가속도 센서를 이용한 걸음수 검출 및 실시간 모니터링 시스템

이인호, 김정채, 정석명 유선국*
연세대학교 대학원 생체공학협동과정,
연세대학교 생체공학협동과정, 연세대학교 의학공학교실*

The Detection of Gait Cycle and Realtime Monitoring System Using the Accelerometer

I. H. Lee, J. C. Kim,S. M. Jung, Sun K. Yoo*
Graduate Program in Biomedical Engineering Yonsei University
College of Medicine Yonsei University Dep. of Medical Engineering*

Abstract - 본 연구에서는 가속도 센서를 이용하여 보행패턴을 검출하고 가속도 센서의 출력 값을 무선으로 PC에 실시간으로 전달할 수 있는 휴대용 모듈을 개발하였다. PC에서는 휴대장치로부터 전송되는 데이터를 수집하여 운동패턴을 화면에 실시간으로 출력할 수 있게 하였다. 휴대 장치의 전력 소모를 최대한 줄이기 위해 무선 전송 부분은 zigbee 통신을 사용하였다.
착용자의 걸음걸이 패턴을 분석하기 위해 2축 가속도 센서를 사용하였으며 기본적인 보행수는 임계치를 사용하는 moving average 알고리즘을 이용하여 마이크로 콘트롤러에서 처리하였다.

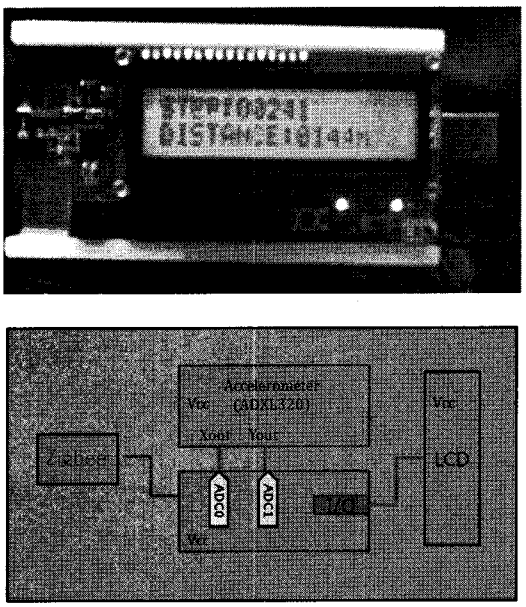
1. 서 론

현대인들의 생활은 편리함을 추구하는 방향에 있다. 따라서 섭취하는 에너지에 비하여 활동으로 소모하는 에너지가 상대적으로 낮은 경우가 많다. 이로 인하여 고혈압, 당대사장애, 이상지혈증 및 복부비만 등의 증상이 많아지고 더 나아가 심혈관 질환과 뇌졸중 등의 심각한 질병에 노출되는 위험이 증가한다. 대사증후군은 수십조 원 이상의 사회경제적 손실을 초래하는 난치성 질환으로 이미 우리나라 성인 남녀의 23%가 대사증후군에 이환되어 있으며 이 수치는 미국과 비슷하고 아시아에서 가장 높은 실정에 있다. 당뇨병의 예방에 있어서는 약제보다 오히려 식사습관의 변화와 더불어 운동이 더 큰 효과를 나타낸다. 고혈압, 고지혈증 등을 치료하는데 운동은 큰 부분을 차지하고 있을 뿐만 아니라, 스트레스를 줄이는 정신적, 사회적인 효과까지 나타낸다. Najafi등이 개발한 휴대용 시스템은 흉부에 가속도 센서와 자이로스코프를 직접 부착하여 움직임에 대한 정보를 얻었으며 이렇게 얻은 정보는 만성질환자나 대사증후군 환자에게 사용하기 적합한 시스템이다.[1]
대사증후군의 중요한 지표로 사용될 수 있는 것이 바로 에너지 사용량인데 가속도 센서를 이용한 초기의 운동량 측정 시스템은 인체의 한 부분에서 각 방향으로의 가속도 신호를 측정하는 방식은 장시간 동안 하나의 센서로 간편하게 인체의 운동량을 정량적으로 측정할 수 있는 장점을 가지고 있다.[2]

