

## 5G 기반 증강현실 통합 지휘통제플랫폼 구축 및 활용방안 연구

신규용<sup>1\*</sup> · 이원우<sup>2</sup> · 김동욱<sup>3</sup><sup>1</sup>육군사관학교 컴퓨터과학과 교수, <sup>2</sup>육군사관학교 전자공학과 교수, <sup>3</sup>육군사관학교 물리화학과 교수

# Developing an Augmented Reality-based Integrated Command and Control Platform under 5G Technologies and Its Applications

Kyuyong Shin<sup>1\*</sup> · Wonwoo Lee<sup>2</sup> · Dongwook Kim<sup>3</sup><sup>1</sup>Professor, Department of Computer Science, Korea Military Academy, Seoul 01805, Korea<sup>2</sup>Professor, Department of Electrical Engineering, Korea Military Academy, Seoul 01805, Korea<sup>3</sup>Professor, Department of Physics and Chemistry, Korea Military Academy, Seoul 01805, Korea

### [요 약]

4차 산업혁명의 핵심 분야 중 하나인 증강현실(AR) 관련 기술이 발전함에 따라 이러한 기술을 다양한 분야에 적용하려는 시도가 점차 증가하고 있다. 특히 군은 훈련장 부족 문제 해결 및 훈련 간 안전을 보장하기 위해 교육훈련 분야에 증강현실(AR) 기술을 접목하려는 연구를 활발히 진행 중이다. 또한 2019년 여름부터 국내에서 본격적으로 상용화되고 있는 5G 기술이 증강현실 등과 같은 4차 산업혁명 핵심기술들과 융합되면서 매우 높은 시너지 효과를 낼 것으로 기대된다. 이 논문에서는 5G 네트워크가 제공하는 초고속, 초저지연, 대용량 데이터 전송 특성과 증강현실(AR) 기술이 제공하는 생생한 현실감(reality)을 결합해 다양한 상황에서 다목적으로 활용할 수 있는 5G 기반 증강현실 통합 지휘통제플랫폼 구축 방안을 제시하고자 한다. 제안된 통합 지휘통제플랫폼을 활용하면 현장과 지휘소의 인원들 모두가 동일하고 정확한 상황인식(Situational Awareness, SA) 하에서 효율적이고 성공적인 작전을 수행할 수 있다. 나아가 이 논문에서는 제안된 통합 지휘통제플랫폼의 활용방안에 대해 살펴보고자 한다.

### [Abstract]

The Augmented Reality(AR) which is one of the core areas of the Fourth Industrial Revolution has been widely applied to various fields. In particular, the military is actively conducting research on incorporating AR technology in the field of education and training in order to deal with lack of training ground and ensure safety during training. In addition, the combination of the 5G technology (which has been commercially available in South Korea since this summer) with the core technologies of Fourth Industrial Revolution (such as IoT, Cloud, Big-data, Mobile, etc.) yields tremendous synergy effects on many domains. This paper proposes an AR-based Integrated Command and Control Platform under 5G Technologies, combining the high speed, ultra low latency, large volume of data transmission characteristics provided by 5G networks with the sense of reality offered by the AR technology. In addition, this paper examines the applications of the proposed platform.

색인어 : 5G, 증강현실, 지휘통제플랫폼, 증강현실, 홀로렌즈, 공통작전상황도

Key word : 5G, Augmented Reality, Command and Control Platform, Augmented Reality, HoloLens, COP

<http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2020.21.5.855>

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 18 March 2020; Revised 15 May 2020

Accepted 25 May 2020

\*Corresponding Author; Dongwook Kim

Tel: +82-2-2197-2822

E-mail: kami64@kma.ac.kr

## 1. 서론

지휘통제시스템(Command and Control System)은 작전현장과 지휘통제실 간 실시간으로 정보를 주고받음으로써 상황을 공유하고, 정확한 정보를 바탕으로 신속한 지휘결심을 통해 효과적으로 작전수행을 가능하게 하는 기반체계이다. 즉, 지휘통제시스템은 지휘관이 부여된 임무를 효과적으로 달성하기 위해 자신에게 주어진 혹은 가용한 자원을 최적의 시간과 장소에 배치함으로써 전투력의 상승효과를 발휘하도록 지원한다[1]. 이러한 지휘통제시스템은 주로 군에서 활용되고 있기 때문에 군의 전문물로 여겨지기도 하지만 경찰, 소방, 재난 대응, 행사 기획 등 현장 상황을 중앙에서 통제해야 하는 다양한 분야에서 활용이 가능하다[2, 3].

효과적인 지휘통제를 위해서는 작전현장에 대한 고품질의 정보를 최대한 빨리 그리고 많이 확보하는 것이 대단히 중요하다. 또한 획득된 정보를 정확하고 현실감 있게 가시화할 수 있어야 효과적인 지휘결심을 지원할 수 있다. 특히 군사작전의 경우 작전의 성공을 보장하기 위해서는 현장과 지휘통제실이 실시간으로 같은 정보를 공유함으로써 작전현장의 전투원과 지휘통제실의 지휘관 사이에 상황인식(Situational Awareness, 이하 SA)의 차이가 발생하지 않도록 하는 것이 매우 중요하다. 이때 정확한 상황인식(SA)은 통상 작전현장에서 획득되는 지형 및 기상, 아군 및 적군에 대한 다양한 정보를 시각화하는 공통작전상황도(Common Operational Picture, 이하 COP)의 작성 및 공유를 통해 구현된다[4]. 따라서 지휘통제실에서 구성되고 작전현장에 공유되는 공통작전상황도(COP)는 정확하여야 하며, 전송에 따른 지연이 최소화되어야 한다. 하지만 전쟁 상황 하에서는 작전환경이 시시각각 돌변하기 때문에 이를 구현하는 것은 매우 어렵다.

현재 우리 군이 사용하고 있는 전술네트워크인 SPIDER나 전술정보통신체계(Tactical Information Communication Network, TICN)는 효율적인 지휘통제시스템 구축을 위해 요구되는 초고속, 초저지연, 대용량의 데이터를 송수신하기에는 그 성능이 매우 제한되기 때문에 대용량 멀티미디어(음성, 데이터, 동영상 등)유형의 트래픽 송·수신이 가능한 수준으로 업그레이드될 필요성이 있다[5]. 이러한 측면에서 우리는 2019년 4월부터 국내에서 본격적으로 상용화되고 있는 5G 기술[6]을 활용하는 것을 검토하였다. 또한 현재 우리 군이 사용하고 있는 공통작전상황도(COP)는 대부분 평면형의 2D 형태로 제작되고 있어 “누가 어디에 있고 어디로 이동하는지가 표시되는 트랙(track) 정보만이 평면상에 도식” 되고 있기 때문에 현실감이 많이 떨어진다는 [4]. 따라서 효과적인 지휘통제를 위해서는 획득된 정보를 정확하고 현실감 있게 가시화함으로써 효과적인 지휘결심을 지원할 수 있도록 3D 형태의 공통작전상황도(COP)를 구성할 필요가 있다. 이를 위해 우리는 최근 군 교육훈련에 많이 활용되고 있는 증강현실(Augmented Reality, 이하 AR) 기술[7, 8]을 접목해 홀로렌즈를 활용한 3D 형태의 공통작전상황도(COP)를 구성하는 방안을 고려하였다.

