

IoT 기술을 활용한 밀폐공간에서의 사고 예방 연구

최유정¹ · 최훈^{2*}

Accident Prevention in Confined Space Using IoT Technology

Yoo-jung Choi¹ · Hun Choi^{2*}

¹School of Business Administration, Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea

^{2*}Department of Management Information Systems, Catholic University of Pusan, Pusan 46252, Korea

요 약

최근 다양한 분야에서 사물 인터넷 활용이 늘고 있다. 특히 갑작스럽게 발생하는 재난재해 분야에서는 지속적 감시가 가능한 사물 인터넷의 역할이 매우 커지고 있으며, 이로 인해 사람들의 삶의 질 또한 크게 향상되고 있다. 따라서 본 연구에서는 밀폐공간의 특성과 환경적 위험성에 대해 살펴보고, 현재 상용화되고 있는 사물 인터넷 기술에 대한 검토가 이루어질 것이다. 밀폐공간에서의 사고는 다른 장소에 비해 매우 높게 나타나며, 사고를 예측하기 매우 어렵다. 이에 최근에는 사물인터넷을 활용한 밀폐공간에서의 사고를 예방하려는 다양한 시도가 나타나고 있다. 특히, 밀폐공간에서 발생할 수 있는 다양한 가스를 센서를 활용하여 탐지하고 이를 실시간으로 근로자에게 전송함으로써 사전에 위험을 감지하여 위험을 최소화할 수 있도록 하고 있다. 본 연구에서는 밀폐공간에서의 사고 예방을 위한 사물인터넷을 활용 사례를 살펴보고 이를 통해 사물인터넷을 활용한 효율적인 재난재해 예방 방안을 제시한다.

ABSTRACT

Recently, Internet use is increasing in various fields. Especially in the sudden disaster area, the role of Internet of things that can continuously monitor is getting bigger. In this study, the characteristics of the confined space and the environmental hazards are examined, and the Internet of the object which is being commercialized will be reviewed. Accidents in confined spaces are very high compared to other places, and it is very difficult to predict accidents. Recently, various attempts have been made to prevent accidents in confined spaces using the Internet of things. Especially, it detects the various gases that can occur in the closed space using sensors and sends them to the workers in real time, so that the risk can be detected in advance to minimize the risk. In this paper, we propose an effective disaster prevention plan using the Internet of things through the case study of the Internet for the prevention of accidents in a confined space.

키워드 : 사물인터넷, 밀폐공간, 사고예방, 유해가스

Key word : IoT(Internet of Things), Confined Space, Accident Prevention, harmful gas

Received 7 May 2018, Revised 23 May 2018, Accepted 10 June 2018

* Corresponding Author Hun Choi(E-mail:chlgn@cup.ac.kr, Tel:+82-51-510-0892)

Department of Management Information Systems, Catholic University of Pusan, Pusan 46252, Korea

Open Access <http://doi.org/10.6109/jkiice.2018.22.9.1159>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

I. 서 론

사물 인터넷의 대중적인 보급으로 인해 다양한 분야에서 널리 사용되고 있다. 최근 들어, 기존의 가전제품 위주의 사용분야를 벗어나 노인케어, 재난 재해 분야에 까지 사물인터넷을 이용한 서비스가 제공되고 있는 실정이다. 이러한 사물인터넷의 사용으로 인해 사람들의 삶의 질은 크게 향상되었다. 특히, 재난재해 분야에서 사물인터넷의 역할은 매우 중요하게 대두되고 있다. 재난 재해는 특정 기간에 발생하는 것이 아니라 갑작스럽게 발생하는 재해현상이다. 따라서 지속적이고 연속적인 감시 기능을 통해 사고 예방이 이루어질 수 있다. 하지만, 현실적으로 사람들이 항상 감시를 할 수 없기 때문에 사물인터넷을 통해 지속적이고 지속적인 감시활동이 가능하게 된다. 최근 들어, 재난 재해 분야 중 건설 및 공장 운영 등 사람들 활동으로 인한 재난 재해는 자연 재난 재해에 비해 더 큰 인명피해가 나타나게 된다. 특히, 밀폐공간은 다른 재난 재해에 비해 치명적인 사고로 이어지게 된다. 정부는 밀폐공간에서의 사고 예방을 위해 매년 지속적으로 노력하고 있으나 밀폐공간에서의 산소결핍 및 유해가스 재해자가 발생하고 있는 실정이다. 최근 5년간(2012년~2016년) 밀폐공간에서의 사고를 살펴보면 밀폐공간에서의 질식재해는 189명이 발생하였으며 이 중 50%가 치명적인 사망사고로 이어지고 있다. 이는 일반 재난재해 사망률인 1.3%에 비해 매우 높은 수치이다. 이는 기존의 밀폐공간 사고 노력에서 벗어나 새로운 기술을 활용한 밀폐공간에서의 사고 예방이 절실히 필요하다는 의미를 갖는다.

