

論文

제4차 산업혁명의 국방분야 적용방안 연구

-미래 전투부대 편성을 CPS(Cyber-Physical System) 디자인 중심으로-
장상국*, 김진오**

Focused on the CPS design methodology for future combat unit organization

Sang-Guk Jang*, Jin-Ho Kim**

ABSTRACT

The purpose of this paper is to present the application of CPS, which is a key element of the 4th Industrial Revolution, by the CPS design process of the future combat unit in the defense sector. The CPS of the 4th Industrial Revolution is a fusion of physical space and virtual space to support Mass Customization needed by customers. It is not only allocate the most effective combat power to the enemy in the infantry company, but also minimize direct combat intervention and reduce victim by using the future robot system in 3D(Dangerous, Dirty, Dull) environment. By the proposed method, It will be possible to develop the requirements of the weapon system necessary for CPS configuration.

초 록

이 연구의 목적은 제4차 산업혁명의 핵심요소인 CPS(가상물리시스템) 디자인을 통해서 미래 전투부대 편성방향을 제시하였다. CPS의 역할은 물리적 세계와 사이버 세계를 융합하여 고객에 필요한 맞춤생산(Mass Customization)을 지원하는 것이다. 즉, 전투지휘관은 적에게 가장 효율적인 전투력을 할당할 뿐만 아니라, 3D(Dangerous, Dirty, Dull) 환경에서 로봇체계 등을 활용한 전투수행방법으로 전투원의 직접 전투개입을 최소화해서 인명 손실을 줄이는 것이다. 또한 CPS 구성에 필요한 무기체계의 소요를 발전시키는데 활용이 가능할 것이다.

Key Words : The 4th Industrial Revolution(4차 산업혁명), Cyber-Physical System(가상물리시스템), Mass Customization(맞춤생산), Robot(로봇)

I. 서론

최근 ‘제4차 산업혁명’이 최대 이슈로 대두되고 있으며, 전 세계가 급속도로 다가오는 제4차 산업혁명 대비로 분주하다. 2016년 1월 제46회 세계경제포럼(WEF)에서 클라우스 슈밥 세계경제포럼회장이 ‘제4차 산업혁명의 이해’라는 주제 아래 ‘제4차 산업혁명’은 디지털·물리적·생물학적 영역의 경계가 없어지면서 기술이 융합되는 것이며, 인류가 이제껏 한 번도 경험하지 못한 새로운 시대를 접하게 될 것이라고 강조했지만 그때에는 급변할 세상에 대한 개념조차 명확하지 않았다. 하지만 지난해 3월과 올해 5월에 열린 인공지능(AI) 알파고와 인간의 바둑 대결로 인공지능의 발전에 대한 관심은 자연스럽게 ‘제4차 산업혁명’으로 이어졌다. 지금은 제4차 산업혁명의 전개가 예상을 뛰어넘어 훨씬 빠르게 진행되고 있다.¹⁾

제4차 산업혁명의 대표적 기술로는 인공지능(AI), 로봇, 사물인터넷(IoT), 무인자동차, 3D 프린팅(printing), 나노와 바이오공학 등이 있다. 제4차 산업혁명은 ‘제3차 산업혁명’과 차별되면서 기술진보는 인류가 전혀 경험하지 못한 속도(velocity)로 빠르게 진화하고, 범위(scope) 측면에서는 파괴적 기술(disruptive technology)이 전 산업분야에서 확산됨으로 대대적으로 재편이 예상된다. 마지막으로, 시스템 영향(system impact) 측면은 이러한 기술혁신으로 생산·관리·지배구조 등을 포함한 전체 시스템의 큰 변화를 예측하고 있다.²⁾

제4차 산업혁명의 핵심기술들이 선진국의 국방 분야에서는 로봇, 3D 프린팅(printing), 웨어러블 인터넷(wearable internet) 등으로 발전하고 있다. 로봇을 활용한 작전은 불가피하게 희생이 요구되는 전투분야에서 인명을 보호하면서도 적극적인 작전을 수행할 수 있는 수단이 되고 있으며, 기존에는 불가능했던 임

무를 무인자율 혹은 원격제어 로봇에 의해서 수행 가능하게 되었다. 또한 로봇은 기존 무기 체계와 비교하여 위험하고(Dangerous), 어렵고(Difficult), 지루한(Dull) 임무를 효과적으로 수행함으로써 인간중심의 전투수행이 가능하도록 여건을 개선시키고 있다.

본 연구에서는 제4차 산업혁명의 특징과 국방분야에서 추진하는 제4차 산업혁명의 이론적 배경을 소개하고, 제4차 산업혁명의 기술적 진보가 충분하다면 우리의 전투부대 편성과 운용은 어떻게 발전할 것인가? 또한 제4차 산업혁명의 핵심요소인 Physical System과 Cyber System을 융합하는 CPS(가상물리시스템)를 어떻게 디자인 할 것인가? 하는 내용을 기술하였다. 즉, 물리적 세계에 있는 사물³⁾을 사이버 세계에 대응시킴으로써, 물리적 세계에서 수집된 데이터를 사이버 세계 내에서 인공지능이나 빅데이터로 처리된 최선의 결과를 물리적 세계에 실시간 피드백 하여 실제 전장에서 전투를 수행하는 것이다.

II. 이론적 배경

2.1 제4차 산업혁명의 정의

제4차 산업혁명은 기업들이 제조업과 정보통신 기술(ICT)을 융합해 작업 경쟁력을 높이는 차세대 산업혁명을 가리키는 말이다. ‘인더스트리 4.0’이라고 표현되기도 하며 한국에서 추진하는 ‘제조업혁신 3.0 전략’과 같은 개념이다. 한마디로 정보통신기술(ICT)의 융합으로 이뤄지는 차세대 산업혁명으로 인공지능, 로봇기술, 생명과학이 주도하는 차세대 산업혁명을 말한다.

