

블루투스 통신을 이용한 스마트공장 안전관리 시스템

정필성¹, 조양현^{2*}

¹명지전문대학 정보통신공학과 교수, ²삼육대학교 컴퓨터·메카트로닉스공학부 교수

Smart Factory Safety Management System using Bluetooth

Pil-Seong Jeong¹, Yang-Hyun Cho^{2*}

¹Professor, Dept. of Information Technology Communication, Myongji College

²Professor, Division of Computer & Mechatronics Engineering, Sahmyook University

요 약 산업현장에서의 안전사고는 언제 어디서나 발생할 수 있다. 최근 사물인터넷을 기반으로 하는 산업현장 안전관리 시스템에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. doi지만 대부분의 연구가 안전사고가 발생한 이후 조치에 대한 연구이거나 단순 모니터링을 하는데 그치는 경우가 많다. 본 논문에서는 안전사고가 발생하기 전에 안전장비를 착용하도록 안내하고 대상자를 근로자뿐만 아니라 방문자까지 관리할 수 있도록 하였다. 또한 안전사고가 발생하기 전에 사용자의 모션 및 상황을 주기적으로 감지하고 예측하여 사고에 대처할 수 있도록 하는 시스템을 구현하였다. 구현된 시스템은 안전관리를 위한 기기를 안전모에 부착하고 사용자의 스마트폰 및 산업현장에 부착된 블루투스 비콘 기기를 이용하여 주기적으로 안전 상황을 모니터링할 수 있는 시스템을 구현하였다.

주제어 : 스마트공장, 사용자 안전관리, 안전관리 시스템, 블루투스, 사물인터넷

Abstract Safety accidents at industrial sites can occur anytime, anywhere. Recently, research on the industrial safety management system based on the IoT has been actively conducted. However, most of the studies are studies of actions after safety accidents or simply monitoring. In this paper, the safety equipment was introduced before safety accidents occurred, and the subjects could be managed not only by workers but also by visitors. Also, it implements a system to prevent the accident by detecting the user's motion and situation periodically before a safety accident occurs. The implemented system is a system that attaches the device for safety management to the hard hat and can identify the safety situation by using the Bluetooth beacon device attached to the user's smartphone and the industrial site.

Key Words : Smart Factory, User Safety Management, Safety Management System, Bluetooth, Internet of Things

1. 서론

고용노동부의 2018년 산업재해 발생현황에 따르면 2018년에는 전체 재해자는 전년 동기 대비 13.9%(12,457

명) 증가한 102,305명이고 사망자수는 전년 동기 대비 9.5%(185명) 증가한 2,142명으로 나타났다. 안전보건공단 안전보건연구원의 2018년 사망사고자 현황 보고서에 따르면 발생형태별로 떨어짐 38.7%, 끼임 11.6%, 부딪

*This study is supported by Basic Science Research Program through the Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education (No. 2017R1D1A1B03030759)

*Corresponding Author : Yang-Hyun Cho (yhcho@syu.ac.kr)

Received September 09, 2019

Accepted November 20, 2019

Revised October 21, 2019

Published November 28, 2019

힘 9.4%, 사업장의 교통사고 6.2%, 그 밖의 형태 34.1%로 분류된다. 연령대별로는 65세 이상 18.6%, 55세~64세 35.5%, 40세~54세 31.6%, 40세 미만 14.2%로 조사된다. 업종별로는 건설업 49.9%, 제조업 22.3%, 서비스업 15.9%, 기타산업 11.8%로 조사된다. 건설업에 종사하는 사람이 상대적으로 많은 위험에 노출되어 있으며 특히 50대 이상의 근로자들이 위험상황에 많이 노출되어 있다.

2017년 안전보건공단 발표에 의하면 산업재해로 인한 경제손실추정액은 22.2조원이며, 전체 사망자수는 1,957명에 이르는 것으로 나타났다[1-3]. 국내 산업 발전을 위해서는 근로자의 안전에 대한 문제를 책임감 있게 다뤄야 하며 이를 위해서 정보통신 기술을 통한 안전관리시스템에 대한 필요성이 강조되고 있다[4].

