

## 미래 대대급 전술 네트워크 구축을 위한 5G 기반 네트워크 활용방안

오 동 한<sup>1</sup> · 한 덕 수<sup>2</sup> · 이 준 석<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>육군3사관학교 컴퓨터과학과 강사, <sup>2</sup>육군3사관학교 컴퓨터과학과 정교수, <sup>3</sup>육군3사관학교 컴퓨터과학과 조교수

## A Plan for Future Battalion Tactical Network with 5G Network

Donghan Oh<sup>1</sup> · Deok-Soo Han<sup>2</sup> · Junseok Lee<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Lecturer, Department of Computer Science, Korea army academy at Yeoncheon, Yeongcheon 38900, Korea

<sup>2</sup>Professor, Department of Computer Science, Korea army academy at Yeoncheon, Yeongcheon 38900, Korea

<sup>3</sup>Assistant Professor, Department of Computer Science, Korea army academy at Yeoncheon, Yeongcheon 38900, Korea

### [요 약]

미래전장 환경은 무기체계의 발전과 전자기기의 증가로 불확실한 위협이 산재하는 환경으로 변화될 것이다. 특히, 군에서는 감시 장비를 통해 최전선에서 발생하는 다양한 정보들이 신속하고 정확하게 전달되어야 한다. 그러므로 과학기술의 발달과 동시에 전장 환경의 변화는 지휘소의 신뢰성 높은 네트워킹 능력이 요구된다. 본 논문에서는 현재 대대급 네트워크의 기술 수준을 분석하고 미래 대대급 지휘소에서 요구되는 초고속, 초연결, 초신뢰성을 보장받을 수 있는 5G 기술의 군 활용방안을 제시한다. 제안된 네트워크환경을 활용하여 정보를 처리하게 된다면 지휘소에서 의사 결정을 내리기 위한 시간을 상당히 단축할 수 있다. 또한, 지휘관과 전투원은 최전선에서 발생하는 다양한 정보를 실시간으로 공유함으로써 전장 상황에 대한 정확한 인식을 통해 안정적으로 임무 수행이 가능하다. 그리고 5G 이후의 통신기술이 접목된 지휘소의 활용방안에 대해서도 본 논문을 통해 제안하여 적보다 우위에서 전장을 주도할 수 있는 정보처리 능력이 확보될 것이다.

### [Abstract]

In the future battlefield environment is changing into the circumstance where uncertain threats are scattered due to the development of weapon systems and the increase of electronic devices. In particular, in the military, surveillance information and various information occurring at the front line must be quickly and accurately transmitted to the command post. Therefore, changes in the battlefield environment and the technology development requires high-level networking capabilities of the post. In this paper, we explain the capabilities of the current battalion network technology and present a plan to utilize 5G technologies required by the military by introducing 5G network in the future network. Using the proposed network, the command post can perform mission tasks stably. Also it can significantly shorten the time to make decisions. In addition, commanders and combatants can share a variety of information from the front line in real-time to ensure reliable mission performance through accurate recognition of battlefield situations, and the use of command posts incorporating beyond 5G communication technologies will also be proposed in this paper through them it will gain capabilities to dominate the battlefield over the enemy.

**색인어** : 전술통신체계, 네트워크, 5G 이동통신, 미래전, Beyond 5G

**Key word** : Tactical Communication System, Network, 5G Mobile Communication, Future Warfare, Beyond 5G

<http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2021.22.3.537>



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** 11 January 2021; **Revised** 25 February 2021

**Accepted** 15 March 2021

**\*Corresponding Author; Junseok Lee**

**Tel:** [REDACTED]

**E-mail:** jsleecs@mnd.go.kr

## 1. 서론

이동통신 기술은 음성통화로 시작되어 문자 메시지, 데이터 통신을 사용자가 이동하며 활용할 수 있는 기술이다. 그리고 현대에 이르러서는 대규모 데이터를 실시간으로 처리하는 시대로 급변하고 있다. 시스템이 무인화되고 자율화되는 미래의 4차 산업혁명 시대를 가능케 하기 위해서는 초고속으로 데이터를 처리하는 5G 통신환경의 도입이 우선되어야 한다. 5G 통신 기술의 도입은 우리 생활을 변화시키고 있으며 가까운 미래에는 고품질 멀티미디어를 제공하며 IoT 기기의 폭발적인 증가에 대응하여 무선 데이터 접속요구량이 폭발적으로 증가할 것이다. 모바일 서비스 시장은 기존과는 차별적인 데이터를 제공함으로써 5G 기술은 서로 다른 계층의 고객들이 다양한 분야에서 폭넓게 사용할 수 있는 환경을 조성한다. 주파수 확보, 안테나 기술, 효과적인 셀 구성 등 5G 통신환경에 요구되는 새로운 기술의 탄생은 이동통신 서비스의 획기적인 변화를 일으킬 것이며 6G 시대가 도래될 때에는 더욱더 혁신적인 기술 발전이 기대된다 [1]. 특히, 군에서도 작전을 수행하면서 대용량 데이터가 실시간으로 송·수신될 수 있는 국방 무기체계의 수요와 급변하는 전장 환경으로 인해 신속하고 효과적인 전술 네트워크 능력이 요구된다.

현재 우리 군은 격자 형태인 통신체계를 사용한다. 통신소가 파괴되어도 신속하게 인접 통신소로 우회하여 통신하는 전술 통신 네트워크 체계인 SPIDER 체계와 새롭게 개발되어 전력화하고 있는 전술정보통신체계(TICN, Tactical Information Communication Network)가 혼합되어 사용되고 있으며 모든 부대가 전력화된 이후에는 TICN 체계를 사용하여 대대급 지휘소를 포함하여 데이터 전송 용량과 교환 접속 용량이 증가한 상태에서 운용될 것이다. 특히, 가입자의 접속 능력 상승과 더불어 단말기의 데이터 전송과 All-IP화를 통해 전장 환경에서 더 높은 수준의 네트워크 능력이 요구될 것이다. 하지만 미래전은 전장 공간이 기존의 지상, 해상, 공중뿐만 아니라 사이버 공간과 우주 공간까지 포함된 다영역 환경에서 수행될 것이다. 전투를 수행하는 무기체계 또한 서로 유기적으로 연결된 상태에서 복잡하고 다양한 종류의 복합시스템이 결합한 환경에서 운용될 것이다. 이러한 변화에도 불구하고 현재의 군 전술 정보체계가 보유하고 있는 하드웨어 성능과 네트워크 능력으로는 급변하고 있는 통신체계를 지원하기 어려운 현실과 마주하고 있다[2]. 무엇보다도 현재 개발되고 있는 무기체계와 전술통신체계 또한 지휘소를 중심으로 전방에 있는 지휘관들이 유선이나 무선 연결을 통해 최전선에서 임무 수행 중인 용사들에게서 수집되는 데이터를 쉽게 접근하고 그 데이터를 지휘소에서 원활하게 이용하기 위해 발전되고 있다. 미래에는 현재의 공통작전상황도(COP)를 3D 형태로 발전시키고 증강현실을 도입하여 홀로 렌즈를 활용한 형태의 공통작전상황도를 구성하는 방안도 제시되고 있다[3]. 하지만 이러한 기술적인 발전과는 달리 실제 전투를 수행하는 전투원로서는 주변에서 벌어지고 있는 전

장 상황과 정찰 정보, 상급부대의 전투 계획 등을 이용하지 못하고 있으며 전술통신체계가 개발되어 전력화한다고 하더라도 현재 발전된 기술을 전투원 개인은 전혀 이용하지 못하는 상황이 초래될 수 있다.