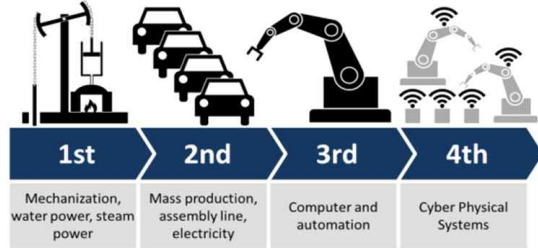
▶ 1784년 영국에서 시작된 증기기관과 기계화로 대표 되는 1차 산업혁명 ▶1870년 전기를 이용한 대량생산 이 본격화된 2차 산업혁명 ▶1969년 인터넷이 이끈 컴퓨터 정보화 및 자동화 생산 시스템이 주도한 3차 산업혁명에 이어 ▶로봇이나 인공지능(AI)을 통해 실제와 가상이 통합돼 사물을 자동적, 지능적으로 제어할 수 있는 가상물리시스템의 구축이 기대되는 산업상의 변화를

1) 박춘우, “4차 산업혁명과 한국 방위산업의 대응방안”, 『국방과 기술』 5월호, 2017, p.80.

2) 송경진 역, 『클라우스 슈밥의 제4차 산업혁명』, 새로운현재, 서울, 2016.

3) 여기서 사물이란 감지수단이나 타격체계 등을 말하며 이들은 사이버공간에 인터넷으로 연결되어 있어서 사물인터넷(IoT)라 부른다.

일컫는다.



출처 : Wikipedia

<그림 1> 산업혁명의 흐름

국내외의 다수의 문헌들은 제4차 산업혁명을 조금씩 다르게 정의하고 있으나, 일반적인 입장은 ICT에 기반을 둔 새로운 산업혁신 시대의 도래에 주목해야 한다. 산업혁명의 발전 단계별, 특징 및 정의를 살펴보면 <표 1>과 같다.

제4차 산업혁명은 이제 거스를 수 없는 대세가 되고 있다. 소프트웨어를 통한 공장화 제품의 지능화, 똑똑한 제조업, 소프트웨어와 결합한 하드웨어가 살아남는 시대가 되고 있다. 과거와 비교할 수 없을 정도의 많은 정보가 생성되고 스마트 기기에 부착된 각종 감지기를 통해 정보가 기록되고, 공유되면서 과거 단순히 의미 없는 숫자들의 나열에 불과한 것들이 유의미한 데이터가 되는 빅데이터, 웹을 기반으로 언제 어디서든 다양한 첨단장비를 활용할 수 있는 유비쿼터스, 알파고로 대표되는 인공지능(AI), 우버의 공유경제 등 우리는 제4차 산업혁명의 핵심 키워드 물결 속에 살고 있다. 이와 같이 제4차 산업혁명은 ‘융합의 혁명’이며 산업구조의 고도화와 공장 무인화로 특징지을 수 있다.⁴⁾

<표 1> 다양한 4차 산업혁명의 정의

구분	내용
위키 피디아	제조기술 뿐만 아니라 데이터, 현대 사회 전반의 자동화 등을 총칭하는 것으로서 CPS와 IoT, 인터넷 서비스 등의 모든 개념을 포괄
다보스 포럼	디지털, 물리적, 생물학적 영역의 경계가 없어지면서 기술이 융합되는 인류가 한 번도 경험하지 못한 새로운 시대
매일경제 용어사전	기업들이 제조업과 정보통신기술(ICT)을 융합해 작업 경쟁력을 높이는 차세대 산업혁명을 의미

2.2 제4차 산업혁명의 특징

제4차 산업혁명의 특징은 초연결성, 초지능성, 예측 가능성이다. 사람과 사물, 사물과 사물이 인터넷 통신망으로 연결(초연결성)된다. 이러한 초연결성을 통해서 막대한 데이터를 분석하여 일정한 패턴을 파악(초지능성)하고, 이 분석 결과를 토대로 인간의 행동을 예측(예측 가능성)한다. 즉, IoT와 인공지능을 기반으로 물리적 세계와 사이버 세계가 네트워크로 연결돼 하나의 통합 지능형시스템을 구축할 것이라 예측이다.

이민화 저서 『4차 산업혁명으로 가는 길』에서는 새로운 제4차 산업혁명의 모델은 가상과 현실이 융합하여 더 나은 세상을 만든다는 O2O(Online to Offline) 융합의 개념을 사용하고 있다. 현실 세계와 1:1 대응이 되는 가상공간에서 시공간을 재조합하여 현실을 최적화하는 O2O 융합의 세상이 열리고 있다. 네비게이터와 자율주행차가 대표적이 사례로 현실의 교통체계와 1:1 대응되는 가상 교통망에서 최적의 맞춤 길을 예측하여 알려주고 있다.⁵⁾

제4차 산업혁명의 ‘초지능화’ 특성은 인공지능(AI)과 빅데이터의 융합으로 인해, 기술과 산업구조가 ‘초지능화’ 된다는 것이다. 제4차 산업혁명의 지능화는 그 규모가 로봇이나 자동차의 지능화에 그치는 것이 아니고 인터넷과 통신으로 연결되는 모든 구성 요소들(인간, 로봇, 자동차, 환경, Things 등)을 포함하는 시스템 또는 사회의 지능화에 해당하는 것이다.⁶⁾

4) 박춘우. 2017. pp.83-85.

5) 이민화. 『4차 산업혁명으로 가는 길』 (KCERN, 2016), pp25-26

6) 『디지털타임즈』. “시론 ‘4차 산업혁명’ 혁신 마인드로 주도하자”. 2016. 2. 17.

