

재난현장의 독립적 통신망 확보를 위한 스마트 통합 관제시스템

이 양 선^{1*}

^{1*}목원대학교 융합컴퓨터미디어학부

Smart Integrated Monitoring System for Ensuring Independent Network in Disaster Site

Yang Sun Lee^{1*}

^{1*}Division of Convergence Computer & Media, Mokwon University, Daejeon 35349 Korea

[요 약]

본 논문에서는 재난안전통신망의 전체 구조가 아닌 재난현장에서 소방대원과 현장 지휘통제실간의 정보교환이 효과적으로 이루어질 수 있도록 재난현장 지역 내의 독립적 네트워크 인프라(무선통신, 영상전송 및 현장상황과악 등) 확보를 위한 현장형 스마트 통합관제시스템을 제안하였다. 제안한 재난환경 스마트 통합 관제시스템은 재난현장에서 현장대원간의 무선통신을 지원하고, 재난현장 영상정보 수집을 위한 드론과의 통신을 지원함으로써 현장 관제시스템에서 재난상황에 대한 전체 주변 영상확보 및 현장대원의 효율적 지휘가 가능하게 된다.

[Abstract]

In this paper, we were proposed an on-site smart integrated monitoring system for securing an independent network infrastructure (wireless communication, image transmission and site situation detection) in disaster area. The proposed system was designed not only for the entire structure of the disaster safety communication network but also for the effective exchange of information between the field crew team and the field command and control center at the disaster site. Also, the proposed Smart Integrated Monitoring System supports wireless communication between field crews at the disaster site and supports communication with the drone to collect disaster scene video information. Therefore, the on-site smart integrated monitoring system enables to obtain the complete image of the surrounding area in case of a disaster and to efficiently command the field crew.

색인어 : 재난현장, 모니터링 시스템, 통신망, 시각화시스템

Key word : Disaster Site, Monitoring System, Communication Network, Visualization System

<http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2017.18.5.905>



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.

Received 16 August 2017; **Revised** 27 August 2017

Accepted 31 August 2017

***Corresponding Author; Yang Sun Lee**

Tel: +82-42-829-7638

E-mail: yslee48@gmail.com

1. 서론

재난안전 무선통신 기술은 재난의 형태가 대형화/다양화됨에 따른 복합재난의 형태로 변화하면서 기존의 VHF, UHF, 아날로그 TRS 통신을 거쳐 디지털 광대역 무선통신 기술로 발전하고 있으며, 다양한 국가에서 광대역 무선통신 기술을 이용한 독자적인 통합재난안전통신망을 구축하고 있다. 또한, 최근 스마트폰 보급을 통한 모바일 통신 트래픽의 폭증에 대비하는 차세대 이동통신 기술이 도입되고 있는 민간부문의 상황을 고려할 때, 국민안전에 대한 국민들의 기대 수준이 높아짐에 따라 재난안전 확보를 위한 골든타임 내에 신속하고 정확한 상황 정보를 공유하기 위해서는 기존의 음성 위주 서비스에서 영상 및 고속 무선 데이터 등의 다양한 멀티미디어 서비스에 대한 요구가 증가되고 있는 추세이다. 해외의 사례에서도 다양한 광역 멀티미디어 서비스를 제공하기 위하여 기존 협대역 기술과 광대역 기술을 융합하여 재난안전통신망을 구축하는 사례가 나타나고 있다. 국내 역시 재난안전관련 서비스의 질적 향상에 대한 요구로, 기존 음성위주의 협대역 기술에서 다양한 멀티미디어 서비스가 가능한 광대역 기술의 결합을 통한 재난안전통신망으로 발전되어가고 있는 추세이다[1]-[4].