본 논문에서는 제시된 환경을 극복하기 위해 미래 대대급 네트워크 구축에 필요한 이동통신 기술을 5G 요소기술에 접목하여 대대급 지휘소에서 운용 가능한 5G 네트워크 활용방안에 대해 제안하고자 한다. 5G의 핵심 키워드로 대표되는 초고속, 초연결, 초신뢰 기술들은 미래에 다가올 전장 환경에서 필요한 기술들이다. 초고속 기술이 필요한 이유는 미래의 전장 환경은 다영역에서 발생하는 교전 상황과 다차원으로서의 전장 환경으로 확대되고 있으며 불확실한 위협과 예측 불가능한 상황이 동시다발적으로 발생하며 다양한 공격과 위협이 산재하고 있는 환경으로 변화되고 있다. 특히 지휘소에서는 실시간 변화되는 환경에 빠르게 반응함으로써 생존 가능성을 보장받을 수 있다. 대대급 지휘소의 신속한 대응이 부대에서 파생될 수 있는 크나큰 피해를 막을 것이고 아울러 지휘소의 판단이 작전 성패의 결정적인 영향을 초래할 것이다. 초연결 기술이 필요한 이유는 무엇보다도 미래전장에서 각 전투원은 웨어러블플랫폼이라고 하는 무기체계의 집합체를 착용하여 임무를 수행하게 될 것이다. 미래전장 환경에서는 현재의 무기체계와 국방 IoT로 대변되는 많은 센서 기기, 웨어러블 디바이스, 통신기기 등이 존재할 것이며 초연결 기술을 통하여 감시정찰, 지휘 통제, 지능형 사물 등을 연결하여 정확한 상황인식을 통한 의사결정체계, 교전 후 빅데이터와 인공지능을 활용하여 임무효과를 분석하는 등 다양한 서비스를 제공해야 하는 환경에 대응할 수 있다. 끝으로, 초신뢰 기술이 필요한 이유는 네트워크 서비스 측면에서 플랫폼 간 연결하여 체계와 체계 간 한정된 용량 안에서 필요한 정보를 상호 공유하고 상급부대에 유통되어야 하며, 각개 플랫폼이 필요한 시간에 주변 전장 환경 및 상급부대의 지시사항 등 필요로 하는 정보를 적시 적소에 제공되어야 하기 때문이다.

본 논문에서는 미래 대대급 네트워크의 5G 네트워크 활용하는 방안에 대해 제시한다. 논문의 구성은 아래와 같다. 2장에서 관련 연구를 통하여 현재 군 통신체계의 특징과 문제점 그리고 5G 네트워크에 대해 살펴본다. 3장에서는 5G 기반의 전술네트워크의 필요성에 관해 설명한다. 4장에서는 5G 기반 미래형 전술 네트워크의 기술 요소가 군 전술환경에서 군사적 활용과 추후 이동통신 기술의 적용을 통해 군 환경의 변화에 대해 살펴본다.

## II. 관련연구

### 2-1 전술정보통신체계(TICN)

기본적으로 전술통신체계는 상용통신에서 요구하는 성능과 기술이 매우 다르다. 군에서 사용하는 전술통신체계는 야전군 이하 제대에서 사용하며 감시 및 탐지된 데이터가 신속하게 필요한 제대에 공유될 수 있어야 하며 적의 도발과 타격에 대비하여 주요 기반체계가 주기적으로 차량화되어 기동할 수 있어야 한다.

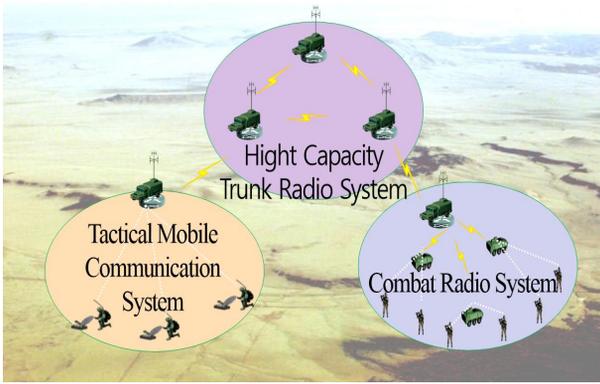


그림 1. TICN의 주요 요소  
Fig. 1. TICN Key Factors

현재 군에서는 기존에 사용하던 SPIDER체계를 대체하기 위해 전술정보통신체계(TICN)를 개발해 왔으며 TICN은 현재 육군의 대표적인 지휘통제체계인 C4I(Command, Control, Communication, Computer and intelligence) 구현을 위한 전술통신체계이다. 전술정보통신체계는 음성신호뿐만 아니라 대용량의 데이터 신호를 전송할 수 있으며 감시 및 탐지자산에서 획득한 영상정보를 실시간으로 유통하고 공유할 수 있어 전장에서 우위를 점할 수 있도록 지원해주는 무기체계이다. SPIDER체계와는 다르게 다수의 단말기의 통화를 가능케 하는 교환용량이 대폭 상승하였으며 위치정보, 지형정보, 지휘소의 상황도와 같은 데이터 전송 용량도 약 20배 이상 증가하였다. 결론적으로 TICN 체계는 대대 지휘소 가입자의 접속 능력 상승 그리고 단말기의 데이터 전송 및 ALL-IP 화로 네트워크 생존력과 전장 환경에서 네트워킹 능력을 획기적으로 상승시킨다.

하지만 미래전의 전장 공간은 육, 해, 공의 3차원 공간에서 사이버와 우주 공간이 추가된 5차원의 다영역 환경에서 임무를 수행할 것이다. 또한, 전투를 수행하는 무기체계는 상호 유기적으로 연결되어 운용되는 복합 체계화가 진행되고 있으며 시스템 일부는 무인으로 변경되는 등 전투 형태가 지능화와 다양화되고 있다. 이에 따라 현재의 기술로 다가오는 전장 환경에서 필요한 네트워크를 완벽하게 지원하기 위해서는 초고속으로 정보가 전달되어야 하며 수많은 기기를 연결하기 위해서 대용량의 데이터가 유통될 수 있는 환경이 우선 구축되어야 한다.