이 논문에서 우리는 5G 네트워크가 제공하는 초고속, 초저지연, 대용량 데이터 전송 특성과 증강현실(AR) 기술이 제공하는 생생한 현실감(reality)을 결합해 다양한 환경에서 다목적으로 활용할 수 있는 5G 기반 증강현실(AR) 통합 지휘통제 플랫폼 구축 방안을 제안하고자 한다. 이 논문에서 제시하는 5G 기반 증강현실(AR) 통합 지휘통제플랫폼은 2019년 4월부터 국내에서 본격적으로 상용화되고 있는 상용 5G 망을 활용해 작전현장의 지형 및 기상, 아군 및 적군에 대한 정보 등 다양한 정보를 실시간으로 지휘통제실로 전송하고, 지휘통제실에서는 작전현장에서 전송된 정보를 증강현실(AR) 기술을 활용해 3D 공통작전상황도(COP)를 작성하며, 이렇게 작성된 공통작전상황도(COP)를 다시 작전현장의 개별 전투원에게 실시간으로 전송함으로써 모두가 동일하고 정확한 상황인식(SA) 하에서 효율적이고 성공적인 작전을 수행할 수 있도록 지원한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 지휘통제플랫폼을 구성하기 위한 핵심기술인 5G 및 증강현실(AR) 기술에 대해 살펴본다. 3장에서는 5G 기반 증강현실(AR) 통합 지휘통제플랫폼 구축 방안을 제시하고, 4장에서는 이 논문에서 제시하는 통합 지휘통제플랫폼의 활용방안에 대해 토의한다. 마지막으로 5장에서는 본 논문의 결론을 맺고 향후 연구 방향을 제시한다.

## II. 5G 및 증강현실(AR) 기술의 고찰

이번 장에서는 먼저 효과적인 지휘통제플랫폼을 구축하기 위한 핵심기술인 5G 기술에 대해 살펴본다. 다음으로는 상용 5G 네트워크상에서 군 지휘통제 플랫폼을 구축하기 위해 필수적으로 제기되는 보안문제를 해결하기 위한 기술인 네트워크 슬라이싱 기술과 암호모듈 검증제도(KCMVP2) 기반 구간암호화 기술에 대해 살펴본다. 마지막으로 획득된 정보를 정확하고 현실감 있게 가시화하는 3D 공통작전상황도(COP) 작성을 위한 증강현실(AR) 기술의 핵심내용 및 군사적 활용에 대해 살펴본다.

### 2.1 5G 기술 소개

디지털 방식으로 음성 통화와 문자 서비스를 구현했던 2G 이동통신 기술은 4G 이동통신 기술로 진화하면서 기술적인 혁신을 거듭해왔다. 이 배경에는 게임, 의료, 교통, 국방 등 다양한 서비스 분야에서 지연속도(latency)와 전송 용량 측면에서 보다 더 높은 성능이 요구되고 있기 때문이다. 이러한 시대적 요구에 부응하기 위해 2018년 6월 3GPP<sup>3)</sup>는 5G NR(New Radio) 표준을 발표하였고, 2019년도부터는 대한민국을 필두로 세계 주요 선진국들이 5G 서비스의 상용화를 본격화하기 시작했다[9].

- 2) Korea Cryptographic Module Validation Program : 국산 알고리즘을 탑재한 암호모듈에 대한 구현의 적합성 및 안전성 등을 검증하는 제도
- 3) 3GPP(3rd Generation Partnership Project) : 전 세계 이동통신 사업자, 장비 제조사, 단말 제조사, 칩 제조사 및 세계 각국의 표준화 단체와 연구기관 등이 참여하는 최대 국제 이동통신 표준화 단체

1) 마이크로소프트사가 개발한 증강현실(AR) 웨어러블 기기

5G 네트워크 기술은 20Gbps 이상의 대용량 전송 서비스가 가능한 초광대역 서비스(eMBB: enhanced Mobile Broadband) 기술, 자율주행차량 등에 대한 원격제어 및 통제를 위해 1ms 이하의 지연속도(latency)를 보장하는 고신뢰/초저지연 통신(URLLC: Ultra Reliable & Low Latency Communications) 기술, 그리고 가정이나 산업 전반에 걸쳐 수많은 사물인터넷(Internet of Things, IoT) 기기들을 상호 연결하기 위해 1km<sup>2</sup> 당 백만 개의 장비를 동시에 연결할 수 있는 대규모 사물통신(mMTC: massive Machine-Type Communications) 기술 등을 핵심기술로 포함하고 있다. 이와 같은 기술적인 특성들 때문에 5G 네트워크를 활용하면 최근 연구가 활발히 진행되고 있는 가상현실(VR) 기술 및 가까운 미래에 현실화될 홀로그램(hologram) 등과 같이 초고화질의 영상정보를 필요로 하는 기술 등을 초고속, 초저지연, 대용량의 서비스를 이용하여 원활히 구현할 수 있다.

## 2.2 5G 네트워크 슬라이싱(Network Slicing)

네트워크 슬라이싱(network slicing)이란 하나의 물리적인 네트워크를 여러 개의 논리적인 가상 네트워크로 분리하여 각각의 가상 네트워크마다 독립된 서비스를 구현할 수 있도록 지원하는 기술이다[10]. 이때 각각의 네트워크 슬라이스는 가상화되어 독립된 네트워크처럼 동작하므로 특정 슬라이스에 오류나 문제가 발생하더라도 다른 슬라이스에 영향을 주지 않기 때문에 각 슬라이스마다 독립적인 서비스 구현이 가능하다.

기존의 4G 네트워크에서는 음성 통신과 데이터 통신만 제공되었다. 이때 음성통신의 경우에는 일부 차등화된 서비스가 제공되었지만 데이터 통신의 경우는 모든 서비스 영역에서 전송속도만 증가시켰을 뿐 동일한 서비스만이 제공되었다. 하지만 4G 네트워크에서와는 달리 5G 네트워크에서는 네트워크 슬라이싱 기술을 적용하여 데이터 영역에서도 서비스 특성에 따라 차등의 서비스를 제공할 수 있게 되었다. 예를 들어 자율주행 서비스를 구현하는 슬라이스에서는 지연시간을 최소화할 수 있도록 서비스를 구현할 수 있고, 가상현실(VR) 기술을 활용하여 고화질의 영상정보를 전송해야 하는 슬라이스에서는 대용량 전송이 가능하도록 구현할 수 있다.