스마트공장 안전관리시스템이란 정보통신기술을 기반으로 하는 사물인터넷을 도입하여 산업현장에서 사고를 사전에 차단하고 내부에서 작업하는 근로자의 위치 파악, 안전 장비 취급 현황 등에 대한 정보를 실시간으로 수집하고 분석하여 목적에 맞는 안전관리 상황을 지원함으로써 작업자에게 미리 경고하여 사고를 예방하고 위험 상황을 실시간으로 파악하여 긴급 상황에 대처할 수 있는 시스템을 말한다[5-7].

현재 스마트 안전관리시스템은 카메라, 가스감지센서, 고압감지센서, 진동모터, 소형마이크, 스마트 태그 등으로 구성된 스마트 안전모를 이용하여 작업장을 실시간으로 감시하고 작업자가 위험에 노출될 경우 작업자에게 경고를 보내 위험으로부터 대피할 수 있도록 서비스를 제공하고 있다. 내부 근로자의 경우 스마트 장비를 착용하고 근로하는 환경이 준비될 수 있지만 경제적인 문제로 인하여 외부 방문자의 경우 스마트 장비를 제공하기 어려운 상황이 많으며 외부 방문자의 경우 본인의 안전을 위해 어떻게 해야 할지 그리고 더 나아가서는 위험에 노출되었을 때 어떻게 행동해야 할지에 대한 안내가 부족한 것이 현실이다[8-10].

본 논문에서는 스마트폰과 EPS32 기기를 블루투스 비콘 기술을 이용하여 연동한 스마트 안전관리 시스템을 제안한다. 제안하는 시스템은 산업안전기준법에 의거하여 안전 장비를 착용하지 않은 근로자나 외부 방문자가 산업 현장에 진입하기 위해서 입구에 접근할 경우 근로 안전 기준에 대해서 안내한다. 안전 장비를 착용하지 않은 상태에서 산업 현장에 입장할 경우 경고와 함께 관리자에게 알림으로써 발생할 수 있는 산업재해를 사전에 방지한다. 또한 관리자의 근태 및 근로현장 작업 상태 및

허용되지 않은 장비 취급에 대한 기준에 따라서 실시간으로 관리하고 문제를 지속적으로 모니터링 하여 관리자가 실시간으로 근로자 및 외부 방문자의 안전을 추적, 관리할 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 제안 시스템 설계 및 구현을 위한 관련 연구에 대해서 알아보고, 3장에서는 제안 시스템 알고리즘을 알아본다. 4장에서는 안전관리 시스템 구현에 대해서 알아보고, 마지막으로 5장에서는 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

2장에서는 블루투스 통신을 이용한 스마트공장 안전관리 시스템 설계 및 구현을 위한 관련 연구에 대해서 논한다. 안전관리를 위한 스마트폰 애플리케이션을 개발하기 위해서 하이브리드 기반 개발방식인 아파치 코도바 기술을 이용하였다. 앱에서 실시간 푸시 메시징 처리를 위해서 구글에서 제공하는 메시지 서비스 방식인 파이어베이스 클라우드 메시지 기술을 이용하였다. 본 논문에서 제안하는 기술을 구현하기 위해서 핵심이 되는 기술인 블루투스 비콘 기술에 대해서 정리하였으며 블루투스 기술 중 블루투스 저전력 에너지 기술을 기반으로 시스템을 구현하였다.