### 2-2 대대급 전투지휘체계(B2CS)

현재 군은 육, 해, 공군 및 작전사급 부대의 합동작전을 위하여 지휘 통제 수단을 합참 중심으로 운용하고 있다. 각 군이 운용하는 전술 C4I체계는 지휘 통제를 원활하게 지원하기 위해 군사정보를 정보체계 간 연동하여 운용 중이다 [5]. 대대급 부대에서는 대대급 전투지휘체계(B2CS)를 사용하고 있으며 전술 C4I 체계에서 ATCIS(Army Tactical Command Information

System)와 연동하여 소대급까지 전장 상황을 공유하고 전장의 가시화를 지휘소와 각 체대에 구현하기 위해 개발되었다. B2CS는 감시정찰, 명령과 통제(C2), 상황인식 정보를 공유하는 데이터링크 역할을 하고 있으며, 탑재되어있는 소프트웨어인 KVMF를 통하여 메시지 기능을 사용한다. 송수신과 경보 전파가 가능하고 공통작전상황도(COP)를 생성하고 공유하여 전장 상황 파악이 쉬운 특징을 가지고 있다. 앞서 설명한 전술정보통신체계에서 사용되는 TMMR(Tactical Multi-band Multi-role Radio) 무전기는 기존의 음성신호뿐만 아니라 데이터 기능이 추가되어 대대 지휘소는 개인 전투원에서 생겨난 자료를 수집하고 중요 정보는 상급부대에 공유할 수 있다. 그리고 무전기는 휴대가 간편하여 전투 수행 중 어느 지역이든 기동하며 운용할 수 있다. 특히, 전술정보통신체계와 단절되어도 독자적으로 체계구축이 가능하므로 통신이 끊긴 상황에서도 분대 단위로 작전을 수행하는 데 지장이 없는 장점이 있다.

하지만 미래의 전술 환경은 개인 플랫폼을 중심으로 각개 용사의 전투체계와 무인 무기체계가 합쳐진 소규모 부대로 운용될 것이다. 개인 용사는 육군에서 개발 중인 웨어러블플랫폼뿐만 아니라 전투복, 장구류, 개인 무기체계, 방탄, 보급품 등이 최신화되고, 센서화되어 임무에 맞는 단위 무기 요소별로 하나의 시스템이 구축되어 네트워크화된다. 그러므로 개인 용사가 수집하는 영상과 데이터가 무수하게 많아지며 개인 용사가 운용하는 체계와 함께 유무인 복합체계가 동시다발적으로 지휘 통제 체계에서 공유된다. 지휘 통제의 데이터 처리 수준이 계층구조였던 종래의 네트워크와는 다르게 각 무기체계가 객체화되어 수준 높은 정보를 가공하여 유통하여야 하며 현재의 전투지휘 체계로는 다가오는 전장 환경에 유연하게 대응하기가 갈수록 어려워질 전망이다.

### 2-3 5세대 이동통신

5G 이동통신 기술은 4G 이후 개발된 차세대 이동통신 기술로 고주파수 대역을 사용하여 5G 이용자에게 대용량의 데이터를 제공해주는 기술이다. 기지국의 위치 설정과 통신 시스템의 최적화된 구조를 제공하기 위해서 좁은 지역에서 많은 기지국을 설치하고 기지국의 전송능력 향상을 위해 셀 커버리지를 좁히고 무수히 많은 기지국을 설치하여 좁은 지역에서 수많은 네트워크를 지원해주는 셀 커버리지 기술이 발전되고 있다. 좁은 지역을 효과적으로 지원하기 위해 셀 커버리지내의 데이터 요구량이 높은 지역에 빔포밍과 같은 기술을 통하여 특정 지역에 네트워크 대역을 확대해주거나 필요 지역과 불필요 지역을 서로 보완하여 데이터의 처리용량과 속도를 상황에 맞게 높이는 것이 핵심이다[7]. 초고속, 초연결, 초신뢰로 대표되는 5G의 기술은 초광대역 이동형 서비스이며 초고주파 대역폭을 사용하고 많은 안테나를 이용하여 20Gbps급의 고속의 데이터를 전파하여 고화질의 영상 스트리밍, VR/AR, 홀로그램 기술 등 멀티미디어 응용기술이 지원할 수 있다. 미래에는 좁은 면적에서 수많은 전자기기를 연결하여 각 IoT 기기의 요구사항을 충족시켜야 한다.

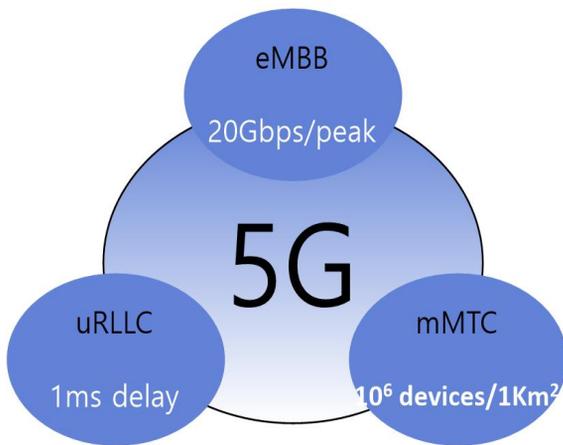


그림 2. 5G의 구성요소  
**Fig. 2. The Characteristics of 5G Network**

다시 말해서 네트워크의 효율적 측면에서 신뢰성이 보장되어야 한다. 유무인 체계 및 로봇 원격제어, 자율주행차량 등 실시간으로 반응해야 하는 네트워크 환경에서 서비스를 제공하기 위해서 1ms 수준의 지연속도로 실시간 대응이 가능해야 한다. 필요에 따라서 네트워크를 가상화시키거나 물리적 네트워크와 논리적 네트워크를 분리하여 환경에 따라 차별적으로 QoS를 보장하여 데이터를 유통함으로써 네트워크의 효과성을 극대화해야 한다.

군에서는 5G 기술을 도입할 경우 여러 가지 이점을 얻을 수 있다. 첫 번째로, 임무 수행 간 작전시간에 큰 영향을 미치는 네트워크 특성상 고속의 데이터를 처리해주는 기술이 있다면 불확실성이 산재 되어있는 전장 환경에서 신속한 상황 상황인식과 선제 대응이 가능하다. 두 번째는 좁은 지역에서 많은 단말기가 서로 연결되어있는 지휘소에서 진행 중인 임무를 달성하기 위해서, 필요한 정보를 개인 전투원과 공유하고 각 개체가 임무 수행 간 필요한 데이터를 원활하게 통제할 수 있으며 체계 간 강력한 연결을 통해 유기적인 임무 수행이 가능하다. 세 번째로 전장 환경에서는 지휘소에서 하달되는 임무가 창끝 부대 혹은 최전선에 있는 전투원에게 정확한 정보가 전달되어야 지휘관의 지휘 의도를 명확하게 파악한 전투원들이 임무를 수행할 수 있다. 신뢰성이 보장된 네트워크환경에서 지휘관의 명령이 정확하게 부대원 모두에게 공유됨으로써 전장 환경에서 작전 임무 수행의 완성도를 높일 수 있다.

