

3축 가속도 센서를 이용한 정확한 걸음 수 측정 방법 연구

이석원*, 김동화*, 박소영*, 신지은*, 신호원**, 서동만*

*대구가톨릭대학교 컴퓨터공학전공

**대구가톨릭대학교 방사선학과

sarum@cu.ac.kr

A Study on a Measurement Method for pedometer using a Triaxial Sensor

Seokwon Lee*, Donghwa Kim*, Soyoung Park*, Jieun Shin*, Hyowon Shin**,
Dongmahn Seo*

*Dept of Computer Engineering, Catholic University of Daegu

**Dept of Radiological Science, Catholic University of Daegu

요 약

최근 전 세계적으로 비만의 문제점이 드러남에 따라 국가적 차원에서 비만인구를 줄이기 위한 노력을 하고 있다. 비만 해소에 가장 효율적인 운동으로 평가받고 있는 걷기운동을 효율적이고 효과적으로 수행할 수 있도록 도와주는 만보기는 다양한 형태의 기기 또는 어플리케이션으로 큰 인기를 얻고 있다. 이에 본 논문에서는 보다 정확한 만보기를 제작하기 위해 센서 및 체형, 신발의 종류에 따라 어떠한 특성을 가지는지 분석하고 효과적인 만보기 어플리케이션 구축 방법을 제안한다.

1. 서론

지난 2006년 우리나라 기대 수명은 79.18세로 10년 전보다 평균 수명이 무려 5년이 늘었다. 통계청에서는 의료 기술의 발달 등으로 인한 한국인의 기대 수명이 2050년에는 86.0세까지 높아질 것을 전망하고 있다[1]. 이 같이 기대 수명의 연장과 행복한 삶의 추구에 따라 건강에 대한 관심은 급증하고 있다. 이에 2016년 워킹화 시장은 10년 만에 30배 증가하면서 상반기 시즌 1조 5000억대 규모로 고공 성장하였다[2]. 워킹화 시장이 성장함에 따라 워킹에 관련된 장비들도 속속히 생겨나고 있다. 그중에서 가장 대표적인 것이 만보기이다. 허리에 달아 걸음수를 측정하던 만보기가 21세기에는 스마트 폰에 들어가서 항상 걸음 수 측정을 하고 워킹의 생활화를 불러일으켰다. 이 스마트 폰 만보기는 스마트 폰에 있는 센서를 이용하여 걸음수를 측정한다. 가속도센서, 진동센서 등 여러 가지 센서를 이용하여 걸음수를 측정한다. 하지만 남녀노소가 이용하는 어플리케이션에는 신발의 종류, 개개인마다의 신체정보를 입력하는 곳이 없다. 이러한 정보를 활용하여 걸음 수 측정에 활용하면 보다 개개인의 사용자에 적합하고 정확한 걸음수를 측정 할 수 있을 것이다.

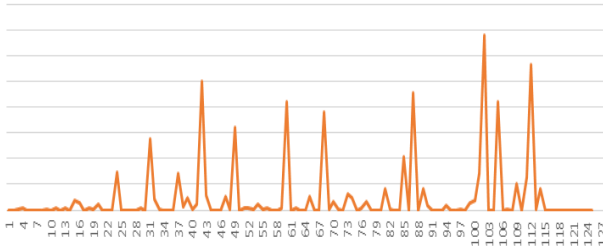
본 논문에서는 가장 안전하게 효과적인 건강을 증진 시킬 수 있는 걷기 운동에 도움이 되는 걸음 수 측정 장비

를 제작하는 프로그램을 제안하였다. 이 프로그램을 하는 도중 여러 스마트밴드에 대해 시장조사를 하다가 기존에 만보기는 진동센서를 통해서 걸음수를 측정하였는데 대부분의 제품들이 진동센서가 아닌 가속도 센서를 사용을 하였다. 남녀노소가 사용하는 만보기, 걸음의 습관, 체중, 신발의 종류에 따라 정확도가 어떻게 달라질 것인지 실험하고 그 결과를 기술한다.

2. 본론

시장에 출시된 제품들은 가속도센서를 사용하여서 걸음수를 측정하는데 스마트 폰 어플리케이션 또는 스마트 워치 어플리케이션과 진동센서를 사용하는 착용형 만보기가 있다. 본 논문에서는 두 가지 제품군 중 보다 정확한 걸음수를 측정하는 방식이 무엇인지 확인하기 위하여 진동 센서와 가속도 센서를 비교하여 걸음 수를 측정하였다. 20대 초중반의 남성 2명과 여성 2명에게 진동센서와 가속도 센서를 각각 부착한 운동화를 착용하게 한 후 각각 25걸음을 2 회에 걸쳐 걷게 한 후 데이터를 수집하였다. 진동센서와 가속도센서는 아두이노와 연동하여 데이터를 수집하도록 운동화의 발등 부분에 부착하여 실험을 진행하였다. 그림 1은 진동센서를 이용하여 측정된 결과 값을 보여준다. 그래프에서 보는 바와 같이 측정 데이터의 패턴이 일정하지 않다는 것을 확인하였다. 진동 센서의 경우 미세한 흔들림에도 값이 측정되어 피 실험자들의 실제 보행으로 발생한 진동과 여타 주변 환경과 피 실험자의 걸음걸이, 신발 등으로 인하여 발생하는 미세한 진동을 구별할 수 없다. 따라서 우리는 진동 센서기반으로 측정된 걸음 수가 정확하지 않다고 판단하였다.