2.1 아파치 코도바

아파치 코도바(Apache Cordova)는 니토비 소프트웨어(Nitobi Software) 만든 폰갭(PhoneGap)을 어도비 시스템즈에서 인수한 후 오픈소스로 운영되고 있는 모바일 개발 프레임워크이다. 초기 버전에서는 개발자의 컴퓨터에서 개발, 빌드를 진행한 후 배포하는 형태로 개발하였으나, 현재는 어도비 시스템즈의 클라우드 컴파일러 플랫폼 서비스인 폰갭 빌드 시스템을 이용하여 쉽고 간단하게 개발, 빌드, 배포가 가능하다. 아파치 코도바 기반 모바일 플랫폼 개발을 위해서는 네이티브 개발 방식이 아닌 CSS, HTML, 자바스크립트를 이용한 표준 웹 개발 방식을 이용한 하이브리드 개발방식을 사용한다. 모바일 플랫폼에서 기본적으로 지원하는 웹뷰를 이용하여 개발된 웹 코드를 레이아웃 렌더링 방식으로 사용자에게 보여주며 웹 개발 방식으로는 제어하기 어려운 디바이스의 제어는 네이티브 API를 이용한다. 아파치 코도바에서 지원하는 플랫폼은 Android, iOS, 윈도우 모바일 등이 있으며 공개되어 있는 플러그인을 이용하여 모바일 플랫폼

에서 제공하는 디바이스 제어 기능인 카메라, 파일, 소리, 진동, GPS, 등의 제어를 할 수 있다[11,12]. Table 1은 아파치 코도바에서 제공하는 기본 플러그인에 대한 설명이다.

Table 1. Plugins for Apache Cordova

Plugins	Description
Accelerometer	Read measurement value of 3-axis acceleration sensor (motion sensor) of device
Camera	Capture photos using device camera
Capture	Capture media files using the device's media capture function
Cmpass	Read direction information of device
Connection	Check device network status and read network information
Contact	Can work with device's contact list database
Device	Device-specific information such as device name, platform, version, etc
Events	JavaScript can detect events that occur on the device
File	Javascript can use the device's file system
Geolocation	Read device's current location information
Media	Ability to play and record audio files on the device
Notification	Device notification function is available
Storage	The device's database is available

2.2 파이어베이스 클라우드 메시징

파이어베이스 클라우드 메시징 서비스는 파이어베이스 클라우드 서비스 중 하나로서 스마트폰, 개인용 컴퓨터에 실시간 푸시 메시지 전송 기능을 제공한다. 파이어베이스 클라우드 메시징 서비스는 기본적으로 개발자의 편의를 도모하기 위한 SDK를 제공하고 있으며 사용목적과 개발환경에 따라서 쉽게 적용이 가능하도록 파이썬, 자바스크립트, 자바, 오브젝티브-C, 스위프트 등의 언어를 지원하여 다양한 플랫폼에 적용이 가능하다. 또한 서버리스 테스트 환경을 고려하여 웹 브라우저를 이용하여 파이어베이스 클라우드 콘솔에서 직접 메시지를 전송할 수 있다. 파이어베이스는 구글에서 서비스하고 있기 때문에 Android를 개발할 때에는 달리 iOS를 개발할 때에는 애플에서 제공하는 푸시서비스인 애플 푸시알림서비스(Apple Push Notification Service)와의 연동이 필요하다. APNS 연동을 위해서는 개발자의 인증키, 앱 아이디, 프로비저닝 프로파일 정보를 함께 제공해야 한다[13].

2.3 BLE

블루투스 기술은 1998년 에릭슨, 노키아, 인텔, IBM,

도시바가 설립한 SIG(Special Interest Group)에서 Bluetooth라는 이름으로 발표되었으며 1999년 7월 1.0 버전이 발표되었다. 이후 IEEE 802.15.1로 분류된 후 지속적으로 규격 관리가 이루어 졌으며 2009년 10월 저전력 에너지 기술을 적용한 블루투스 4.0 (BLE 기술)이 발표되었다. 2016년 12월에는 버전 5.0이 발표되었다. Table 2는 기존의 블루투스 BR/EDR과 BLE의 특징을 비교한 것이다.[14,15].

BLE는 기존 방식에 비해서 초저전력 대기 상태, 간편한 기기 검색, 다양한 장비로의 데이터 전송, 보안 저전력 전송, 통신거리의 증가, 낮은 duty cycle 등의 특징들을 가진다. 기기 간 연결을 위해 사용하는 유지 전력 소모를 줄이기 위해서 로우 펄싱 기술을 이용해 장기간 배터리 교환 없이 사용이 가능하다. 특히 다수의 디바이스끼리 통신이 가능한 네트워크 구조인 스타-버스 형태의 연결이 가능하기 때문에 사물인터넷(Internet Of Things) 환경에 적합한 기술로서 평가받는다.

