

노약자 활동상황 감시를 위한 시스템의 개발

*강동연¹, 윤희학¹, 박찬식¹, 차은중²
 1 충북대학교 전기전자컴퓨터공학부
 2 충북대학교 의공학과, CBITRC

Development of Monitoring System for the weak and the elderly

*Dong Youn Kang¹, Hee Hak Yun¹, Chansik Park¹, En Jong Cha²

1 School of Electrical and Computer Engineering, Chungbuk National University
 2 Department of Biomedical Engineering, Chungbuk National University, CBITRC

Abstract - 노약자 활동상황 감시에서 활동정보와 위치정보는 매우 중요하다. 본 논문에서는 3축 가속도센서와 ZigBee 통신을 이용하여 노약자 활동상황 감시를 위한 시스템을 개발하였다. 가속도센서로부터 활동량을 측정하고 운동량을 계산하기 위한 걸음 검출을 하며, ZigBee 통신을 이용하여 감시시스템으로 전송하여 실시간으로 노약자의 활동상황을 모니터링 할 수 있다. 추가로 부착위치에 강인한 걸음 검출 알고리즘을 제안하였으며, 실제 실험을 통해 가속도센서를 가슴에 부착할 경우 99.83%의 정확도로 걸음을 검출할 수 있음을 확인하였다. 또한 ZigBee 통신의 수신신호세기를 이용하여 노약자가 있는 방을 구별할 수 있었다.

1. 서 론

의학기술의 발달로 인해 평균 수명이 길어짐에 따라 전 세계적으로 고령화 사회가 되고 있다. 우리나라도 2002년에 이미 고령화 사회로 진입하였으며, 2019년에는 65세 이상의 고령화 비율이 14.4%인 초 고령사회로 진입할 것으로 예측된다[1]. 고령화 사회가 되면 노약자들을 위한 치료 및 관리시설의 수가 증가할 것이며, 노약자 활동상황의 효율적인 관리가 필요할 것이다. 이러한 노약자 활동상황 관리에서 위치 및 활동정보는 매우 중요한 요소이다. 만약 노약자의 위치를 항상 모니터링 할 수 있다면 응급상황이 발생하더라도 신속한 응급처치가 가능할 것이다. 활동정보로는 보행수와 활동량을 체크하여 현재 노약자의 활동 상태를 모니터링 할 수 있다. 특히 보행수를 이용해 운동량을 모니터링 함으로써 당뇨 환자의 혈당량 수치도 계산이 가능해진다.

일반적으로 위치를 구하기 위해 실외에서는 GPS(Global Positioning System)를 이용하고, 실내에서는 관성센서, 초음파, 수신신호세기(RSSI, Received Signal Strength Indication) 등을 이용한다[2]. 본 논문에서는 추가의 하드웨어 없이 간편하게 구현할 수 있는 수신신호세기를 이용하여 위치를 구한다. 또한 활동상황 감시를 위해 MEMS(Micro Electro Mechanical System)형 3축 가속도센서를 이용하여 노약자의 보행 수 검출 및 활동량을 측정한다. 보행 수와 활동량은 ZigBee 통신으로 전송하여 실시간으로 노약자의 위치와 활동정보를 모니터링 한다. 제안된 시스템은 실험을 통하여 성능을 검증한다.

2. 시스템 설계

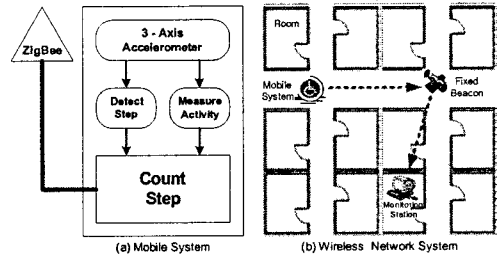
노약자 활동상황 감시를 위한 시스템은 노약자의 몸에 착용하는 휴대장치(Mobile system), 노약자의 위치와 활동상황을 감시하는 감시장비(Monitoring station) 그리고 휴대장치와 감시장비 사이에서 무선 네트워크를 구성하는 고정장치(Fixed beacon)로 이루어져 있다.