<표 2> 각 국가의 4차 산업혁명 현황

구분	주요 내용
미국	- 첨단제조파트너십(AMP), 첨단제조업 위한 국가 전략 수립 - 첨단제조혁신을 통해 국가경쟁력 강화 및 일자리 창출, 경제 활성화
독일	- 제조업의 주도권을 이어가기 위해 'Industry 4.0'을 발표 - ICT와 제조업의 융합, 국가 간 표준화를 통한 스마트 팩토리 등을 추진
중국	- 혁신형 고부가 산업으로의 재편을 위해 '제조업 2025'를 발표 - 30년 후 제조업 선도 국가지위 확립 목표
일본	- 일본산업부흥전략, 산업 경쟁력강화법 - 비교우위산업 발굴, 신시장 창출, 인재육성 및 확보체계개혁, 지역혁신

출처: 경제주평 16-32(현대경제연구원, 2016. 8. 12.)

2.3 CPS의 정의 및 역할

CPS(가상물리시스템)이란? IoT와 인공지능을 기반으로 사이버 세계와 물리적 세계가 네트워크로 연결된 하나의 지능형 통합시스템이다. CPS를 이해하기 위해서 우선 사이버(Cyber) 세계와 물리적(Physical) 세계를 구분해야 한다. 사이버 세계는 컴퓨터 프로그램이 만든 공간으로 계산하고 커뮤니케이션 하는 디지털환경을 말하고, 물리적 세계는 현실 세계에 있는 사람, 센서, 액추에이터 등 실체를 말한다. 가상물리시스템은 물리적 현실세계에 속한 사람과 센서 및 액추에이터⁷⁾를 인터넷 서비스, 인공지능, 각종 정보망이 존재하는 사이버 세계와 연결해주는 매개체를 의미한다.

예를 들면, 구글의 무인자율주행자동차는 카메라나 레이저 센서 같은 물리적 세계의 사물과 날씨, 교통량, 네비게이션 정보 등 사이버 세계의 정보를 수집한 인공지능 체계가 정보 분석을 통해 최적 경로를 결정하고, 이를 다시 물리적인 구동장치, 조향장치에 전달해 제어하는 지능형 생태계가 곧 CPS(가상물리시스템)이다.

CPS는 기능적으로 연산(Computation), 통신

(Communication), 제어(Control)가 융합된 복합시스템으로 실시간성, 지능화, 적응성 및 예측성, 연결성 등을 주요 특징으로 한다. CPS는 물리적 세계에서 발생하는 변화를 감지할 수 있는 다양한 센서를 통해 환경 인지 기능을 수행한다. 사이버 세계에서는 센서로부터 수집된 정보와 물리적 세계를 제현 및 투영하는 고도화된 시스템 모델들을 기반으로 물리적 세계를 인지, 분석, 예측한다.

CPS를 구성하는 가장 큰 이유는 대량 맞춤생산(Mass Customization)를 추구하기 위해서다. Mass Customization이란 '개별 고객 의 니즈에 맞춰 주문 생산된(Customization) 제품 및 서비스를 대량생산(Mass Production) 함으로써 낮은 비용으로 제공하는 시스템'으로 정의할 수 있다.

웹 검색을 통해 CPS(가상물리시스템)를 살펴보면 CPS는 사물인터넷(IoT)의 동의어로 자연스럽게 사용되고 있다. 두 개념이 서로 밀접하게 관련되어 있지만 서로 다른 영역에서 동시에 개발되고 있어서 CPS와 IoT간의 경계가 모호하다. CPS와 IoT는 사물 사이의 상호연계 및 통신에 기반을 둔 기술이며, 인간의 생활 환경을 개선해 줄 스마트 응용프로그램 및 서비스의 생태계를 구성해 준다. 엄밀히 살펴보면, IoT는 인간의 개입 없이 물리적 세계의 사물을 인터넷과 연결하여 공간의 제약을 허무는 사물 공간 연결망을 의미하는 개념으로, 미래 네트워크 기술이라 할 수 있다.⁸⁾ CPS는 사물들의 연결 이후 수집된 정보를 사이버 세계에서 처리한 결과를 가지고 현실의 움직임을 제어하고, 이를 통해 지속적으로 일어나는 변화에 능동적으로 적응하는 것에 중점을 두고 있다.

CPS의 유용성은 다음과 같다. 첫째, CPS를 통하여 물리 세계에 관한 보다 많은 정보를 보다 적시에 제공받게 되면 이를 통해 물리 세계에 대한 이해를 높일 수 있다. 인간이 이해하고 연산할 수 있는 영역은 컴퓨터가 할 수 있는 그것에 비해 상당히 제한적이다. 그러므로 인간 대신 시스템이 물리 세계를 인지, 분석, 계산하여 인간에게 정보를 제공함으로써 인간은 물리 세계를 좀 더 명확히 이해할 수 있는 기회를 얻게 된다.

로봇을 이용한 의료기술은 로봇에 부착된 다양한 센서가 환자의 상태를 정확히 파악하여 인간의 안전한 수술을 도울 수 있는 경우이다. 둘째, CPS는 기존의 자동제어 시스템을 포괄하는 개념

7) 입력된 신호에 대응해 작동을 수행하는 장치

8) 손상혁, "융합의 또 다른 이름, 사이버 물리 시스템", 『지식의 지평 21』, 2016. 12. 9. pp. 6-9

으로 여러 측면에서 시스템의 자율성(autonomy)을 가능하게 한다. 시스템이 인간이 정해 놓은 수동적인 작업에서 물리 세계를 인지하고 인지한 내용을 바탕으로 스스로 반응하여 작업을 수행함으로써 인간에게 주어진 부담을 줄여줄 것이다. 셋째, CPS를 통해서 안정성이 대폭 향상될 것이다. 물리 세계와 밀접하게 융합된 시스템을 통하여 물리 세계를 정확히 분석할 수 있을 뿐 아니라 빠르게 반응함으로써 안전성을 향상시킨다. 예를 들면, 지능형 자동차는 센서를 이용하여 주변 위험요소를 명확히 인지하고 빠르게 반응함으로써 운전자의 안전성을 향상시킨다. 이처럼 CPS는 인간과 인간 주변의 물리 세계와의 상호 작용에 혁신을 가져올 것으로 기대된다.⁹⁾