Table 2. Bluetooth BR/EDR and BLE characteristic comparison

PTechnology	Bluetooth BR/EDR	BLE
PRadio Frequency	2.4GHz	2.4GHz
PRange	10 to 100 meters	10 to 100+ meters
PPower consumption	15-20mW	1.5-2mW
PLatency	100ms	< 3ms
PNetwork topology	Scatternet	Start-bus
PNodes/Active Slaves	7 / 16777184	unlimited

BLE 디바이스는 기본적으로 Advertise 방식을 지원하며 비연결 광고패킷(Non-Connectable Adversing Packet)을 주기적으로 스캔하는 옵저버(Observer) 디바이스 모드와 일정주기 단위로 주변의 모든 디바이스에게 비연결 광고패킷을 전송하는 애드버타이저(Advertiser) 모드를 제공한다. 애드버타이저 모드는 한 번에 한 개 이상의 디바이스와 통신할 수 있으며, 디바이스가 31Bytes 이하의 적은 양의 데이터를 보내거나 자신의 존재를 알리기 위한 기능이다. 애드버타이저 모드에서 전송하는 데이터의 크기가 제한되어 있기 때문에 추가적으로 데이터 전송을 위해 Scan Request, Scan Response Packet을 이용하기도 한다.

3. 제안 인증 시스템

3.1 제안 네트워크 모델

Fig. 1은 제안 네트워크 모델을 나타낸다. 네트워크 구성요소로는 스마트폰 애플리케이션, 스마트 안전모, BLE 비콘 기기, 파이어베이스 서비스, 데이터베이스 서버, 안전관리 서버가 있다. 사용자는 스마트폰 애플리케이션을 통해 안전관리에 대한 정보를 확인한다. 내부 근로자일 경우 출근 및 작업내역에 대한 정보를 추가적으로 확인할 수 있으며, 외부 방문자의 경우 본인이 사용하는 스마트 안전모 등록 및 방문기록 등을 관리할 수 있다. 스마트 안전모는 일반적으로 작업자가 사용하는 안전모에 탈착이 가능한 안전관리 기기를 부착한 형태로 사용되며 센서모듈을 관리하는 임베디드 기기인 라즈베리 파이 제로 W와 센서모듈인 LED, 부저, 조도센서, 진동감지센서, 카메라, 자이로스코프, 가속도계 및 기기 상황을 확인할 수 있는 OLED로 구성되어 있다. 안전관리 기기는 사용자의 스마트폰과는 블루투스 페어링을 통해 실시간으로 상황 정보를 주고받으며, BLE 비콘 기기와의 광고 메시지 수신 형태로 상황을 인지한다. BLE 비콘 기기는 입구 및 산업현장 주변에 배치되어 안전관리가 필요한 상황이나 주의가 필요한 상황에서 주기적으로 신호를 전달하여 사용자가 산업재해 피해를 입지 않도록 도와준다. 데이터베이스 서버는 안전관리 상황 모니터링에 대한

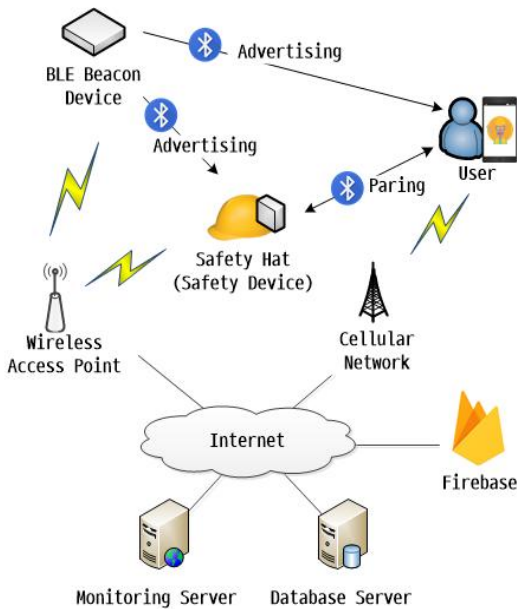


Fig. 1. Proposed Network Model

데이터를 관리하고 있으며, 안전관리 서버를 통해 데이터를 사용자가 모니터링 할 수 있도록 구성한다. 파이어베이스 서비스는 사용자의 스마트폰에 실시간 푸시 메시지를 전송하여 응급상황에서 사용자에게 경고를 보낼 수 있으며 응급 상황 시, 사용자의 스마트폰으로 신호를 보내 위치를 추적하거나 페어링된 안전관리 기기를 원격에서 제어할 때 사용된다.