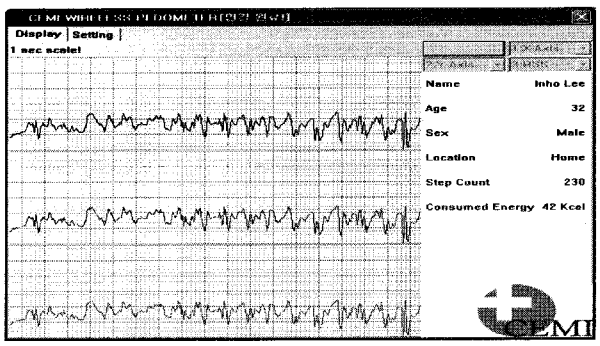
2. 본 론

2.1 시스템 구성

본 연구에서는 그림과 1과 같이 보편적인 만보계 형식으로 허리에 착용하기 위한 시스템을 구현하였다. 전체 시스템은 보행자가 자신의 신체 허리 부분에 부착하는 휴대용 모듈인 송신부와 PC에 연결하는 수신부로 구분된다. 송신부와 수신부를 각각 5가지 부분으로 세분하면 display부, 센서부, 무선모듈부, 제어부, 유선전송부로 구분할 수 있다. display부분은 보행수를 검출한 결과를 확인하기 위한 것으로 Character LCD 16×2(LC1621, ETC)를 사용하였다. 센서부의 가속도센서는 ADXL320(Analog Device) 2축 가속도 센서를 사용하였고 이는 가속도 값을 ±5g까지 측정할 수 있다. ADXL320의 출력값은 DC 레벨인데 공급전압이 3V인 경우 0g일 때 1.5V의 값을 나타내며 Sensitivity는 174mV/g이다. 센서로부터 출력되는 값은 노이즈를 다소 포함하고 있기 때문에 노이즈 영향을 덜 받기 위하여 저역통과 필터를 사용하였다. 보행패턴이 2Hz 미만이라고 간주하여 5Hz 저역통과 필터를 적용하였다.
휴대용 기기에서 전력 소모는 매우 중요한 사항이다. 저전력 소모를 실현하기 위해 무선통신 부분은 zigbee를 사용하였고 이를 구현하기 위해 CC2420(TI, USA)을 사용하였다. CC2420은 2.4GHz의 주파수 대역폭을 가지고 있으며 전송속도는 최대 250kbps를 지원하므로 5Hz의 샘플링 속도에 샘플당 16bit가 필요한 시스템 요구사항을 충분히 만족한다.
휴대용 기기에서는 소형화 또한 매우 중요한 요소이다. 이를 위해 소형의 Fractus사의 Chip Antenna를 사용하였으며 zigbee부분을 전체 보행검출 시스템 내부에 통합하였다. 시스템 제어부에서는 Atmega128(ATMEL, USA) 마이크로 콘트롤러를 사용하였다. 마이크로 콘트롤러는 가속도센서로부터 받은 데이터에 대해 내부 ADC(Analog to Digital)를 거쳐 보행수 검출을 수행하며 또한 무선전송 모듈 전체를 제어한다.
사용자의 편의성을 위해 유선 전송부분은 PC와의 통신으로 USB 인터페이스를 사용하였고 이를 위해 소형화에 적합한 CP2102(USA)를 사용하였다. 무선 전송된 데이터는 그림2와 같이 PC의 윈도우즈 환경에서 실시간으로 모니터링 할 수 있도록 구현하였다.



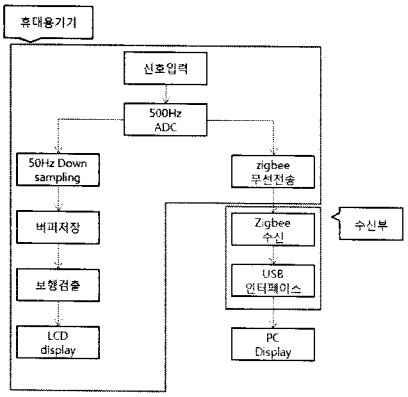
<그림 1> 휴대기기의 블록 다이어그램



<그림 2> PC의 실시간 모니터링 시스템

2.2 실험 방법

보행패턴 검출은 다음의 절차에 따라 단계적으로 수행된다. 먼저 가속도계를 피험자의 허리에 고정시켜서 걷기를 수행한다. 그러면 X축과 Y축의 데이터는 보행연산을 위해 50Hz로 sampling되어 마이크로 콘트롤러의 버퍼에 저장되고 동시에 500Hz로 sampling되어 송신부 무선 모듈을 통해서 PC에 연결된 수신부에 전달된다. 수신부에 전송된 데이터는 57500bps baud rate의 속도로 USB 인터페이스를 통해 PC에 전달되어 PC에서 처리한다.



