

스마트 작업자 안전벨트 및 행동인식 기반 위험경보 시스템

이세훈*, 문효재⁰, 김예지*, 탁진현**

⁰인하공업전문대학 컴퓨터시스템과,

**신안산대학교 멀티미디어과

e-mail: seihoon@inhac.ac.kr*, molybdan@icloud.com, sjdznfco@naver.com*, tak@sau.ac.kr**

Smart Worker Safety Belt and Risk Warning System based on Activity Recognition

Sei-Hoon Lee*, Hyo-Jae Moon⁰, Ye-Ji Kim*, Jin-Hyun Tak**

⁰Dept. of Computer Systems & Engineering, Inha Technical College

**Dept. of Multimedia, Shin Ansan University

● 요약 ●

각종 산업현장에서 작업자들의 안전 불감증으로 인해 발생하는 안전사고는 매년 꾸준히 증가하고 있는 추세이다. 본 논문에서 제안하는 스마트 작업자 안전벨트 및 행동인식 기반 위험경보 시스템은 이러한 상황을 방지하고자 작업자가 안전벨트의 촉을 제대로 걸지 않고 일을 진행하는 경우, 작업장 내에서 뛰어다니는 경우, 잘못된 자세로 일하는 경우를 시스템에서 인지하고 작업자, 관리자에게 알림을 줌으로써 작업자의 안전사고를 예방할 수 있도록 하였다.

키워드: 스마트안전벨트(Smart Safety Belt), 작업자안전관리(Worker's Safety Management), 웨어러블(Wearable)

I. Introduction

각종 산업현장에서 작업자들의 안전사고는 매년 꾸준히 증가하고 있는 추세이다. 그럼에도 불구하고 많은 작업자들이 안전 불감증으로 인해 고소작업 중 안전벨트의 촉을 걸지 않는 행위, 작업장 내에서 뛰어다니는 행위, 잘못된 자세로 작업을 하는 등 여러 위험행동으로 인해 안전사고가 발생한다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 본 논문에서는 안전벨트의 촉 걸림 검출과 작업자의 행동을 시스템에서 인지하고 위험행동을 한 경우 작업자, 관리자에게 경고알림을 줌으로써 작업자의 안전사고를 예방할 수 있도록 한다[1].

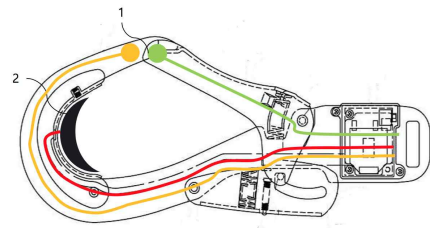


Fig. 1. FSR sensor, opening and closing detection of carabiner

II. Risk Detection

1. Hooking Detection

본 논문의 고리부 장치에서는 2개의 부분에서 작업자가 제대로 고리를 걸었는지 여부를 검사하게 된다. 1번 고리부분이 스위치 역할을 하여, 고리의 개폐여부를 확인하게 된다. 2번 부분은 FSR(Force Sensitive Resistor)센서로서 고리 인쪽에 가해진 압력에 대해서 감지를 하게 된다. 각 상황별로 고리를 걸지 않은 경우, 고리가 걸린 경우, 고리에서 체중이 감지된 경우 총 3가지의 경우가 있다. 이 상황별로 가해지는 압력은 차이가 있다[2].

Fig 2는 고리를 걸지 않은 경우(상황1), 고리를 봉에 걸은 경우(상황 2), 그 상태로 작업자가 추락한 경우(상황3)를 실험한 결과이다. 상황1에서의 압력 값 범위는 0~10, 상황2에서는 18~44, 상황3에서는 89~ 이상의 측정값을 나타내었다.

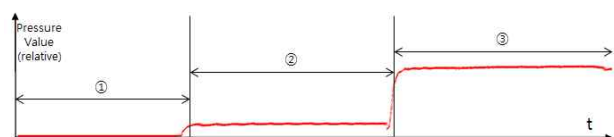


Fig. 2. Graph of the value corresponding to the pressure

2. Activity Detection

Fig 3은 벨트에 장착되어 있는 가속도 센서를 감지하여, 걸어 다니는 경우(상황1), 뛰어다니는 경우(상황2)를 실험한 결과이다. 상황1에서는 작업자의 걸음 수에 맞춰서 x, z 가속도 값이 $\pm 2\%$ 의 변화를 보인다. 상황2에서는 작업자가 뛰어다닐 때의 걸음 수에 맞춰서 x, z 가속도 값이 $\pm 5\% \sim \pm 10\%$ 의 변화를 보이고 있다[3].