3.2 사용자의 등록 및 인증

Fig. 2는 스마트폰을 이용하여 사용자를 등록하고 인증하는 절차를 나타낸다. 내부 근로자일 경우 시스템 관리자가 등록을 진행하기 때문에 스마트폰을 이용하여 사원번호와 비밀번호를 이용하여 인증절차만을 진행한다. 외부 방문자일 경우 방문 목적, 이름, 소속, 연락처 등을 기재하여 일시적인 등록을 진행하며 방문 종료 후 방문 종료 버튼을 눌러 사용자 인증 토큰을 삭제한다.

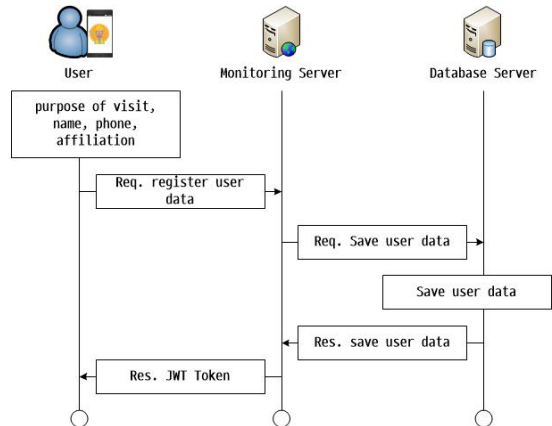


Fig. 2. User registration Flow

3.3 안정장비 착용 관리

Fig. 3은 내부 근로자 및 외부 근로자가 산업현장으로 진입시 입구에 장착되어 있는 BLE 비콘과의 통신을 통해 안전장비를 착용하였지는 확인하는 절차를 보여준다. BLE 비콘에서 주기적으로 안전장비 착용을 하라는 광고 메시지를 전송하며, 이를 수신한 스마트폰에서 안전관리 디바이스와의 페어링 상태를 확인한다. 페어링 상태가 확인되지 않을 경우 모니터링 서버에서 현재 남아있는 안전모를 확인한 후 해당하는 안전모에 부착되어 있는 안전관리기기에 신호를 전송한다. 신호를 전달받은 안전관리 기기에서 LED와 부저를 동작시켜 사용자의 착용을

안내한다.

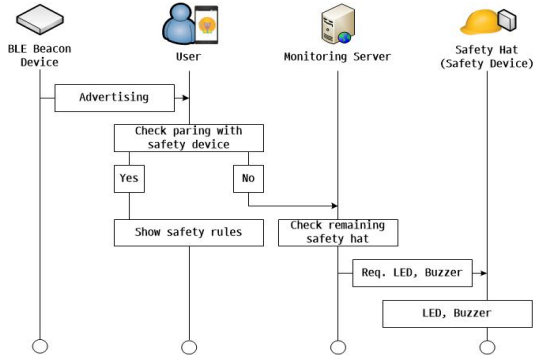


Fig. 3. Biometric based authentication method

Fig 4는 안전관리 기기와 스마트폰이 페어링 상태일 경우 동작 상태를 보여준다. 사용자의 스마트폰에 안전상황에 대처해야할 내용을 숙지할 수 있도록 화면에 출력한다. 안전관리 기기에서는 주기적으로 측정되는 센서값을 모니터링 서버로 전송한다.

