

3축 가속도 센서 낙상 감지 시스템을 위한 낙상 특징 파라미터 추출

임동하 · 박철호 · 유윤섭*

한경대학교 전기전자제어공학과

Extraction of Fall-Feature Parameters for Fall Detection System
Using 3-Axial Acceleration Sensor Data

DongHa Lim · ChulHo Park · YunSeop Yu*

*Department of Electrical, Electronic and Control Engineering,
Hankyong National University

E-mail : ysyu@hknu.ac.kr

요 약

현대 사회에는 의학기술의 발전과 생활수준 향상 등으로 고령자들이 증가하고 있다. 고령자들의 낙상은 심한 경우 사망에 까지 이를 수 있는 상당히 큰 위협이 된다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 낙상을 감지하는 여러 가지 알고리즘과 하드웨어 시스템의 필요성이 증가 하고 있으며 국내외에서 낙상 감지 시스템의 연구 결과가 발표 되고 있다. 본 논문에서는 3축 가속도 센서를 이용한 낙상 감지 시스템을 소개한다. 낙상 감지 시스템은 3축 가속도 센서 데이터로부터 몇 가지의 파라미터를 계산하여 낙상을 판별한다. 제안된 시스템을 이용하여 최대 98.3%의 sensitivity와 94.7%의 specificity 결과 값을 얻었다.

ABSTRACT

In modern society, the elderly over 65 years old are increasing due to development of medical technology and improvement of their standard of living. Severe fall of the elderly can lead to death threats. To solve this problem, several algorithms and hardware systems for fall detection have been studied and developed. In this paper, a fall detection system using 3-axial acceleration sensor is presented. In the fall detection system, several types of fall-feature parameters are calculated and then the fall is determined by using them. Using this system, best sensitivity and specificity are 98.3% and 94.7%, respectively.

키워드

3축 가속도 센서, 낙상 감지, 고령자, sensitivity, specificity

I. 서 론

의학기술의 발전과 생활수준 향상 등으로 현대 사회에는 평균수명이 크게 연장되어 고령인구가 크게 증가하고 있는 추세이다[1]. 고령자들의 건강에 위협이 가는 요인 중 낙상은 발생 후 의식을 잃거나 몸을 움직일 수 없는 위급한 상황일 경우 사망에까지 이를 수가 있다. 이러한 이유 때문에 낙상을 감지하기 위한 여러 가지 알고리즘

과 하드웨어 시스템의 연구 결과가 발표되고 있다.

낙상 감지를 위한 시스템의 연구 중에는 대표적으로 센서를 이용하는 경우와 영상을 이용하는 경우로 나뉜다. 센서를 이용한 경우에는 3축 가속도 센서, 자이로 센서 등이 주로 사용된다[2]. 하지만 이러한 낙상시스템의 경우 서버나 단말기 등에서 복잡한 낙상 감지 알고리즘을 적용하여 저사양의 임베디드 시스템에 적용키는 어렵고 100% 낙상을 감지를 할 수가 없다.

본 논문에서는 3축 가속도 센서 데이터를 사용하여 몇 가지 파라미터를 추출하고, 추출한 파라미터를 사용하여 낙상을 판별할 수 있는 저사양의 임베디드 시스템용 낙상 감지 시스템을 제안 및 평가한다.

II. 본 론

본 논문에서 사용한 낙상감지 시스템의 하드웨어는 센서 노드와 게이트웨이 노드로 구성되어 있다. 센서 노드는 목걸이 형식으로 고령자의 가슴위치에 놓이게 된다[3]. 낙상 감지 시스템에서 센서노드는 1초에 100개의 3축 가속도 센서 데이터를 게이트웨이 보드에 보내준다. 게이트웨이 보드에서는 3축 가속도 세서 데이터를 이용하여 5가지의 파라미터들을 계산한다.

낙상 감지 시스템의 파라미터는 총 5가지이다. 움직임을 정량화하기 위한 파라미터인 SVM(Sum Vector Magnitude), 중력과 이루는 각도인 θ , SVM에서 중력 가속도 값을 제거한 DSVM(Differential Sum Vector Magnitude), 중력 가중치를 고려한 GSVM과 GDSVM이다[4]. 각 파라미터에 대한 식은 다음과 같다.