### III. 5G 기반 전술네트워크의 필요성

#### 3-1 다차원, 다영역의 전장 환경(초고속)

앞으로의 작전환경은 불확실한 위협과 예측 불가능한 갈등으로 가득한 환경으로 변화될 것이다. 고정된 목표물은 이동하

는 목표물로 바뀌고 있으며 미래전장 환경은 종래의 개념인 육지, 해상, 공중의 공간을 넘어서서 우주 및 사이버 공간을 포함하는 5차원 영역의 다차원 영역으로 확대되고 있다. 비교적 소규모 부대인 대대급 체대에서도 영역 간 동시 전장화로 이루어지며 지휘 통제체계, 감시정찰자산, 정밀타격자산이 결합한 복합 무기체계와 유무인 복합체계, 무인 무기체계의 자율시스템 도입을 통하여 효과 중심작전으로 변화할 것이다. 이에 따라 전장 환경에서는 수많은 데이터가 생성되고 소비되며 데이터 생성과 함께 지휘소에서는 클라우드, 빅데이터, 인공지능, 엣지 컴퓨팅을 통하여 인간과 기계 인터페이스 분야의 발전으로 기계에 의한 독자적인 의사 결정도 가능할 것으로 예측된다.

우리 군의 진화하는 과학기술과 함께 복합군의 비대칭 전력 또한 급속도로 발전되고 있다. 특히 전력 타격을 위한 표적도 초고속화, 스텔스화 되고 있어 시간민감 표적들은 신속하게 반응하지 않는다면 작전을 수행하는 부대에 크나큰 손해를 끼칠 것이다. 이는 곧 작전 성패의 영향을 끼치게 된다.

무기체계의 발전과 함께 급변하는 전장 환경은 예측하기 어려운 복잡한 환경으로 진행되고 있다. 또한, 정보통신 기술이 4차 산업혁명 시대로 진입하게 되면서 더욱더 복잡한 환경 속에서 예측하기 어렵게 변화하고 있다. 그러므로 전쟁 수행 복원능력 및 반응능력뿐만 아니라 작전부대의 민첩성 능력이 필수적으로 요구된다. 특히 대대급 부대는 전장에서 작전 수행에 있어 최전선에 위치하는 개인 전투원의 지휘 통제가 가능한 부대이다. 매우 급하고 불확실한 전장 환경에서 상급부대와 신속히 상황 정보를 획득하고 정보공유를 해야 하며 특히, 결심한 사항이 개인 전투원에게 신속하게 전달되어야 한다. 현재 사용되고 있는 COP에 모든 전투원이 실시간으로 아군과 적군의 위치를 인식하고 대응할 수 있어야 한다. 정보공유 또한 전투원이 원하는 시간과 원하는 장소 어디에서든지 다양한 플랫폼을 활용하여 원하는 정보를 공유 가능하여야 한다.

#### 3-2 미래군사체계 (초연결)

##### 1) 국방 IoT(M-IoT)

비즈니스 데이터 플랫폼을 전문으로 하는 독일의 Statista社에 따르면 2019년을 기준으로 “인터넷에 연결되는 IoT 기기는 수는 2025년 전 세계적으로 7,544억 개로 예상되며 이는 10년 동안 5배가 증가한 것이다.”라고 전망했다[9]. 이러한 IoT 기술의 가파른 증가추세는 사회 모든 분야로 퍼지고 있으며, 우리 군은 국방 분야로의 기술적용을 통해 국방에 특화된 서비스 및 시스템 구축을 위한 노력에 예산과 인력을 아끼지 않아야 한다.

국방 IoT는 센서, 소프트웨어, 통신 기능이 내장된 감시정찰, 지휘 통제, 발사체, 기타 지능형 사물을 연결하여 상황인식, 의사 결정, 임무효과 제고 등 다양한 서비스를 제공하는 확장된 네트워크 기술. 무기체계별 다른 프로토콜을 사용하는 기존의 네트워크에 IOT 프레임워크를 탑재하여 네트워크 인프라와 공동 서비스를 공유하고 실시간성을 보장하면서 보안이 강화되고 지능화된 통신을 제공한다[8].

국방과학기술의 발전에 따라 전쟁의 패러다임이 과거와는 비교할 수 없을 정도의 속도로 급변하고 있다. 미래전은 5G(혹은 그 이상의 네트워크환경)를 기반으로 한 네트워크 중심전(NCW : Network Centric Warfare)의 양상으로 확대되고, 네트워크에 대한 의존도와 신뢰성에 대한 전투지휘관의 요구는 급격하게 상승할 것이며, 현재의 정보처리 능력과 네트워크환경에서는 해석과 유통의 한계치에 도달할 만큼의 정보들이 실시간으로 공유되며 처리와 분석을 위해 수집될 것이다.

NCW는 전장에 있는 모든 종류의 병력과 무기 및 감시체계를 하나로 연결하는 네트워크를 통해 전장 상황에 대한 정보를 실시간으로 공유하고 지휘관의 의사 결정 및 명령 하달 시간을 단축함으로써 적보다 정보의 우위를 달성하여 작전의 성공을 보장받을 수 있다[9]. NCW의 핵심 개념을 현실화시키고 실전에서 활용하기 위해서는 국방 IoT의 적용 없이는 불가능하다.

미국 버지니아 공대의 전기 및 컴퓨터공학과 Walid Saad 교수와 Naren Ramakrishnan 교수가 공동으로 전장 환경에서 IoT 기반을 구축하기 위해 연구 중이다. 이 연구는 美 육군연구소의 지원금으로 2017년부터 진행되고 있으며, 예산 규모는 약 4억 원 정도이다. 연구의 주 내용은 웨어러블, 다목적 센터, 자율주행차량 및 드론과 같은 전장에 배치될 스마트 장치의 전략적인 배치를 미래의 전장 환경을 고려하여 IoT 기술이 적용된 환경으로 변화시키는 것이다[12]. 예산의 규모는 그리 크지 않다고 생각할 수도 있지만, 대학의 대학원생 위주로 연구팀이 구성되고, IoT 기반을 구축하기 위한 개념 연구 수준의 프로젝트이며 이미 수년 전 연구가 시작된 것을 종합적으로 고려해 본다면 충분히 이해할 수 있는 만큼의 예산 배정이다.

### 2) 워리어플랫폼(Warrior Platform)

워리어플랫폼은 “전투원(장병)의 인체를 하나의 기본 골격(Platform, 骨格)으로 설정하여 전·평시 임무 유형에 따라 착용·휴대·소비하는 물자 및 장비 등을 최적화 기법을 통하여 복합체계로 구성하여 획득하는 패러다임의 결과물”로 정의할 수 있다[11]. 워리어플랫폼은 전투원의 전투복이나 공격 및 방호 장비는 물론 AI (Artificial Intelligence), 첨단센서, Iot 등의 4차 산업혁명의 핵심 기술이 접목된 통신 및 상황인식을 위한 분야에도 활발하게 연구가 진행되고 있다[12].