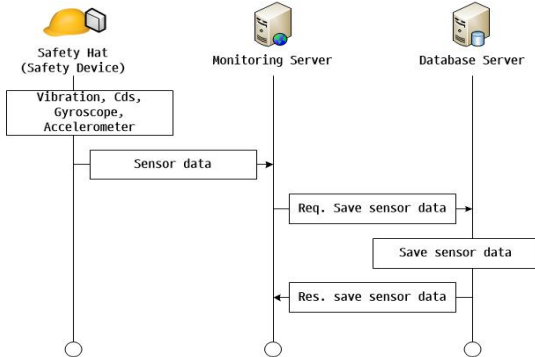


Fig. 4. Biometric based authentication method

4. 제안 시스템 구현

제안하는 안전관리 시스템에서 안전관리 기기는 임베디드 싱글보드인 라즈베리 파이 제로를 이용하여 주변 기기를 제어한다. 주변 기기는 LED, 부저, 진동 센서, 자이로스코프, 가속도계, 조도센서, 카메라, OLED가 있다. Fig. 5는 안전관리 기기의 구성도를 보여준다.

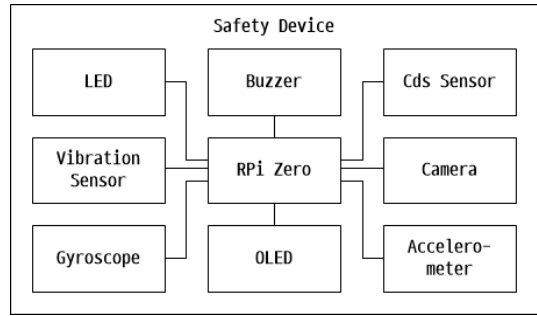


Fig. 5. Safety management device block diagram

Fig. 6은 안전관리를 위한 대시보드 화면이다. 관리자는 아이디와 비밀번호를 이용해 로그인을 진행한다. 사용자 인증이 완료되면 사용자의 안전 상황을 실시간으로 모니터링할 수 있는 대시보드 화면으로 보여준다. 대시보드 화면에서는 낙상, 충돌(부딪힘)에 대한 사고 건수, 등록업체 현황, 모니터링을 진행하는 현장에 대한 정보, 공지 사항을 보여준다.



Fig. 6. Dashboard screen

Fig. 7은 안전관리를 위한 모니터링 화면으로서 낙상 감지 통계를 보여주는 화면이다. 사용자의 안전모에 부착된 안전관리 기기에서 보내주는 가속도계 정보와 자이로스코프 정보를 실시간으로 분석해 사용자가 낙상위험에 처해있지는 않은지 혹은 안전사고가 발생되었는지를 모니터링 할 수 있다.

시동 제품번호	Roll	Pitch	Yaw	Danger	위험발생여부	생성시간
2002	339.375	-1.125	25.61	0	이상없음	2020-01-22 16:31
2002	339.375	-1.125	25.61	0	이상없음	2020-01-22 16:31
2002	184.820	-18.875	22.81	1	위험발생	2020-01-22 16:31
2002	184.875	-18.875	22.81	0	이상없음	2020-01-22 16:31
2002	184.775	-18.875	22.81	0	이상없음	2020-01-22 16:31
2002	184.775	-18.875	22.81	0	이상없음	2020-01-22 16:31
2002	184.775	-18.875	22.81	0	이상없음	2020-01-22 16:31
2002	184.775	-18.875	22.81	0	이상없음	2020-01-22 16:31
2002	184.775	-18.875	22.81	0	이상없음	2020-01-22 16:31
2002	184.775	-18.875	22.81	0	이상없음	2020-01-22 16:31
2002	184.775	-18.875	22.81	0	이상없음	2020-01-22 16:31

Fig. 7. Vibration monitoring screen

Fig. 8은 안전관리를 위한 모니터링 화면으로서 충격 감지 통계를 보여주는 화면이다. 사용자가 쓰러지거나 무언가에 부딪히게 되면 충격과 진동이 발생하게 되며 임계치 이상으로 진동이 여러번 발생하거나 특정 시간 내에 충격이 여러번 감지되면 알람을 발생한다. 또한 사용자의 머리위로 무언가가 떨어지게 되는 상황도 감지가 가능하다.