현재 재난안전통신망은 서비스가 불가능한 지역 등에서 발생하는 재난이나, 또는 재난으로 인하여 기존 통신 인프라가 붕괴되는 경우 등에 대한 재난안전통신망의 지속적 확보 방안이 수립되어 있지 않은 실정이다. 따라서, 차세대 재난안전통신망은 기존 통신 인프라가 붕괴 되더라도 단말기 중계, 이동기지국 및 위성 통신망 등 보조수단 등을 활용하여 재난현장 및 재난대책기구와의 원활한 네트워크 인프라의 지속적 운영이 가능하도록 생존성과 운용성을 강화하는 것이 필요하다. 특히, 재난현장 대응기술의 경우 핵심 및 네트워크 인프라가 실패한 상황에 대한 별도의 고려가 반드시 필요하다[5],[6]. 그림 1은 재난현장에서 네트워크 붕괴시 재난현장 네트워크 인프라의 지속적 운영성 확보를 위해 자가구성을 통한 독립형 재난현장 네트워크 구성 시나리오를 보여주고 있다.

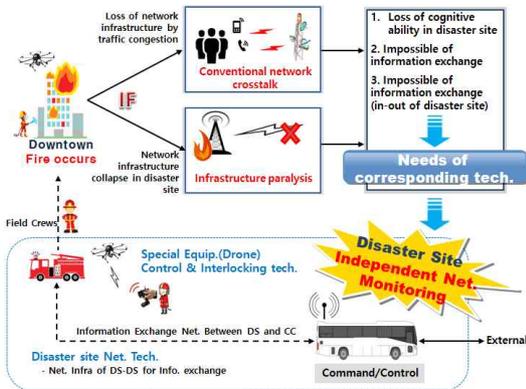


그림 1. 재난현장 독립 네트워크 구축 개념
 Fig. 1. Concept of self-organization network system for disaster site

따라서, 본 논문에서는 재난현장에서 기존 통신 인프라가 붕괴 또는 장애발생으로 해당기능을 상실하였을 때, 현장 지휘통제소와 현장대원간, 현장대원과 현장대원간의 끊김없는 통신 체계를 유지할 수 있도록 재난현장에서 독립적으로 통신망을 운용할 수 있는 이동형 통신 인프라를 설계하고 실외 광역 영상 정보 취득을 위한 특수장비 드론 제어와 재난현장 정보통합을 통한 스마트 재난정보 시각화 시스템을 설계한다.

II. 관련 연구 동향

2-1 국내 표준화 동향

표 1. 국내 공공안전 재난구조 통신 인프라 기술 표준화 현황
 Table 1. Trends of communication infrastructure standardization for public protection in domestic

Standard Item	Corresponding Standardization Org.	Domestic	
		Develop.	
Communication System Tech.	Hybrid Mesh Net.	ETSI, TIA, MESA	TTA
	On-Site Net.	IEEE 802.11, ETSI, TIA, MESA	
	Local Net.	IEEE 802.16, ETSI, MESA	
	Extend Local Net.	ETSI, DVB	
Communication Service Tech.	Interworking Tech. of 2/3rd generation disaster commun.	ETSI	TTA
	Interworking Tech. of Sensor Net. & Robot Control Commun.	- RFID: ISO/IEC, ITU-T - WPAN: Intel, Motorola, ZigBee Alliance, Microsoft	
	Interworking Tech. of Commercial Commun. Net. & Broadcasting Net.	ETSI BRAN, 3GPP, ITU-R WP8F, IEEE 802.21	
Communication Service Tech.	Awareness & Location service Tech.	AMI-C, OSGi, MOST, ERTICO/GST, ISO/TC204, ITS America, ITS japan 등	TTA & Forum
	Security & Certification Tech.	ETSI, TETRA MoU	TTA
	Management Tech. of Disaster Commun. Net.	ETSI, TIA	TTA

오늘날 차세대 통합무선 재난통신은 크게 국민과 정부(서비스 개념), 정부와 정부(지휘/보고체계 개념), 정부와 국민(통신망 개념)의 절차로 진행되는 국가의 가장 기본적인 통신 인프라로 공공안전 재난구조 통신망 또는 체계적인 재난통신수단 구축에 관심이 고조되고 있다. 특히 언제, 어디서나 공공안전 재난구조 활동이 가능한 유비쿼터스 통신 인프라 기술은

재난통신 요구사항과 표준기술개발 및 표준화 활동이 2011년까지 완료되었으며, 표준시스템 구축 및 검증을 추진하고 있다. 공공안전 재난구조를 위한 통신 인프라 기술은 크게 차세대 통합무선 재난통신 시스템 기술과 서비스 기술로 구분되며, 표준화 대상 항목은 표 1과 같다[7].

