

# 4차 산업혁명을 위한 ICT 기술의 산업안전보건 적용 사례 분석

성 윤 희\*·정 기 효\*\*

\*울산대학교 안전보건전문학과·\*\*울산대학교 산업경영공학부

## A Study on the Applications of Information and Communication Technology for 4th Industrial Revolution in Safety and Health of Workers

Yun-Hui Seong\*·Kihyo Jung\*\*

\*Department of Safety and Health, University of Ulsan

\*\*School of Industrial Engineering, University of Ulsan

### Abstract

The applications of information and communication technology (ICT) into real industrial fields are getting great attentions in recent years. More and more industrial practitioners and scientific researchers are conducting studies and trying to adopt the technologies into diverse industrial fields. The purpose of this study is to review the technologies such as big data and smart sensors and to provide application cases in order to facilitate grafting the 4th industrial revolutionary technologies onto the safety and health systems. Based on the comprehensive reviews on literature, reports, and industrial cases, we found that big data technology has been used in industries for investigating work related disease. In addition, digital image technology and drone have been applied to establish safety system in construction industry. Lastly, some companies have tried to apply the technologies to build their own safety and health system.

**Keywords :** Big Data, Smart Sensor, Occupational Safety, Occupational Health, 4th Industrial Revolution

### 1. 서론

최근 4차 산업혁명과 관련된 빅데이터(big data), 인공지능(artificial intelligence, AI), 사물인터넷(Internet of Things, IoT) 등의 정보통신기술(Information and Communication Technology, ICT)이 매우 빠르게 발전하고 있다. 2016년 다보스포럼을 계기로 촉발된 4차 산업혁명 기술의 활용은 일반 국민의 생활 및 다양한 산업현장을 변화시키고 있고, 그 변화의 속도는 내연기관의 발명, 인터넷 통신 등 과거의 기술혁명보다 훨씬 빠르고 과장이 클 것으로 보인다.

다양한 기업 및 정부기관이 빅데이터, 사물인터넷 등의 4차 산업혁명 관련 기술을 생산성, 효율 또는 국민생활의 질을 향상시키기 위해 적용을 추진하고 있는 가운데([1],

[2], [3], [4]) 가장 중요한 시도 중 하나는 국민의 생명과 건강을 지키기 위한 노력이다. 2018년부터 정부에서는 산업재해, 자살, 교통사고 등 3대 분야 사고사망을 절반으로 줄이기 위한 ‘국민생명지키기 3대 프로젝트’를 중점 추진하고 있으며(2018년 대통령 신년사), 고 김용균 사고 등으로 인해 안전에 대한 국민의 관심이 고조된 상황이다. 그로 인해, 재난분야를 중심으로 4차 산업혁명 기술의 적용이 관련 정부 부처에 의해 추진되고 있으며([5], [7]), 최근에는 일부 대기업을 중심으로 사물인터넷 기술을 노동자의 안전 보호구에 접목시키기 위한 연구 및 시범 적용 등이 추진되고 있다.

그러나 우리나라는 산업재해의 비용과 발생률이 높아 ICT 기술을 근로자의 생명과 건강을 지키기 위해 활용하는 노력이 더욱 절실히 필요하다. 2018년 산업재해로 인

†본 논문은 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2019R1A2C4070310).

†Corresponding Author : Kihyo Jung, School of Industrial Engineering, University of Ulsan, 93 Daehak-ro, Nam-gu, Ulsan, MP : 010-5526-6381, E-mail: kjung@ulsan.ac.kr

Received November 15, 2019; Revision December 03, 2019; Accepted December 10, 2019

한 비용은 약 25조원으로 추정되었으며, 재해자 수는 약 10만 명으로 조사되었다. 더욱이, 산업재해는 급속하게 진행되고 있는 인구 및 노동자의 고령화를 감안하면 심각성이 더욱 심화될 수 있다. 또한, 산업재해는 고속로 노동자의 생명을 빼앗아 국가경쟁력을 저하시킬 수 있으며, 산업재해를 당한 노동자가 주로 가족의 생계를 책임지고 있는 상황을 감안하면 산업재해의 중요성과 심각성은 매우 높다.