기존의 통신기술 및 전송환경이 전장을 지휘하는 일부 주요 지휘관이나 상급부대의 정보 수집을 위한 목적에 초점을 맞춰 발전하였다면, 미래전장 환경에서의 통신기술과 전송환경의 발전은 적과 가장 근접한 위치에서 전투 임무를 수행해야 하는 대다수 용사와 초급 간부들이 워리어플랫폼에서 제공하는 통신 및 상황인식기술이 원활하게 적용될 수 있는 방향으로 발전해야 할 것이다. 이러한 통신환경의 발전을 통해 상급부대의 주요 지휘관이나 참모뿐 아니라 실제 전장에서 수많은 불확실성과 마주해야 할 개인 전투원들 간 상호 네트워크 연결을 통해 상급부대에서 분석된 정제된 가치가 높은 전장 정보와 작전계획과 같은 상황을 일선 전투원까지도 공유할 수 있게 하여 전투원의 생존성을 보장함은 물론 전장 상황에 대한 실시간 공유를 통해 최상의 전투력을 발휘할 수 있는 여건을 조성해 줄 수 있게 된다[13].

### 3) 무인 전투체계

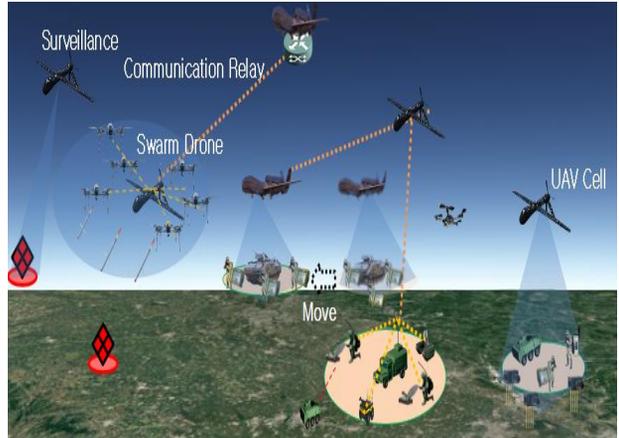


그림 3. 무인 무기체계 개념도  
Fig. 3. Concept of Unmanned Weapon System

미래전장 환경에서 주도적인 임무를 수행할 것으로 예상하는 분야로 가장 주목을 받는 것은 무인 전투체계의 도입일 것이다. 무인 전투체계는 “특정 전장 상황에서 기존 유인 전투체계와 무인 장비를 네트워크 기반으로 통합 운용함으로써 전투 효율성을 극대화하며 인명 피해를 최소화하고 인력을 절감하는 등 기존의 인간 위주의 전투체계를 보완하기 위한 복합체계”로 정의할 수 있다[14].

그림3은 미래전장에서 운용될 지상무인 무기체계를 설명하는 개념도로서 드론과 같은 항공자산을 이용하여 통신 중계나 공중감시에 무인 장비를 투입해 지휘본부의 화력 운용을 위한 의사 결정 과정에 활용할 수 있으며, 전투물자 운반이나 환자 수송과 같은 전투근무 지원 분야에서도 다양하게 응용되어 지상 무인 전투자산으로 활용될 수 있다.

결국, 국방 IoT, 워리어플랫폼 그리고 무인 전투체계는 4차 산업혁명을 통한 국방기술의 발전과 미래전장에서 아군의 승리를 보장받기 위해서 반드시 선행해야 할 국방 분야의 핵심이다. 이러한 첨단 기술들이 미래전장에서 실질적으로 힘을 발휘하기 위해서는 상호 네트워크를 통한 유기적인 연결이 5G 통신 환경 기반의 초연결로 완성되어야 한다. 또한, 최첨단 개인 전투원에게서부터 상급부대의 지휘관에 이르기까지 전선에서 발생하는 데이터가 실시간으로 공유되는 정보의 양은 기존의 전투체계에서 경험하지 못한 대용량의 데이터 교환이 이루어질 것이다. 중복된 정보가 여러 통신기기를 통하여 같은 전송 경로로 유입되어 지휘관의 의사 결정이 지연되는 등의 부정적인 상황에도 놓이게 될 것이다. 이러한 데이터 유통의 문제점은 기계학습이나 데이터 마이닝 기법을 적용하여 중복되는 정보의 양이 중복되고 반복될수록 정보의 신뢰성에 대한 가중치를 증가시키고, 정보의 내용이 상반되는 정보에 대해서는 정보의 신뢰성에 대한 가중치를 감소시키는 등의 방법을 통해 정보의 흐름에 방해가 되는 요소를 줄여나가야 할 것이다.

### 3-3 임무형 지휘체계(초신뢰)

임무형 지휘체계란 단위 부대가 지휘관으로부터 하달된 임무에 근거하여 작전을 수행하는 지휘체계이다. 이에 따라 상급 부대의 지침과 의도를 명확하게 인지한 후 시행하는 일련의 지휘시스템을 의미한다. 이를 네트워크 서비스 측면에서 접근한다면 다양한 변수가 생성되고 지휘소에서는 생성된 변수를 분석하여 작전 수행을 가능하게 하는 네트워크가 요구된다. 앞서 설명한 임무형 지휘체계를 지원하기 위해서 임무형 네트워크가 필수적이다. 기존의 임무형 네트워크에서는 단일형 플랫폼에 집중되어 있었다. 즉 지휘관의 결심에 따라 모든 네트워크 기능들이 지휘관의 결심된 사항에 대한 임무 수행을 위하여 구동된다. 지휘소의 네트워크를 지원해주는 기능들이 지휘관에게 집중되어 일방적으로 특정 단말기의 네트워크 요구량이 증대된다. 이러한 네트워크의 특징은 플랫폼 간 연결을 통한 네트워크의 원활한 사용을 방해하고 체계 간 한정된 용량 안에서 지휘관이 요구한 정보를 유통하여 필요 정보들만 상호 공유하여 유통하기가 어려우며 지휘 통제 정보가 작전에 필요한 정보를 적시 적소에 지휘관 혹은 전투원에게 제공하기가 어려운 네트워크환경이다. 불확실한 전장환경과 무기체계의 다양성은 비록 소규모 부대라 할지라도 유무인 복합체계와 드론봇 무기체계, 인공지능 체계가 소규모 네트워크 안에서 유기적으로 결합하여 운용되어야 한다.