밀폐공간은 다른 공간과는 달리 환기가 불충분한 상태에서 산소결핍(산소농도 18%미만인 상태)이나 유해가스(탄산가스, 일산화탄소, 황화수소 등)로 인한 건강상의 문제가 야기되거나 화재 폭발의 위험이 있는 장소를 의미한다[1]. 이러한 밀폐공간에서는 취약한 환경으로 인해 사람들이 항시적으로 위험 요소를 인지 파악할 수 있는 환경이 되지 않기 때문에 직접 측정이 아닌 첨단 기술을 활용한 상시적인 감시가 이루어져야 한다. 기존의 밀폐공간에서의 첨단기술 활용은 주로 태블릿PC, PDA 등과 같은 휴대정보 단말기 등을 통해 감시가 이루어졌다. 즉, 밀폐공간 작업자들이 휴대용 단말기를 휴대하면서 실시간으로 작업과 감시가 이루어지는 형태이다. 이는 밀폐공간에서의 위험에 대한 즉각적인 대응에

한계가 있기 때문에 작업 전 밀폐공간에 대한 감시, 작업 중의 실시간 감시 등이 동시에 이루어져야 할 것이다. 최근 들어 정부가 발표한 “국민행복형 4대 융합 신산업 정책”, “빅데이터 활용 재난 대비 시스템”, “초연결 디지털 혁명의 선도국가 실현을 위한 사물 인터넷 기본계획”과 연계될 수 있는 밀폐공간에서의 재난 재해 예방 서비스가 필요한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 기존의 밀폐공간에 대한 특성 및 밀폐공간에서 발생할 수 있는 유해가스에 대한 환경적 특성에 대해 살펴보고자 한다. 또한, 상용화된 사물 인터넷 서비스의 기존 기술에 대해 살펴보고자 한다. 마지막으로 현재 밀폐공간에서 상용화 하고 있는 서비스에 대한 사례 연구를 살펴보고자 한다. 이를 통해 밀폐공간에서의 효율적 사물인터넷 활용방안을 제시하고자 한다.

II. 이론적 배경

2.1. 밀폐공간

밀폐공간은 위에서 언급한 바와 같이 환기가 불충분한 상태에서 산소결핍이나 유해가스로 인한 건강장애 및 화재 폭발 등의 위험이 있는 장소를 의미하며, 근로자가 상시 거주하지 않는 장소도 포함하게 된다. 밀폐공간에서의 산소 결핍 및 유해가스 발생 원인을 살펴보면 크게 저장용 탱크 소재의 물질산화, 질소, 아르곤 등 불활성 가스 및 이산화탄소 등의 이용, 미생물 증식, 유기물 부패 등 미생물호흡, 유해가스 배관이 연결되어 있는 공간에서의 가스 누출 등으로 볼 수 있다. 대표적인 밀폐공간 장소로서 선박 내부, 음식물 저장 호퍼, 오수 처리장 정화조, 하수처리장 침전지, 분뇨 처리장, 콘크리트 양생장소, 상하수도 맨홀 등이 있다.