본 연구는 4차 산업혁명과 관련된 ICT 기술에 대한 문헌 조사 및 사례 분석 연구를 실시하였다. 본 연구를 통해 조사된 4차 산업혁명을 위한 ICT 기술(예: 빅데이터, 인공지능, 사물인터넷)은 산업체의 산업재해예방에 유용하게 활용될 수 있으며, 이를 통해 산업재해예방의 효과성 및 효율성을 높일 수 있을 것으로 기대된다. 또한, 본 연구를 통해 파악된 ICT 기술을 응용한 산업안전보건 사례는 4차 산업혁명 기술의 적정한 활용 사례를 발굴하여 알림으로써 안전보건 분야의 적용 활성화를 유도할 수 있을 것으로 기대된다.

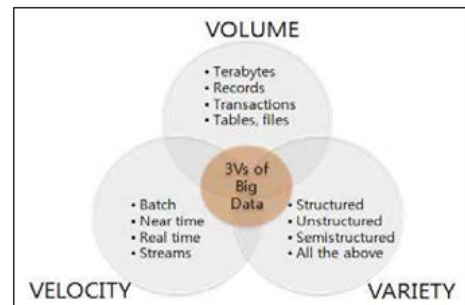
## 2. 조사 방법

본 연구의 조사는 ICT 기술을 중심으로 한 4차 산업혁명 기술에 대한 다양한 문헌 자료 검색을 통해 이루어졌다. 이와 더불어 그 기술들이 산업안전보건에 얼마나 적용되고 있는지 추진현황과 적용사례를 문헌 검색과 현장 조사를 통하여 파악하였다. 문헌 검색은 한국학술정보(Korean studies Information Service System, KISS), 대학 도서관 등을 활용하여 기존에 발표된 연구논문, 학술대회 발표집, 공공기관 보고서 등의 연구문헌에 대하여 키워드 검색으로 조사하였다. 문헌자료 검색에는 산업안전보건을 대표하는 '산업안전'과 4차 산업혁명 관련 핵심단어인 '4차산업', '빅데이터', '사물인터넷', '센서', '인공지능' 등 총 6개 키워드를 사용하였다. 키워드별 논문, 보고서 등 검색된 자료의 내용을 살펴보기 위하여 빈도분석을 실시하였다. 주요 주제 별로 적용 사례 또는 적용이 추진되고 있는 사례에 대한 내용을 확인하고 시사점을 도출하였다. 마지막으로, 현장조사는 세미나 및 전시회의 자료수집 및 전문가 면담 등을 통하여 실시하였다. 2019년 7월 안전보건공단에서 주최한 산업안전보건 강조주간 세미나 중 공단 미래대응추진단에서 진행한 '4차 산업혁명 시대의 안전보건 대응방향' 기술세미나와 2019년 10월 한국지능형사물인터넷협회에서 주관한 '사물인터넷 국제전시회 및 컨퍼런스' 등에 발표된 사례를 통해 4차 산업혁명 기술의 현장적용 추진노력에 대해 조사하였다.

## 3. 4차 산업혁명 기술 현황

### 3.1 빅데이터

ICT 기술 및 모바일 환경의 급속한 발달과 함께 소셜미디어가 점차 확대되면서 방대한 양의 데이터가 생산되고 있다. 이러한 데이터는 과거 텍스트 형태의 정형 데이터뿐만 아니라 사진, 오디오, 영상, 로그 기록 등 비정형 데이터를 포함하고 있으며, 그로 인해 기존의 데이터베이스 관리 도구로는 새로운 형태의 데이터를 처리, 저장, 분석하는 데에 한계가 있다. 빅데이터란 정형 데이터뿐만 아니라 영상, 이미지 등 비정형, 반정형 데이터를 포함하는 다양한 형태의 방대한 데이터를 의미한다([14], [15]). 많은 사람들이 일반적으로 제시하는 빅데이터의 공통적인 특징은 <Figure 1>과 같이 3V로 요약된다. 3V는 데이터의 규모(volume), 데이터 처리 속도(velocity), 데이터의 다양성(variety)을 말한다.