무기체계가 늘어나는 것은 곧 신뢰성이 바탕이 되어야 임무를 수행할 수 있다는 의미를 내포하고 있다. 획득된 데이터가 네트워크를 통해 필요한 장소에 집중되어야 하는 순간도 있고 필요하지 않은 정보는 신속하게 폐기하여 네트워크의 부하를 줄여야 할 때도 있다. 가공되지 않은 데이터가 때로는 상급부대에서 취합되고 분석을 통해 비록 자료를 수집한 부대에서는 활용하지 않더라도 향후 종합적인 전장 상황을 파악하기 위해서는 정보가 유통되는 것이 필요하다. 또한, 작전 형태에 따라 네트워크의 활용 범위가 변화해야 네트워크 요구량 및 네트워크 성능도 유연하게 지원된다. 필요한 네트워크 요구량은 많아지고 전장 환경은 다영역 환경으로 변화하는 때에 전장을 적극적으로 지원하기 위해 동적이며, 성능 또한 우수한 네트워크환경이 전장에 구축되어야만 최적화된 전투 지원체계를 완성할 수 있고 끝내 전장에서 승리를 달성할 수 있다.

## IV. 5G 기반 미래형 전술 네트워크

### 4-1 미래형 대대급 전술 네트워크 개념도

5G 기술이 군의 특수성에 맞게 적용된 미래의 대대급 네트워크는 그림 4의 개념을 통해 설명할 수 있다. 각종 무기체계, 센서, 웨어러블플랫폼, 전술통신체계등에서 생성되는 대용량의 데이터를 대대 지휘소에서 제어하고 통제하게 된다.

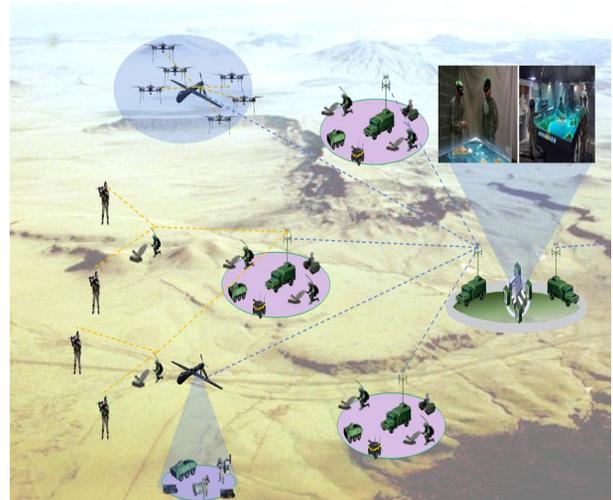


그림 4. 미래 대대급 네트워크 개념도  
Fig. 4. Concept of Future Battalion Network

상급부대 지휘관은 가상현실과 증강현실을 이용하여 전장에서 발생하는 정보를 지휘소 내에서 실제 전장환경과 유사한 형태로 제공받게 된다. 앞서 설명된 B2CS에서 사용하던 메시지 포맷은 데이터 형식으로 나타나 시각적으로 체험하기가 어렵다. 지휘소에서 증강현실 기술을 접목하게 되면 현장에서 발생하는 영상을 지휘소 내부에서 시청할 수 있다. 이는 실제와 같은 현실감 있는 환경 제공을 통하여 지휘관은 높은 몰입감을 제공받을 수 있게 된다. 기존의 지휘소에서 간단한 메시지와 데이터만을 다루는 형태에서 지휘관이 실시간으로 최전선에 위치한 각개 용사들이 수집한 정보를 함께 공유할 수 있게 지원한다.

### 4-2 운용개념

#### 1) mmWave/Beam Forming

앞서 설명한 초고속 기술을 지원하기 위해서는 지휘소에 5G의 핵심 대역인 mmWave 대역을 받아야 한다. 대대 지휘소는 지휘소에 설치된 레이더를 사용하여 최기 통신소 혹은 상급부대인 연대 지휘소와 연결되며 Massive MIMO 기술을 이용하여 mmWave 대역을 받는다. 레이더를 통하여 초고속으로 필요한 데이터를 받고 인접 부대와 인접 단말기에 데이터를 제공한다. 탑재된 스마트 레이더는 상황에 따라 자동화 기술을 통하여 통신 불가 지역, 음영 지역과 산악지형에서 가시선이 보장되지 않는 지역을 판단한다. 신속한 정보 제공을 위해서 빔포밍 기술로 링크를 제공하며 빔포밍 기술을 과장 길이가 아주 짧아서 빔포밍에 쓰이는 주파수를 최기 지역 혹은 통신소와 인접한 지역에서 제사용이 가능하다.

#### 2) Small Cell/Moving Network/D2D

대대 지휘소는 임무수행중인 전술 제대를 지형 및 임무에 맞게 스몰 셀 기술과 이동 네트워크 기술을 이용하여 통신링크를

제공해준다. 고속의 데이터를 제공하고 주파수를 효과적으로 사용하기 위해서 레이더를 효과적으로 배치하고 셀 커버리지를 환경에 맞게 분할하여 셀 간 주파수 간섭을 최소화한다. 분할된 스몰 셀 내에서는 중첩되지 않는 범위 내에서 주파수 재사용을 사용한다. 이는 미래에 증가할 국방 IoT 기기와 무기체계의 발달로 파생될 트래픽 문제를 해소한다. 셀 간 주파수를 효율적으로 관리하고 통달 거리를 넘어서는 주파수는 재사용함으로써 셀 내 데이터 전송 부하를 감소시킨다. 셀의 간소화로 인해 Back-Pack 형태의 소형 셀을 용사가 소지하여 구동함으로써 안테나 설치가 어렵거나 통신소 전개가 어려운 지역에서 고속의 데이터가 유통될 수 있게 한다. 스몰 셀의 최적화된 배치를 통해 소규모 부대의 유무인 복합체계의 다양한 단말들이 네트워크에 가입 및 탈퇴가 실시간으로 이루어지며 원활한 데이터 전송을 받게 된다.

국도의 70%가 산악으로 이루어진 한국의 험준한 지형에서 가시선이 확보되지 않으면 데이터 송수신이 극히 제한된다. 데이터 운용이 제한되는 곳에 안테나가 탑재된 UAV 셀을 전개하면 지형적 제약을 극복할 수 있다. 작전 운용 중인 제대가 상급제대와 네트워크가 단절되거나 도심이나 산악과 같은 지형과 같은 고립된 상황에서 작전을 수행해야 할 때 UAV를 전개하여 통신 링크를 제공한다. 소규모 부대에 신속한 셀 커버리지 제공뿐만 아니라 UAV 셀이 기동하는 부대를 실시간으로 트래킹함으로써 네트워크가 요구되는 부대에 고속의 데이터망을 제공하게 된다.