2.4 국방분야의 제4차 산업혁명 현황

우리나라의 국방환경은 핵·미사일·사이버 등 북한의 비대칭 위협이 지속적으로 고조되는 가운데 대외적으로는 중국의 G2 부상, 미국의 아시아 재균형 정책, 중·일의 지역패권 경쟁 심화 등 동북아시아의 불안정성에서 비롯되는 잠재적 위협에도 대비가 필요한 시점이다.¹⁰⁾

또한, 미래 전장 환경을 평가해 보면, 첫째로 국방개혁에 따른 많은 부대와 병력이 감축되는 반면 부대별로 담당해야 할 책임지역은 배 이상 증가하는 추세이다. 둘째, 전쟁 시 인명손실에 대한 국민들의 감내 정도가 점점 약화되는 등 인명중시 사상이 확대되고 있다. 셋째, 신세대 장병들의 의식구조 변화로 장기간 지속적이고 반복적인 임무 및 위험한 임무는 기피하는 경향이 강하게 나타나고 있다.¹¹⁾

국방 분야에서도 제4차 산업혁명을 ‘창조국방’이라는 타이틀로 창조적 정보화 추진체계 발전, 정보시스템 서비스능력 제고, 공통서비스 기반환경 구축, 국방사이버 방호역량 강화라는 4가지 전략을 바탕으로 ‘네트워크 중심의 디지털 정예강군 육성을 위해 노력하고 있다. 이를 위해 가상현실, 인공지능, 빅데이터 등 10대 핵심기술을 융·복합 적용하고 정보통신기술(ICT) 전문 인력 양성과 민·군 ICT 융합 생태계를 구축하고 있다.

특히, 딥러닝 기반 수리부속 수요예측 기술개발은 T-50 훈련기와 K1A1전차의 정비를 예측해 선제적으로 수리부속을 조달함으로써 전력증강 및 예산절감에 기여할 수 있으며, 인공지능 기반 의료정보 빅데이터 분석체계는 군 장병들의 개인 맞춤형 질병을 사전에 예측해 적정량의 의약품과 의료장비를 구매할 수 있고 민간의료체계와 연계도 가능하다.

네트워크 혁신과 모바일 사물인터넷(IoT) 기반 정보유통체계 구축, 국방 스마트 의료정보체계 통합 환경 구축, 가상현실(VR) 기법을 적용한 실감형 교육훈련체계 구축, 인공지능과 데이터 수집·분석·활용기술을 통칭하는 지능정보기술 등 다양한 기술을 적용한 혁신이 계속 될 것이다.¹²⁾

또한, 우리 군의 무기 도입을 주관하는 방위사업청 산하 국방과학연구소는 지상무인운송체계를 2020년대 초에 실제 전투용으로 완성할 계획이다. 스스로 지상운행을 하는 수송용 ‘견마로봇’이 실현에 가까이 다가간 것으로 평가된다. 이 견마로봇은 2012년 제작돼 실제 사용에 문제점이 없는지 확인하는 절차가 진행 중이다. 견마로봇은 군사용 로봇의 일종으로, 인간을 대신하여 보조하고 군사작전을 수행하는 지능형 로봇이다.

이러한 대내외적 환경과 미래 전장환경을 고려 시 국방분야에서도 제4차 산업혁명에 대한 관심은 고조되었다. ICT 기술을 활용한 네트워크 구성으로 초연결성·초지능성을 완성하려고 노력중이며, 드론이나 인공지능, 빅데이터, 로봇 등은 개발 중이거나 전력화되어 있다. 또한 미래전장 개념서나 장기무기체계발전계획에는 제4차 산업혁명의 핵심기술을 적용한 무기체계개발계획이 포함되어 있다. 최근에는 많은 세미나 및 토론회에서 제4차 산업혁명의 국방분야 적용방안에 대해서 열띤 토론이 한창이다. 하지만 제4차 산업혁명의 진정한 의미인 융합과 mass customization을 추구하는 데에는 한계가 있다.

미래의 전장은 사람이 아닌 로봇과 무인기들의 싸움터가 될 것이라는 전망이다. 21세기 전쟁의 패러다임이 이미 무인체계를 활용한 전투로 변화되었다. 선진국에서는 이미 실전에 배치하였고 우리 군도 무인기를 활용한 일부 작전을 시행 중이다. 피터 싱어의 『하이테크 전쟁: 로봇 혁명과 21세기 전투』에서는 로봇전사가 현실이 되고 로봇들의 전쟁이 될 것이라고 예측하고 있다. 무

9) 은운송 등. “사이버물리시스템 연구 동향”, 『정보과학회지』, 2013. 12. p. 8.

10) 박춘우. 2017. p.81.

11) 이병무 등. “첨단로봇기술의 국방 군수분야 도입 및 발전방향”, 『국방과 기술』, 4월호, 2017. p.87.

12) 『국방일보』. “정보화 환경 구축 창조국방 첫 단추”, 2016. 12. 21.

인체계를 활용함으로써 인간의 희생을 줄이고 경제적 및 전술적 효과를 크게 누릴 수 있다.

방위사업청 산하 기관인 국방기술품질원에서 발간한 미래무기 혹은 미래 전장의 무인화 추세를 보면 실로 상상 속에서만 그려지던 모습들이 수년 혹은 길게는 20년 안팎이면 현실화될 것으로 전망되고 있다. 특히 가까운 미래에 사용될 무기체계의 대표적인 형태인 무인기와 로봇은 선진국과의 격차를 좁히기 위해 다각도로 노력하고 있다. 방위사업청 내의 로봇개발팀, 무인기개발팀 등은 국내 방산업체와 긴밀한 협력을 통해 공동연구를 진행 중이다.¹³⁾

이러한 제4차 산업혁명의 국방분야 적용을 위해서 조정·통제하는 컨트롤 타워가 없어서 배가 산으로 가지 않을까 우려된다. 국방부 차원에서 각 군별 조정·통제하고 인간중심의 전투와 국방자원의 효율적 사용이 보장되도록 컨트롤 타워 구축이 시급하다.