[Figure 1] Three components of big data([10])

상기 상술한 것과 같이 빅데이터를 처리, 분석하기 위해서는 기존의 데이터베이스 관리 도구로는 한계가 있다. 빅데이터 분석 및 활용을 위해 준비된 환경을 빅데이터 플랫폼이라고 한다. 따라서 빅데이터의 수집, 저장, 처리 등은 빅데이터 플랫폼이 있어야 가능하다.

### 3.2 사물인터넷

사물인터넷이란 일상의 사물들이 네트워크에 연결되어 데이터를 주고받을 수 있는 인터넷이며 특정기관이나 기업의 개별적/폐쇄적인 형태에서 공공의 개방된 사물인터넷서비스(everything as a service)로 진화되면서 주변 기술과 융합되어 하나의 생태계를 구성하는 것을 말한다. 모든 것이 연결되는 과정에서 생성되는 방대한 비정형 데이터(빅데이터)의 수집, 처리, 그리고 분석하는 산업도 커다란 시장을 형성하게 되었다. 이와 유사한 개념으로는 사이버물리시스템(cyber physical system, CPS)이 있다.

사이버물리시스템이란 산업시설, 제조설비 등의 물리시스템을 네트워크로 연결하고 센서, 액추에이터 등을 활용하여 관리 통제하는 개념으로 모든 사물에 태그, 센서를 부착하고 인터넷으로 연결하는 개념에서 사물 자체가 스마트 디바이스(smart device)화되는 개념으로서 사물인터넷과는 개념적으로 차이가 있다.

소량의 데이터 전송에 특화된 전송기술인 소물인터넷(internet of small things)의 활용도 산업안전보건 분야 적용에 참고할 만하다. 소물인터넷의 특징은 기간통신망이 필요하지 않으며 각국 정부에서 비면허 주파수 대역으로 남겨두고 있는 800~900MHz 대역에서 소량의 주파수를 활용하여 이동통신사와 거의 유사한 데이터 전송 서비스를 제공하는 것이라고 할 수 있다. 다만 통신 거리가 길지 않아 그 활용에는 제한성이 있다고 할 수 있다. 이미 산업계에 활발히 적용되고 있는 블루투스, RFID, 비콘, NFC 등도 넓게 보면 소물인터넷 개념을 응용한 것이며 국내 이동통신사들도 기존에 사용했던 2G와 3G 등의 네트워크를 IoT에 응용하고 있다. 예를 들면 아파트 단지의 음식물쓰레기 처리장치는 음식물 쓰레기의 부피와 무게를 센서로 측정된 뒤 2G 또는 3G 통신망으로 서버에 전송하여 처리된다.

### 3.3 스마트센서

센서란 물리적 성질의 검출 또는 측정을 위한 장치로서 첨단세라믹, 산화물 및 비산화물 세라믹 기관소재와 탄소나노튜브 등이 주요 소재로 사용되고 있다. 센서는 일반적으로 대상물질, 수용부, 전환부, 전자기관과 표시부로 구성된다. 대상물질이란 단일 또는 복합 물질로서 센서를 이용하여 존재 유무를 감지하거나 공기 중 또는 수중 농도 등을 검출하려는 물질이다. 수용부란 대상물질과 반응하여 변색, 산화, 발열 또는 에너지 변화 등의 반응을 일으키는 부분이다. 수용부에서 발생된 에너지 변화는 전환부에서 전기신호, 광신호 등 표시부에서 표시가 가능한 에너지 형태로 변환된다. 표시부에서는 광신호, 그래픽, 디지털숫자 등 측정자가 읽을 수 있는 형태로 표시를 하거나 신호를 전송하는 기능을 수행한다. 이러한 센서의 기능 수행을 위하여 일반적으로 다양한 신호를 발생하거나 연결시켜주는 전자기관이 필요하다.