5G 네트워크는 안테나의 성능에 따라 셀이 구성된다. 셀 내의 단말들은 적시에 빔포밍 기술을 통하여 링크를 받게 된다. 하지만 안테나 범위를 벗어나거나 셀 간 중첩되는 곳에 있게 되면 네트워크 효율이 급격하게 떨어지게 된다. 이러한 경우 네트워크에서 사용하는 링크 외에 단말 간 서로 연결해주는 D2D 데이터링크를 생성하게 된다면 셀 링크뿐만 아니라 셀 범위를 벗어나는 단말에게도 통신링크를 제공할 수 있으며 다수의 데이터 링크 운용을 통해 셀룰러 네트워크 효율이 향상하여 데이터 트래픽을 감소시킬 수 있다. D2D 데이터링크는 사용하고 있는 주파수의 범위를 벗어나는 곳에서 주파수를 재사용함으로써 셀 내의 네트워크 주파수 효율을 높이고 유무인 무기체계가 셀을 벗어날 때 단말 간 중계 기능을 통하여 데이터링크를 전송 가능하게 하여 지속적인 임무 수행을 위한 환경을 제공받게 된다.

### 3) SDN/NFV

일반적으로 사용되는 패킷 전달 경로 방식은 경로를 담당하는 제어 평면과 패킷의 전송을 담당하는 데이터 평면으로 나뉜다. 그러므로 라우터, 스위치 등과 같은 네트워크 장비가 개별적으로 설치되어 장비들이 데이터 평면과 제어 평면 모두를 가지고 있어야 했다. 하지만 5G 기반의 대대 지휘소에서는 SDN(Software Defined Network) 기술을 활용하여 중앙에서 네트워크 정책을 실시간 변화하는 환경에 따라 유동적으로 결정되기 때문에 전장환경과 같이 더욱 동적인 환경에서 유용하게 사용된다[17].

대대 지휘소의 전술 네트워크는 신뢰성 있는 네트워크 보장을 위하여 분산 컴퓨팅 구조를 사용한다. 소규모 부대의 지휘자

혹은 지휘소에서는 인공지능 기술을 기반으로 실시간으로 정보를 분석하고 불필요한 정보는 선별적으로 처리한다. 유무인 복합체계의 감시체계, 타격체계, 지휘체계가 상호 연동하여 획득된 음성, 데이터, 추적정보를 동시에 상급부대에 제공한다. 뿐만 아니라 획득된 데이터를 기반으로 전장 상황인식, 위협평가, 지휘결심, 교전통제, 정밀타격 등을 신속하게 수행하게 된다.

보안이 중요시되는 군에서의 네트워킹 능력은 방화벽, 침입 탐지 NAT(Network Address Translation) 등과 같은 기능을 사용하여 전용 하드웨어 플랫폼을 사용하여 구현된다. SDN이 탑재된 대대 네트워크에서 NFV(Network Function Virtualization) 기술은 클라우드 기능을 탑재한 중앙 지휘소에서 VM(Virtual Machine)에 네트워크 기능을 구현한다. 특히 기존 네트워크 기술과는 다르게 사용자 혹은 관리자가 원하는 때에 네트워킹 기능들을 생성하고 응용할 수 있어 전장 상황에서 새롭게 요구되는 기능들에 대하여 유연하게 대처할 수 있다. 이는 지휘소 이동과 지휘소 파괴와 같이 급박한 상황에서 네트워크를 언제든 삭제할 수 있고 네트워크 기술을 사용하기가 쉬우므로 군사적인 자원을 효과적으로 사용하기 위한 필수적인 기술이다[18].

### 4) VR/AR

소규모 부대의 지휘통제소는 다수의 개인 용사가 착용하고 있는 HMD(Head Mounted Device)와 고해상의 디스플레이 장치, 비디오카메라를 통하여 다량의 영상정보를 획득한다. 그리고 유무인 복합체계에서 발생하는 음성, 데이터, 추적정보를 수신한다. 수신된 다양한 데이터를 기반으로 지휘통제소는 인공지능 기술을 사용하여 지능화, 자동화, 최적화를 통하여 임무형 네트워크를 지원한다. 유무인 감시체계에서 획득된 정보를 기반으로 감시현장을 초고속으로 실시간 판단하여 적지 중심 지역에서 전장 환경의 다양한 변화를 빠르게 인지하고 데이터를 분석하는 기능을 통해 전술 제대의 작전 효율성을 극대화한다. 소규모 제대 지휘자는 필수 정보를 분석함과 동시에 상급부대에 정보를 제공한다.

### 4-3 Beyond 5G 미래 전술 네트워크 운용방안

B5G 시대의 요구사항은 초당 테라비트의 데이터 속도로 좁은 지역에서 수백만의 사물인터넷 전자기기의 접속과 데이터 요구량 증가로 인해 현재보다 더 큰 시스템 용량이 요구된다. 이러한 조건을 충족하기 위해서는 mmWave를 넘어 더 넓은 대역폭을 지원해야 하며 5G 시대 이후에는 테라 헤르츠(THz) 주파수가 주목받고 있다. 현재 무선 시스템의 스펙트럼 부족 및 용량 제한을 해소하게 할 것으로 기대된다[19]. 5G가 도입된 네트워크에서는 도입된 안테나에서 테라비트의 속도를 지원할 수 있게 하는 안테나를 커스터마이징을 통하여 운용한다면 끊임없이 생성되는 데이터를 실시간으로 가공하고 유통할 수 있게 된다.

미국에서 제시된 제3차 상쇄전략의 5가지 핵심 분야 중 무인 작전은 국방 인력이 감축되는 우리나라의 미래 환경에 필수적인 체계이다. 무인 시스템은 사람이 직접 조종하는 유인기보다

유지비용을 획기적으로 절감할 수 있으며 국방예산의 감축에 따라 개발될 핵심 기술이다. 미래전의 전장 환경에서 무인 체계의 군집형태를 이루어 전쟁을 치르는 형태가 Swarm Warfare이다. 초연결된 네트워크 환경구축이 가능한 전장 범위 내에 수많은 센서체계와 타격체계가 공존하게 된다. 각 체계의 크기나 운용 목적, 기술적 숙련도가 다양하여 군집 무인 체계를 통하여 임무 과업을 달성하기 위해서는 군집 제어가 중요하며 군집 제어 기술을 통하여 다수의 무인 체계가 협업을 통하여 여러 시스템이 하나의 유기적인 시스템으로 운용될 것이다. 군집 행동 제어, 군집상황 인식, 군집 네트워킹, 군집 관리제어 등과 같이 군집 제어 기술이 발달할 것이다.

지상-해상-공중-우주를 연결하는 다영역 및 다차원에서 수행되는 미래전은 초연결된 네트워크환경에서 임무에 따라 동적으로 구성된다. 구성 네트워크 내 요구 자원에 따라 동적으로 할당되며 각 단말은 시간, 주파수, 전력과 같이 필요한 소스를 중앙 네트워크에 요구하여 기존의 Kill-Chain 형태에서 다중 탄력적 집합체인 Kill-Web의 개념 아래에 센서체계, 타격체계, 무기체계, 작전 지원체계가 탄력적으로 협업하여 임무를 수행한다. 임무 중심 네트워크는 네트워크 내 체계 하나가 이탈하더라도 작전 수행이 우선되어 이탈된 체계를 대체하는 플랫폼이 임무를 완수하도록 구동된다.

