

고위험 직업군의 안전을 위한 IoT/ICT융합 스마트 안전관리 시스템에 관한 연구

A Study on IoT/ICT Convergence Smart Safety Management System for Safety of High Risk Workers

김승용¹ · 황인철^{2*} · 김동식³ · 문병무⁴ · 오세용⁵

Seungyong Kim¹, Incheol Hwang^{2*}, Dongsik Kim³, Byungmoo Moon⁴, Seyong Oh⁵

¹Professor, Department of Management Information System, Korea National University of Transportation, Chungbuk, Republic of Korea

²Director, Secuware Co., Ltd., Chungcheongbuk-do, Republic of Korea

³Director, KCC Corporation, Seocho-gu, Republic of Korea

⁴Vice President, Kook Jae Industry Corporation, Suwon, Republic of Korea

⁵Principal Research Engineer, Leetek Co., Ltd., Bucheon-si, Gyeonggi-do, Republic of Korea

*Corresponding author: Incheol Hwang, ichwang@secuware.co.kr

ABSTRACT

Purpose: This study aims at developing and implementing Smart Safety Management System based on IoT/ICT Convergence for safety of high-risk groups working at disaster or industrial field. Its functions are as follows. **Method:** We will develop three devices for keeping the safety of high-risk jobs: Sensor of inactivity, Lora based Refitting technology for communication between high-risk workers, and Lora Gateway for monitoring entire situations. Then we will test three devices in respect of their functions, and propose their applicabilities in the field. **Results:** The system can send and receive safety tags and danger signals by which sensor technology can detect dangerous state of workers. And its command terminal was developed by low-power wireless communication technology and LoRa Gateway, which can fulfill the lifting functions between safety tags. And, furthermore, the command terminal can monitor dangerous situations of disaster sites in real time and can perform the preemptive rescues. **Conclusion:** This study proves the functional efficacy of Smart Safety Management System for worker safety in various high-risk occupational groups, and also suggests ways to secure worker safety in disaster area and various high risk industrial sites.

Keywords: IoT, High Risk, Low-Power Wireless Communication, Long Range, Real-time Monitoring

요약

연구목적: 본 연구에서는 재난현장 또는 산업현장에 투입되는 고위험 직업군의 안전을 위하여 IoT/ICT 융합기반의 스마트 안전관리 시스템을 연구하고 이의 성능을 분석·제시하였다. **연구방법:** 연구에서 제시된 고위험 직업군의 안전을 위해 부동상태 감지센서, 각 대원간에 통신을 위한 LoRa기반의 리피팅 기술, 전체를 모니터링할 수 있는 LoRa Gateway를 개발하여 기능을 테스트하여 현장적용을 위한 기반을 제시하였다. **연구결과:** 고위험 직업군에 작업현장에서 작업자의 위험 상태를 감지하고 전파할 수 있는 다양한 요소를 파악하고 이에 대한 연구가 진행되었다. 작업자의 부동과 같은 위험상태를 감지하는 센서기술, LoRa 통신 기반의 리피팅 기술, 위험 상황을 실시간으로 모니터링 할 수 있는 LoRa Gateway를 분석하여 그 연구결과를 제시하였다. 특히 통신 음영지역의 최소화를 위한 단말간 리피팅기술을 연구하여 통신 불통 문제를 감소시켰다. **연구결론:** 본 연구를 통해 다양한 고위험 직업군의 작업자 안전을 위한 스마트 안전관리 시스템의 중요한 기능적 요소를 고찰하고 그 효용성을 검증하였다.

핵심용어: 사물인터넷, 고위험 직업군, 저전력 무선통신, LoRa, 실시간 모니터링

Received | 20 November, 2018

Revised | 21 November, 2018

Accepted | 21 January, 2019

 OPEN ACCESS



This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted noncommercial use, distribution, and reproduction in anymedium, provided the original work is properly cited.

© Society of Disaster Information All rights reserved.