표 1에서 ‘사고지역망 기술’과 ‘센서망 및 로봇제어 통신 연동기술’은 소방안전 및 119구조구급기술과 관련된 필요한 중점 표준화 항목이다. 사고지역망 기술은 유비쿼터스 환경을 제공하기 위해 사고지역에 긴급설치/운용되거나 특정 소규모 지역에 상시 설치되어 운용될 수 있는 통신망 기술이다. 또한 센서망 및 로봇제어 통신 연동기술은 현장요원들의 안전을 확보하기 위한 위기감지, 위험물 취급 등에 활용되는 센서/로봇제어와의 연동기술이며, 이러한 기술들은 현재 표준화 기술 개발을 위해 활발히 진행 중이다.

2-2 국내 기술 동향

경상북도 소방본부에서는 화재 및 재난 등 발생 시에 초기 대응으로 재난재해의 피해의 최소화화 및 현장대원들의 작업을 최소화하기 위해 지휘관제를 담당하는 종합상황실로 현장정보를 신속하게 전달하는 시스템인 현장영상전송 시스템을 그림 2와 같이 구축·활용하고 있다[8].

또한 KT와 LG U+는 그림 3과 같이 재난현장의 지하공간에서의 화재 시 등 통신단절 구간에서의 지휘통제실과 소방대원, 소방대원간의 통신 보장을 목적으로 휴대형 중계장치를 활용함으로써 소방대원의 안전을 도모하고 효과적인 소방활동을 지원하는 휴대형 무선통신 중계/게이트웨이 장비를 개발하였다[8].

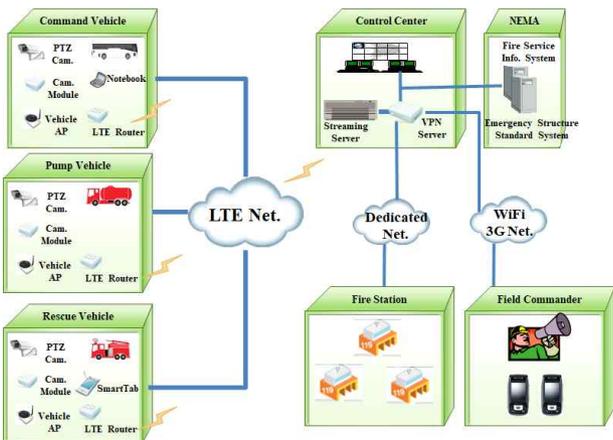


그림 2. 현장 영상전송 시스템 구축 사례
Fig. 2. Case study of on-site video transmission system



그림 3. 화재현장 내 UHF 무선통신 중계장비 개발 사례
Fig. 3. Case study of Development of UHF wireless communication relay equipment in fire scene

현재 연구소 및 산업체에서는 그림 4와 같이 IoT를 활용한 센서모듈 장착용 스마트 안전모를 개발하여 재난현장에서 활용할 수 있도록 현장대원과 지휘통제실간의 무선통신, 실시간 모니터링 및 현장대원의 생체신호 감지 등의 기술 연구가 활발히 진행되고 있다[9].

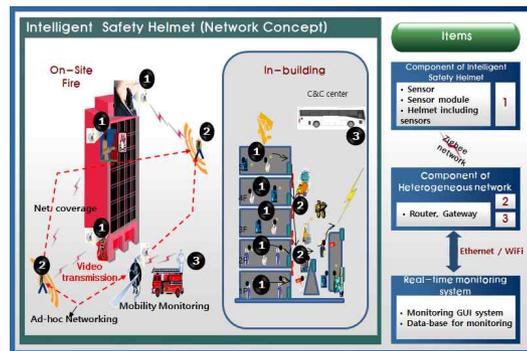


그림 4. 재난현장에서 적용 가능한 지능형 안전헬멧 개발 사례
Fig. 4. Case study of Development of Intelligent Safety Helmet Applicable in Disaster Site