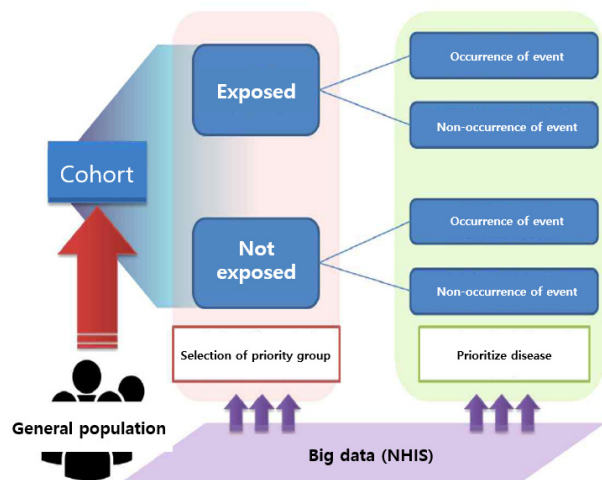
스마트센서(smart sensor)란 기존의 센서가 발전하여 지능화된 센서(intelligent sensor)로 측정대상물의 물리화학적 정보를 감지하는 일반 센서기술에 나노기술 또는 MEMS(micro electro mechanical system, MEMS)기술을 접목한 것이다. MEMS기술이란 반도체 공정을 통해 미세 전자 기계 소자를 만드는 기술이며, 스마트센서는 주로 데이터 처리, 자동보정, 자가진단, 의사결정, 통신 등의

신호처리 기능을 내장하고 있다. 최근에는 4세대 스마트 센서(system-on-chip, SoC) 기술이 도입되고 MCU(micro controller unit)가 내장되어 논리제어 및 처리, 메모리, 통신기능을 동시에 가진 차세대 센서의 활용이 활발히 논의되고 있다.

## 4. 산업안전보건 적용 사례

### 4.1 빅데이터 활용 업무상 질병예방 코호트 구축

윤진하 등([9])은 직업병의 특성을 밝히고 예방을 위하여 특정한 집단군과 대조군을 구분하여 직업코호트(cohort)를 구축하고 이 집단 간의 건강정보를 비교하였다. 직업병의 특징은 질병과 직업성 유해인자에 대한 노출의 인과관계가 있어야 하며, 노동에 종사한 인구집단과 그렇지 않은 집단 간의 발병 확률의 차이가 있는 데 있다. 이 연구에서는 동일한 직업성 유해인자에 노출되는 직업 집단과 그렇지 않은 직업집단 간의 직업특성을 연구하기 위하여 <Figure 2>와 같이 국민건강보험공단의 국민건강정보데이터를 이용하였다.



[Figure 2] Example of using Big Data in Safety and Health([11])

국민건강정보데이터는 자격 및 보험료 데이터, 진료내역 데이터, 건강검진데이터, 의료급여 데이터 및 노인장기요양 데이터로 구분되어 건강보험 및 의료급여권자 전체의 진료명세서, 진료내역, 상병내역, 처방전 내역 등 약 50여개 항목으로 구성되어 있다. 2002년(예: 47,851,928명 데이터; 남자 23,993,697명, 여자 23,858,231명)부

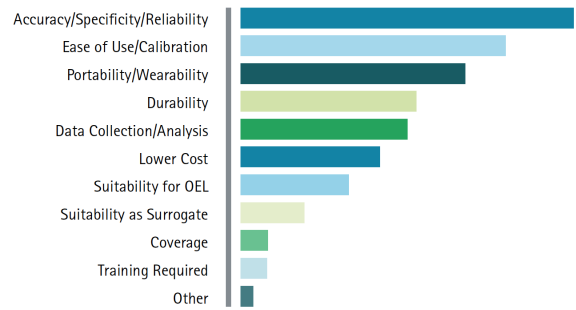
터 연구 당시까지(2015년 기준) 축적한 데이터를 연구에 사용하였다. 연구진은 이 데이터 중 분석 가능한 변수를 구분하고 직업코호트를 구축하였다. 구축된 직업코호트와 비교하기 위한 대조군으로는 직업에 따른 유해인자 노출이 가장 적을 것으로 판단되는 공립학교 교사집단을 선정하고 조사 대상군과 대조군 간의 질병현황을 분석하여 대상군의 업무상 질병 위험성을 연구하였다.