$$SVM = \sqrt{x_t^2 + y_t^2 + z_t^2} \quad (1)$$

$$\theta = \arctan\left(\frac{\sqrt{x_t^2 + z_t^2}}{y_t}\right) \times \frac{180}{\pi} \quad (2)$$

$$DSVM = \sqrt{(x_t - x_{t-1})^2 + (y_t - y_{t-1})^2 + (z_t - z_{t-1})^2} \quad (3)$$

$$GDSVM = \frac{\theta}{90} * DSVM \quad (4)$$

$$GSVM = \frac{\theta}{90} * SVM \quad (5)$$

낙상 감지 알고리즘은 한가지의 파라미터만 사용하였을 때와 두 가지를 사용하였을 때, 두 가지로 나뉜다. 먼저 단일 파라미터만을 사용하였을 경우 단순히 파라미터의 임계값을 초과한 경우 낙상이라 판단하게 된다. 두 가지의 파라미터를 사용한 복합 파라미터일 경우 처음 파라미터의 임계값이 초과한 이후, 1초 내에 각도 파라미터 값의 임계값이 초과되어야 낙상이라고 판단한다. 복합 파라미터의 낙상 감지 알고리즘은 그림1과 같다[5].

실험은 낙상상황 3종류와 일상생활 4종류의 총 7종류로 구분하여 실험을 하였다. 4명의 실험자가 각 항목 당 20번씩 총 560개의 실험 데이터를 이용하여 각 알고리즘에 적용하였다.

```

1. if parameter > parameterth
   then
2.   if  $\theta(y) > \theta_{th}$ 
      (among 100 samples after satisfying the condition in Line1)
      then
3.     return Fall Detection
4. return No Fall Detection
    
```

그림 1. 복합 파라미터의 낙상 감지 알고리즘

III. 실험 결과

단일 파라미터를 사용한 결과보다는 두 가지의 복합파라미터를 사용하였을 경우보다 정확도가 높은 결과 값을 얻을 수 있었다. 실제로 단일 파라미터의 결과 값에서 파라미터 SVM은 최대 94.6%의 sensitivity와 52.9%의 specificity를 얻었고 파라미터 θ 는 최대 97.9%의 sensitivity와 73.1%의 specificity를 얻었지만 두 개의 파라미터를 복합한 결과 값은 최대 98.3%의 sensitivity와 94.4%의 specificity를 얻을 수 있었다. 그림3과 4는 각각 단일 파라미터와 복합파라미터를 사용하여 구한 ROC(Receiver Operating Characteristic) Curve 이다.

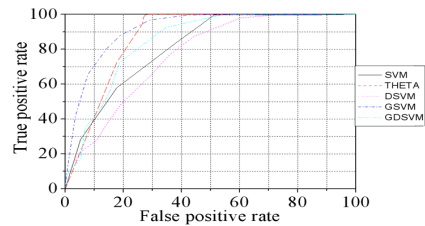


그림 2. 단일 파라미터들의 ROC Curve

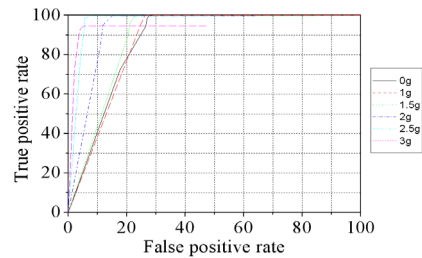


그림 3. 복합파라미터 SVM과 θ 의 ROC Couve

IV. 결 론

3축 가속도 센서를 이용한 낙상 감지 시스템을 소개하고 다섯 가지의 파라미터를 제안 및 실험을 하였다. 단일 파라미터만 사용한 결과보다 복합 파라미터를 사용한 결과가 좋은 결과 값이 나왔다. 복합 파라미터 중에서 SVM과 θ 를 복합한 결과가 최대 98.3%의 sensitivity와 94.4%의 specificity라는 가장 좋은 결과 값을 얻었다.

참고문헌

[1] 통계청, 장래인구추계: 2010년 ~ 2060년, 통계청, 2011
 [2] T. Zhang, J. Wang, L. Xu and P. Liu, "Fall Detection by Wearable sensor and One-Class SVM Algorithm," in Lecture

- Notes in Control and Information Sciences,
pp.858-863, 2006.
- [3] 박철호, 임동하, 김남호, 유윤섭, “고령자 낙상에 의한 응급 상황의 4족 로봇 기반 알리미 시스템 설계 및 구현,” 한국정보통신학회 논문지, pp.781-788, 2013년 4월.
- [4] 김남호, 유윤섭, “3축 가속도 센서 데이터에 중력방향 가중치를 사용한 낙상인식 알고리즘,” 대한전자공학회논문지, 제50권 6호, pp. 1570-1575, 2013년 6월.
- [5] Y. J. Yi and Y. S. Yu, “Emergency-monitoring system based-on newly-developed fall detection algorithm,” J. Inf. Commun. Converg. Eng., vol. 11, no. 3, pp. 147-154, 2013.