본 논문은 한이음 ICT멘토링 프로젝트에서 지원하는 연구 수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.



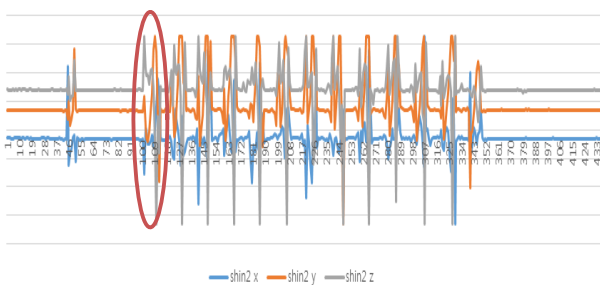
(그림 1) 진동센서 차트.

measurement	0	measurme	318
measurement	164	measurme	0
measurement	5543	measurme	2209
measurement	30	measurme	245
measurement	946	measurme	0
measurement	558	measurme	5
measurement	0	measurme	3677
measurement	43	measurme	123338
measurement	1721	measurme	0
measurement	2832	measurme	9835
measurement	3850	measurme	0
measurement	125	measurme	323
measurement	1141	measurme	277
measurement	279	measurme	4834
measurement	609	measurme	0
measurement	145	measurme	162
measurement	3803	measurme	0
measurement	2614	measurme	0

<표 1>. 진동센서 수치 표

표 1에서 보는 바와 같이 진동센서의 값이 일정한 패턴을 가지지 않는다는 것을 알 수 있다. 적게는 십 단위에서 많게는 십만 단위에 이르기 까지 일정하지 못한 값이 측정됨을 확인하였다.

그림 2는 3축 가속도 센서를 이용하여 진동센서와 동일한 환경에서 피 실험자의 걸음수를 측정할 결과이다. 그래프에서 보는 바와 같이 피 실험자의 x, y, z의 값을 보면 진동센서와는 달리 일정한 패턴을 확인할 수 있다. 여기서 3축 가속도센서의 x축은 가로, 오른쪽 방향을 기준으로 하고, y축은 세로이며, 위쪽을 기준으로 한다. z축은 뒷면에서 앞면 쪽을 기준으로 사용한다. 이것을 보행으로 적용시켜 보면, x축은 바닥에서 좌우이고, y축은 상하 즉 다리를 들고 내렸을 때 적용이 된다. 마지막으로 z축은 걷는 방향을 나타낸다.[3]



(그림 2) 3축 가속도센서차트.

위 그림의 패턴을 분석한 결과 그림에 표시된 동그라미가 한걸음을 나타낸다. x, y, z 축 모두 겹쳐진 부분을 한 걸음으로 표시하면, 이 실험자는 한쪽발만 13걸음 대략적으로 25걸음을 걸었다는 결과를 보여준다. 따라서 우리는 미세한 흔들림에도 수치가 올라가고, 수치가 일정한 패턴이 보이지 않는 진동센서 보다는 일정한 패턴이 있는 가

속도센서를 사용하여 제품을 만들 계획이다.

두 번째 실험으로, 우리는 걸음수를 측정하는 사용자의 체중에 따른 가속도 x, y, z의 결과 값이 어떻게 달라지는지 확인해 보았다. 체중 50kg대, 60kg대, 70kg대, 80kg대 별 피 실험자들에게 이전 실험과 같은 방식으로 걸음수를 측정하였다.[4]

실험자	몸무게	X축		Y축		Z축	
		최저	최고	최저	최고	최저	최고
1	50	-327	3276	-251	3276	-325	3276
2	55	-327	3276	-327	3276	-327	3276
3	60	-327	3276	-327	3276	-327	3276
4	65	-327	3276	-158	3276	-327	3276
5	70	-327	3276	-167	3276	-327	3276
6	75	-327	3276	-308	3276	-327	3276
7	80	-327	3276	-327	3276	-327	3276

<표 2>. 실험결과

이 측정을 통하여 가속도 X, Y, Z 값의 최저값과 최고값을 체형별로 유의미한 차이점을 발견할 수 없었다. 따라서 가속도센서를 이용한 걸음 수 측정은 체형에 따른 특이사항은 나타나지 않는다고 할 수 있다. 각 사람마다 걸거나 뛸 때, 신장, 보폭(Z축)에 따라 약간은 다른 양상의 데이터가 측정될 뿐이다.