네트워크 슬라이싱 기술은 슬라이스 간 독립을 보장할 수 있기 때문에 민간분야에서는 사용자 맞춤형 서비스를 구현하기 위해서 주로 활용된다. 군사적 측면에서 살펴볼 때에는 이 논문에서 구현하고자하는 5G 기반 증강현실 통합 지휘통제플랫폼과 같이 상용 5G 네트워크 위에서 군사적인 어플리케이션을 구현하는 경우 다른 슬라이스로부터 독립될 수 있으므로 외부 침해나 군사정보의 유출과 같은 보안문제를 해결할 수 있다는 장점을 가진다. 따라서 상용망을 활용해 군사적인 목적의 서비스를 개발하여야 하는 경우에는 네트워크 슬라이싱 기술을 적극 활용해 보안상 취약요소를 제거하는 것이 바람직하다.

## 2.3 암호모듈 검증제도(KCMVP) 기반 구간암호화 기술

앞서 2.2절에서 설명한 네트워크 슬라이싱 기술을 활용하면 상용 5G 네트워크 하에서도 어느 정도 보안성을 제공하는 군사적 어플리케이션을 구현할 수 있다. 하지만 이 논문에서 구현하고자하는 통합 지휘통제플랫폼과 같이 중요한 전투현장에 군사적으로 활용되어야 하는 응용체계의 경우에는 한 단계 높은 수준의 보안대책이 요구된다. 이러한 목적으로 활용할 수 있는 기술이 바로 암호모듈 검증제도(KCMVP) 기반 구간암호화 기술이다.

암호모듈 검증제도(KCMVP)는 전자정부법 제56조에 의거 국가 및 공공기관 정보통신망에서 소통되는 자료의 보호를 위해서 사용되는 암호모듈의 안전성과 구현적합성을 검증하는 제도이다[11]. 이때 암호모듈은 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어의 집합으로 이루어져 있으며, 주로 활용되는 암호 알고리즘으로는 블록암호의 일종인 ARIA, SEED, LEA, HIGHT 등이 있다. 이때 우리군은 국방정보기술표준에 구간암호화로 특정 알고리즘을 사용하도록 규정하고 있다.

이 논문에서 구현하고자 하는 통합 지휘통제플랫폼의 경우 5G 네트워크와 연동되는 모든 장치는 데이터를 전송할 때 암호모듈 검증제도(KCMVP) 기반 구간암호화 기술을 활용해 암호화(encryption)가 이루어지고, 데이터를 수신할 때에도 암호모듈 검증제도(KCMVP) 기반 구간암호화 기술을 활용해 복호화(decryption)가 이루어진다. 따라서 비록 상용 5G 네트워크를 활용하기는 하지만 송수신되는 모든 데이터는 암호화되어 있기 때문에 안정성을 보장할 수 있다. 만일 2.2절의 네트워크 슬라이싱 기술과 암호모듈 검증제도(KCMVP) 기반 구간암호화 기술이 동시에 활용된다면 보다 높은 수준의 보안성을 확보할 수 있을 것이다.

## 2.4 증강현실(AR) 기술 소개 및 군사적 활용

가상현실(VR)의 한 분야인 증강현실(AR)은 실제 환경에 가상의 사물이나 정보를 합성하여 실제 사물로 인식하는 기술로 도시화 및 환경문제 등 각종 사회문제를 야기할 수 있는 각 분야의 현상과 군사훈련 분야에서 실제와 같은 훈련환경을 제공하는데 유용하게 활용된다. 특히 증강현실은 사용자가 현실 환경 위에서 가상 정보들과 상호작용을 해야 하므로 디스플레이 기술이 무엇보다 중요하다. 이때 증강현실에 사용되는 디스플레이 장치는 크게 머리에 착용하는 HMD(Head Mounted Device)와 대형 스크린이나 휴대폰, PDA와 같이 머리에 착용할 필요가 없는 Non-HMD로 구분되는데 군사적 어플리케이션의 경우는 사실과 같은 현실감이 중요하기 때문에 보다 높은 몰입감을 제공하는 HMD가 주로 활용된다.

증강현실(VR) 산업은 게임, 교육, 의료, 방송, 제조 등 다양한 분야에서 가파른 성장세를 보이고 있으며 최근에는 5G의 상용화에 힘입어 홀로그램 기반의 실감형 콘텐츠도 각광을 받고 있다. 증강현실(VR) 기술은 민간분야 뿐만 아니라 군사분야에 있어서도 신 무기체계 도입 및 시험, 위험부담이 있거나 실제와 유사한 훈련효과를 달성해야 하는 각종 훈련, 그리고 반복숙달

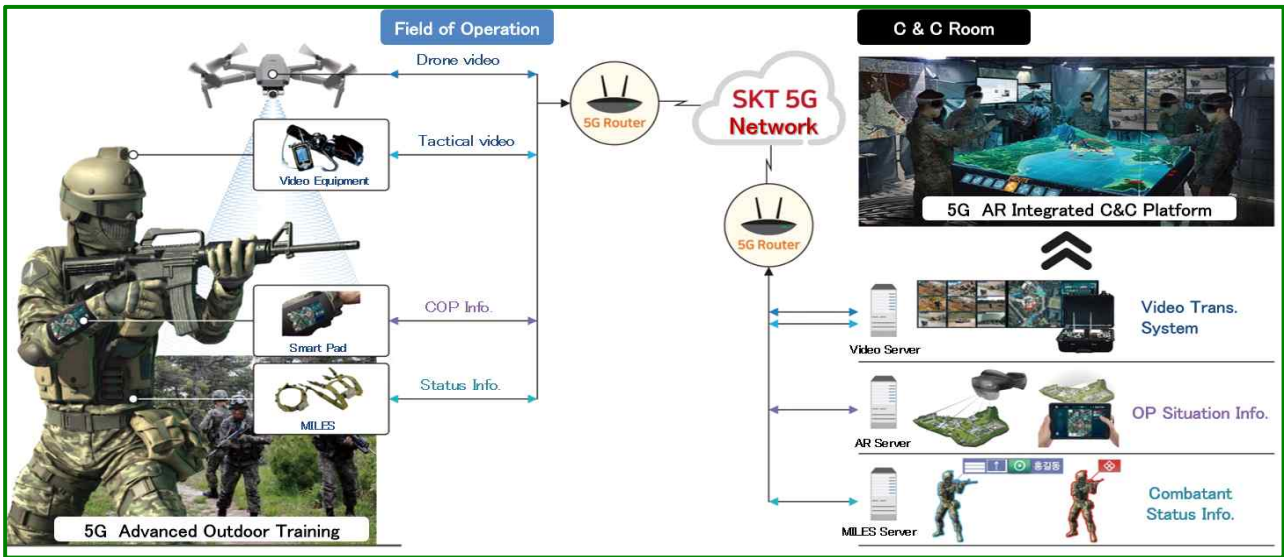


그림 1. 5G 기반 증강현실(AR) 통합 지휘통제플랫폼의 구축 개념  
 Fig. 1. The Concept of Augmented Reality-based Integrated Command and Control Platform under 5G Technologies

이 요구되는 정비분야를 중심으로 많이 활용되고 있다[7, 8]. 예를 들어 미 육군은 통합 비주얼 증강 시스템(Integrated Visual Augmentation System, IVAS)의 개발 공급을 위해 Microsoft사와 4억8000만 달러 규모의 계약을 체결했다[12]. IVAS는 병사들에게 훈련 및 임무 수행 중에 필요한 각종 정보를 증강현실을 통해 쉽고 빠르게 전달함으로써 작전 수행 능력과 생존력을 높이는 차세대 정보기기이다. 이스라엘의 경우는 2018년에 복잡한 시각 콘텐츠에 상황정보를 추가할 수 있는 군사용 증강현실 및 3D 지도 제작 솔루션을 개발하였다.4) 한편, 국내의 경우 2018년 과기정통부 지원으로 육군사관학교 컨소시엄에서 개발한 증강현실(AR) 기반 지휘통제훈련(약칭 AR-CPX) 체계[8]가 증강현실(AR) 기술을 활용한 대표적인 군사용 훈련체계라 할 수 있다. AR-CPX는 국토지리원에서 제공되는 지리정보를 활용해 남한 전 지역을 홀로렌즈를 통해 3D로 가시화할 수 있으며, 통제용 패드를 활용하여 다양한 추가 정보 입력이 가능하도록 개발되었다.