밀폐공간에서의 건강 위험 인자는 크게 산소결핍, 일산화탄소, 황화수소, 기타 유해가스로 나누어 볼 수 있다. 산소결핍의 경우 산소농도가 16%이하가 되면 인체의 각 조직에 산소가 부족하게 되어 맥박과 호흡이 빨라지게 되며 10%이하가 되면 의식상실, 경련, 맥박수가 감소하여 사망에 이르게 된다. 일산화탄소(CO₂)의 경우 8시간 작업시 노출기준은 30ppm으로 200ppm일 경우 가벼운 두통과 불쾌감을 시작으로 2,000ppm 이상이 되면 의식불명 및 사망에 이르게 된다. 황화수소(H₂S)

의 경우 8시간 작업시 노출기준은 10ppm 으로 50ppm일 경우 가벼운 자극을 시작으로 500ppm 이상이 되면 의식불명 및 사망에 이르게 된다. 그 이외에 아르곤(Ar), 메탄(CH₄), 질소가스(N₂), 이산화질소(NO₂), 이산화황(SO₂), 염소(Cl₂) 등이 있다. 실제 2006년부터 2015년까지 10년간 질식재해자는 205명이었으며, 이중 127명이 사망하여 질식으로 인한 사망 비율은 62%로 매우 높게 나타났다[1]. 표 1은 밀폐공간에서 나타날 수 있는 위험가스 종류 및 특징을 제시한 것이다.

Table. 1 Characteristic of harmful gas in confined space

Harmful Gas	Health Impact	Exposure Time
Argon (Ar)	Oxygen Substitution Can be stored on the floor	Colorless, Odorless
Carbon Dioxide (CO ₂)	Oxygen Substitution Can be stored on the floor Toxic	Colorless, Odorless
Gasoline steam	Oxygen Substitution Can be stored on the floor	Colorless, Sweet smell
Chlorine (Cl ₂)	Toxic-lung and eye stimulation Can be stored on the floor	Greenish yellow, Stinking smell
Methane (CH ₄)	Fire and Explosion Able to accumulate on top	Colorless, Odorless (No sign)
Nitrogen Gas (N ₂)	Oxygen Substitution	Colorless, Odorless (No sign)
Nitrogen Dioxide (NO ₂)	Toxic-lung and eye stimulation Can be stored on the floor	Maroon, Stinking smell
Sulfur Dioxide (SO ₂)	Toxic-Severe irritation to the lungs Can be stored on the floor	Colorless, Rancidity

2.2. 사물인터넷

사물인터넷(IoT: Internet of Things)은 사람, 사물, 데이터 등이 모두 인터넷으로 연결되어, 정보가 생성·수집·공유·활용되는 기술 및 서비스를 통칭하는 개념으로 정의된다[2, 3]. IoT는 헬스케어, 홈케어, 자동차, 교통, 건설, 농업, 환경, 안전, 보안 등 매우 다양한 분야에서 활용되고 있으며, 이들 개별 산업들이 융합하여 새로운 가치 및 시장을 창출하고 있다. 실제 생활 영역에 다양하게 적용됨으로써 경제적 가치 증가 뿐만 아니라 편의

성 및 효율성 증대 등이 나타날 것으로 전문가들은 예견하고 있다. 가트너 연구에 따르면 IoT를 활용한 사물의 개수는 2020년에는 260억 개에 달할 것으로 전망된다[4].