2-3 국외 기술 동향

미국 Dept. Homeland Security는 열, 유해가스 감지센서로 부터의 정보를 SCBA에 Headmounted Display(HMD)에 표시하고 화재현장 내 정보를 팀원 간에 공유할 수 있는 시스템을 개발 중이다[10]. 또한, 벨기에의 Hateya社는 네트워크기반의 증강현실을 이용하여 재난현장에서 위험상황에 놓인 대원들이 안전하게 탈출할 수 있는 시스템을 개발 중에 있다. 일본의 경우, 재난현장 대응을 위한 ICT 카(Car)를 개발하고 있으며 일본의 통신회사인 NTT에서 대규모 재해 발생 시에 통신망의 긴급복구를 위한 차량으로 개발하고 있다. ICT카는 재해가 발생한 지역에 설치하여 반경 500m 내의 지역에 무선네트워크를 단기간에 구축하여 재난피해자들에게 ICT 환경 제공이 가능하며, 예비연료를 이용할 경우 최대 5일간 ICT카 운용이 가능하다. 또한, 통신망의 긴급 복구뿐만 아니라 피해자의 데이터 수집시스템을 이용하여 대피소에서 피해자들의 데이터 수집도 수행하며 이를 외부의 안부확인 사이트와 연계하여 멀리 떨어진 가족들에게 안부확인 정보도 제공이 가능하다. 그림 5는 ICT 카를 이용한 재해지역의 무선네트워크 구축 시나리오를 보여주고 있다[11].

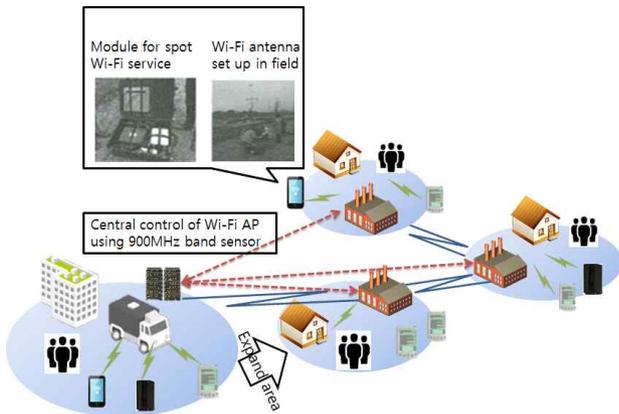


그림 5. ICT 카를 이용한 재해지역의 무선네트워크 구축
 Fig. 5. Wireless network construction in disaster area using ICT car

III. 재난현장 스마트 통합관제 시스템

3-1 시스템 개요

본 논문에서 제안한 재난현장 스마트 통합관제시스템의 기본 개념은 그림 6과 같다.

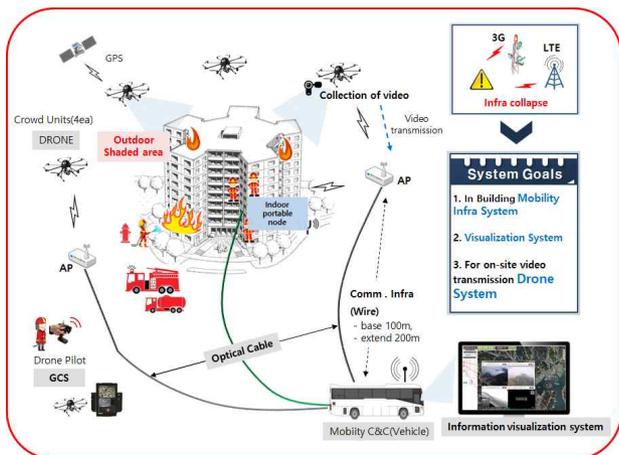


그림 6. 재난현장 스마트 통합관제시스템 개념도
 Fig. 6. Concept of smart integrated monitoring system for disaster site

제안 시스템의 주요 목표는 재난안전통신망의 전체 구조가 아닌 그림 2와 같이 재난현장에서 소방대원과 현장 지휘통제실 간의 정보교환이 효과적으로 이루어질 수 있도록 재난현장 지역 내 네트워크 인프라(무선통신, 영상전송 및 현장상황과약 등)를 구축하는 것이다. 재난현장에서는 3~10명으로 구성되어 ‘동일임무’를 수행하는 최소단위조직인 팀으로 인력이 운용 되는데, 구성원의 안전하고 효과적인 임무수행을 위해서는 공간 지각능력 확보 및 광역의 밀폐/고립된 재난현장에 대한 상황과