## 4.2 스마트센서를 활용한 화학물질 모니터링

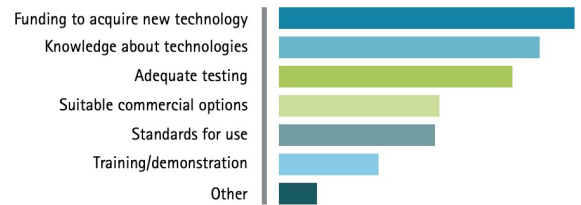
2014년 미국 산업위생협회(American Industrial Hygiene Association, AIHA)에서는 미래 산업보건분야에 영향력이 클 것으로 생각되는 기술과 트렌드를 평가하고 빠르게 발전하고 있는 센서 기술을 중요하고 가치 있는 연구 분야로 정의했다. 이를 위해 AIHA에서는 2015년 ‘센서 기술을 통한 노동자 건강보호(protecting worker health through sensor technologies)’라는 목표를 정하고 이를 위하여 센서에 관한 산업보건 전문가의 인식도 조사, 센서 기술에 대한 지식기반 확대, 이해관계자에 대하여 센서 기술의 적용 및 산업보건분야 활용에 대한 공감대 형성 등을 위하여 노력하였다.

AIHA에서는 산업보건업무 담당자, 관련학과 교수 등을 대상으로 센서 발전필요분야, 요구사항, 애로사항 등에 대하여 설문조사를 실시하였다. 총 867명이 응답했으며 이중 684건의 답변자료를 분석하였다. 본 논문은 AIHA의 조사 결과 중에서 센서를 사용한 화학물질 감지시스템 구축을 위한 주요 내용을 소개한다. 먼저 센서를 활용한 모니터링의 적용실태에 대하여 파악하였다. 설문조사 결과에 따르면, 센서를 사용한 모니터링은 화학물질(에어로졸, 폭발성/부식성 물질 등), 미세먼지, 물리적 인자(소음, 진동, 인간공학적 인자 등), 방사능, 생물학적 인자 등의 순으로 적용되어 있는 것으로 나타났다. 다음으로 센서 기술의 발전이 가장 필요한 부분에 대한 조사 결과, <Figure 3>에 나타낸 것과 같이 정확도/특이도/신뢰도, 사용 및 교정 편의성, 이동성/작용성, 내구성, 자료 수집/분석, 낮은 비용, 노출기준 측정 적합성, 대체 용이성, 보급률, 교육훈련 등의 순으로 나타났다.

향후 센서기술을 활용한 유해인자 모니터링에 대한 애로사항도 <Figure 4>와 같이 조사되었다. 먼저 현재 부족한 기술력을 보완하고 센서에 대한 인식도를 향상시키기 위한 자금지원, 센서에 대한 전반적인 지식, 인지도 향상 등이 시급한 것으로 나타났다. 마지막으로, 새로운 센서와 장비들에 대한 신뢰도 평가기술 등이 필요한 것으로 조사되었다.



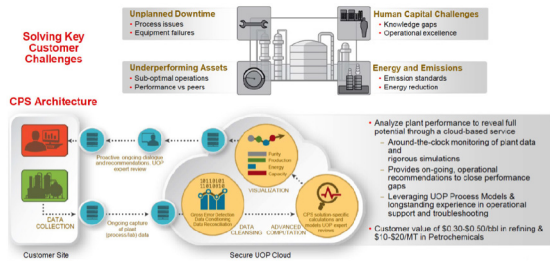
[Figure 3] Result of survey for sensor characteristics that should be improved first([12])



[Figure 4] Result of survey for barriers to adopting sensor technology ([12])