2.1 하드웨어 구조

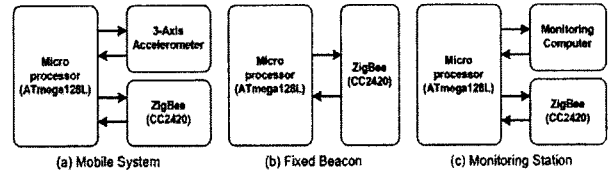
그림 1은 휴대장치의 구조와 노약자 활동상황 감시시스템의 동작 개념도이다. 휴대장치는 MEMS형 3축 가속도센서를 이용하여 보행 수를 검출하여 운동량을 측정하고, 가속도 데이터로부터 노약자의 활동 상태를 파악한다. 보행 수는 마이크로컨트롤러 내부메모리에 저장되고 동시에 ZigBee통신을 이용하여 고정장치를 통해 감시장비로 전송된다. 감시장비에서는 휴대장치에서 고정장치로 데이터가 전송될 때의 수신신호세기로 위치를 파악할 수 있으며 전송된 보행 수를 운동 분석 프로그램으로 분석함으로써 운동량을 계산한다.

그림 2는 휴대장치, 고정장치 그리고 감시장비의 구조이며, 모두 마이크로컨트롤러로 Atmel사의 ATmega128L, ZigBee 컨트롤러로 Chipcon사의 CC2420을 사용한다. ZigBee는 IEEE 802.15.4 표준의 2.4GHz 대역 무선통신 프로토콜이며 저전력, 저가의 장점을 갖고 있다. 250kbps의 데이터통신이 가능하며, 통신거리는 약 50m 내의이다. 휴대장치에서는 활동량과 걸음검출을 위해 Bosch사의 3축 가속도센서 SMB380을 사용하였다. 센서의 출력은 ±2g, ±4g 그리고 ±8g 중에서 선택하여 사용할 수 있다.

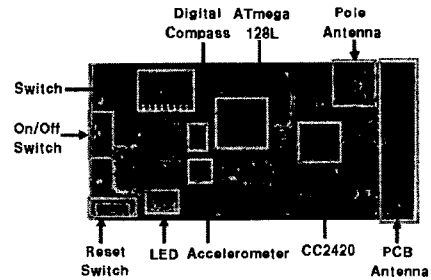
그림 3은 개발된 노약자 활동상황 감시시스템으로 보드의 크기는 가로, 세로, 높이 65mm×32mm×20mm으로 매우 작으며, DIP스위치를 이용하여 휴대장치, 고정장치 그리고 감시장비를 선택하여 사용할 수 있다.



〈그림 1〉 노약자 활동상황 감시 시스템의 구조



〈그림 2〉 휴대장치, 고정장치, 감시장비의 구조



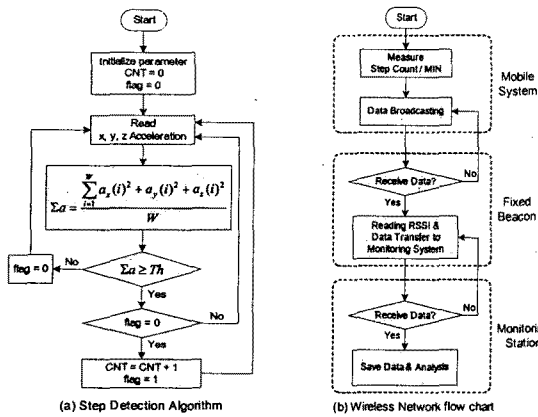
〈그림 3〉 개발된 노약자 활동상황 감시시스템

2.2 소프트웨어 구조

가속도센서를 이용해 걸음 수를 검출하면 운동량을 계산할 수 있다. 기존의 방법에는 걸음 검출 정확도가 매우 낮으며, 또한 걸음 데이터를 이용한 운동량 분석에도 적합하지 못하다. 정확한 운동량을 계산하기 위해서는 정교한 걸음 검출이 필요하며, 가속도센서를 이용한 걸음 검출 기법으로 가속도의 크기와 패턴을 이용하는 기법이 주로 사용되고 있다[3]. 본 논문에서는 가속도의 크기를 계산해 임계값과 비교하여 걸음을 검출하는 기법을 사용하였다. 식 1은 각 축의 가속도 a_x, a_y, a_z 를 각각 제공하고 이동평균구간 W(Window)의 크기로 이동평균(moving average)을 하여 구할 수 있다.

$$\Sigma_a = \frac{\left\{ \sum_{i=1}^W a_x(i)^2 + a_y(i)^2 + a_z(i)^2 \right\}}{W} \quad \text{식(1)}$$

그림 4(a)는 가속도 계급의 합을 이용한 걸음검출 알고리즘 블록도이며, Th(Threshold)는 걸음을 판단하는 임계값으로 보행 시 사람마다 가속도 계급의 합이 다를 수 있으므로 임계값을 설정하기 위한 실험 보행이 필요하다. 걸음 검출 정확도를 높이기 위해서 W와 Th는 반복된 실험을 통하여 구할 수 있다. 그림 4(b)는 노약자 활동상황 감시를 위한 무선네트워크 흐름도이다. 가속도센서로부터 검출한 걸음 정보는 1분 간격으로 마이크로컨트롤러 내부메모리에 저장되며 동시에 고정장치를 통해 감시장비로 전송된다.