약을 빠르게 수행 할 수 있는 기술이 요구된다[3],[4]. 본 논문에서 제안한 재난현장 스마트 통합 관제 시스템은 재난현장에서 기존 통신 인프라가 붕괴 또는 장애발생으로 해당기능을 상실 하였을 때, 현장 지휘통제소와 현장대원간, 현장대원과 현장대원간의 끊임없는 통신체계를 유지할 수 있도록 재난현장에서 독립적으로 통신망을 운용할 수 있는 이동형 통신 인프라와 실외 광역 영상정보 취득을 위한 특수장비 드론 제어와 재난현장 정보통합을 통한 스마트 통합 관제 시스템으로 설계하였다.

3-2 이동형 통신 인프라 시스템 설계

본 논문에서 제안한 재난현장 스마트 통합 관제 시스템으로부터 독립적인 통신 인프라 확보를 위해 이동이 가능한 유선 인프라를 설계한다. 이동형 통신 인프라 시스템은 기본 100m 길이로 구성되고 리피터를 통해 구간 연장이 가능하다. 유선 인프라 중단에서는 무선 Zone을 형성하기 위해 AP(Access Point)가 설치되고 AP로부터 현장대원 및 영상 수집을 위한 드론과의 통신을 제공하게 된다. 그림 7은 이동형 통신 인프라 시스템의 개념적 구성을 나타내고 있다.

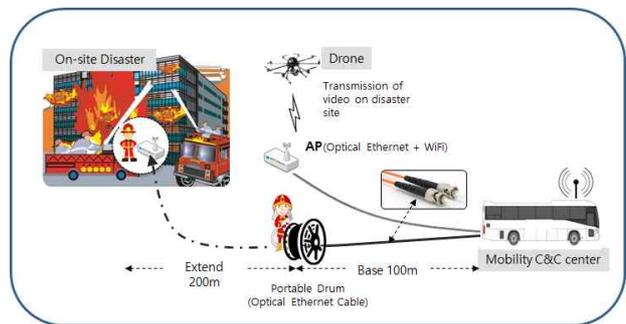


그림 7. 이동형 통신 인프라 시스템 구성도
 Fig. 7. Concept of mobility communication infra system

이동형 통신 인프라 시스템 개발을 위해서는 다음의 표 2와 같이 세부 핵심기술의 개발이 요구된다.

표 2. 이동형 통신 인프라 시스템 요구 기술

Table 2. Tech. of mobility communication infra system

Item	Details
Optical Ethernet Infra	Multi-mode Optical Ethernet Interface
	Network Architecture Design for relay (200m)
AP	Network routing and IP distribution
	Ethernet+WiFi Integrated AP desing
Mechanical Design	2.4GHz/5GHz 802.11n support
	portal battery
	Portable durm (Optical ethernet cable)

3-3 스마트 통합관제시스템 설계

재난현장에 설치되는 이동형 지휘통제실에서는 스마트 통합관제시스템을 통해 이동형 통신 인프라로부터 수집되는 드론 영상 및 현장대원의 위치와 상황정보를 종합적으로 수집하고 결정권자의 의사결정 지원을 위한 영상 및 수집정보를 시각화하여 제공한다. 스마트 통합관제시스템은 기본적으로 웹기반 UI/UX 관제 시각화로 표시되며, GIS 기반 위치정보 및 드론 영상 수집 및 표시, 영상기반 이상행위 추출 알고리즘을 통한 재난자 인식 추출 정보를 제공한다. 그림 8은 스마트 통합관제시스템의 기능적 구성 및 개념을 나타내고 있다.

재난현장 스마트 통합 관제 시스템은 재난상황정보 수집용 영상정보의 제공 및 위치정보 제공을 위해 웹기반으로 설계되며 세부 요구사항은 다음의 표 2와 같다.