증강현실 기술을 군사적으로 활용하기 위해서는 실제 전장을 방불케 할 정도로 현실감과 몰입감이 높아야 한다. 이를 위해 어플리케이션에 활용되는 3D 콘텐츠는 높은 해상도로 제작되어야 한다. 특히 이 논문에서 구축하고자 하는 5G 기반 증강현실 통합 지휘통제플랫폼의 경우 작전현장과 지휘통제실 사이에 대용량의 정보가 실시간으로 교환되어야 하므로 앞서 설명한 5G 기술과의 결합이 필수적이다.

### III. 5G 기반 증강현실(AR) 통합 지휘통제플랫폼 구축방안

이번 장에서는 앞서 2장에서 살펴본 5G 네트워크 및 증강현

실(AR) 기술과 암호모듈 검증제도(KCMVP) 기반의 구간암호화 기술을 활용한 통합 지휘통제플랫폼 구축방안을 제안한다. 그림 1에서 보는 바와 같이 이 논문에서 제안하는 5G 기반 증강현실(AR) 통합 지휘통제플랫폼은 작전현장5), 지휘통제실, 그리고 5G 네트워크로 구성된다.

#### 3.1 작전현장(Field of Operations)

작전현장은 실제로 작전이 수행되는 공간을 말한다. 그림 1에서 보는 바와 같이 작전현장은 작전을 수행하는 각개 용사가 바라보는 현장 영상정보를 획득하기 위한 실시간 영상전송 장비(예를 들어 카이샷(KAISHOT6)), 작전지역 상공에서 작전지역 전체에 대한 영상정보를 획득하기 위한 드론(drone) 장비, 훈련 간 교전에 의한 각개병사의 피해를 묘사하기 위한 마일즈(Multiple Integrated Laser Engagement System, MILES7)) 장비, 그리고 마지막으로 지휘통제실에서 작성되어 작전현장으로 전송되는 공통작전상황도(COP)를 전시하기 위한 스마트 패드로 구성된다.

작전 중인 용사가 착용하고 있는 영상전송장비와 드론(drone)으로부터 획득된 영상정보는 실시간으로 5G 네트워크를 통해 지휘통제실로 전송되어 지휘통제실에 있는 지휘자들

4) Global Defence News 2018년 8월 27일 제1927호 - 이스라엘 옛지비스사, 군사용 증강현실 및 3D 지도제작 솔루션 개발

5) 이 논문에서의 작전현장은 군사작전의 경우를 가정한 용어이다. 하지만 활용되는 분야에 따라 화재현장, 재난현장, 그리고 공연 현장 등 다양한 의미로 해석될 수 있다.  
 6) 카이샷은 아이폰에서 개발한 위성영상 송수신 장치의 상품명이나, 전술영상전송 수신체계를 지칭하는 일반명사화 되어 사용되고 있다. (참조 : <http://www.idfone.co.kr/kaishot/kaishot.html>)  
 7) 레이저 발사기와 감지기를 이용하여 실제 교전과 같은 모의 군사훈련을 가능하도록 해주는 장비(참조 : <http://www.utech.co.kr/main/index.php>)

에게 생생한 현장정보를 제공함과 동시에 공통작전상황도(COP) 작성에 활용된다. 마일즈(MILES) 장비는 각 용사의 위치를 실시간으로 추적하고, 특히 쌍방 훈련 간 상호 교전에 의한 피해를 묘사하기 위한 용도로 활용된다. 마일즈(MILES) 장비는 각 용사의 위치 및 상태정보를 묘사하는 장비이므로 소방현장 등에서는 소방복에 장착된 각종 센서(sensor)로부터 소방관의 상태정보를 획득하는 수단으로 대체될 수 있다. 마지막으로 스마트 패드는 지휘통제실에서 작성되어 현장의 작전요원에게 전송되는 공통작전상황도(COP)를 전시(display)하는 용도로 활용된다. 작전현장의 각 용사들은 스마트 패드를 통해 전 전투현장의 상황을 인식하고, 지휘통제실과 정보를 실시간으로 주고받을 수 있다.

**3.2 지휘통제실(Command and Control Room)**

지휘통제실은 제한된 정보만 가지고 있는 작전현장의 각개 전투원 및 각종 장비로부터 취합된 정보를 바탕으로 전체 상황을 조망하여 적절한 지휘통제를 하는 것이 핵심 기능이다. 따라서 현장 정보를 정확하게 파악하여 빠르게 공통작전상황도(COP)를 작성한 뒤 적절한 지휘결심을 내리는 것이 매우 중요하다. 과거에는 정보수집 자산에 의해 수집된 제한된 영상 및 이미지 정보와 현장으로부터 전해지는 음성 정보에 기초하여 공통작전상황도(COP)가 작성이 되었으나 최근에는 5G 네트워크와 같은 다양한 데이터 및 통신 수단의 발달에 힘입어 고품질의 영상, 이미지, 문자, 음성, 그리고 센서(sensor) 정보 등을 현장으로부터 지휘통제실로 전송할 수 있게 되어 보다 정확하고 현실감 있는 공통작전상황도(COP) 작성이 가능해졌다. 또한 5G 네트워크를 활용하면 지휘통제실에서 작성된 공통작전상황도(COP)를 작전현장의 각개 전투원들과 실시간으로 공유가 가능하므로 전투원과 지휘자가 동일한 상황을 공유(SA)할 수 있다. 이 논문에서 제시하는 5G 기반 증강현실(AR) 통합 지휘통제플랫폼의 지휘통제실은 다중 영상 전시 패널, 2D 공통작전 상황도, 그리고 증강현실(AR) 기반 3D 작전상황도로 구성된다.