서론

최근 재난의 대형화 양상이 뚜렷하며, 발생빈도 또한 증가하고 있다. 이러한 재난현장의 화재진압, 구조 등을 수행하는 소방공무원의 순직 또는 공상자 수가 증가하고 있어 재난현장에 투입된 인력의 안전이 무엇보다 중요하다. 산업현장의 재해 또한 그 발생빈도나 형태가 다양화, 대형화 되고 있어 현장에 투입되는 작업자의 안전 확보가 중요해지고 있다(Kim et al., 2016). 건설산업을 비롯한 많은 위험요소가 내재된 산업에서 55세 이상 장년층은 96만명으로 2013년도 대비하여 33% 증가하였고 그에 따라 재해발생 건수도 매년 기록을 갱신하고 있다(EAPS, Statistics Korea, 2018). 통계청 2017년 산재통계에 따르면 50세 이상의 재해자 비율은 전체 작업자 재해자 중 57.5%를 차지하며 사망자 비율 또한 70.6%로 재해빈도가 높으며 사망자수는 전년 대비하여 105.6% 증가하였다(Statistic Korea, 2017).

소방의 경우 최근 5년간 화재진압, 구조, 구급, 교육훈련 등의 활동에서 공상자 2,024명 순직 16명이 발생하였으며 매년 증가추세를 보이고 있다(e-National Index, Statistics Korea, 2018). 현재 화재진압 등 소방관의 안전을 위해 ‘인명구조경보기’를 착용하고 현장 활동을 하도록 하고 있으나 재난 현장의 환경 다양성으로 인해 인명구조경보기의 소리에 의존하는 것은 작업자의 안전을 확보하기에 매우 제한적인 방법이다. 특히, 재난현장의 붕괴위험 등 외부에서 감지할 수 있는 위험을 내부 작업자에게 전달하고자 할 경우 작업환경의 열악성으로 인해 통신이 매우 불안정하여 내부 전파에 어려움이 많다. 따라서, 재난현장 또는 작업현장에서 소방대원 및 작업자의 안전을 원격지에서 모니터링하고 전파하는 시스템이 요구되며, 시스템을 통해 투입인력의 위험상황에 대한 실시간 확인으로 적극적이고 안전한 구조 활동이 가능할 것이다.

본 논문에서는 재난현장에서 투입인력의 안전 확보 방안으로 저전력 저비용 사물인터넷 기술인 LoRa (Long Range) 기반으로 대원간의 연결방법인 리피팅 기술과 LoRa Gateway를 연구하고 전달된 각종 상황을 원격지에서 실시간으로 모니터링 할 수 있는 단말기 등을 연구하여 이를 상용화할 방법을 제시하고, 통합적 의사결정을 위한 정보시스템을 구현하여 전체 시스템의 효용성을 검증하고자 한다.

이론적 배경

IoT개념

우리 사회는 정보통신기술의 급속한 발전으로 말미암아 모든 것이 인터넷과 연결되는 초연결사회(Hyper Connected Society)로 진입하였다. 즉, 사물인터넷(IoT; Internet of Things)으로 알려진 인터넷 시대를 살아가고 있으며, IoT는 일반적으로 유비쿼터스 인텔리전스가 장착된 모든 일상적 객체의 네트워크 연결을 의미한다(Feng et al., 2012). 사물인터넷이라는 용어는 Kevin Ashton에 의해 제안된 용어로서 각종 사물(가전제품, 모바일 장비 등)에 센서와 통신 기능을 내장하여 정보통신기술(Internet)에 연결하는 기술로 사물과 현실 및 가상세계의 정보와 상호 작용하는 시스템이다(Cho et al., 2016). 사물인터넷은 다양한 분야에서 적극적으로 활용되고 있으며, 4차산업혁명과 더불어 핵심기술로 부상하고 있다(Hyun et al., 2017).

그러나 화재와 같은 극한 상황에서는 통신의 범위를 확장하기 위해 AP(Access Point)를 다수 확보할 수 없기 때문에 Bluetooth, Zigbee 등과 같은 단거리 저전력 무선통신 프로토콜은 사용이 매우 제한적이고 소방대원 및 작업자의 착용단말기에 내재된 AP를 통해 리피팅하는 방법이 통신 범위 확장의 대안으로 고려될 수 있다.