## V. 결 론

본 논문에서는 현재 전술통신체계의 기술적 한계성으로 인해 실시간성이 필수적인 미래의 전장 환경에서 생겨날 위협들을 제시하고 현재 지속해서 개발되고 있는 5G 이동통신 기술을 대대급 네트워크의 구축한 활용방안을 제시하였다.

군에서 당면하고 있는 위협들은 5G의 기술적인 요소들을 이용하여 극복해야 한다. 우리 군의 기술이 발전함에 따라 우리를 위협하는 기술 또한 지속해서 발전하고 있다. 이러한 기술 발전과 사이버 공간의 확대 같은 전장의 다영역화는 정보를 처리하면서 초고속의 데이터 유통이 필수적임을 시사한다. 그리고 군사용으로 사용하는 기기들이 기하급수적으로 증가하고 있으며 군에서 임무 수행에 사용되는 전자기기는 상황인식을 위해 필요한 때에 빠른 속도로 받아야 한다. 그러기 위해서는 기기 간 모든 것이 연결된 초연결 네트워크가 필요하다. 표적 타격과 상황인식을 위한 감시, 정찰 정보는 데이터를 가공하면서 속도와 신뢰성이 매우 중요하다. 네트워크의 불안정으로 인한 지휘관의 의도를 오인하여 임무를 진행하게 될 때 전장 환경에서 돌이킬 수 없는 결과를 초래할 수 있다.

본 논문에서 제안한 5G를 활용한 소규모 네트워크는 당면된 위협들로 인해 발생하는 지휘 체계의 어려움을 해결할 수 있다. 5G에서 추구하는 3가지 키워드는 제시된 위협들을 적절하게 해결하고 지휘소에서는 발생한 데이터를 실시간 관제하고 중요한 정보는 상급부대에 신속하게 공유할 뿐만 아니라 전선에 위치하는 개인 병사에게 필요한 정보를 제공하고 인접 부대

와 무기체계의 제어, 통제권을 이양함으로써 5G 기술들을 효과적으로 활용될 수 있다. 이러한 5G 네트워크가 구축된다면 이동통신의 발전과 더불어 5G를 넘어서는 기술들이 적용되어 작전 효과성을 효과적으로 발휘할 것이다.

## 참고문헌

- [1] Sunhyung Kim, "Internet of Things and 5G Mobile Communication", Korea Institute of Information Technology Magazine, Vol.15, No. 1, pp. 21-29, Jun. 2017.
- [2] 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.
- [3] Kyuyong Shin, Wonwoo Lee, Dongwook Kim, "Developing an Augmented Reality-based Integrated Command and Control Platform under 5G Technologies and Its Applications", Journal of Digital Contents Society, Vol. 21, No. 5, pp. 855-864, 2020.
- [4] Whoi Jin Jung, et al. "A Reservation-based HWMP Routing Protocol Design Supporting E2E Bandwidth in TICN Combat Wireless Network", Journal of Korea Institute of Military Science and Technology, Vol. 16, No. 2, pp. 160-68, 2013.
- [5] Hyung-Seok Kim, et al. "A Study on Efficient Friendly Forces Location Data Sharing on Battalion and Below" Journal of the Korea Society of Computer and Information, Vol. 23, Vol. 11, pp. 95-107, 2018.
- [6] International Telecommunications Union, Working Party 5D (WP 5D) - IMT Systems [Internet]. Available: <http://www.itu.int/en/ITU-R/study-groups/rsg5/rwp5d/Pages/default.aspx>.
- [7] Statista, <https://www.statista.com>.
- [8] Defence science and technology glossary, Military IoT [Internet]. Available: <https://dtims.dtaq.re.kr>.
- [9] L. Yushi, J. Fei and Y. Hui, Study on application modes of military Internet of Things (MIOT)," 2012 IEEE International Conference on Computer Science and Automation Engineering (CSAE), pp. 630-634, , 2012.
- [10] Laying groundwork for the Internet of Battlefield Things, ECE(Electrical and Computer Engineering) NEWS by Virginia Tech, 2017.
- [11] Seongdo Kim, Kyunghwan Kim, Dongmin Im, Jihye Kwon, "Building a human-centered defense Warrior Platform in preparation for the 4th industrial revolution.", Conference Papers of Ergonomics Society of Korea, pp.176-185, 2017.

- [12] Se-ho Lee, Ho-jun Lee, Hee-won Yang, Young-cho Jang, "The Combat Effectiveness Analysis of Warrior Platform Improvement Using AWAM", Journal of Knowledge Information Technology and Systems, Vol. 15, No. 3, pp. 331-346, June 2020.
- [13] Junsung Choi, "Communication and situation recognition technology research status for the Warrior Platform.", Defense & Technology(483), pp.82-93, 2019.
- [14] Defence science and technology glossary, Unmanned combat system [Internet]. Available: <https://dtims.dtaq.re.kr>.
- [15] Kyungsoo Kim, Yongwoon Lee, "The unmanned weapon system, the human role division and manned-unmanned complex system", Defense & Technology(483), pp.130-139, 2019.
- [16] N. Gonzalez-Prelcic, R. Mendez-Rial, and R. W. Heath Jr, "Radar aided beam alignment in mmwave V2I communications supporting antenna diversity", In Proc. the 2016 Information Theory and Applications Workshop, Feb. 2016.
- [17] Sunwoo Cho, et al. "Survey on Machine Learning Algorithms for SDN/NFV Automation", The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences, Vol. 44, No.1, pp. 92-105, 2019
- [18] W. Stallings, Foundations of modern networking: SDN, NFV, QoE, IoT, and Cloud, Addison-Wesley Professional, 2015.
- [19] Heyonsu Byeon, "Global Trends of the Implementation of 5G and 6G", Korea Institute of Information Technology Magazine, Vol. 18, No.1, pp. 17-22, 2020.



**오동한(Donghan Oh)**

2015년 : 육군3사관학교 정보공학과 (공학사)  
2020년 : 아주대학교 NCW학과 (공학석사)

2020년~현 재: 육군3사관학교 컴퓨터학과 강사

※관심분야 : 사이버전, 정보보안, 전술통신, 네트워크, 이동통신



**한덕수(Deok-Soo Han)**

1988년 : 금오공대 전자계산기공학과 (공학사)  
1998년 : 대구가톨릭대학교 전산통계학과 (공학석사)  
2003년 : 연세대학교 컴퓨터학과 (공학박사)

1992년~현 재: 육군3사관학교 컴퓨터학과 교수

※관심분야 : 멀티미디어, 소프트웨어 공학



**이준석(Junseok Lee)**

2004년 : 육군3사관학교 전산정보처리학과 (공학사)  
2009년 : 고려대학교 컴퓨터학과 (공학석사)  
2018년 : Texas A&M 대학교 컴퓨터학과 (공학박사)

2018년~현 재: 육군3사관학교 컴퓨터학과 교수

※관심분야 : 정보보안, 운영체제, 이미지 프로세싱