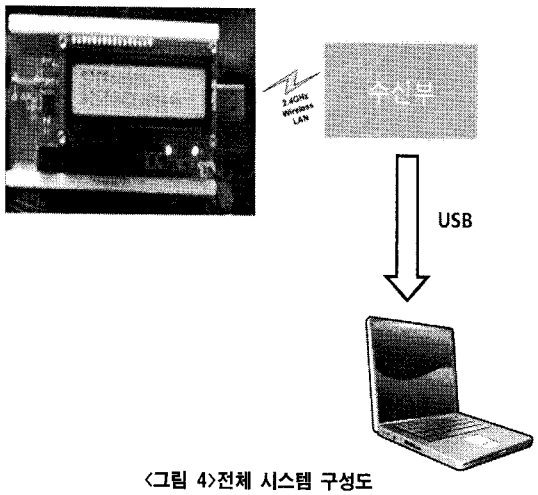
<그림 3>동작순서도

마이크로 콘트롤러 버퍼에 저장된 값을 이용하여 걸음걸이의 패턴을 분석하여 걸음수를 검출하기 위해 신호벡터크기(signal vector magnitude, SVM)를 사용하는 수식(1)을 적용하였다.

$$SVM = \sqrt{x^2 + y^2} \quad (1)$$

걸음수 검출은 노이즈에 영향을 덜 받기 위해 moving average 방식을 적용하였다.

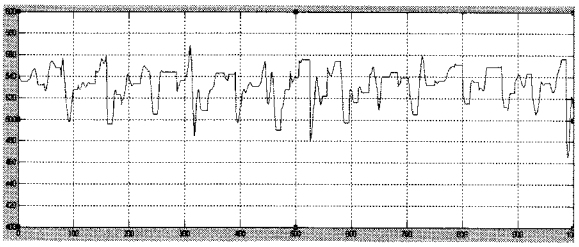
보행패턴 검출에 대한 실험은 20대의 남자 5명을 대상으로 각각 3번씩 15번을 시행 하였는데 총 100보의 걸음을 걸었다. 보행검출 정확도는 평균 91%의 결과가 나왔다.



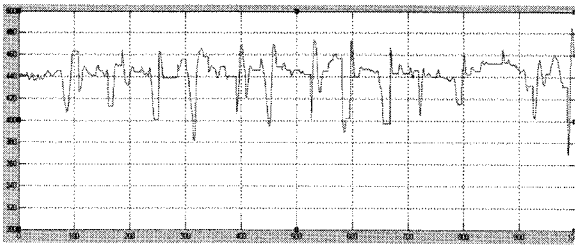
<그림 4>전체 시스템 구성도

3. 결 론

본 연구에서는 가속도 센서와 무선통신을 이용하여 걸음수를 검출하고 보행패턴을 실시간으로 휴대기기와 PC에서 모니터링 할 수 있는 시스템을 구현하였다. 기존에 상용화되어 있는 저가형 만보계나 PC와 USB 방식으로 연결되는 고가의 만보계와는 차별적으로 실시간 무선통신으로 걸음걸이 패턴을 관찰 하고 활용할 수 있는 특징을 가진다. 개발된 시스템은 지그비 무선통신을 사용하여 휴대기기의 중요한 요소인 저전력을 만족하였다. 본 논문에서 개발한 시스템은 대사증후군 환자뿐만이 아니라 운동을 예방을 목적으로 하는 사람에게 걷기운동을 하기에 편리하게 좀 더 소형의 시스템으로 향상시킬 것이다.



<그림 5>전후방향 가속도 센서의 출력



<그림 6>수직 방향 가속도센서 출력

후 기

본 연구는 서울시 산학연 협력사업(10526)의 지원으로 수행되었음.

[참 고 문 헌]

[1] B. Najafi, K. Aminian, F. Loew and C.J. Bula, " Ambulatory system for human motion analysis using a kinematic sensor : monitoring of dail y physical activity in the elderly", IEEE transaction on biomedical engine ering, vol. 18, no. 6, pp.711-723,2003

[2] Kim L. Coleman, Douglas G. Smith, David A. Boone, Aaron W. Josep h, Michael A. del Aguila, "Step activity monitor: long- term, continuous recording of ambulatory function", Journal of Rehabilitaion research and Development, Vol.36, NO.1, 1999.