재난분야 사물인터넷 활용

사회재난은 화재, 붕괴, 폭발, 교통사고, 화생방사고, 환경오염사고 등으로 인하여 발생하는 국가/지방자치단체 차원의 대처가 필요한 인명 또는 재산의 피해 등과 국가기반체계의 마비, 감염병 또는 가축전염병의 확산 등으로 인한 피해로 자연재해가 아닌 것을 말한다.

최근 정부 차원에서 4차산업 기반의 국민안전 4.0을 추진하여 기존의 재난수용, 재난대응, 대난대비 단계를 넘어 재난예방에 중점을 두고 있다(Jae et al., 2018). 즉, IoT/ICT융합 기술이 적용된 기술을 활용하여 선제적 예방 및 대응 체계를 구축하고자 하고 있다. 또한 기술발전에 따른 ICBM (IoT, Cloud, BigData, Mobile)기술을 재난현장에 활용하고자 하는 요구가 증가하고 있다(Ko, 2015).

스마트 안전관리 시스템

스마트 안전관리 시스템은 재난현장 또는 고위험 산업현장에 투입된 작업자의 위험상황을 실시간 파악하여 위험에 처한 작업자에 대하여 신속하게 선제적 구조를 지원하는 시스템으로써 작업자의 부동상태를 감지하고 위험상태를 전송하는 안전 태그와 위험상황의 작업자로부터 위험신호를 수신하는 지휘부단말기 및 현장에서 수집된 위험신호를 실시간 수집하여 표출하는 관제서버로 구성되어 있다.

본 시스템은 재난현장 및 고위험 산업 현장 등 다양한 작업 현장에 투입된 고위험 작업군의 위험상태를 실시간 모니터링하여 구조를 위한 골든타임을 확보함으로써 작업자의 안전을 확보할 수 있는 IoT/ICT 기반의 스마트 안전관리 시스템이다.

스마트 안전관리 시스템의 개념

스마트 안전관리 시스템은 작업자의 위험상황을 감지하는 센서기술과 위험상황을 전파하는 저전력 무선통신기술 및 정보통신기술의 융합을 통해 구성된다. 이를 통해 작업자의 위험상황은 실시간으로 현장의 지휘부 및 원격지 관제센터로 전송되어 위험상황에 대한 실시간 파악으로 작업자의 안전을 확보할 수 있도록 한다.

센서기술은 작업자의 부동상태감지 뿐만 아니라 주변의 온도를 감지할 수 있으며, 가스 검출 센서를 적용하면 다양한 위험 요소로부터 작업자의 위험상태를 파악할 수 있다.

기존의 시스템은 센서기반의 태그로부터 감지된 데이터를 LoRa AP를 통해 수집하는 방법을 사용하고 있다. 이러한 방법은 LoRa 통신의 거리가 제한적일 수 있으며, 많은 수의 LoRa AP를 필요로 한다. 그러나 본 연구에서는 안전태그에 리피팅 기능을 구현하여 별도의 중계기 없이 태그 자체가 중계기 역할을 하도록 하고 있다. 이러한 기술을 통해 지하층 또는 벽체가 있는 건물 내부에서 외부로 위험상태를 전파할 수 있게 한다.

재난현장 또는 산업현장에서 수신된 위험상태 신호를 실시간 수집하여 119상황실 또는 관제센터에 표출할 수 있게 하는 관제서버는 작업자의 위험상황을 직관적으로 표출하고 각종 통계를 제공하여 안전한 작업환경을 구축할 수 있도록 한다.

시스템 설계

본 연구에서 스마트 안전관리 시스템의 전체적인 시스템 설계는 Fig. 1과 같으며, 이를 구현하기 위해 다음과 같은 구성요소의 설계를 진행하였다.