사물인터넷의 핵심 기술은 디바이스, 네트워크, 플랫폼, 보안, 서비스 응용분야의 다섯 가지 영역으로 구분할 수 있으며, 영역별로 현재 발전 상황은 다음과 같다. 첫째, 디바이스는 기존의 단순 정보 수집 기능에서 발전하여, 현재는 다양한 네트워크 융합 서비스까지 제공할 수 있는 개방형 단말 기술로 변화하고 있다. 디바이스의 가장 핵심적인 기술은 센싱으로 원격 감지, 위치, 모션, 레이더 등을 통해 주위 환경으로 많은 정보를 얻을 수 있게 되는데 최근에는 기존의 독립적인 센서가 아닌 다분야 센서기술을 활용하게 됨으로써 보다 고차원적이며 지능적인 정보를 추출할 수 있다. 둘째, 네트워크 분야에서는 4G, LTE, 위성 등의 기존의 다양한 유무선 네트워크를 이용하여 데이터를 전송할 수 있으며, Bluetooth 나 NFC, RFID 등을 통해 개별적으로 전달할 수 있다. 현재 트래픽이 급증할 것에 대비하여 다양한 네트워크를 통해 많은 트래픽을 유연하게 처리할 수 있는 기술이 개발되고 있으며, 저전력, 장거리 통신이 가능한 기술개발을 통해 수많은 디바이스를 효과적으로 연결할 수 있도록 하고 있다. 셋째, 플랫폼은 사물 인터넷을 통해 데이터의 처리, 변환, 저장과 같은 특정 기능을 수행하는 사물들간의 연동을 담당하는 것으로서, 전세계 IoT 단말기로부터 정보 수집 및 공유를 원활하게 지원하기 위해 글로벌 의미검색 및 등록을 지원하기 위한 표준 플랫폼 구조를 갖춘 개방형 의미기반 플랫폼으로 변화하는 추세이다. 넷째, 보안 영역은 다양한 네트워크 환경에서 수집 및 공유되는 정보들을 안전하게 활용할 수 있도록 하며, 장치의 신뢰성을 보장하여 정보 유출을 방지하는 보안기술이 개발되고 있다. 특히 빅데이터를 수집하고 분석하는 과정에서는 사적인 정보가 포함될 수 있으므로 사생활 침해 및 해킹 문제가 발생하지 않도록 보안기술은 더욱 강화되어야 한다. 마지막으로, 서비스 응용분야는 개방형 생태계로 변화하여 스마트폰 등을 이용하여 누구든지 어플리케이션을 개발 및 활용할 수 있는 환경이 구축되고 있고, 다양한 정보서비스를 조합하여 사용자의 과업과 요구사항을 효율적으로 지원할 수 있으며, 이러한 서비스를 실시간으로 제공하는 형태로 발전하고 있다.

안전분야는 범세계적으로 가장 중요한 이슈 중의 하나이며, 최근에는 자연재해 등의 재난 및 재해의 대형화, 세계화로 인해 조기에 위험을 인지하고, 피해를 최소화하기 위해 IoT기술을 적용하고자 한다. 최근 들어 IoT를 활용한 재해 및 재난 대응 및 예방에 대한 관심이 증가하고 있으며, 따라서 이와 관련된 연구 또한 활발히 진행되고 있다. Hwang 등[5]은 돌발 상황을 4가지 관점(자원, 현장과 피해, 인력, 기타)으로 구분하여, 각 상황에서의 관리 체계를 IoT 기술을 적용하여 제안하였다. 또한 Lee and Huh[6]는 지진 발생에 대응하여 피해 정도를 줄이기 위해 IoT 기반의 센서 네트워크를 구축하여 지진 발생 가능 지역의 실시간 모니터링이 가능하도록 하였다. 추가적으로 다양한 유형의 빅데이터를 분석하여 지진에 대한 대비를 효율적으로 할 수 있는 방안을 마련하였다.

우리 정부에서도 2014-2017년에 진행된 ‘재난대응 과학기술분야 역활강화 3개년 실천전략’의 주요 추진 과제로서 IoT를 활용한 재난 감시 기술의 개발을 제시함으로써, 국내의 IoT를 이용한 재난예방 활동의 관심이 높다는 것을 알 수 있다. 주요 대안으로는 재난 감시를 위한 이상 징후를 실시간으로 감지할 수 있는 IoT 센서를 개발하고, 여러 환경 및 플랫폼 간 연동을 위해 융복합 재난안전 통합관리 IoT 플랫폼 기술을 개발하는 것이다. 또한 부산교통공사의 경우 2016년부터 2017년까지 2호선 5개 역사와 전동차량 4대에 IoT를 AI 기술과 접목시켜 재난안전 비상대피시스템을 도입하였다 [7].

해의 사례를 살펴보면, 미국의 경우에는 캘리포니아 지역에 300여개의 센서 네트워크를 구축하여 지진 예측을 위해 활용하고 있으며, 솔트레이크 시티는 산불 예방을 위해 IoT 기술을 활용하고 있다. 광활한 지역, 인적이 드문 지역일수록 화재의 위치와 규모를 파악하는 것은 무엇보다 중요하며, 이를 위해 IoT 기술을 적용하여 국가적인 대형 재난을 방지하고 있는 것이다.