III. 지휘통제

3.1 감시 및 지휘통신 체계

본 연구에서는 전투부대를 보병중대를 예를 들어 한정하였다. 현 보병중대의 감시수단은 주간은 대부분 육안 관측에 의존하며, 야간에는 주로 화기에 부착된 야간조준경을 사용하고 있으나 이것도 일부 인원에게만 보급되어 야간에 표적획득이 제한된다. 따라서 중대장은 작전지역의 전장상황을 확인하기 위해서 대대에 필요한 첩보를 요구하거나 자신의 예비소대에서 일부 인원을 차출하여 위험한 적 지역으로 침투시켜 얻고자 하는 첩보를 획득한다. 병력에 의한 침투는 적의 경계부대나 인공장애물 등을 회피할 수 있는 공간의 자유를 갖지 못하기 때문에 침투 간에 적에게 발견되거나 지뢰 등 인공장애물에 희생될 경우 임무 달성이 불가능하다.

이러한 감시 장비도 연동체계가 미 구축되어, 개인이 획득한 첩보를 다시 통신장비를 활용해서 보고하고 전파하므로 즉각적인 활용이 제한된다. 따라서 중대장은 실시간 전장상황을 인식하는 것이 곤란할 뿐만 아니라 획득된 첩보도 전 중대원에게 실시간 전파가 제한된다. 따라서 중대장의 전투지휘는 대대에서 제공되는 첩보와 소대에서 관측하여 보고된 첩보를 종합해서 중대장의 경험

적 요소와 직감으로 판단할 수밖에 없다.

또한, 보병중대의 통신체계는 너무나 미흡하다. 전 인원을 대상으로 유·무선망이 없어서 육성지휘나 수기신호 등을 사용하고 있다. 현재 중대장, 소대장, 분대장은 무선망으로 지휘통제가 가능하나, 분대장은 분대원과 무선망이 미 구축되어 육성이나 호각 등을 사용하여 지휘하는데, 총소리와 포탄소리 등이 요란한 전장에서 과연 효율적인 지휘가 가능할지 또한 야간에는 기도비닉이 유지될지 의문 시 된다.

보병중대의 통신구조는 ‘중대장-소대장-분대장-분대원’의 계층적 구조로 한곳에서 통신이 단절 시 전투지휘가 제한된다. 또한 단일 주파수 체계로 한 곳에서 통화를 하면 나머지는 통화가 불가능하다. 또한, 통신장비도 통달거리가 짧고 데이터 통신이 불가능하며, 산악지형에서 작전시 많은 난청지역을 극복할 수 있는 성능도 구비하지 못하고 있다.

3.2 지휘결심 요소

보병중대장이 지휘통제를 하기 위해서 필수적으로 활용하는 수단으로 인원, 정보관리, 절차, 지휘통제 시설 및 장비로 구성된다. 중대장은 생존성과 전투지휘의 효율성을 위해서는 전술적 고려요소인 METT+TC를 고려한다. <표 3>의 METT+TC의 각각이 갖는 가중치는 다르지만 공격 및 방어 작전, 도하작전, 강습작전 등 모든 작전수행 간에 반드시 고려한다.

13) 『MK news』, “민국협력으로 강한 국방”, 2017. 3.14.

<표 3> 전술적 고려 요소(METT+TC)¹⁴⁾

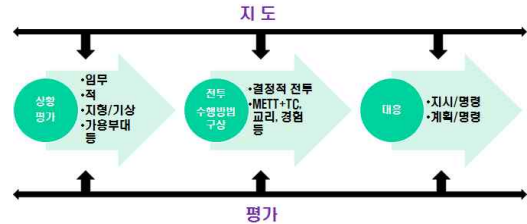
구분	내용
임무 (Mission)	<ul style="list-style-type: none"> • 대대로부터 부여 받은 임무 • 지휘관 의도, 작전목적, 최종상태 • 달성해야 할 임출과업
적 (Enemy)	<ul style="list-style-type: none"> • 적 부대구성, 배치 • 적 지휘관 의도 • 최근 활동, 예상되는 방책 • 투입 가능한 증원전력 등
지형 및 기상 (Terrain & Weather)	<ul style="list-style-type: none"> • 기계화 및 도보부대 접근로 • 기온, 비, 눈, 안개 • 장애물, 중요지형지물
가용부대 (Troops & Support available)	<ul style="list-style-type: none"> • 부대편성 및 전투력 수준 • 지원 및 배속부대 현황 • 장비 및 탄약 보급상태
가용시간 (Time available)	<ul style="list-style-type: none"> • 작전준비 필요 시간 • 하급부대 부여가능 시간 • 증원·지원부대 투입가능 시간
민간요소 (Civil consideration)	<ul style="list-style-type: none"> • 작전지역 내 주민성향 • 작전지역 안정화 정도 • 이용 가능한 민간시설 등

3.3 전투수행절차

중대장은 지휘관이 편성된 최하위 제대로서 예하 소대와 박격포를 포함한 다양한 전투수행 기능을 통합하여 작전을 수행한다. 따라서 보병중대를 ‘전투의 기본 단위부대’라고 한다. 일반적으로 중대는 예하소대와 지원 및 배속부대에 전술적 과업을 부여하고 지휘 및 지원관계를 설정할 수 있다. 전투중대장은 <그림 2>과 같이 상황평가—전투수행방법구상—대응 순으로 전투를 수행한다.