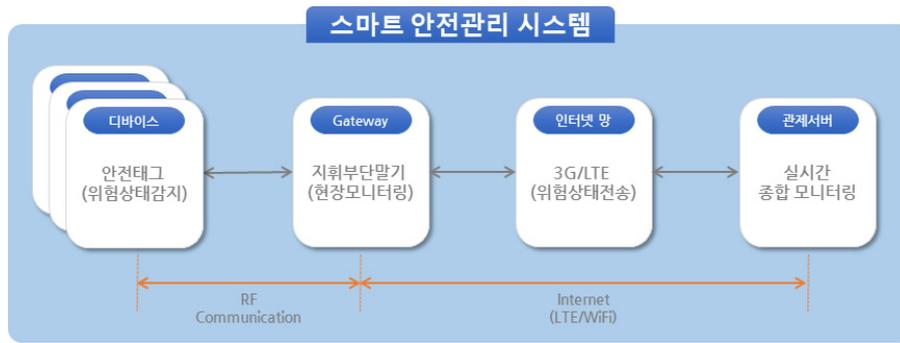


Fig. 1. Smart Safety Management System Layout

(1) 안전태그

안전태그는 작업자의 부동상태를 감지하도록 가속도센서를 적용하였다. 부동상태감지 시간은 사용자 설정에 따라 변경 가능하며 일반적으로 40초를 기준으로 위험상황으로 인식한다. 위험상태가 되면 Piezo buzzer와 LED를 통해 경고음과 비상등을 밝힌다. 위험상태는 LoRa (917~923.5MHz)통신모듈이 송수신할 수 있도록 설계하였다.

Fig. 2와 같이 위험상태는 LoRa통신의 거리확보를 위해 안전태그 간 지능적 리피팅 알고리즘을 적용하여 지하환경 또는 통신 장애물이 있는 장소에서 위험상태 신호를 전송할 수 있도록 설계하였다.

안전태그는 충전기에서 탈거시 자동으로 동작모드로 전환되며, 작업현장의 장애요소(먼지, 수분 등)에 대응하도록 IP67 기준으로 설계하였다. 이를 통해 안전태그는 신속하고 안전하게 작업자의 위험상태를 감지하고 전송할 수 있다.

현장에서 유용한 제품이 되도록 재난현장 대응을 위한 SOP를 분석하고 소방현장의 대원들을 인터뷰하는 등 현장의 의견이 반영되도록 설계하였다. 특히, 충청남도소방본부를 대상으로 한 인터뷰에서는 양손이 자유롭도록 조작은 단순하고 핵심 기능은 명확하게 개발되어야 한다는 의견을 반영하여, 태그 조작은 최소화하고 통신품질은 강화하는 방향으로 연구를 진행하였다. 앞서 기술한 자동 동작모드 뿐만 아니라 소방대원의 부동상태 유지 시 자동으로 위험상황을 전파하고, 소방대원의 구조요청 및 현장지휘부의 호출/탈출명령 등에 반응하도록 양방향 통신방식으로 설계하였다.

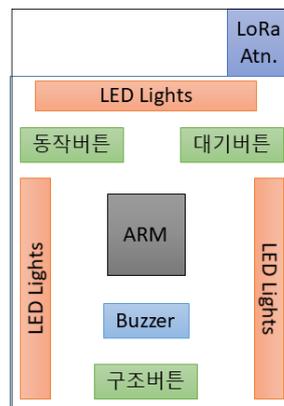


Fig. 2. Safety Tag Layout

(2) 지휘부단말기

지휘부단말기는 안전태그로부터 위험신호를 수신하고 투입인력에게 탈출명령을 내릴 수 있도록 양방향 무선통신기술을 적용하였다. LoRa 통신을 담당하는 gateway는 지휘부단말기에 내장될 수 있도록 설계하여, 재난현장 또는 산업현장의 특성상 현장지휘자 또는 현장감독관이 현장에서의 이동이 많은 점을 고려하여 휴대가 용이한 태블릿 PC에서 작동되도록 설계하였다.