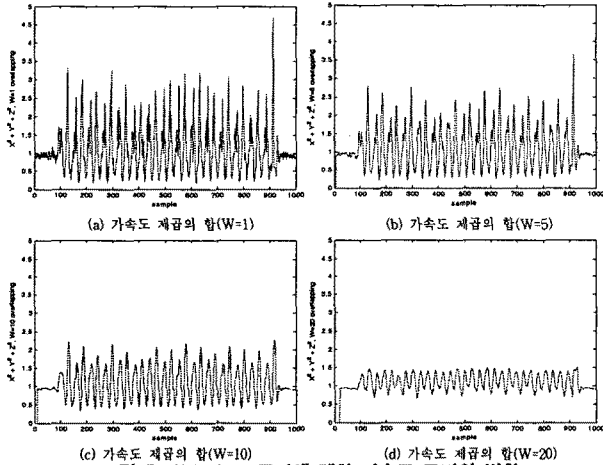
〈그림 4〉 걸음 검출 알고리즘과 무선 네트워크 흐름도

3. 실험 및 분석

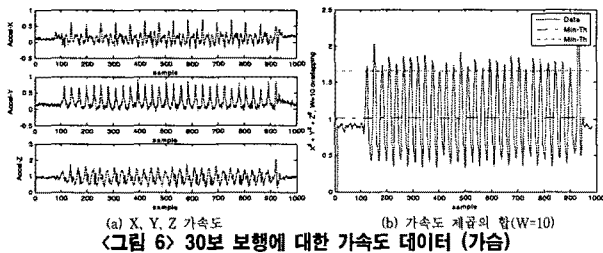
실험을 통하여 개발된 노약자 활동상황 감시시스템에 제안한 걸음검출 알고리즘의 성능을 평가하기 위해 먼저 걸음검출 시 W의 크기와 임계값의 범위를 설정하고 가속도센서의 부착위치에 따른 보행 수 정확도를 분석하였다. 또한 수신신호세기를 이용하여 위치결정 실험도 진행하였다. 실험에서 사용한 가속도센서는 40Hz로 데이터를 출력하도록 설정하였다.

3.1 Window 크기 설정

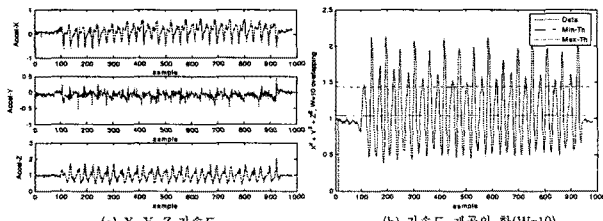
그림 5는 가속도센서를 오른쪽 허리에 부착시키고 30보 보행한 것에 대해 W의 크기를 1, 5, 10 그리고 20으로 하여 분석한 결과이다. W가 1과 5일 때는 걸음의 영향으로 정확하게 걸음을 검출할 수 없으며, W가 20일 때는 설정 가능한 임계값의 범위가 좁아지고 또한 빨리 걷거나 뒤편 경우 이동 평균에 의해 정확한 걸음 검출이 어렵다. 가속도센서의 출력이 40Hz일 때 실험적으로 구한 W의 크기는 10으로 결정하였다.



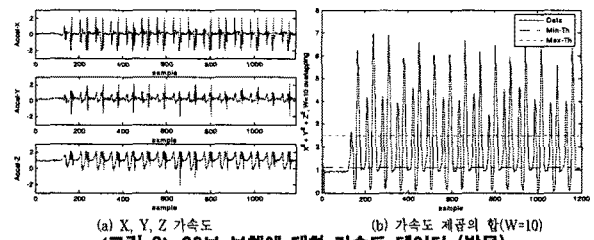
〈그림 5〉 Window 크기에 대한 가속도 크기의 변화



〈그림 6〉 30보 보행에 대한 가속도 데이터 (가슴)



〈그림 7〉 30보 보행에 대한 가속도 데이터 (허리)