2.3. 사물인터넷 통신기술

사물인터넷은 센서 기반으로 이루어져 있으며 사물인터넷에서 핵심은 사물과 사물간의 연결을 위한 통신이라 할 수 있다. 사물인터넷을 위한 통신기술은 사람의 직접적 간섭없이 기기간에 필요한 정보를 자율적으로 공유할 수 있는 기술로서 단말기와 단말기간, 단말기와

서버, 단말기와 네트워크 등 다양한 환경에서 나타나고 있다. 사물인터넷에서의 네트워킹 기술은 WPAN, 와이 파이, 블루투스, BcN 등 다양한 기술이 활용되고 있으며 특히, 사물인터넷의 통신은 전력소모가 적은 것이 특징으로 근거리 통신 프로토콜을 통해 네트워크를 구성하는 것이 특징이다. 주로 사용되는 통신 프로토콜로 BLE(bluetooth low energy), Wifi, 저전력장거리통신(LPWA) 등이 대표적이다. BLE는 웨어러블 디바이스 및 비콘 서비스 등에 이용되고 있으며 전통적 블루투스보다 전력소비가 매우 현저하게 낮으며 보안이 강화된 형태이다. Wifi는 AP와 단말기간의 정보를 주고 받을 수 있는 통신규격을 의미하며 AP신호가 접속되는 공간 내에서 데이터 송수신이 가능하다. LPWA는 기존의 이동통신 네트워크를 이용하는 것이 아니라 비번허 주파수 대역을 활용하여 독자적인 저전력 사물인터넷 통신망을 구축하는 것이 특징이다. 또한, 사물 인터넷 통신을 위한 인프라는 크게 저전력 네트워킹, 센서 기반 데이터 관리기술, 새로운 전력공급 및 저장기술이 필요하게 된다.

III. 사물인터넷을 활용한 밀폐공간 사고 관리

3.1. 사물인터넷을 활용한 밀폐공간 사고 관리 현황

최근 들어 사물인터넷을 활용하여 재난 사고 예방에 많이 사용되고 있는 실정이다. 밀폐공간에서도 마찬가지로 사고 예방을 위해 다양한 형태로 서비스가 운영 중에 있다. 본 절에서는 현재 밀폐공간에서 사고예방을 위해 서비스되고 있는 사례를 중심으로 살펴보고자 한다.

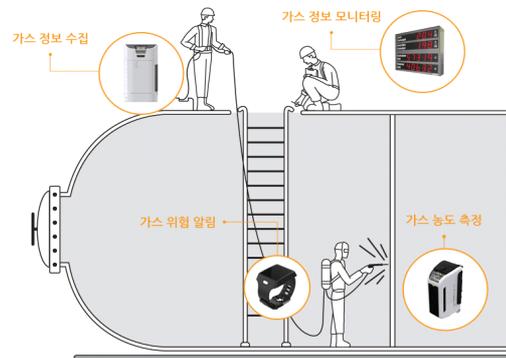


Fig. 1 Gas safety management using smart band

그림 1은 밀폐공간에서의 사고예방을 위해 스마트밴드를 이용한 가스안전관리가 이루어진 형태이다[8]. 이는 질소 가스 및 아르곤 가스 등으로 인한 산소결핍을 예방할 수 있는 시스템으로서 산소, 일산화탄소, 메탄, 황화수소 등 위험가스의 농도를 측정할 수 있는 무선복합 센서를 가스농도 측정기에 부착하여 작업자가 현장에서 실시간으로 위험가스를 파악할 수 있다. 측정된 위험가스의 농도는 작업자가 착용한 스마트밴드에 음성과 진동으로 전달되며 위험 농도에 도달시 작업자들이 빠르게 가스위험으로부터 대피할 수 있게 해 주고 있다. 또한, 가스정보수집기는 가스위험 발생시 밀폐공간 밖에서 작업하는 관리자 및 작업자들에게 가스위험을 알려 신속하게 환기 및 대피가 가능하게 하며 각 센서들에게 측정된 가스위험 정보를 수집하여 통신을 통해 서버로 전달하게 된다. 이는 위험가스를 실시간으로 모니터링을 통해 작업자들에게 쉽게 위험도를 파악할 수 있는 장점을 지니고 있다.