Fig. 3에서 보는 바와 같이 지휘부단말기는 현장에 투입된 작업자의 안전태그를 스캔하여 투입인력정보를 확인하고, 작업자로부터 수신된 위험신호는 인터넷망을 통해 관제서버로 송신하며, 지휘부단말기 내에 이동통신모듈(3G)을 내장하여 별도의 인터넷망 구축 없이 이동통신망을 통해 현장에서 즉시 위험상황을 송수신할 수 있도록 설계하였다.



Fig. 3. Command Device Function Flow

투입인력의 위험상황을 전체적으로 모니터링할 수 있도록 응용프로그램을 개발하여 재난현장의 상황(투입인력, 위험상황 등)을 직관적으로 표출되도록 하였다. 또한 현장의 위험상황 발생 전 투입인력의 탈출을 명령할 수 있는 기능을 추가하여 위험으로부터 안전하게 탈출할 수 있도록 하였다.

(3) 관제서버

관제서버는 지휘부단말기로부터 재난현장의 위험신호 등 각종 데이터를 실시간으로 수집하여 119종합상황실 또는 관제센터에 현장상황 정보를 제공하고, 원격지에서 탈출명령을 내릴 수 있도록 설계하였다.

또한 다수의 현장 또는 다수의 기관(기업)에서 동일한 시스템을 사용할 수 있도록 하여 효율성 및 비용절감 효과를 가져올 수 있도록 하였다.

시스템 구현

상기 설계를 기반으로 스마트 안전관리 시스템을 다음과 같이 구현하였다.

(1) 안전태그

Fig. 4와 같이 안전태그는 작업자의 부동상태를 감지하여 위험상태를 표출한다. 위험상황의 표출은 최초 30초 부동상태

유지시 예비 경고음과 황색 LED 등이 켜지며, 연속으로 10초간 추가 부동상태가 유지되면 비상경고음과 적색 LED 등이 켜지도록 구현하였다. 이를 통해 함께 작업현장에 투입된 동료 작업자에게 위험상황을 알릴 수 있게 된다.

이러한 위험상태의 데이터는 안전태그에 내장된 LoRa 통신모듈을 통해 작업현장 외부의 지휘부단말기로 전송된다. 대부분의 작업현장에 통신음영 지역이 많기 때문에 회절률이 높은 900MHz대역의 주파수를 적용하였더라도 통신 거리가 제한될 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 안전태그 간 리피팅 기능으로 통신거리를 확장하여 작업장 내의 위험상황을 지휘부단말기로 전송될 수 있도록 하였다.

부동상태 감지를 통한 위험상황 전파 외에 작업자가 위험상황에 처했을 경우 스스로 구조를 요청할 수 있도록 긴급버튼을 구현하여 언제든지 구조신호를 보낼 수 있도록 하였다. 현장에서의 교대 작업 동안 휴식 및 대기기를 위하여 부동상태 감지를 일시 정지할 수 있도록 하는 기능도 구현하여 수요자의 편의를 고려하였으며, 작업 투입시 자동으로 작동모드로 전환될 수 있도록 하여 불필요한 조작을 제거하였다. 또한 충전기로부터 안전태그를 탈거하는 동시에 자동으로 작동모드로 전환될 수 있도록 하여 신속성과 사용상의 편리함을 모두 만족할 수 있도록 하였다.