## 4.3 화학공정 가상물리시스템

가상물리시스템은 기존 공장자동화에 인공지능이 접목된 개념으로 개별 설비들이 정보를 측정하여 교환하며, 상호 독립적으로 작동하는 것을 통합한 시스템이다. 화학공장에 가상물리시스템을 적용하면 가상의 공간에 설치된 설비들에서 발생되었던 신호 및 정보를 인공지능으로 학습시킨 후 실시간으로 발생하는 설비의 정보와 비교 및 추론하여 최적화된 운전조건을 유지시킬 수 있다. 즉 컴퓨터 프로그램이 만든 디지털 환경 속에서 도출된 대안이 현실의 문제점을 해결하여 설비 가동의 최적화와 이를 통한 안전한 작업환경 구현에 활용되는 것이다. 문일 등([16])은 선진국의 여러 기업에서 출시한 가상물리시스템 제품들을 검토하여 장단점 등을 비교하였다. 시중에 출시된 제품은 미국 허니웰사의 Uniformance와 Connected performance services, 노르웨이 DNV-GL 선급의 Veracity, 미국 GE사의 Predix, 독일 Simense사의 Mindsphere 등이다. 미국 GE사의 Predix는 GE의 제조업 운영 경험을 살려 다양한 현장 데이터를 함께 제공해주는 클라우드와 분석용 소프트웨어 등이 통합된 오픈 소스 플랫폼이다. 미국 허니웰사의 Connected performance services는 화학공장에 특화 정보를 가장 많이 가지고 있는 업체 중 하나라는 특징을 살린 제품으로 분석되며, <Figure 5>와 같이 설비 고장으로 인한 공장 가동 중지시간의 증가, 다양한 설비의 상호 부조화로 인한 가동을 저하, 운영 및 보수 인력 문제, 에너지와 배출가스 문제 등을 해결하기 위해 가상물리시스템의 데이터 분석기능을 활용하였다.



[Figure 5] Overview of connected performance services([16])

#### 4.4 건설현장 스마트안전관리시스템

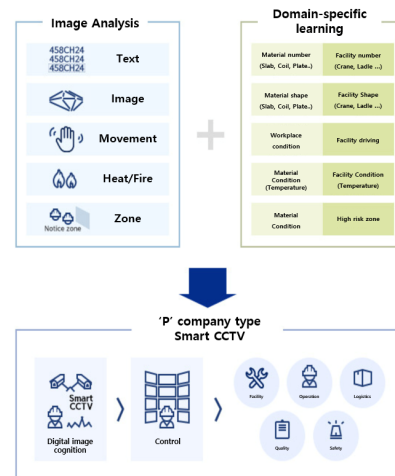
건설현장에서는 다양한 형태의 안전사고가 발생되고 있다. 건설현장 사고예방을 위하여 스마트폰을 이용해 사망재해가 주로 발생하는 굴삭기 등 건설기계의 안전관리에 활용한 사례 등이 있었으나([6]) 본 연구에서는 4차 산업혁명 기술을 보다 종합적인 안전관리에 적용한 사례에 대한 내용을 검토 및 분석하였다.

2019년 산업안전보건건강조주간 전문세미나에서 D건설은 발주처의 변화, 경쟁사의 디지털역량 강화, 타 업종의 건설시장 진출, 국가정책 및 발주형태 변화, 생산성 향상 비용절감 등에 대응하기 위해 사물인터넷을 이용한 현장 데이터 수집, 빅데이터 기반의 설계와 데이터 분석, 인공지능을 활용한 업무 최적화 및 예측/제어 등을 적용한 ‘스마트 건설현장(smart construction)’ 구축사례를 발표하였다([8]). 스마트 건설현장 구축을 위해 D건설은 1단계 사물인터넷 기반 안전관제(2015~2017), 2단계 디지털 가상현장 구축(~2020), 3단계 인공지능 기술적용(~2022)이라는 로드맵을 설정하였다. 발표 내용에 따르면 1단계 ‘IoT기반 안전관제’를 위해 데이터에 기반한 사고 예방을 위하여 저전력/저주파 통신을 활용한 IoT 안전시스템을 구축하였다. 현재 D건설의 A철도 4공구에 터널 원격안전관제 시스템을 구축하여 이를 활용하고 있다. 2단계 ‘디지털 가상현장 구축’은 인원 및 장비의 안전관리에 최우선 목적을 두고 있으며 무인비행장운용 중이다. 3단계 ‘인공지능 기술 적용’은 영상으로 현장의 위험요인을 발굴하고 이를 안전사고 예방에 치(드론)를 활용한 현장 측량, 중장비 등에 대한 안전시스템 확보가 주요 내용이다([6]). 현재 서울 B건설현장 3공구 등에 통합 관제 스마트맵을 구현하여 시범활용하는 것으로 데이터 기반 위험 분석 및 예측을 통해 건축 공사기간 단축까지 효과가 기대되고 있다.