시료 계측번호	vibration	Bang	위험발생여부	생성시간
PH02	3	0	이상없음	2019-01-22 14:31
PH02	52	1	발생함	2019-01-22 14:31
PH02	0	0	이상없음	2019-01-22 14:31
PH02	0	0	이상없음	2019-01-22 14:31
PH02	0	0	이상없음	2019-01-22 14:31
PH02	0	0	이상없음	2019-01-22 14:31
PH02	0	0	이상없음	2019-01-22 14:31
PH02	0	0	이상없음	2019-01-22 14:31
PH02	0	0	이상없음	2019-01-22 14:31
PH02	0	0	이상없음	2019-01-22 14:31
PH02	0	0	이상없음	2019-01-22 14:31
PH02	0	0	이상없음	2019-01-22 14:31
PH02	0	0	이상없음	2019-01-22 14:31
PH02	0	0	이상없음	2019-01-22 14:31
PH02	0	0	이상없음	2019-01-22 14:31
PH02	0	0	이상없음	2019-01-22 14:31
PH02	0	0	이상없음	2019-01-22 14:31

Fig. 8. Proposed system

Fig. 9는 안전관리를 위해 제작된 안전관리 기기의 덮개를 제거한 화면이다. 주변 기기를 연결하기 위해서 PCB보드를 제작하였으며 3D프린터를 이용하여 케이스를 제작하였다.

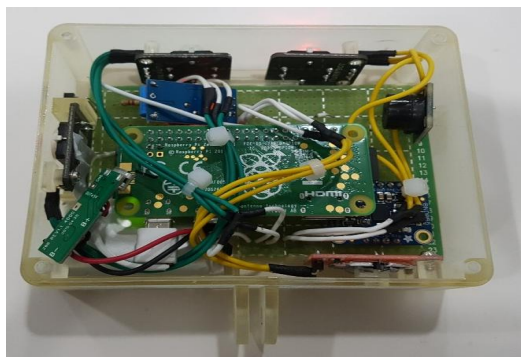


Fig. 9. Safety management device

Fig 10은 안전관리를 위해 제작된 안전관리 기기를 안전모에 부착한 화면이다. 프로토타입으로서 연구용으로 내부가 잘 보일 수 있도록 반투명 PLA를 이용하여 3D 프린터로 제작하였다.



Fig. 10. Safety helmet

5. 결론

안전보건공단의 산업재해로 인한 경제적 손실 및 사망 사고에 대한 조사 발표에 따르면 전체 사망자는 1,957명에 이르며, 이에 따른 경제적손실추정액은 22.2조에 이르고 있다. 산업재해 방지를 위해 국가적 차원에서 근로자의 안전문제를 다뤄야할 필요가 있으며, 현재 과학기술의 발전 화두가 되고 있는 4차 산업혁명의 핵심 기술인 사물인터넷을 통해 안전관리를 진행하여 산업현장 안전문제를 예방 및 추적 관리할 필요가 있다. 스마트 안전관리 시스템을 구성하는 주변 기기인 카메라, 가스감지센서, 고압감지센서, 진동모터, 소형마이크, 스마트 태그 등을 통해 사용자의 위치 및 상황을 추적하고 안전사고에 노출될 경우 경고를 보내 위험으로부터 대피할 수 있다. 하지만 현재 제안된 기술은 안전사고가 발생 후 안전을 관리하는데 중심이 되어 있으며, 내부 근로자 위주의 기능 중심으로 개발되어 있다.

본 논문에서는 스마트폰 애플리케이션, 블루투스 비콘 기기, 안전모에 부착 가능한 안전관리 기기, 현장 상황을 실시간으로 모니터링하고 안전사고를 예측 관리할 수 있는 모니터링 시스템으로 구성된 블루투스 통신을 이용한 스마트공장 안전관리 시스템을 설계 및 구현하였다. 현재 스마트공장 향후 본 연구를 통해 개발된 프로토타입을 현장에 적용하면서 실적을 통한 문제점 개선 및 기능 추가를 통해 확장 연구를 진행할 계획이다.