**그림 2. 9분할 영상 전시 패널의 개념**  
**Fig. 2. The Concept of 9 Segment Video Display Panel**

먼저 다중 영상 전시 패널은 작전현장으로부터 전투원이 가지고 있는 영상전송장치와 전장 상공의 드론(drone)으로부터

5G 네트워크를 통해 전송되는 영상정보를 지휘통제실에 설치된 대형 모니터를 통해 실시간으로 재생한다. 따라서 지휘통제실의 지휘관은 대형 모니터를 통해 작전현장 정보를 생생하게 확인할 수 있다. 본 연구에서 제안하는 통합지휘통제 플랫폼은 분대 혹은 팀(team) 단위 훈련 및 작전에 활용되는 것을 가정하고 있기 때문에 다중 영상 전시 패널은 2개의 대형 모니터로 구성하되, 1개의 대형 모니터에는 9분할 영상 전시 패널을 통해 드론(drone) 및 각개 팀원의 영상전송장비로부터 전송되는 영상들을 각각 전시하고, 또 다른 1개의 대형 메인 모니터에는 9분할 영상 전시 패널 중 지휘관에 의해 선택된 1개 영상을 전체 화면으로 전시될 수 있도록 구성하여 지휘관으로 하여금 특정 영상에 대한 보다 자세한 정보를 확인할 수 있도록 지원한다. 그림 2는 9분할 영상 전시 패널의 모습을 보여준다.



**그림 3. 2D 공통작전상황도**  
**Fig. 3. The 2D Common Operational Picture**

두 번째로 2D 공통작전상황도는 작전현장으로부터 송신되는 정보를 바탕으로 지휘통제실에서 적군 및 아군에 대한 추가적인 정보를 입력함으로써 작성된다. 이렇게 작성된 2D 작전상황도는 실시간으로 작전현장의 전투원들에게 전달되어 전투원들의 스마트 패드에 전시되기 때문에 작전현장의 전투원들도 지휘통제실의 지휘관들과 동일한 상황인식(SA) 하에서 작전을 수행할 수 있다. 그림 3은 2D 공통작전상황도의 모습을 보여준다.



**그림 4. 홀로렌즈 기반 3D 작전상황도**  
**Fig. 4. The HoloLens based 3D Operational Picture**

마지막으로 증강현실(AR) 기반 3D 작전상황도는 마이크로소프트社의 홀로렌즈를 활용해 작전지역을 3D로 가시화하고,

3D로 가시화된 작전상황도에 작전현장에서 전송되는 정보를 바탕으로 적 및 아군에 대한 정보를 실시간으로 추가함으로써 작성된다. 증강현실(AR) 기반 3D 작전상황도는 작전지역에 대한 3D 모델링을 통해 앞서 설명한 2D 공통작전상황도에 비해 보다 자세하게 상황을 묘사할 수 있기 때문에 지휘관으로 하여금 작전현장을 직접 보고 있는 것과 같은 현실감을 제공한다. 그림 4는 홀로렌즈 기반의 3D 작전상황도의 개념을 보여준다. 증강현실(AR) 기반 3D 작전상황도 구축을 위해 이 논문에서는 2018년 「가상현실 기반 실전적 통합전투훈련체계」의 일부로 개발된 증강현실(AR) 기반 지휘통제훈련(Command Post eExercise, CPX) 시뮬레이터[8]를 확장해 활용하는 것을 제안한다. 既 개발된 증강현실(AR) 기반 지휘통제훈련(CPX) 시뮬레이터[8]의 핵심기능은 다음과 같다.

- 국토지리정보원으로부터 획득된 한반도 전역(지형정보 데이터를 획득할 수 없는 북한지역을 제외)의 3D 지형도를 실시간 생성할 수 있다. 또한 3D 지형도를 자유롭게 확대 및 축소하는 기능을 지원하기 때문에 어떤 크기의 지형이라도 작전현장으로 묘사가 가능하다.
- 태블릿 PC에 기반한 인터페이스를 사용하여 손쉽게 아군 및 적군의 배치, 부대의 이동로 표시, 화기별 사거리, 등고선 및 그리드 표시 등 다양한 정보를 표시할 수 있다. 따라서 작전수행 전 지휘통제훈련(CPX) 목적으로도 활용이 가능하고, 작전 실시 중에도 실시간 정보 업데이트가 가능하므로 3D 공통작전상황도(COP)를 작성하는데 활용할 수 있다.
- 각개 전투원을 선택했을 때 각 전투원의 상세정보, 즉 직책, 현재 위치, 피격 여부 등의 개인정보를 표시해준다. 단, 묘사되는 정보는 사전에 입력되어진 내용에 국한된다.



그림 5. 작전지역에 대한 3D 모델링(예)  
Fig. 5. A 3D modeling example of Field of Operations

본 연구에서 제안하는 증강현실(AR) 기반 3D 작전상황도를 구현하기 위해서는 앞서 설명한 증강현실(AR) 기반 지휘통제훈련(CPX) 시뮬레이터[8]의 기본 기능에 부가하여 다음과 같은 기능이 추가되어야 한다.

- 기존의 증강현실(AR) 기반 지휘통제훈련(CPX) 시뮬레이터의 3D 지형도의 경우 국토지리정보원의 지형정보 데이터를

활용해 3D 지형도를 자동으로 생성하고 있기 때문에 건물, 시설, 도로 등에 대한 자세한 묘사가 제한된다. 따라서 5G 기반 증강현실(AR) 통합 지휘통제플랫폼의 증강현실(AR) 기반 3D 작전상황도는 특수 제작된 모델링 기반 지형 정보를 업로드해서 보다 상세한 3D 상황도 묘사가 가능하여야 한다. 이렇게 함으로써 보다 생생한 공통작전상황도(COP) 작성이 가능하다. 그림 5는 이 논문에서 가정하고 있는 작전지역에 대한 3D 모델링 예를 보여준다.

- 증강현실(AR) 기반 지휘통제훈련(CPX) 시뮬레이터의 각개 전투원의 개인 정보는 사전에 입력된 정보만을 전시하는데 그치고 있다. 하지만 5G 기반 증강현실(AR) 통합 지휘통제플랫폼의 증강현실(AR) 기반 3D 작전상황도는 3.1장에서 언급한 마일즈(MILES) 장비와 연동하여 각 전투원의 위치 및 상태(사망, 중상, 경상 등)를 실시간으로 업데이트 할 수 있어야 한다. 또한 특정 전투원을 선택하는 경우 해당 전투원의 영상 전송 장비로부터 스트리밍 되는 영상정보를 전시하는 기능을 제공함으로써 지휘자로 하여금 해당 전투원의 시점에서 작전상황을 바라볼 수 있도록 지원해야 한다. 특히 마일즈(MILES) 장비와 연동은 2D 공통작전상황도에도 필수적이다.

지금까지 설명한 5G 기반 증강현실(AR) 통합 지휘통제플랫폼의 지휘통제실에서 제공하는 다중 영상 전시 패널 및 증강현실(AR) 기반 3D 작전상황도는 효과적인 지휘결심을 지원하고, 모두가 동일하고 정확한 상황인식(SA) 하에서 효율적이고 성공적인 작전을 수행하도록 보장한다.

### 3.3 5G 네트워크(5G Networks)

이 논문에서 제안하는 5G 기반 증강현실(AR) 통합 지휘통제플랫폼이 원활하게 운영되기 위해서는 작전현장과 지휘통제실 사이에 대용량의 데이터가 지연시간 없이 실시간으로 전송될 수 있어야 한다. 이를 위해서 작전현장과 지휘통제실 간에는 초고속, 초저지연, 대용량의 데이터를 송수신할 수 있는 네트워크가 필수적이다.