#### 4.5 철강산업 스마트 CCTV

철강산업의 P사는 <Figure 6>과 같이 조업상황을 폐쇄회로 텔레비전(closed circuit television, CCTV)을

사용하여 모니터링 하고 있다. P사에서는 P사형 CCTV를 개발하여 스마트팩토리를 실현하고 있다. 즉, 기존 CCTV에 영상인식기술, 머신러닝 등의 스마트 기술을 접목하여 생산현장에서의 안전사고를 사전에 예방하고 있다. P사에 설치된 CCTV의 83%가 생산현장 상황을 모니터링하고 고위험작업을 관리하는데 사용되고 있었으나 기존에는 화질의 해상도가 낮고 관리자 1인당 50여개가 넘는 화면을 관리하여야 하는 상황이었다. 이에 P사에서는 CCTV를 통해 인식한 생산현장 영상에 대한 인식기술과 체철소 현장에 특화된 분석기술을 접목시킨 특화된 ICT기술을 구현하였다. P사에서는 이를 위해 영상인식 아키텍처를 설계하고 미들웨어, 규칙기반 영상인식 컴포넌트, 딥러닝 알고리즘 구현 플랫폼 등을 개발하였다. 이를 통해, 작업자의 위험한 행동을 자동으로 인식하여 경고하고(예: 고열 위험 구역에 사람이 임의로 들어가는 것) 위험한 기계기 구설비가 잘못 가동되는 상황을 <Figure 7>에 예시적으로 나타낸 것과 같이 인식하여 경고하는 등 작업환경을 보다 안전하게 관리하고 있다.



[Figure 6] Smart CCTV system of the P company([13])



[Figure 7] Applications of smart CCTV([13])

## 5. 결론

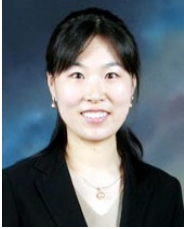
본 연구는 4차 산업혁명 기술이 안전보건에 얼마나 적용되고 있는지 그 현황과 적용사례를 종합적으로 살펴본 것이다. 빅데이터, 인공지능, 스마트센서 등 4차 산업혁명 기술에 대한 연구는 산업현장의 생산성이나 효율성을 증대시키기 위하여 적용이 추진되고 있으며 관련 학회나 세미나 등 다양한 방법을 통하여 산발적으로 전문가들에게 공유되고 있다. 본 연구는 4차 산업혁명 기술 중에서 산업 안전보건에 적용성이 높은 빅데이터, 사물인터넷, 스마트센서 등을 우선 검토되었다. 향후 안전보건시스템은 스마트센서를 통해 수집된 산업현장의 안전보건정보가 빅데이터로 처리 및 분석되고 인공지능 기술이 적용되어 안전보건의 예방에 활용되는 흐름으로 구성될 것으로 판단된다. 본 연구의 4차 산업혁명 기술의 산업안전보건 적용 사례는 문헌조사 및 관련 세미나 발표자료 등을 통하여 조사되었다. 본 논문에는 조사된 연구 결과 중에서 국민건강보험공단 빅데이터를 이용한 직업병 예방 코호트 구축, 화학물질 실시간 모니터링을 위한 스마트 센서 개발 사례 등이 주요 사례로 파악되었다. 또한, 사물인터넷 정보수집기술, 빅데이터 기반의 현장정보 분석기술, 무인비행장치 등을 활용한 건설업 안전관리시스템 구축 사례와 철강제조산업에서 디지털 이미지 인식기술, 스마트 CCTV를 이용한 자체 위험작업 모니터링 시스템이 분석되었다.