그림 2는 LoRa 망을 활용한 밀폐공간 유독가스 및 산소농도 모니터링 솔루션으로 지하공간에 존재하는 맨홀내 유해가스를 측정하는 서비스를 표현한 것이다[9]. 기존의 맨홀 작업에서는 관리 하청을 받은 작업자들이 직접 맨홀로 들어가서 슬러지를 제거하는 작업이 이루어졌다. 맨홀로 들어가기 전 유해가스를 측정하고 난 후 작업이 이루어지고 있으나 슬러지 작업시 발생하는 갑작스런 유해가스 증가로 인해 심각한 질식사고 위험에 노출되고 있는 실정이다. 따라서 해당 서비스는 밀폐공간에서 산소농도와 유해가스 농도를 실시간으로 모니터링할 수 있도록 하여 산소, 일산화탄소, 황화수소, 이산화탄소 등을 측정할 수 있는 센서를 활용하여 맨홀에 부착시키고 이를 통해 실시간 지속적으로 유해가스를 모니터링하고 있다. 수집된 유해가스 데이터들은 사물인터넷 망인 LoRa망을 통해 기지국으로 전송되며 사물인터넷 플랫폼을 통해 감지된 데이터들은 데이터 웨어하우스로 전송되게 되며 전송된 데이터를 관리자들이 손쉽게 파악할 수 있도록 모니터를 통해 유독가스와 산소농도 상태를 표시하고 있다.



Fig. 2 Monitoring of harmful gas using LoRa network

3.2. 사물인터넷을 활용한 밀폐공간에서의 향후 과제 제언

앞서 살펴본 바와 같이 현재 국가 및 기업의 안전 정책의 일환으로 IoT를 활용한 밀폐공간에서의 안전관리가 이루어지고 있다. 특히 여러 밀폐공간 작업장에서 IoT 센서를 이용하여 데이터를 측정하여 관리하고 있다. 하지만 이러한 센서는 어떤 위치에 장착하느냐에 따라 측정 결과가 달라질 수 있기 때문에, 센서의 최적 위치에 대한 충분한 연구가 필요하며 이로 인해 보다 신뢰성 높은 측정 데이터를 확보할 수 있을 것이다[10]. 현재 사용되고 있는 측정 센서는 몇몇 유해가스의 측정에 국한되는 경우들이 많다. 밀폐공간에는 수많은 유해가스가 있으며, 또한 작업장 환경, 작업 장비 및 도구, 사용되는 유해물질의 변화 등으로 인해 새로운 유해가스가 생성될 수 있다. 따라서 이를 보완하기 위해 센서 모듈의 크기를 더욱 소형화하고 저전력 운영이 가능하도록 구현하여 향후 더욱 다양한 유해가스를 측정할 수 있도록 센서의 개수를 대폭 증가시킬 필요가 있다[11]. 또한 현재 활용되고 있는 시제품들은 소규모 테스트베드 환경에서 진행되는 경우들이 있다[12]. 밀폐공간 작업별 테스트베드를 구축하여 현장 적용성을 검토하는 과정이 반드시 선행되어야 할 것이다. 이로 인해 특정 형태의 장치 및 특정 환경에 국한되어 적용되는 문제를 개선하고, 다양한 환경에서의 활용이 가능할 것이다.

IV. 결 론

최근 밀폐공간에서의 화재 폭발 및 인명 사고가 증가

하고 있으며, 이를 대비하기 위해 항시 위험 상황을 감시할 수 있는 시스템이 구축이 필요하다. 사물인터넷의 개발 및 활성화로 인해 밀폐공간에서의 사고 피해를 감소시킬 수 있다.