현재 우리 군은 육·해·공군 및 합동부대의 정보통신 기반체계로 SPIDER나 전술정보통신체계(TICN) 등의 군전용 전술네트워크를 구성해 운용하고 있다. 하지만 가장 최근에 전력화되고 있는 전술정보통신체계(TICN)만 보더라도 전송속도<sup>8)</sup> 면에서 4세대 상용 정보통신망에 크게 뒤처지고 있어 상황 공유를 위한 영상전송을 고려하기에는 무리가 있다[13]. 따라서 전술정보통신체계(TICN)를 활용해 증강현실(AR) 통합 지휘통제플랫폼을 구축하는 것은 제한된다. 그렇다고 증강현실(AR) 통합 지휘통제플랫폼을 구축하기 위해 별도의 군용 전술네트워크를 구축하는 것은 비용이나 시간적인 측면에서 바람직하지 않다. 이러한 상황을 해결하기 위해 이 논문에서 우리는 2019년 4월

8) 전술정보통신체계(TICN)의 경우 군단-사단 간 전송속도는 \*\*Mbps 정도이고 중대급 이하는 \*Mbps 정도로 알려져 있다.

부터 본격적으로 상용화되고 있는 상용 5G 네트워크 상에서 2.3절에서 설명한 암호모듈 검증제도(KCMVP) 기반 구간암호화 기술을 활용한 체계 구축방안을 제안한다.



그림 6. 작전지역 5G 네트워크 기지국 설치  
Fig. 6. Installation of 5G Base Stations in Field of Operations

본 연구를 위해 우리는 SKT와 협조 하에 작전지역 전 지역에 걸쳐 총 17개의 기지국을 비롯해 중계기 등 총 40여종의 시설물을 설치함으로써 5G 서비스를 개통하였다. 이렇게 설치된 SKT 5G 네트워크를 통해 작전지역과 지휘통제실은 실시간으로 대용량 데이터를 주고받을 수 있게 되었다. 그림 6은 작전지역에 기지국을 설치하고 있는 모습을 보여준다.



그림 7. 5G 라우터 프로토타입  
Fig. 7. 5G Router Prototype

작전지역에서 각 전투원들이 착용하고 있는 실시간 영상 전송장비, 작전지역 상공에서 작전 지역 전체에 대한 영상 정보를 획득하기 위한 드론(drone) 장비, 훈련 간 교전에 의한 각개병사의 피해를 묘사하기 위한 마일즈(MILES), 그리고 마지막으로 지휘통제실에서 작성되어 작전현장으로 전송되는 공통작전상황도(COP)를 전시하기 위한 스마트 패드 등의 장비는 5G 네트워크와 연동되어야 한다. 이를 위해서 각 단말과 5G 네트워크를 연동할 수 있는 전용 5G 라우터가 필요하다. 본 연구가 진행되고 있는 2019년 당시에는 아직 5G 라우터에 적용할 수 있는 표준화된 5G 전용 칩이 개발되기 이전이었기 때문에 우리는 그림 7에서 보는 바와 같이 당시 상용화되어 사용되고 있던 5G 전용 단말기를 활용해 5G 라우터 프로토타입(prototype)을 개발하였다. 이때 본

연구를 통해 개발된 5G 라우터 프로토타입은 기본적인 5G 통신은 물론이고 Wifi 및 이더넷(Ethernet)을 지원할 수 있도록 개발되었다.

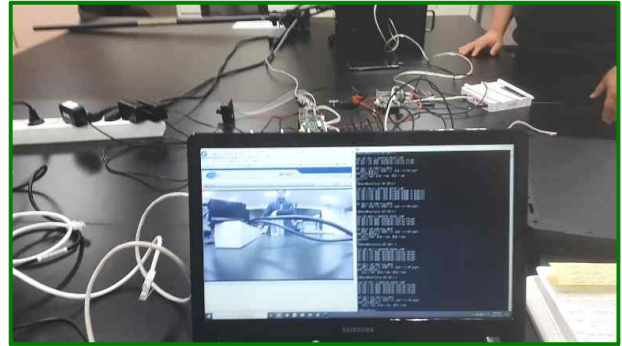


그림 7. 암호모듈 검증제도 기반 구간암호화 기술 적용(실험장면)  
Fig. 7. Application of KCMVP based Section Encryption

상용망을 통해 군사자료를 송수신하는 경우에는 보안에 취약할 수밖에 없다. 이러한 문제를 해결하기 위해 본 연구에서는 5G 라우터에 5G 네트워크와 연동할 수 있는 암호모듈 검증제도(KCMVP) 기반의 구간암호화 기술을 적용하였다. 즉, 그림 1에서 보이는 바와 같이 5G 라우터를 통해 5G 네트워크로 데이터를 송신하는 경우 암호모듈 검증제도(KCMVP) 기반의 구간암호화 기술을 활용해 암호화(encryption)하고, 반대로 5G 네트워크로부터 5G 라우터로 데이터를 수신할 때 암호모듈 검증제도(KCMVP) 기반 구간암호화 기술을 활용해 복호화(decryption)를 실시한다. 이렇게 함으로써 비록 상용 5G 네트워크를 활용하기는 하지만 송·수신되는 모든 데이터는 암호화되기 때문에 안정성을 보장받을 수 있다. 그림 7은 5G 라우터와 암호모듈 검증제도(KCMVP) 기반 구간암호화 기술의 연동실험 장면을 보여준다.

#### IV. 통합 지휘통제플랫폼 활용방안

앞서 3장에서 우리는 5G 네트워크가 제공하는 초고속, 초저지연, 대용량 데이터 전송 특성과 증강현실(AR) 기술이 제공하는 생생한 현실감(reality)을 결합해 다양한 환경에서 다목적으로 활용할 수 있는 5G 기반 증강현실(AR) 통합 지휘통제플랫폼 구축 방안을 제시하였다. 본 연구를 통해 개발된 통합지휘통제 플랫폼은 현장의 정보를 지휘통제실에 전달하고 지휘통제실에서 종합된 정보를 실시간으로 현장과 공유할 수 있는 특징을 가지고 있으며, 따라서 다양한 분야에서 활용이 될 수 있을 것으로 기대된다. 대표적인 예로 군 훈련, 경찰, 소방, 재난, 응급의료, 현장 기술지원, 대규모 행사기획 등이 있다.