본 연구는 4차 산업혁명 관련된 정보통신 기술의 안전보건분야 적용현황에 대하여 논문, 세미나 발표자료 등을 통하여 고찰하였다. 현장 확인이나 심층조사가 이루어지지 못했기 때문에 실제 적용 성과나 효과 등은 후속 연구를 통해 객관적으로 확인하는 것이 필요하다고 사료된다. 또한, 4차 산업혁명 관련 기술은 혁신적으로 빠르게 연구 및 응용되고 있으므로 지속적인 후속 연구를 통해 관련 기술의 산업안전보건 적용 사례를 발굴하고 공유하는 것이 필요하다.

## 5. References

- [1] W. Park(2015), "Korea transportation safety authority big data application value and vision." ITS Brief, 35:1.
- [2] Y. Kim(2017), "The study on local government's disaster safety governance using big data." Journal of Digital Convergence, 15(1):61-67.
- [3] S. Lee, D. Lee(2016), "Actual Cases for Smart Fusion Industry based on Internet of Thing." Journal of the Korea Convergence Society, 7(2):1-6.
- [4] K. Nam, C. Kwak, H. Kwon, J. Kim, H. Lee, W. Oh, B. Lee(2016), "Finding Implications through Application Cases by Industrial Characteristics of IoT." Korea Society of Management Information Systems 2016 Fall Conference, 267-273.
- [5] H. Lim, S. Kim, D. Lee, J. Kim(2017), "Smart sensor based social disaster notification system." Korea Disaster Information Society 2017 Regular Conference and Special Seminar, 133-136.
- [6] J. Cho, J. Lim, Y. Ko, K. Kang(2012), "A Study On the Safety Management of construction equipment Using Smart Phone Technology (Focused on poclaim and mobile elevated work platform)." Journal of Korea Safety Management and Science, 14(2):1-9.
- [7] S. Rheem(2014), "Smart disaster management strategies utilizing big data." Crisisonomy, 10(2): 23-43.
- [8] S. Kim, J. Kim, K. Baek, D. Shin, J. Park(2019), "Preparation for the occupational safety and health in the era of 4th industrial revolution." Technical Seminar in 2019 Safety and Health Week in Korea, 55-73.
- [9] J. Yun, S. Ko, Y. An, H. Kim, M. Kang, C. Park, J. Kim, S. Im, M. Kim, J. Yuk, J. Joo, E. Kim (2017), "Research for disease incidence, prevalence and health effects of workers by retrospective cohort, based on NHIS data base." Occupational Safety and Health Research Institute(OSHRI) Report, 7-109.
- [10] P. Russom(2011), Big Data Analytics TDWI Research Fourth Quarter.
- [11] Occupational Safety and Health Research Institute (2018), Big data in safety and health.
- [12] American Industrial Hygiene Association(2016), Protecting worker health through sensor technologies.
- [13] POSCO(2018), Smart CCTV system.
- [14] J. Zhang, J. Jang, S. Kim, H. Lee, C. Lee(2013), "A study on the efficient patent search process using big data analysis tool R." Journal of Korea Safety Management and Science, 15(4):289-294.
- [15] J. Koh, H. Lee, J. Jeong, K. Kim(2012), "Correspondence strategy for big data's new customer value creation of business." Journal of Korea Safety Management and Science, 14(4): 229-238.
- [16] I. Moon(2018), "4th Industrial revolution and Smart Plant." News & Information for Chemical Engineers, 36(1):26-34.

## 저자 소개



### 성 윤 희

서강대학교 수학과, 컴퓨터과학과 학사 취득.  
현재 울산대학교 대학원 안전보건전문학과 석  
사과정 중.

관심분야 : 빅데이터, 데이터마이닝, 산업안전  
보건



### 정 기 효

포항공과대학교 산업경영공학과 박사 취득.  
현재 울산대학교 산업경영공학부 부교수 재직 중.

관심분야 : 인간공학, 산업안전보건