본 연구에서는 밀폐공간의 위험성과 사고 발생 원인을 살펴보고, 밀폐공간의 재난재해 사건 발생 비율을 줄이고 이로 인한 인명 피해를 줄이기 위한 대응 방안을 살펴보았다. 현재 가장 큰 효과를 얻을 수 있는 기술이 사물인터넷을 이용한 관리이다. 센서가 더욱 소형화되고 저전력으로 운영될 수 있는 기술이 개발되고 있는 상황이기 때문에 앞으로는 다양한 유해가스를 측정하는 센서와 실시간 모니터링 및 빅데이터 분석까지 어우러질 수 있는 환경이 구축될 것으로 기대된다. 이를 통해 밀폐공간에서의 사고 발생을 방지하고, 사고 발생 시 생기는 피해를 최소화할 수 있을 것으로 기대된다. 본 연구 결과를 통해 IoT 기술을 활용한 밀폐공간의 재해 관리를 통해 작업자가 실내의 유해환경을 인지하지 못하고 장시간 노출되는 상황을 조기에 차단함으로써 안전 사고에 대응할 수 있으며, 궁극적으로는 작업자의 삶의 질이 향상되는 결과에 기여할 수 있다.

REFERENCES

[1] B. H. Kwon, "A Study on Asphyxiation Accidents occurred in the confined space, and their Prevention," *Journal of Korea Safety Management and Science*, vol. 18, no. 3, pp. 47-54, Sep. 2016.

[2] P.S. Jeong, and Y.H. Cho, "Fall Detection System based Internet of Things," *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol.19, no. 11, pp.2546-2553, Nov. 2015.

[3] J. T. Kim, "Security and Privacy Issues in Internet of Things," *Asia-pacific Journal of Multimedia Services Convergent with Art, Humanities, and Sociology*, vol.6, no.11, pp. 559-566, Nov. 2016.

[4] Gartner Inc, "Gartner Says the Internet of Things Installed Base Will Grow to 26 Billion Units By 2020", Stanford, Conn., December 12, 2013.

[5] G. S. Hwang, S. M. Han, S. Y. Choe, C. H. Hwang, J. W. Park, and H. J. Yun, "Development of the Response System for Disaster Recovery Action Plan Using Internet of Things," *Journal of Korean Society of Hazard Mitigation*,

vol. 16, no. 2, pp. 315-323, Apr. 2016.

[6] J. S. Lee, and E. N. Huh, "An Analytics Platform for Earthquake Prediction Using IoT and Disaster Data, Dept. Computer Science and Engineering," in *Proceedings of Symposium of the Korean Institute of communications and Information Sciences*, pp. 1101-1102, 2016.

[7] D. O. Kim, "IoT and AI convergence Smart Life Safety Management System," *Railway Journal*, vol. 21, no. 1, pp. 64-71, Feb. 2018.

[8] Maeil economy times. Confined space suffocating accidents' Developed Lime Eye 'oneuron solution [Internet]. Available: http://mbnmoney.mbn.co.kr/news/view?news_no=MM1002562391.

[9] Neospring. Poisonous gas and oxygen concentration monitoring solution using LoRa: IoT to Prevent Choking Accidents and Industrial Accidents [Internet]. Available: <https://neospring.kr/contest/18/funding/248>.

[10] J. W. Park, D. S. Kim, and N. K. Joo, "Indoor Environment Monitoring and Controlling System design and implementation based on Internet of Things," *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 20, no. 2, pp. 367-374, Feb. 2016.

[11] C. S. Oh, M. S. Seo, J. H. Lee, S. H. Kim, Y. D. Kim, and H. J. Park, "Indoor Air Quality Monitoring Systems in the IoT Environment," *The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences*, vol. 40, no. 5, pp. 886-891, May 2015.

[12] S. H. Lee, J. Y. Kim, and S. Y. Kim, "Implementation of Indoor Environment Monitoring and Automatic Control System based on Internet of Things," *Journal of the Korea Industrial Information Systems Research*, vol. 21, no. 6, pp. 71-80, Dec. 2016.



최유정(Yoo-jung Choi)

경북대학교 경영학부 BK21 계약교수
 ※관심분야: IoT, 모바일 결제, 시스템 품질, 신뢰, SCM, 경영정보시스템



최훈(Hun Choi)

부산가톨릭대학교 경영정보학과 교수
 ※관심분야: IoT, 모바일 결제시스템, 기능성게임, 신뢰회복, 고객 만족