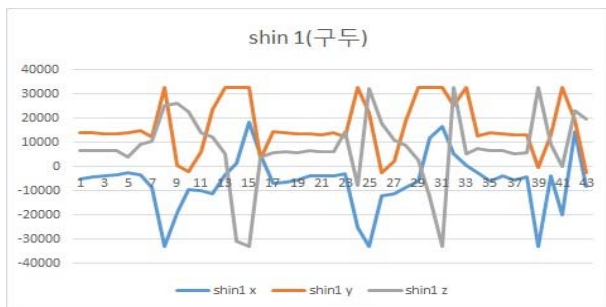
세 번째 실험은 신발이 가속도센서 값에 어떠한 영향을 미치는가이다. 세 종류의 신발을 이용하여 동일한 피 실험자의 걸음을 측정하였다. 슬리퍼와 운동화, 여성 구두 세 종류의 신발과 신발 굽의 유무에 따른 데이터의 변화를 측정하였다. 일반적으로 슬리퍼는 발을 끌면서 걷고, 구두는 신발이 앞꿈치의 움직임을 방해하여서 뒷꿈치의 힘으로 걸으며, 운동화는 편안한 걸음걸이를 유지한다고 가정하여 실험을 진행하였다. 아래의 그림3과 4, 5는 각각 여성 피 실험자가 슬리퍼와 운동화, 구두를 신고 모은 데이터들 중 세 걸음에 해당하는 데이터를 확대하여 나타낸 것이다.



(그림 3) 슬리퍼 - 여성.



(그림 4) 운동화 - 여성.



(그림 5) 구두 - 여성.

각각의 그림을 비교하여 볼 때, 슬리퍼의 경우는 값의 변화가 급격하다는 것을 알 수 있었다. 운동화와 구두의 경우에는 슬리퍼에 비해 부드러운 형태의 데이터를 볼 수 있다. 그러나 데이터 폭과 패턴을 기준으로 관찰해 보면 유의미한 차이를 발견 할 수 없었다. 따라서 걸음 수 측정에 있어서 신발의 종류는 측정 데이터에 큰 영향을 주지 않는 것을 실험 결과 확인하였다. 각각의 실험 데이터를 면밀하게 살펴보면 x의 축은 좌우 움직임을 측정하고, y 축은 상하 움직임, z축은 전후 움직임을 측정하고 있음을 확인하였으며, 이에 따라 세 축의 측정값들을 잘 조합하면 각 사람 마다의 걷는 방식을 구분 할 수 있을 것이라 예상 할 수 있었다.

3. 결론

본 논문에서는 시장에 출시 된 제품들에 사용 된 가속도 센서와 진동 센서를 신발에 부착하여 실험을 한 후 진동 센서가 부정확한 값을 출력한다는 것을 확인하였다. 만보기 제품을 제작할 시에 3축 가속도를 이용하여 패턴을 파악 한 후 패턴을 이용하여서 근접한 걸음 수를 측정하는 방법이 보다 효율적이고 적합하다는 것을 확인하였다. 여러 실험을 통해 수집한 데이터들을 분석한 결과 측정된 패턴의 수와 왼쪽 발의 걸음 수 와 정확하기 때문에 왼쪽

발의 걸음 수의 2배로 값을 측정하여서 근접한 값을 예측할 수 있었다. 실험을 통하여 사람의 체중과 신발의 종류에 따른 유의미한 패턴이 존재하지 않음을 확인하였다. 사람마다 걸음 방식이 다르기 때문에 데이터가 다를 뿐이지 체중, 신발 종류 등의 조건에 영향을 받지 않고 걸음 수를 측정할 수 있음을 확인하였다. 향후에는 본 논문을 통해 수집한 데이터들을 이용해서 3축 가속도 센서로 측정할 수 있는 근접한 걸음 수와 가속도 센서의 x축 값을 가지고 사람마다의 걸음 방식을 파악하여 정확한 걸음 방식에 도움이 되는 만보기를 제작할 예정이다.

참고문헌

- [1] Walking Number Detection Algorithm using a 3-Axial Accelerometer Sensor and Activity Monitoring
- [2]<http://www.hidoc.co.kr/news/medinews/item/C0000124381>
- [3] H. S. Kim, 『Measurement of Squat Exercise Count and Calorieusing 3-axis Acceleration Sensor』 재활복지공학회논문지, 2015
- [4] Y. H. Han, 『Step Count Detection Algorithm using Acceleration Sensor』 재활복지공학회논문지, 2015.8