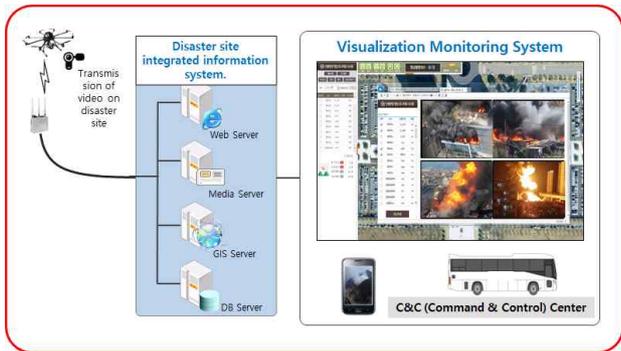


그림 8. 스마트 통합관제시스템 구성 및 개념
Fig. 8. Overview of smart integrated monitoring system

표 3. 통합 관제시스템 설계 요구기술
Table 3. Tech. of smart integrated monitoring system

Item	Details
Web visualization based on UI/IX	visualization of risk map
	Monitoring visualizatoin based on UX
	Map display based on GIS localizaton
DB	Storage of real-time data(disaster site)
	DB design of collection data(disaster site)
Algorithm	Pattern recognition algorithm based on image processing

3-4 재난현장 상황정보 수집을 위한 드론 설계

재난현장에 설치되는 이동형 지휘통제실에서는 재난현장 주변영상 확보를 통해 보다 신속히 상황을 인식하고 현장대원의 안전 확보 및 효율적 대응을 유도할 수 있다. 따라서, 본 논문에서는 재난현장의 광역 영상정보 확보를 위해 드론 특수장비를 설계 운용함으로써 재난현장 상황에 대한 신속한 대처를 지원하고자 한다. 제안한 드론 특수장비 운용에 대한 기본 개념은 그림 9와 같다.

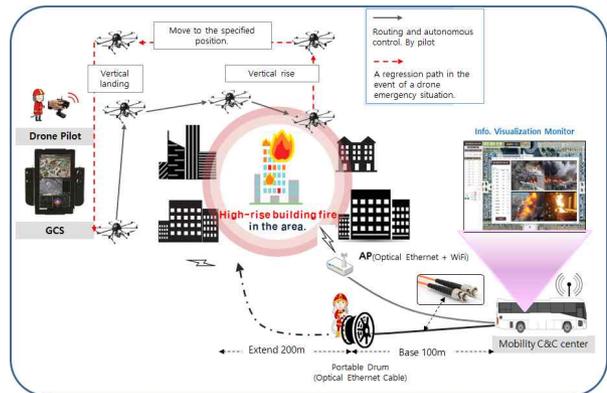


그림 9. 재난현장 광역영상정보 수집을 위한 드론 운용 개념
Fig. 9. Drone operating concept for collection of wide-area video information in disaster site

본 논문에서 제안한 드론 운용 시스템은 4대 이상의 소형 군집 비행이 가능하고 드론 자율 비행 기능을 이용한 지속적 기능 수행이 가능하다. 또한, 비상상황 시 정해진 위치로 이동 착륙이 가능한 회귀기능을 포함하며 EO/IR 카메라를 장착한 짐벌을 통해 일반영상 및 열영상 정보 취득이 가능하다.

구체적인 군집비행이 가능한 드론 설계요구사항은 표 4와 같다.

표 4. 군집비행이 가능한 드론 설계 요구기술
Table 4. Tech. of drone design for cluster flight

Item	Details
Autonomous flight	Flight control system
	Monitoring visualization based on UX
	Autonomous driving algorithm
Gimbal	Ground control system
	Interface interworking of EO/IR camera
	video transmission module
Algorithm	Algorithm of gimbal control
	Flight state scenario
	Auto return and landing
	Crowd flight algorithm

상기와 같이 본 논문에서 제안한 재난현장 통합관제 시스템의 구조와 세부 요구기술을 분석 검토함으로써, 본 제안 시스템의 개발을 통해 광역 재난현장에 대한 빠른 스캔 기술을 통해 동시다발적으로 고립된 인명 및 재난현장에 대한 영상 정보를 획득하여 제한된 인력으로 효과적인 진압 및 구조작업이 가능함을 알 수 있고, 외부와 통신이 두절된 상황에서도 현장에 투입된 대원들은 개인장비로부터 제공되는 공간 지각능력과 비행유닛이 가져오는 정보를 통한 광역 재난현장에 대한 정보를 바탕으로 효과적인 진압 및 구조작업을 수행할 수 있음을 알 수 있다.