지휘관은 METT+TC를 고려하여 전장상황을 평가한 후, 적의 강점은 어느 곳이고 약점은 어디인가를 파악해서 강점을 회피하고 약점에 전투력을 집중하여 결정적인 전투를 수행할 것을 구상한다. 중대장이 얻고자 하는 첩보가 한정되어 중대 작전지역에 대한 전장가시화가 제한된다면 불확실성하에서 중대장은 직감적으로 전투를 수행하게 되므로 인명 피해가 많이 발생할 수 있다.

이러한 불확실성을 줄이고 전장가시화를 달성할 수 있도록 미래에는 보병중대에도 충분한 감시자산을 전력화해서 중대장이 원하는 첩보를 획득하여 ‘상황평가-결심-대응’의 전투지휘를 빠르게 추진하도록 해야 할 것이다.



출처: 야전교범 3-38 보병중대(육군본부, 2012)

<그림 2> 보병중대 전투수행절차

IV. 전투부대 CPS 디자인 절차

4.1 네트워크중심전(NCW)의 개념

세브로스키(Arthur K. Cebrowski) 제독은 기업이 정보기술(IT)을 활용하여 경영혁신을 하는 방식을 군대에 적용하면 군사혁신이 가능하다고 판단하여 네트워크중심전(NCW; Network Centric Warfare)을 개척하였다. ‘네트워크 중심전’이란? 전투공간내의 모든 전투원에게 정보공유 능력을 제공하고, 전투공간에 대한 공통상황인식과 동시의사결정력을 제고함으로써 정보우위를 달성하고 전투력의 상승효과를 유발하도록 하는 정보 기술 기반의 전쟁개념으로 정의한다.¹⁵⁾

네트워크중심전은 플랫폼중심전(PCW; Platform Centric Warfare)과 대비된다. 플랫폼에서는 플랫폼별(탱크, 함정, 전투기 등)로 독자적인 표적 탐지수단과 타격수단을 보유하므로, 이들 플랫폼들 간의 상호 연결이 되지 않아서 교전능력은 플랫폼의 능력에 의해 결정되었다. 그러나 네트워크중심전에서는 전장의 개별 플랫폼들이 모두 네트워크로 상호 긴밀하게 연결됨으로써 각 개별 플랫폼은 원거리에 위치한 다른 플랫폼이 제공한 정보를 활용하여 표적을 추적하고 식별하여 교전 범위와 시간을 크게 단축하였다.

14) 한승조의 4명. “텔파이 기법과 분석적계층과정을 이용한 전술적 고려요소(METT+TC)의 세분화 및 우선순위 결정에 관한 연구, 춘계공동학술대회 KORMS, 2015. 4. 8.

15) 권태영, 노훈. 『21세기 군사혁신과 미래전』, (법문사, 2008), pp.175-177

4.2 전투수행 패러다임 변화

지휘관의 가장 핵심적인 역할은 전투지휘를 통해 작전을 수행한다. 따라서 부여된 임무완수를 위하여 가용자원의 활용과 부대활동을 계획, 지시, 조정 및 통제하고 상급지휘관의 의도를 구현하기 위하여 임무형지휘¹⁶⁾에 숙달되어야 하며, 가용전투력을 통합 운용하여 전투에서 승리하여야 한다.

예를 들어, 중대 공격 시 중대장은 대대 및 소대로부터 가용한 첩보를 종합하여 적의 강한 지역을 회피하고 약한 지역으로 공격하여 어디서 결정적인 전투를 할 것인가를 판단한 후에 사격과 기동으로써 목표지역을 탈취한다. 중대장이 작전지역에 대한 전장상황을 손바닥처럼 알고 있다면 지원·배속 부대를 포함하여 전투력 운용이 효율적일 수 있지만, 현재는 감시자산이 부족하고 중대급 이하 통신망도 미비하여 효율적인 전투지휘가 곤란하다. 작전지역내 원거리 표적에 대한 위치정보가 불확실하여 곡사화력 운용이 제한되고, 근접에서 대치하고 있는 적의 위치도 전투원들의 교전을 통해야만 확인이 가능하다. 전투원의 통신망도 미흡하여 교전 간 획득된 첩보가 실시간 공유되지 못하므로 전투 시 인명 피해가 발생하고 신속한 작전 종결이 어렵게 된다.

미래의 전장은 다차원 동시 통합전투의 ‘정보전’으로써 모든 무기체계가 하나의 네트워크 내에서 실시간 전투상황을 상호 공유하면서 작전을 수행하게 되므로 중대장이나 각개병사도 디지털 환경 내에서 연동하지 못한다면 효과적인 임무수행이 어려울 것이다. 디지털 환경에서는 전 인원이 실시간 첩보를 공유하면서 어떻게 싸우고 대응해야 하는가를 알 수 있다. 중대장부터 각개병사까지 개인전투체계¹⁷⁾를 통해서 중대장의 의도와 내가 싸워야 하는 표적을 제공받으며 누구와 협조된 공격을 하면 적을 제압할 수 있는가를 판단할 수 있다.

B2CS¹⁸⁾를 통해서 제공되는 원거리 표적은 중

대급 드론으로 위치를 확인한 후 편제된 곡사화력으로 제압하며, 근거리에 위치한 적의 위치는 경전투로봇으로 좌표를 파악하여 개인전투체계 등에 전송하여 표적정보를 공유할 것이다. 드론이나 경전투로봇, 개인전투체계 등에서 파악된 모든 첩보는 사이버 세계에서 인공지능과 빅데이터 처리를 통해서 중대장부터 각개병사까지 최적의 전투수행절차를 제공할 것이다. 과거에는 중대장의 리더십이 전투에서 중요한 역할을 담당했지만 미래에는 제4차 산업혁명처럼 중대장과 병사, 중대와 소대 간의 경계가 무너지는 융합의 형태가 될 것이다.

