight : 381
FLeft : 383	FRight : 991	BLeft : 159	BRight : 259
FLeft : 723	FRight : 1000	BLeft : 92	BRight : 144
FLeft : 1000	FRight : 400	BLeft : 46	BRight : 88

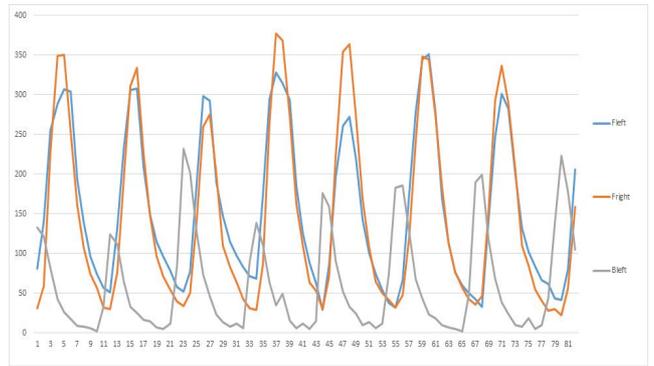
<그림 5> teraterm을 이용하여 4개의 압력센서 결과값



<그림 6> 4개의 압력센서 결과 그래프

FLeft : 87	FRight : 56	Back : 79
FLeft : 44	FRight : 42	Back : 264
FLeft : 52	FRight : 25	Back : 458
FLeft : 87	FRight : 69	Back : 396
FLeft : 290	FRight : 204	Back : 260
FLeft : 656	FRight : 355	Back : 161
FLeft : 868	FRight : 369	Back : 84
FLeft : 1000	FRight : 377	Back : 45
FLeft : 985	FRight : 289	Back : 44
FLeft : 701	FRight : 207	Back : 36
FLeft : 411	FRight : 136	Back : 21
FLeft : 255	FRight : 100	Back : 20
FLeft : 131	FRight : 80	Back : 13
FLeft : 102	FRight : 66	Back : 2
FLeft : 61	FRight : 51	Back : 86
FLeft : 42	FRight : 43	Back : 306
FLeft : 23	FRight : 44	Back : 492
FLeft : 48	FRight : 73	Back : 434

<그림 7> teraterm을 이용하여 3개의 압력센서 결과값



<그림 8> 3개의 압력센서 결과 그래프

3. 결 론

본 연구에서는 Piezo-resistive effect 기반의 다중 압력센서를 신발 밑창에 부착하여 이 센서들을 통해 발 여러 부분에 가해지는 압력을 이용하여 보행패턴 분석에 관한 기초 연구를 진행하였다. 다중 압력센서를 이용하여 하나의 압력센서를 사용한 연구보다 다양한 발의 압력을 얻을 수 있었다. 추후 걸음걸이 형태에 대한 연구와 보행과 땀걸음의 구별에 대한 연구를 통해 보행분석에 관하여 연구하고자 한다.

이 논문은 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임.
 (No. 2014R1A2A1A11053025)

[참 고 문 헌]

- [1] 홍주희 외 2명, “압력센서를 이용한 족저압 측정 및 자세 분석에 관한 연구”, 대한전기학회 학술대회 논문집, Vol.2015 No2[2015, 21-24p, 2015
- [2] 정인복, “가속도 센서와 디지털 가변저항을 통한 맥박 추정 정확도 향상에 관한 연구”, 석사학위논문, 단국대학교, 2015
- [3] 이경옥 외 1명, “바른 자세, 바른 걷기, 100세 건강”, 걷기과학 학술세미나, Vol.2002(1), 2002
- [4] 김우승, “스트레인센서를 이용한 걸음걸이 패턴 분석 신발제작”, 한국전자통신학회 논문지, Voi.9 No.9 [2013], 1407-1412 p,2013
- [5] 김해진, “구두 굽 높이에 따른 여자 대학생의 보행변인에 대한 운동역학적 분석”, 석사 학위논문, 목포대학교, 2009