##### 4.1 평산시 군 교육훈련에 활용

육군은 강원도 인제군에 위치하고 있는 육군과학화전투훈

련단(Korea Combat Training Center, 이하 KCTC)에 마일즈(MILES) 장비와 연동된 여단급 훈련이 가능한 과학화전투훈련 체계를 구축하여 평시 훈련에 활용하고 있다. 과학화전투훈련 체계는 레이저, 영상, 데이터통신, 컴퓨터 등 첨단 과학기술을 활용해 실전 같은 전투훈련을 하는 것을 목표로 한다. 하지만 이를 위해서 100 km에 이르는 넓은 훈련장 부지와 각종 신호 전송을 위한 중계기 및 통제시스템 등을 갖추어야 하기 때문에 구축 및 유지비용이 상당히 높다. 이러한 제한 사항으로 인해 매년 1개 사단 당 1개 연대 정도만이 훈련에 참여할 수 있는 실정이라 많은 부대가 전투력 향상을 목적으로 반복해서 훈련하기에는 제한이 따른다. 이러한 제한점을 해소하기 위해 최근에는 후방지역의 부대들이 육군과학화전투훈련단(KCTC)에서와 비슷한 상황에서 자체적으로 훈련할 수 있도록 소대급 및 중대급 마일즈 장비들이 전력화되고 있다. 마일즈 체계를 활용해 훈련 효과를 달성하기 위해서는 지휘통제실에서 중앙통제가 가능해야 하고 훈련결과를 분석할 수 있어야 하기 때문에 각 마일즈 신호기에서 발송된 신호를 지휘통제실로 전달해주는 중계기가 필수적이다.

본 연구를 통해 개발된 5G 기반 증강현실 통합 지휘통제 플랫폼은 훈련을 위한 중계기를 필요로 하지 않고 상용 5G 네트워크 망을 사용하기 때문에 신호전달을 위한 추가 비용 소요를 줄일 수 있는 장점이 있다. 또한 현재 활용되고 있는 군 진술통신체계에 비해 더 넓은 대역폭을 사용할 수 있기 때문에 단순 위치정보, 사격 정보, 그리고 피격정보만을 전송하던 기존의 소대급 및 중대급 마일즈 체계를 획기적으로 개선할 수 있다. 예를 들어 현재의 소대급 및 중대급 마일즈 훈련체계 하에서 각개 전투원들이 중앙의 지휘통제실로부터 공통작전상황도(COP) 정보를 제공받을 수 없었으나 본 연구를 통해 개발된 5G 기반 증강현실 통합 지휘통제플랫폼을 활용하면 스마트 패드를 활용해 지휘통제실에서 수집된 정보를 바탕으로 작성된 공통작전상황도(COP)를 실시간으로 전송받아 볼 수 있다. 따라서 작전현장의 상황을 실시간으로 그리고 입체적으로 파악할 있게 되므로 전투효율을 향상시킬 수 있을 것이다.

#### 4.2 경찰, 소방, 재난, 응급의료 분야에서의 활용

평상시 군 훈련보다 당장 적용가능한 분야로 경찰, 소방, 재난, 응급의료 분야를 꼽을 수 있다. 2011년 11월 소말리아 해적에게 피랍되었던 삼호 주얼리호 구출작전에서는 일명 카이샷 장비를 통해 현장의 정보가 대한민국에 있는 지휘통제실로 전송이 되었다. 하지만 현장에서 전송된 영상의 품질은 현장에서 이루어지고 있는 상황을 미루어 짐작만 할 수 있는 정도로 최근 출시되는 바디캠 또는 휴대폰의 화질에는 크게 못 미치는 수준이었다. 한편 소방이나 재난, 응급의료 분야에서는 현장 상황의 기록 및 채증(採證) 등을 위해 바디캠 등을 사용하고 있다. 바디캠은 카이샷에 비해서는 훨씬 고화질의 영상 및 음성 등을 기록할 수 있는 반면에 지휘통제실과의 실시간 교신이 제한된다는 단점이 있다. 따라서 단순히 바디캠만을 활용하는 경우 지휘통

제실에서는 현장상황에 대한 정보를 실시간으로 받아볼 수 없기 때문에 적절한 지휘결심이 제한된다.

일반적으로 각종 상황 발생 시 현장에 제일 먼저 투입되는 초기대응팀(first responder) 인원들은 비록 지속적인 교육을 통해 각종 상황에 대처하는 기본적인 훈련 및 교육을 받기는 하지만 다양한 상황에서 전문적인 식견을 가지고 대응하기에는 제한될 수밖에 없다. 이때 전문가로부터 각 상황에 맞는 조언을 시의적절하게 받을 수 있다면 작전수행의 효율이 높아질 것이다. 만약 테러, 교통사고, 화재, 재난, 응급현장, 각종 사고 발생 시 지휘통제실에 위치하고 있는 해당분야 전문가가 현장상황에 대한 고화질 영상을 실시간으로 받아볼 수 있고, 이를 바탕으로 현장요원들에게 상황에 맞는 적시적절한 조언을 해줄 수 있다면 상황대응이 훨씬 더 효율적으로 이루어 질 수 있을 것이다. 본 연구에서 개발된 5G 기반 증강현실 통합 지휘통제 플랫폼은 이러한 목적으로 활용이 가능한 시스템이다.

예를 들어 백색가루 신고가 들어오는 테러 상황을 가정해 보자. 초기대응팀이 신고를 받은 후 장비를 착용하고 현장으로 출동을 한다. 지휘통제실의 전문가들은 테러 현장의 상황을 영상으로 직접 보면서 현장 요원과 함께 거의 실시간으로 현장 상황을 파악한다. 현장의 초기대응팀 요원들은 헬멧에 장착되어 있는 음성 송수신기로 지휘통제실과 실시간으로 대화하면서 필요한 조치사항들을 음성으로 전달받고, 필요한 경우 스마트 패드를 통해 전체적인 상황 및 추가정보를 전송받음으로써 상황에 맞는 처리를 할 수 있게 된다. 또 다른 예로는 화학물질 사고 사례를 들 수 있다. 현장에 출동한 인원은 화학물질 관련 유출 사고가 발생했을 때 사고 현장의 화학물질에 대한 전문정보지식이 없기 때문에 적절한 대응이 어렵다. 하지만 지휘통제실의 화학물질 전문가가 현장으로부터 실시간으로 전송되는 영상정보를 분석해 물질안전보건자료(Material Safety Data Sheet, MSDS)와 같은 핵심 정보를 제공할 수 있다면 현장요원은 보다 전문적으로 대응할 수 있을 것이다.

#### 4.3 현장 기술지원 및 대규모 행사에서의 활용

마이크로 소프트사의 홀로렌즈 관련 영상을 보면 홀로렌즈를 통해 기계부품의 수리나 현장에서의 상황에 대한 지시 등을 받는 것이 실제로 가능함을 알 수 있다. 이렇게 현장에서 가장 최적화된 기술지원이나 상황조치를 하기 위해서는 그 이전에 현장의 정확한 상황 정보를 지휘통제실로 전송하고, 지휘통제실의 전문가가 해당 상황에 대한 지침을 현장 요원에게 전시패드 혹은 홀로렌즈를 통해 전달할 수 있어야 한다.

또한 기존의 대규모 행사 현장에는 이동형 영상전송장비 지원이 거의 불가하여 신속한 상황통제가 제한된다. 본 연구를 통해 개발된 5G 기반 증강현실 통합 지휘통제플랫폼을 적용하면 현장요원들이 좀 더 생생한 고화질의 영상 및 소리 등 현장 정보를 지휘통제실에 실시간으로 제공할 뿐만 아니라, 다른 요원의 현장 정보도 제공할 수 있게 되므로 현장과 지휘통제실의 유기적인 커뮤니케이션을 통해 상황통제가 보다 용이하게 된다.