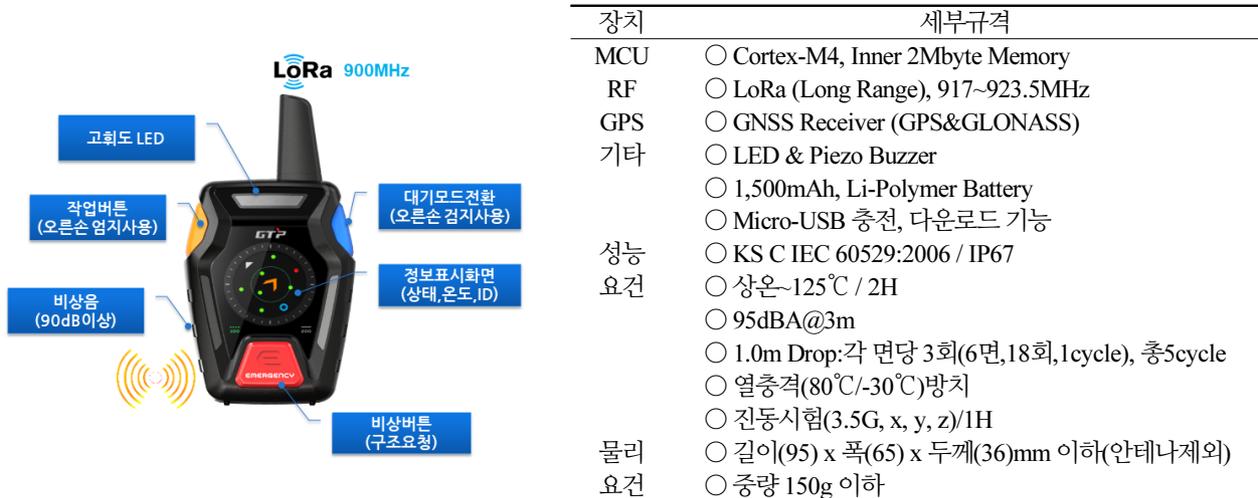


Fig. 4. Safety Tag Functions and Specifications

(2) 지휘부단말기

지휘부단말기는 재난현장 및 산업현장에서 이동의 편리성을 고려하여 태블릿 PC를 활용하여 개발하였다. 안전태그로부터 위험신호를 수신하는 LoRa 게이트웨이를 태블릿 PC에 내장하였고, 현장의 악조건에서도 기능이 작동될 수 있도록 방진/방수 등급 IP65를 만족하도록 하였으며, 다양한 충격에도 견딜 수 있도록 Fig. 5와 같이 밀리터리급 디자인으로 구현하였다.

안전태그는 작업자의 부동상태를 감지하거나 태그의 조작으로 인한 상태변화 시 변화된 상태값을 LoRa통신을 통해 송신하며, 지휘부단말기는 작업자의 위험신호를 LoRa 패킷으로 수신하면 대원안전관리 응용프로그램이 수신된 패킷데이터를 분석하여 위험상황별로 표출하도록 구현하였다. 이를 통해 현장지휘자 또는 관리자는 작업자의 위험상황을 직관적으로 파악할 수 있다.

또한 작업자별 또는 그룹별 호출이 가능하고, 현장의 위험상황에 따라 전체 작업자에게 탈출명령을 송신할 수 있는 기능이 구현되었다. 즉, 한 번의 명령으로 다수의 작업자에게 탈출명령을 송신할 수 있도록 1:N 통신으로 구현하였다.

지휘부단말기는 내장된 이동통신모듈(현재 3G로 구현)을 통해 수신된 작업자 상태 데이터를 관제서버로 실시간 송신할 수 있도록 구현하였다. 또한 관제서버에서 수신한 탈출명령을 LoRa 통신을 통해 작업자 전원에게 전달할 수 있는 기능도 구현하여, 현장 또는 원격지에서 작업자의 탈출을 명령할 수 있다.



Fig. 5. Command Device

(3) 관제서버

관제서버는 리눅스 기반의 운영체제에서 개발하였으며, 개발언어는 Java를 선택하여 운영체제 등의 의존성을 낮추고 웹 서비스가 유연하게 제공될 수 있도록 하여 비용대비 성능을 높일 수 있도록 하였다. 재난현장에 투입된 소방대원 또는 작업자의 위험상태는 현장의 지휘부단말기를 통해 관제서버로 실시간 전송된다. 전송된 데이터는 119종합상황실 또는 관제센터에 다양한 형태로 표출된다.