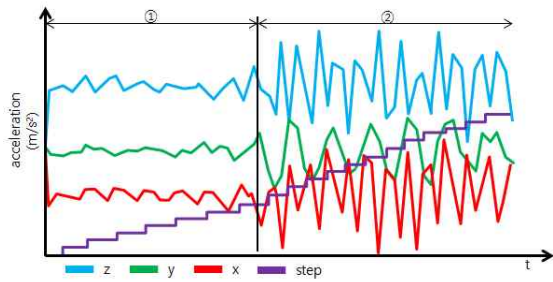


Fig. 3. Graph of the value corresponding to the acceleration

3. Posture Detection

Fig 4는 벨트에 부착되어 있는 자이로 센서를 통해서, 45° 이상 기울어진 비계 위에 서있는 경우(상황1), 정상으로 서있는 경우(상황2), 45° 뒤로 몸을 기울인 경우(상황3)를 실험한 결과이다. 작업을 할 때의 y축 기울기(작업자 앞 뒤)가 $80^\circ \sim 275^\circ$, 또는 x축 기울기(작업자의 좌우로)가 $55^\circ \sim 305^\circ$ 일 때의 값을 나타내고 있다.

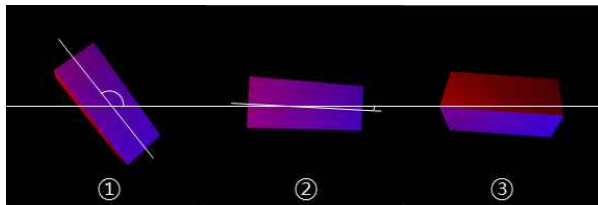


Fig. 4. 3D modeling with gyro sensor value

III. The System Design and Implementation

Fig 5는 작업자 안전벨트의 전체 시스템 구성도이다. 작업자 안전벨트는 FSR, 자이로, 가속도 3개의 센서를 사용하며, 센서값을 이용해서 위험행동을 계산하는 중앙처리부와, 작업자의 상태를 알려주는 모니터링 서버로 구성되어 있으며, 안전벨트와 모니터링 서버는 라디오 통신을 한다.

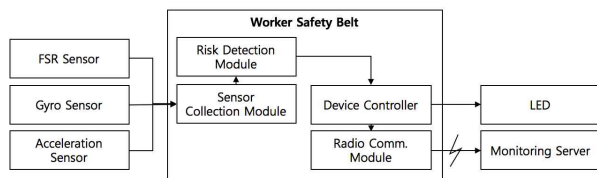


Fig. 5. System Architecture

Fig 6은 시스템의 시퀀스 다이어그램이다. 시스템은 3개의 센서로부터 값을 반환받은 뒤, 이를 이용해서 작업자의 위험행동을 감지하게 된다. 시스템이 작업자가 위험행동을 한다고 판단한 경우, 관리자에게 작업자의 상황을 전송하게 되며, 작업자가 착용한 안전벨트에 있는 LED를 켤다.

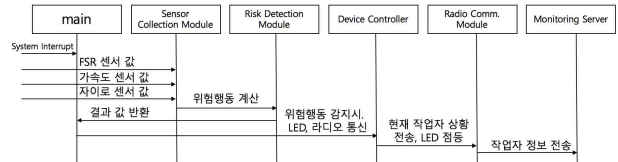


Fig. 6. Sequence Diagram

IV. Conclusions

본 논문에서 산업현장에서 발생하는 각종 안전사고를 방지하고자 스마트 작업자 안전벨트 및 행동인식 기반 위험경보 시스템을 제안하였다. 이 시스템을 사용하면 작업자의 여러 위험행동들을 시스템에서 인지하고 작업자, 관리자에게 경고알림을 줌으로서, 안전사고를 미연에 방지할 수 있을 것이라 기대된다.

References

- [1] K.T. Kim. "A study on the Implementation of USN Technologies for Safety Management Monitoring of Architectural Construction Sites", J, Korea Inst. Building Construction. Vol. 9, No. 4, pp. 103-109 Aug. 2009
- [2] S.J. Jeong, and J.H. Yim. "Implementation of USN based Personal Safety Belt Monitoring System" J, Korea Inst. Inf. Commun. Eng. Vol. 19, No. 3, pp. 724-730 Mar. 2015.
- [3] S.Y. Kim. "A STEP COUNTING METHOD USING TAP INTERRUPT TO EXTEND BATTERY LIFE IN WEARABLE DEVICES". Ph. D. Dissertation, Inha University, Incheon, 2016