

# 산소포화도 측정이 가능한 디지털 안전모 설계

이민혜<sup>1,3\*</sup> · 정동명<sup>2</sup> · 신성윤<sup>3</sup> · 전태일<sup>4</sup> · 최재석<sup>5</sup> · 정기수<sup>1</sup>

<sup>1</sup>한국생산기술연구원 · <sup>2</sup>원광대학교 · <sup>3</sup>군산대학교 · <sup>4</sup>네무소프트(주) ·

<sup>5</sup>한국건설생활환경시험연구원

## Design of Digital Safety-helmet for SpO<sub>2</sub> Measurement

Min-hye Lee<sup>1,3\*</sup> · Dong-myong Jeong<sup>2</sup> · Seong-yoon Shin<sup>3</sup> · Tae-il Jeon<sup>4</sup> · Jae-seok Choi<sup>5</sup> ·

Gi-soo Jeong<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Korea Institute of Industrial Technology · <sup>2</sup>Wonkwang University · <sup>3</sup>Kunsan University · <sup>4</sup>Nemusoft ·

<sup>5</sup>Korea Conformity Laboratories

E-mail : lmh3322@kunsan.ac.kr / gschung@kitech.re.kr

### 요 약

대부분의 건설 재해는 공사장 안전수칙을 지키지 않거나 복장 및 보호장비 미착용, 안전 불감증 및 근로자의 건강 등의 인재로 분석된다. 이러한 건설 재해 예방을 위해서는 현장관리직이 근로자의 건강을 점검할 필요성이 있으나 매 시간 근로자의 상태를 확인하기는 어려운 실정이다. 따라서, 본 논문에서는 단순한 보호구 기능에서 벗어나 근로자의 산소포화도와 맥박 수를 체크하여 자동으로 건강 상태를 파악할 수 있는 디지털 안전모의 설계를 제안하였다.

### ABSTRACT

Most construction disasters are analyzed to be human factors such as not complying with the safety regulations of construction sites, not using clothing and protective equipment, safety insensitivity, and the health of workers. In order to prevent such a construction disaster, the project site management needs to check the health of workers, but it is difficult to check the condition of workers every hour. Therefore, this paper proposed the design of digital safety-helmet that can automatically identify health conditions by checking workers SpO<sub>2</sub> and pulse rates, away from simple protective features.

### 키워드

Safety-helmet, bio-signal, SpO<sub>2</sub>, pulse rate, bluetooth

### 1. 서 론

2015년 고용노동부의 통계에 따르면 산업 현장에서 가장 높은 사망률을 보이는 직종은 건설현장 근로자(27.2%)로 나타났다. 대부분의 건설 재해는 공사장 안전수칙을 지키지 않거나 복장 불량 및 보호 장비의 미착용과 같은 안전 불감증으로 인한 인재로 분석되었다. 추락과 낙상, 넘어짐, 물체에 의한 타격 등이 주요 사고 발생 유형으로 확인되

었으며, 특히 건설현장 근로자 1,540만 명 중에서 45.5%가 두부 상해자로 파악되었다[1].

근로자의 평균연령은 50세 이상이 65.1%로 폭염, 한파에도 진행되는 장시간 야외 근무로 인하여 심혈관계에 문제가 발생하여 작업장에서 사망하는 사고가 빈번하게 일어나고 있다[2]. 또한 건설현장에서의 음주도 산업재해를 일으키는 원인이 된다. 2014년 산업안전보건공단 설문조사에 의하면 현장 내 음주 목격(33.6%), 음주 상태로 직업 중 위험 발생(17.2%), 음주에 기인한 사고 발생(5.3%) 순으

\* corresponding author

로 나타났다[3].

이러한 산업현장에서 위험에서 신체를 보호하기 위하여 가장 많이 착용하는 보호구로 안전모를 들 수 있다. 근래 산업재해의 예방책으로 단순한 기능에서 벗어나 착용자의 건강상태를 파악하고, 응급알림을 통해 착용자가 빠른 시간 내 위험에 대처할 수 있는 융합 안전모 개발이 진행되고 있다 [4,5].

따라서, 본 논문에서는 단순한 보호장비의 역할에서 벗어나 근로자의 산소포화도와 맥박 수를 체크하여 자동으로 건강 상태를 파악할 수 있는 디지털 안전모의 설계를 제안하였다.

## II. 생체신호 측정용 디지털 안전모 설계

본 논문에서는 그림 1과 같이 상용 안전모 제품에 생체신호 측정 센서와 저전력 블루투스(BLE) 모듈을 장착하여 착용자의 산소포화도와 맥박 수를 측정하고 스마트폰으로 전송이 가능한 디지털 안전모를 설계하였다.