소방에서는 재난번호별 재난현장에 투입된 인력의 위험상황을 실시간 파악할 수 있으며, 민간 기업에서는 다수의 산업현장에 투입된 작업자의 위험상황을 파악하여 현장의 안전확보는 물론 효과적인 통제 및 지원체계를 갖출 수 있다. 또한, 재난현장의 특성상 지휘부단말기를 지속적으로 모니터링할 수 없는 상황을 고려하여 119종합상황실 또는 관제센터에서 탈출명령을 내릴 수 있는 기능도 구현하였다. 이를 통해 원격지에서 현장의 안전을 확보할 수 있다.

관제서버는 다수의 기업이 활용 가능하도록 서버의 자원을 분할하여 사용할 수 있는 형태로 개발하였으며, 이를 통해 초기 도입비용 및 유지비용을 절감할 수 있도록 하였다. 유사 연구개발을 분석한 결과 약 10억원의 개발비용이 소요되었으며, 실제 구축을 위해서는 서버 등 제반 하드웨어와 보안 솔루션 등의 소프트웨어 및 시스템 연계개발비가 발생할 수 있다. 그러나 본 시스템을 활용하면 실제 작업자의 안전태그 비용만 소요되기 때문에 비용절감 측면에서 상당한 효과가 있다고 할 수 있다.

테스트 결과

본 실험에서는 스마트 안전관리 시스템의 구성요소인 안전태그, 지휘부단말기 및 관제서버에 대하여 기능적 요소별 테스트 ID를 부여하고 각각 테스트를 설계하여 진행하였다. 테스트 결과 모든 기능적 요소들이 정상적으로 구현된 것을 확인할 수 있었다. 특히, 안전태그의 리피팅 기능으로 통신 음영지역에서 통신이 가능한지에 대한 실험을 실시하였다.

실험 지역은 대형화재취약대상건축물 중 하나인 천안지역의 복합쇼핑몰을 선정하였으며, 재난발생 시 현장지휘부가 설치될 곳인 지상의 건물 입구에 지휘부단말기를 고정하고, 안전태그를 착용하여 지하 내부를 이동하면서 경로에 따른 통신 감도를 측정하였다. Fig. 6에서 보는 바와 같이 지휘부단말기로부터 안전태그가 멀어짐에 따라 통신 감도가 떨어지는 것을 볼 수 있으며, 지휘부단말기 좌우의 경우 벽체 등에 의해 개방된 중앙의 안쪽보다 통신 감도가 떨어지는 것을 확인할 수 있다.

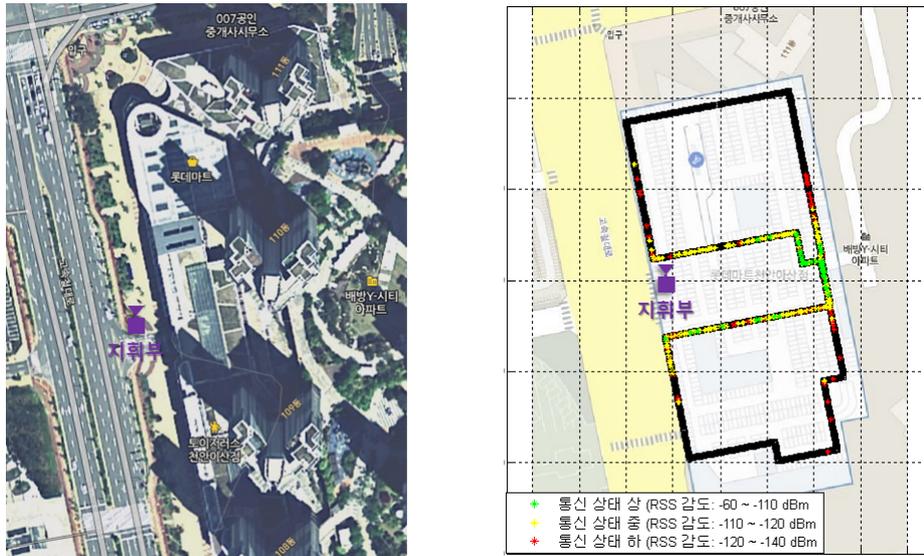


Fig. 6. Communication sensitivity measurement result

다음은 Fig. 7과 같이 중계 단말기가 없을 경우의 통신가능 예측 구역과, Fig. 8과 같이 통신 음영지역에 안전태그를 추가 투입함으로써 중계 단말기 역할을 수행하였을 경우 통신 가능구역을 확인하였다. Fig. 8에서 보는 바와 같이 중계 단말기를 투입함으로써 통신 음영지역을 해소하여 지하 1층의 전 구역에서 통신이 가능한 것을 확인하였다.