IV. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 재난현장에서 기존 통신 인프라가 붕괴 또는 장애발생으로 해당기능을 상실하였을 때, 현장 지휘통제소와 현장대원간, 현장대원과 현장대원간의 끊김없는 통신체계를 유지할 수 있도록 재난현장에서 독립적으로 통신망을 운용할 수 있는 이동형 통신 인프라를 설계하고 실외 광역 영상정보 취득을 위한 특수장비 드론 제어와 재난현장 정보통합을 통한 스마트 재난정보 통합관제시스템을 설계하였다. 본 논문에서 제안한 재난현장 통합 관제 시스템은 다수의 드론과 다수의 현장요원의 데이터를 수집하여 영상과 함께 정보 시각화 시스템을 통해 종합적으로 감시하고 상황을 분석할 수 있는 시스템을 구축하는 것으로, 감시 정찰 기능의 확장 개념으로 활용 될 수 있으며, 현장중심과 수요자 중심의 ICT 신기술 기반 통합 재난안전관리 정보 시스템의 연계체제로 활용이 가능하리라 사료된다.

본 논문에서 제안 및 설계한 재난현장 스마트 통합 관제시스템은 재난 발생시 골든 타임을 놓치지 않도록 현장에서 즉시 대응하는 체계 구축에 반드시 필요한 시스템이라 할 수 있고, 향후, 이를 현장에 적용하기 위해서는 경찰, 소방 등 1차 대응자 자원을 효과적이고 체계적으로 재난현장에 투입할 수 있도록 현장 콘트롤 타워와 표준화된 통신체계에 대한 추가적인 기술적 검토가 필요할 것이다.

0, 2017. 02.

- [3] KISDI, "A Study on Establishing Policy Direction of Disaster Safety Wireless Communication Network, Ministry of the Interior, 2009. 12.
- [4] National Assembly Research Service, "State of Operation and Improvement of National Disaster Safety Wireless Communication Network", Field Survey Report, vol. 9, 2011. 01
- [5] H. J. Kang, "Next Generation Disaster Integrated Wireless Communication for Public Protection Disaster Management ", Journal of KIIT, vol. 9, no. 10, pp. 187-195, 2011. 10.
- [6] KIEES, "A study on the possibility of utilization of commercial network related to disaster communication network construction for disaster response", Ministry of the Interior, 2012.
- [7] TTA, "ICT Standardization Roadmap 2015", 2015
- [8] Gyeongbuk Fire Service Headquarters, "A Study on Establishment of Ubiquitous-based Fire Information System Basic Plan", 2012. 07
- [9] Gwangju Fire Service Headquarters., "Necessity and Application of Wearable Device in Disaster Site.", 26th Conference on the National Security 119 Fire Fighting Policy, 2014. 08
- [10] NIA, "Status of US Disaster Communication Network", Issue Report, 2015. 06
- [11] <http://www.ntt.co.jp/news2014/1401/140128a.html>

참고문헌

- [1] Central Disaster Safety Measures Headquarters, "Disaster Annals", National Emergency Management Agency., 2014.
- [2] H. J. Kang, "Smart Disaster Safety Management System for Social Security", Journal of DCS, vol. 18, no. 1, pp. 225~23



이 양 선(Yang Sun Lee)

2007년 : 목원대학교 대학원 IT공학과 (공학박사)
2012년 : Graduated School of Engineering, Fukuoka Institute of Technology (공학박사)

2007년~2009년: ㈜휴메이트 기술연구소

2009년~2011년: 조선대학교 2단계 BK21사업팀 연구교수

2012년~현재: 목원대학교 융합컴퓨터미디어학부 조교수

※관심분야 : 재난안전, IT융합, 차량-IT, IoT, UWB, 진과성능분석 , 디지털 무선통신 등