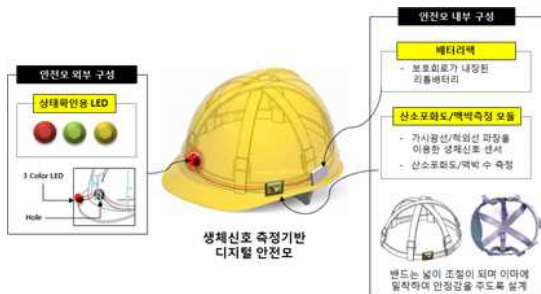


그림 1. 생체신호 측정용 디지털 안전모 구조

## III. 산소포화도(SpO<sub>2</sub>) 및 맥박 측정

설계한 디지털 안전모에 사용되는 SFH7050센서(OSRAM사)는 적외선, 적색 광원, 녹색 광원을 이용하여 산소포화도와 맥박 수의 검출이 가능하다. 센서모듈을 통하여 측정된 데이터는 일정 시간마다 블루투스가 연동된 스마트폰으로 전송한다. 착용자의 상태알림은 BI-color Indicator lamp를 사용하여 안전 시 녹색, 주의 시 황색, 위험 발생 시 적색으로 설정하여 건강상태의 구분이 가능하다. 그림 2와 그림 3은 디지털 안전모의 구조도를 기반으로 제작된 산소포화도 측정 모듈과 디지털 안전모 샘플의 사진이다.

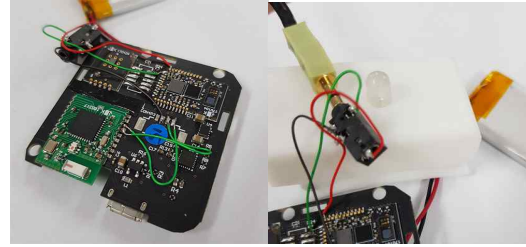


그림 2. SpO<sub>2</sub> 측정 모듈(좌)과 상태알림 LED(우)

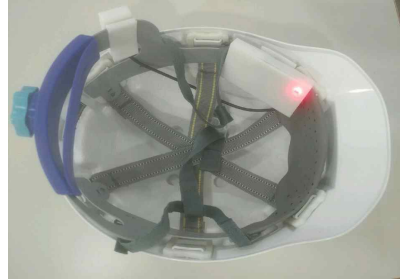


그림 3. 디지털 안전모의 실제 사진

## IV. 상태 확인용 스마트폰 앱 구현

센서에서 측정된 데이터는 모듈을 통해 실시간으로 그림 4와 같이 스마트폰에 전송된다. 앱 화면에는 측정자의 산소포화도와 맥박 수, 측정 시간이 출력된다.

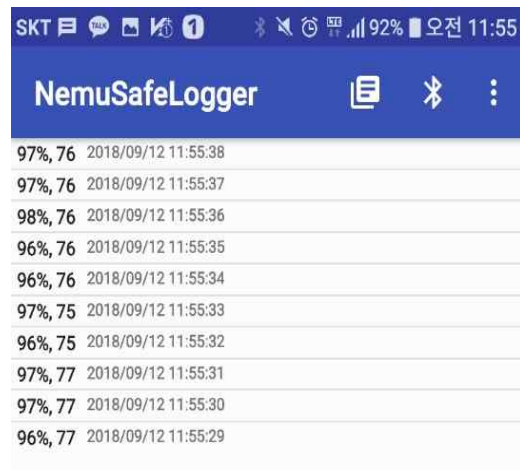


그림 4. 상태 확인용 스마트폰 앱 구현

## V. 결 론

본 논문에서는 산업재해가 가장 많이 일어나는 공사현장의 문제점을 분석하고, 필수 안전장비인 안전모에 근로자의 건강상태를 파악할 수 있는 생체신호 모듈을 장착하였다. 디지털 안전모는 이마에서 산소포화도와 맥박 수를 측정하여 근로자에게 이상이 있을 경우, 사전에 확인하여 1차, 2차 사고예방이 가능하다.

단, 산소포화도에 사용되는 적외선 센서와 적색, 녹색 LED를 이용하여 실시간으로 생체신호를 측정하기에는 배터리 소모량이 많기 때문에, 센서의 작동 빈도를 조절할 수 있는 알고리즘의 개발이 필요하다.

본 연구는 추후, 산소포화도와 맥박 수 데이터로 음주여부를 판단하거나 부정맥과 같은 심혈관 질환을 진단할 수 있는 시스템으로 발전시켜 병원과 연계한다면 근로현장의 산업재해률을 감소시킬 수 있을 것으로 사료된다.

\* 본 논문은 과제번호 10073296 산업융합촉진사업 ‘생체신호 측정 기반 디지털 안전모 개발’의 지원을 받아 작성된 논문입니다.

### References

- [1] Ministry of Employment and Labor, “Dead status by industrial accident”, 2015.
- [2] Korea Centers for Disease Control and Prevention, “Deaths of Thermal Disease in 2011-2015”, 2015.
- [3] The Korea Occupational Safety and Health Corporation, “Survey Results of the Health and Safety Authority in 2013”, 2014.
- [4] digitalfashion.co.kr