REFERENCES

- [1] B. J. Choi. (2019). A study on improvement of the Basic Occupational Safety and Health Training for the Construction Industry on The Occupation safety and health acts, *Korean Social Security Law Association*, 8(1), 161-191.
- [2] Korea Occupational safety & health agency. (2018). *Industrial accident statistics*. KOSHA [Online]. <http://www.kosha.or.kr>
- [3] D. S. Kim, B. J. Kim & Y. S. Shin. (2019). A Convergent Analysis of the Risk Factors of Falling Accidents in Domestic Construction Sites Using IPA Technique, *The Korean Society of Science & Art*, 37(3), 31-44. DOI : 10.17548/ksaf.2019.06.30.31
- [4] D. H. Cho, J. E. Ju & I. H. Yu. (2018). IoT Industry in Seoul: Potentials and Strategies, *The Seoul Institute*, 1-151.
- [5] S. Y. Lee. (2016). Internet of Things Trend for Smart Factory, *The Magazine of the IEEE*, 43(6), 25-30.
- [6] S. Y. Lee. (2016). The Policy and ICT Trend for Smart Factory, *The Magazine of the IEEE*, 45(6), 31-34.
- [7] E. Y. Kim & M. S. Park. (2018). A Study on the Limits of Manufacturing Innovation and Policy Direction of SMEs in the 4th Industrial Revolution : Focusing on the Limitations and Examples of Pohang SMEs Smart Factory Introduction, *Journal of Science & Technology Studies*, 18(2), 269-306.
- [8] H. J. Kang. (2017). Smart Disaster Safety Management System for Social Security, *Journal of Digital Contents Society*, 18(1), 225-229. DOI : 10.9728/dcs.2017.18.1.225
- [9] J. H. Gu, H. H. Lee, K. S. Lee & M. G. Chun. (2018). Safety Helmet Capable of Indicating the Worker's Risk Indices, *The Transaction of The Korean Institute of Electrical Engineers*, 67(2), 106-111.
- [10] H. J. Kim. (2017). Using the BeaconSensor and Smartphone Safety Management Implementation Service, *The Society of Convergence Knowledge Transactions*, 5(1), 25-31.
- [11] Apache Cordova. (2019). *Cordova Documentation*. Cordova [Online]. <https://cordova.apache.org/docs/en/latest/>
- [12] Adobe Phonegap. (2019). *PhoneGap Documentation*. Adobe [Online]. <http://docs.phonegap.com/>
- [13] Firebase. (2019). *Firebase Cloud Messaging Guide*. Google [Online]. <https://firebase.google.com/docs/cloud-messaging/?hl=ko>
- [14] Bluetooth. (2019). *Bluetooth Resources*. Bluetooth SIG [Online]. <https://www.bluetooth.com/bluetooth-resources?types=paper>
- [15] P. S. Jeong & Y. H. Cho. (2017). Smartphone User Authentication Algorithm based on Mutual Cooperation in Mobile Environment, *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, 21(7), 1393-1400.

정 필 성 (Pil-Seong Jeong)

[상위권]



- 2014년 2월 : 서울과학기술대학교 전자공학과(공학사)
- 2007년 8월 : 광운대학교 전자통신공학과(공학석사)
- 2013년 8월 : 광운대학교 전자통신공학과(공학박사)
- 2018년 3월 ~ 현재 : 명지전문대학 정보통신공학과 조교수

- 관심분야 : 사물인터넷, WSN, 임베디드 시스템
- E-Mail : ibetter.kr@gmail.com

조 양 현 (Yang-Hyun Cho)

[상위권]



- 1982년 2월 : 광운대학교 전자통신공학과(공학사)
- 1985년 2월 : 광운대학교 전자통신공학과(공학석사)
- 2012년 2월 : 광운대학교 전자통신공학과(공학박사)
- 1987년 9월 ~ 1997년 8월 : LG정보통신 전송기술개발실 과장

- 1997년 9월 ~ 현재 : 삼육대학교 컴퓨터·메카트로닉스공학부 교수
- 관심분야 : 컴퓨터네트워크, 통신망(BcN), GMPLS
- E-Mail : yhcho@syu.ac.kr