## V. 결론 및 향후 연구방향

이 논문에서 우리는 5G 네트워크가 제공하는 초고속, 초저 지연, 대용량 데이터 전송 특성과 증강현실(AR) 기술이 제공하는 생생한 현실감(reality)을 결합해 다양한 환경에서 다목적으로 활용할 수 있는 5G 기반 증강현실(AR) 통합 지휘통제플랫폼 구축 방안을 제안하였다. 나아가 군 훈련, 경찰, 소방, 재난, 응급의료, 현장 기술지원, 대규모 행사기획 등 다양한 분야에서 활용 가능성에 대해 논의하였다.

본 논문을 통해 제안한 5G 기반 증강현실(AR) 통합 지휘통제플랫폼을 각 분야에 효과적으로 활용하기 위해서는 향후 다음과 같은 추가적인 연구가 필요하다. 첫째, 5G 네트워크의 한계를 극복할 수 있는 수단을 강구할 필요가 있다. 5G 네트워크는 대역폭 증대를 위한 높은 주파수 사용으로 인해 도달 거리가 짧은 단점이 있기 때문에 깊숙한 지하나 건물 내부 등의 작전 현장에서 네트워크 연결이 제한될 수가 있다. 따라서 드론 또는 실내 중계장비 등을 활용해 5G 신호를 중계함으로써 통신 음영지역을 최소화할 수 있어야 한다. 둘째, 작전지역이 넓어지고 운용해야 하는 단말(영상정송장비, 마일즈, 드론 등)이 늘어나면 지휘통제실에서 처리해야 하는 영상 및 정보의 양이 급격히 늘어날 것이다. 이러한 경우를 대비하여 지휘통제실의 영상서버, 증강현실(AR) 서버, 그리고 마일즈 서버 등에 대한 최적화된 아키텍처 설계 및 통합 어플리케이션 개발이 필요하다. 마지막으로 보다 신속하고 정확한 지휘통제를 위해 인공지능(AI) 기술을 접목할 필요가 있다. 예를 들어 지휘관이나 참모들이 태블릿을 이용하여 정보 입력하고 공유하는 대신 인공지능(AI) 스피커를 활용하면 편의성은 물론이고 신속성을 추구할 수 있다. 또한 5G 기반 증강현실(AR) 통합 지휘통제플랫폼을 활용한 전술훈련 결과를 데이터베이스화 한 뒤 인공지능(AI) 기술을 활용해 분석함으로써 효과적인 의사결정을 지원할 수도 있다.

## 감사의 글

이 연구는 과학기술정보통신부 2019년 제 2차 5G 콘텐츠 플래그십 프로젝트(5G기반 가상증강현실 플래그십 프로젝트) 및 2020년 화랑대연구소의 연구비 지원을 통해 연구되었습니다.

## 참고문헌

- [1] Chong-Man Kim and Injai Kim, "A Study of Influencing Factors Upon Using C4I Systems : The Perspective of Mediating Variables in a Structured Modeling", *Asia Pacific Journal of Information Systems*, Vol. 19, No. 2, June 2009.
- [2] Tae-Ho Roh, "Integrated Command System for Fire-fight Safety in Special Disaster Area", *Fire Sci. Eng.*, Vol. 29, No. 6, pp. 98-108, 2015.

- [3] Jae-Bong Woo, "A Study on the Measure to Strengthen Command Competency at the Disaster Field", Master's thesis, Department of Fire & Disaster Prevention, Kangwon National University, 2012.
- [4] Eui Soon Kim, "Improvement of Common Operational Situation (COP) to Improve Command Control Ability", *KIDA Defence Weekly*, Vol. 1668, April 2017.
- [5] Heo Yeong Da, "The Study on the improvement plan for Military combat power by base of NCW against the future War", *Journal of Information and Security*, Vol. 17, No. 5, Dec. 2017.
- [6] Hakyong Kim, "Understanding 5G Service Implementation Technology", *Broadcasting and Media Magazine*, Vol. 24, No. 3, July 2019.
- [7] Sangjun Park, Jee Won Kim, Kyoung Min Kim, and Hoedong Kim, "AR based Field Training System Algorithm for Small Units", *Journal of Information and Security*, Vol. 18, No. 4, Oct. 2018.
- [8] Sangjun Park, Kyuyoung Shin, Dongwook Kim, Tai Hyo Kim, Hyo Bin Roh, and Wonwoo Lee, "Developing an AR based Command Post eXercise(CPX) Simulator", *Journal of Information and Security*, Vol. 18, No. 5, Dec. 2018.
- [9] Soo Jin Cho, "The Status and Related Policy Trends of 5G Technology in Major Countries", NIPA Issue Report 2019-27, 2019.
- [10] Seungik Lee and Myung-Ki Shin, "5G Network Slicing Technology", *OSIA S&TR Journal*, Vol.29, No.4, December 2016
- [11] Su-Mi Jeong and Chong-Tai Park, "A Study on the Development of the Remote Metering System for Distribution Power by applying KCMVP Security Function", The 49th KIEE Summer Conference 2018
- [12] Todd Haselton, "How the Army plans to use Microsoft's high-tech HoloLens goggles on the battlefield", CNBC, April 2019.
- [13] Dong Mo Jang, Chul Hi Yu, Tae Gong Lee, and Jae Sung Lim, "A Method of Capability Deduction Based on Operation for the Next Generation TICN", *Journal of Information Technology and Architecture*, Vol. 8. No. 1, Pages 13-24, March 2011



**신규용(Kyuyong Shin)**

1996년 : 육군사관학교 전산학과 (학사)  
2000년 : 한국과학기술원 전산학과 (석사)  
2009년 : (美)노스캐롤라이나 주립대(NCSU) (박사)

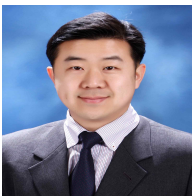
2009년~현 재: 육군사관학교 컴퓨터과학과 교수  
※관심분야: 분산시스템, 네트워크, 보안, 사이버전



**이원우(Wonwoo Lee)**

1989년 : 육군사관학교 전자공학과 (학사)  
1993년 : 서강대학교 전자공학과 (석사)  
2001년 : (美)시라큐스대 전자공학과 (박사)

2001년~현 재: 육군사관학교 전자공학과 교수  
※관심분야: 안테나 및 레이더, 전자파 해석, 전자전



**김동욱(Dongwook Kim)**

1995년 : 육군사관학교 화학과 (이학사)  
2000년 : (美)플로리다 주립대(FSU) 분석화학 (석사)  
2009년 : (美)일리노이대(UIUC) 환경화학 (박사)

2009년~현 재: 육군사관학교 물리화학과 교수  
※관심분야 : 환경오염 제거, 촉매반응을 통한 에너지물질 전환, 화생방방호, 4차 산업혁명기술을 이  
용한 군 교육훈련체계 개선