Fig. 7. Communication Area without added tag



Fig. 8. Communication Area with added tag

결론

본 연구에서는 소방대원 및 산업현장 작업자 등의 고위험 직업군의 안전을 위해 대원 및 작업자 부동감지센서, 대원간 리피팅기술, 로라게이트웨이를 통한 통합관계 시스템 등 IoT/ICT융합 기술을 적용하여 스마트 안전관리 시스템을 설계하여 구현하였다.

본 논문에서 제시된 스마트 안전관리 시스템은 IoT 기술과 정보통신기술의 융합을 통해 작업자의 위험상황을 실시간 감지하고, 지휘부단말기와 관제서버는 현장의 위험상황을 모니터링할 수 있도록 구현되었으며, 각종 테스트 절차에 의해 검증되었다. 특히, 안전태그의 중계단말기 기능으로 통신 음영지역을 해소할 수 있음을 확인하였다. 이를 통해 소방 및 민간기관(기업)은 작업자의 위험상황에 선제적으로 대응함으로써 구조의 골든타임을 확보하여 이전 시스템(구조경보기)의 사용에 비해 인명소생률을 높일 수 있게 되었다.

본 연구에서 구현된 스마트 안전관리 시스템은 인구밀집 다중시설 등 실험조건하에서 테스트를 실시하여 논문에서 언급하는 모든 기능이 구현됨을 확인하였다. 그러나 다양한 통신환경에서 본 시스템의 테스트 결과를 구체적으로 제시하여 소방조직 또는 기업에서 본 연구물을 이용하여 제한기능에 대한 정책을 수립할 수 있도록 추후 연구를 통해 결과를 공유할 필요성이 제기된다. 따라서 향후 대형화재취약대상건축물 등 실제 고위험 환경에 스마트 안전관리 시스템의 적용 및 정책 수립을 위한 후속 연구가 필요하다.

Acknowledgement

이 논문은 2018년 한국교통대학교 지원을 받아 수행하였음.

References

- [1] F. Xia, L. T. Yang, L. Wang, A. Vinel (2012). "Internet of Things." International journal of communication systems, Vol. 25, Issue 9, pp.1101-1102.
- [2] Hyun, B.C., Yun, Y.U., Park Y.H., Kim, Y.O. (2017). " Study on the direction detection based on audible and non-audible signals using smart devices." Journal of The Korean Society of Disaster Information, Vol. 13, No. 1, pp.51-58.
- [3] Kim, M.J., Kim D.Y., Lee M.S. (2016). "The study on the functions for design and development of Public institutions Disaster mitigation management and support system." Journal of The Korean Society of Disaster Information, Vol. 12, No. 1, pp32-39.
- [4] Ko, J. S. (2015). "A Study on Obtaining Feedback Function of Disaster Information Management using Information & Communication Technology." Journal of The Korean Society of Disaster Information, Vol. 11, No. 1, pp.73-88.
- [5] Korean Statistical Information Service (2018), e-index "Five-year casualty figures for firefighters."
- [6] Korean Statistical Information Service (2017), Industrial accident statistics.
- [7] Korean Statistical Information Service (2018) Social Survey (Family, Education, Health, Safety and Environment).
- [8] Shin, J.H., Kim, S.W. (2018). "A Study on Issues and Improvements Plan for National Safety Assessment." Journal of The Korean Society of Disaster Information, Vol. 14, No. 3, pp.34-342.