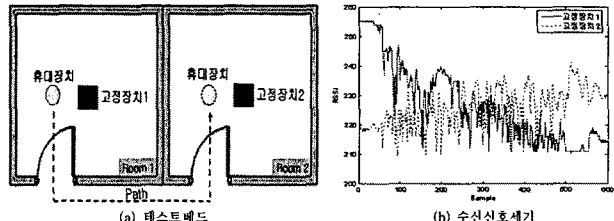


(a) X, Y, Z 가속도 (b) 가속도 제곱의 합(W=10)

〈그림 8〉 30보 보행에 대한 가속도 데이터 (발목)

〈표 1〉 100보 보행에 대한 보행 수

위치	회수	1	2	3	4	5	6	합계	평균
가슴	100	100	100	100	100	100	99	599	99.83
허리	105	102	106	103	106	110	110	632	105.33
발목	101	100	100	101	105	104	104	611	101.83



〈그림 9〉 수신신호세기를 이용한 위치결정

3.2 임계값 설정

그림 6은 가속도센서를 가슴에 부착시키고 30보 보행한 결과이다. 그림 6(a)는 3축(x, y, z)에 대한 각각의 가속도 값이며, 6(b)는 W를 10으로 하여 이동 평균한 가속도 제곱의 합으로 점선은 임계값의 상한선이며, 실선-점선은 임계값의 하한선이다. 그림 7과 8은 가속도센서를 각각 허리와 발목에 부착시키고 30보 보행한 결과이다. 가속도센서를 가슴에 부착시켰을 때보다 가속도의 전체 크기에 비해 임계값의 설정 가능한 범위가 작음을 확인할 수 있다. 임계값은 그림 6(b), 7(b) 그리고 8(b)에서 보는바와 같이 임계값의 상한선과 하한선의 중앙인 1.3으로 설정하였다.

표 1은 가속도센서를 가슴, 허리 그리고 발목에 부착하고 100보씩 각각 6회에 걸쳐 보행한 결과를 정리한 것이다. 표 1에 정리된 결과로 가슴에 가속도센서를 부착하고 보행할 때가 실제 걸음 수와 가장 가까운 결과를 얻을 수 있었는데 이는 그림 6, 7, 8에서 보인 결과와 같이 다른 위치에 부착할 때보다 오른쪽과 왼쪽의 영향이 비슷하게 나타나기 때문이다.

3.3 위치결정

그림 9(a)는 수신신호세기를 이용하여 위치를 구하기 위한 테스트베드이다. 휴대장치를 가슴에 부착하고 고정장치 1에서 고정장치 2로 이동하여 그림 9(b)와 같이 휴대장치와 고정장치 사이의 거리가 멀어짐에 따라 수신신호세기가 줄어드는 결과를 얻었으며, 수신신호세기만으로 어느 방에 노약자가 위치해 있는지 확인 가능함을 볼 수 있다.

4. 결 론

본 논문에서는 노약자 활동상황 감시를 위한 시스템을 설계 및 개발하였다. 노약자의 운동량을 계산하기 위해 MEMS형 3축 가속도센서를 사용하여 걸음을 검출하였다. 부착위치에 강인한 걸음검출 알고리즘을 제안하였으며, 정확한 걸음 수를 검출하기 위해 이동평균 구간과 임계값을 실험적으로 구하였고, 가속도의 크기를 이용함으로써 가속도센서를 가슴에 부착할 경우 99.83%의 정확도로 걸음을 검출할 수 있었다. 허리, 발목에 부착한 경우에도 5% 이내의 오차로 걸음을 검출하였다. 또한 가속도센서로부터 얻은 활동정보를 ZigBee 통신을 이용하여, 감시장비로 전송함으로써 노약자의 활동상황과 ZigBee 통신의 수신신호세기로부터 구한 노약자의 위치를 함께 실시간으로 모니터링 할 수 있었다. 본 논문에서 개발한 시스템은 노약자 활동상황 감시 뿐 아니라 최근 화제가 되고 있는 다이어트 프로그램에서 일 운동량을 측정할 때도 효율적으로 사용할 수 있다.

[참 고 문 헌]

- [1] I. Korhonen, J. Parkka, and M. V. Gils, "Health Monitoring in the Home of the Future", IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine, pp.66-73, 2003.
- [2] Chansik Park, Seung Beom Kim, Dong Youn Kang, Hee Hak Yun, En Jong Cha, Sang Jeong Lee, "Positioning using ZigBee and Ultrasound", IAIN/GNSS 2006, Vol. 2, pp.217-222, October 18-20, 2006.
- [3] H. J. Jang, J. W. Kim, D. H. Hwang, "Robust step detection method for pedestrian navigation system", ELECTRONICS LETTERS, Vol.43, N. 14, 5th July 2007.