4.3 전투부대의 Physical System 구성

4.3.1 개요

정보화 혁명이 거듭되면서 컴퓨터와 인터넷 보급·활용에 이어 제3의 혁명으로 불릴 IoT·인공지능·빅데이터 시대로 진전되면서 ‘사물과 사물’에서 ‘사람과 사물·공간(IoE)’을 넘어 ‘현실·사이버 세계가 연결되어 지능화’ 되는 초연결 사회도 가시화되고 있다. IoT와 CPS(가상물리시스템)는 유사 개념이지만 <그림 3>과 같이 IoT는 물리(현실)세계를, CPS는 사이버 세계에 중점을 두고 있다. 지금까지 인터넷은 인간과 인간을 연결시키는 것이 주된 용도였지만, 향후에는 여러 가지 센서에서 획득한 사물 정보를 직접 인터넷에 연결하기 위한 IoT는 물리적 세계를 중심으로 한 견해로, CPS는 현실과 사이버 세계를 연결하고 이후 현실·사이버 정보의 융합·분석과 분석데이터를 현실에 피드백 하는 것에 중점을 두고 있다.¹⁹⁾

전투부대의 Physical System은 IoT로 구성된 감시·정찰센서(Perception)요소와 타격(Action)요소를 말한다. 이러한 감시·정찰 및 타격 요소가 현실 세계에서 데이터를 수집하고 수집된 데이터를 사이버 세계로 보내면 사이버 세계에서는 다양한 분석과 융합을 통해서 객관적인 최적의 결과를 현실 세계에 제공한다.

본 연구에서는 중대급 전투부대로 가정하여 감시·정찰센서 요소는 장기무기체계발전계획에 제

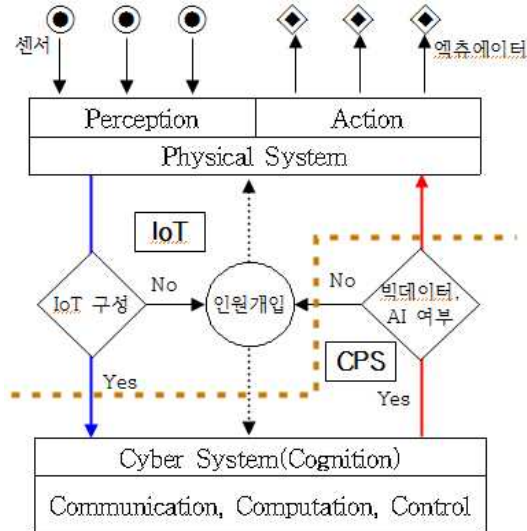
16) 임무형지휘(Mission type orders)란 상급지휘관은 예하지휘관에게 단지 일반적인 임무만을 부여하고 예하지휘관이 그것을 실행하는 방법의 자유를 확보하는 개념을 말한다.(출처: namu.wiki)

17) 개인전투체계란 화기, 피복 및 휴대폰에 이르기까지 혁신적인 첨단기술을 적용하여 소부대 전투원이 네트워크 중심전 작전 환경하에서 Sensor to Shooter 기능을 수행할 수 있도록 병사의 능력을 극대화하는 것이다.(출처: 체제욱 등 4명, 제8회 국방기술 학술대회, 2012.7, pp.465-470)

18) B2CS(대대급 이하 전투지휘체계: Battalion Battle Command System): 소부대들 간에 적 정보와 아군의 위치 등 전투에 필요한 정보를 공유하는 휴대형 장치를 말함.(출처: 밀리돔 사진자료실)

19) 한국정보화진흥원. ‘사이버물리시스템(CPS) 기반의 사회시스템 최적화 전략’. 2015. 10. 15. p.2.

시된 소형드론, 경전투로봇, 개인전투체계 등으로 한정하고 타격체계는 박격포와 경전투로봇에 부착된 공용화기 및 대전차유도무기, 개인전투체계에 일체형으로 결합된 소화기만 제시하였다.



<그림 3> IoT와 CPS 개념

4.3.2 소형드론

최초 군사용으로 개발된 드론(Drone)은 표적드론(Target Drone), 정찰드론(Reconnaissance Drone), 감시드론(Surveillance Drone), 다목적드론(Multi-roles Drone)으로 분류되었지만 현재는 활용 목적과 형태에 따른 분류를 하고 있다. 활용 목적으로 분류하면 군사용 드론, 농업용 드론, 서비스 드론, 여가용 드론 등으로 분류되고, 형태로 분류하면 고정익과 회전익, 혼합형으로 분류된다.

드론 또는 UAV는 사람이 탑승하지 않는 특징을 가지고 있으며, 전투지역에서 공간의 자유를 갖고서 인명 피해 없이 부여된 임무 수행이 가능하다. 특히 센서 기술의 발전과 우수한 비행안정성, 수직이착륙 능력을 갖춘 드론을 정찰용으로 활용할 시에는 가시거리 밖의 원거리 또는 사각지역에 대한 첩보수집이 가능하다.

대대 정찰용 UAV를 통해서 제공된 표적에 대하여 중대장은 소형드론을 활용하여 전투기간 중 적 표적에 대한 감시 및 추적이 가능하며, 획득된 첩보는 전 중대원에게 실시간 공유가 요구된다. 드론이 주로 찾는 표적은 원거리에 위치한 규모가 큰 표적이나 이동표적을 추적 및 감시하는데 활용할 수 있다.

소형드론은 사이버 세계에 사물인터넷(IoT)으로 연결되어 지정된 경로를 비행하면서 적에 관한 표적 첩보 및 장애물 탐지, 감시 사각지역에 있는 위험 요소들을 센서에 의해서 획득한 후 사이버 공간에 1:1로 대응시킨다. 이렇게 제공된 데이터는 전투지휘 요소와 표적별 최적의 전투력을 할당하는데 기준으로 적용된다.

소형드론은 멀티로터 방식을 적용하되, 이것은 군용 소형무인항공기 또는 초소형비행체 대비 일부 성능(비행시간, 온도, 풍속조건) 외에는 작전 운용성능을 충족하고 있으며, 한국적 지형 및 기상을 고려하여 이착륙 방식은 투척, 동체착륙이 가능하고 원거리 운용을 위한 중계기도 포함되었다.

4.3.3 경전투로봇

경전투로봇이란 전투수행 중에 인명손실을 최소화하기 위해 야전에서 특수한 목적에 따라 사용되는 로봇을 의미하며, 경전투로봇은 전투원을 대신하여 위험하거나 단순한 임무수행, 병사가 감시하기 어려운 공간 등에 주로 운용된다. 경전투로봇을 선도하는 것은 감시·정찰로봇으로, 감시용 센서와 무장을 동시에 장착하고 원격조종을 하거나 자율주행 능력을 갖도록 개발하고 있다.

공격작전 간 경전투로봇은 적과 접촉유지를 위한 수색·정찰용으로 운용하거나 장애물철치 의심지역에서는 장애물지대 정찰임무를 수행하며, 적 매복 의심지역을 수색하는데 운용될 것이다. 방어작전 시에는 진지 간 병력 미 배치 지역에 운용하여 방어 밀도를 보강하거나 적 접근 시 사전 경고 및 자체화력으로 제압한다. 필요시에는 국지경계부대 임무를 위해 진지 전방 적 예상 접근로에 배치하여 운용할 수 있다.

미래에는 중대장이 근거리지역의 적 위치와 아군의 감시 사각지역에 대한 정찰임무를 병사를 투입하지 않고도 소형드론과 경전투로봇을 활용해서 그 위치를 실시간에 정확하게 파악할 수 있다. 이렇게 파악된 첩보는 사이버 세계에 1:1 대응함으로써 사이버 세계에서 적에 대한 최적의 전투력을 운용할 수 있는 해법을 찾을 수 있다.

경전투로봇은 경로주행이나 혹은 자율주행을 통해서 자체 부착된 센서를 이용하여 근거리에는 은폐한 적의 위치를 파악하거나 지상에 설치된 지뢰, 급조폭발물과 같은 인공장애물을 탐지하여 인터넷으로 연결된 사이버 세계에 위치를 제공한다. 이렇게 제공된 위치 데이터는 다른 센서를 통해서 제공된 데이터와 함께 처리하여 전투원에게 최적의 해법을 제공한다. 또한 경전투로봇의

센서와 야지 지형을 극복할 수 있는 기동 성능이 나날이 발전됨으로써, 적의 취약 지역인 측·후방으로 기동하여 적을 포위하고 교란한다면 적의 심적으로 마비되어 전투에서 승리할 수 있다.

우리 군의 국방로봇에 대한 연구는 2020년까지 육·해·공 전투에서 사용될 수 있는 소형 감시 정찰로봇부터 경전투로봇, 기갑부대용 중대형로봇에 이르기까지 첨단 국방로봇 개발을 추진하고 있다. 특히, 견마용로봇은 산악지역이 많은 자연 환경에서도 자유롭게 기동할 수 있고 무선통신기술기반의 영상감시 및 정찰 기능과 지뢰 등 위험물 탐지 기능, 물자 이송기능 등 다목적 원격제어 로봇으로 개발되고 있다.²⁰⁾

4.3.4 개인전투체계

개인전투체계란 화기, 피복 및 휴대품에 이르기까지 혁신적인 첨단기술을 적용하여 소부대 전투원이 NCOE²¹⁾하에서 Sensor to Shooter 기능을 수행할 수 있도록 병사의 능력을 극대화하는 것이다. 즉 치명성, 지휘통제, 생존성, 임무지속성 및 기동성을 향상시켜 병사를 시스템화 하는 것이다²²⁾.

개인전투체계는 소부대 전술네트워크와 연동하면서 미래 디지털 전장환경에 적응하고, 효과적으로 임무를 수행할 수 있도록 지휘통제는 물론 치명성, 생존성, 임무지속성 및 기동성을 현격히 향상시킴으로서 전투원 개개인을 하나의 단위 무기체계화 하는 것을 의미한다. 개인전투체계 운용개념은 병사의 몸에 첨단 전자통신장비, 센서, 화기, 방호장비 등의 요소를 통합 적용한 개인전투체계는 현재의 병사와는 비교할 수 없는 고도의 전투능력을 발휘 할 것이다.

현재의 소부대 지휘자와 전투원이 수행해야 할 각종 전투행동과 감시·정찰 및 보고, 지휘결심, 타격 및 화력요청 등의 전술적 행위들을 단 한명의 병사가 수행할 수 있게 된다. 화기에 장착된 첨단 관측장비를 이용하여 어떠한 시계조건하에서도 적을 탐지하여 디지털화된 지휘통제네트워크를 통해 상급부대에 보고함은 물론, 전술적 수준의 모든 제대가 수집한 첩보를 수신하여 HMD(Head Mounted Display)를 통해 작전지역내 피아상황을 사전에 파악할 수 있으며, 식별된 적

은 획기적으로 성능이 개선된 복합화기와 공중폭발탄으로 직접 제압하거나, 상급부대에 화력을 요청하여 기습 정밀타격으로 적을 조기에 격멸함으로써 최소의 노력으로 최대의 전투효과를 달성할 수 있게 한다. 원격감시장비, 첨단 방탄헬멧 및 방탄 위장복, 보호의, 생체 모니터링 시스템 적용으로 생존성이 크게 향상되어 전투력을 보존한 가운데 다양한 임무를 수행한다.²³⁾

4.3.5 곡사화기

보병 전투부대에서 운용할 수 있는 곡사화기는 제대별로 차이는 있지만 관측장교의 요청에 의해서 지원되는 포병화력과 제대별로 편제된 박격포를 사용할 수 있다.

미래에는 국방개혁에 의해서 제대별로 구경도 변화되고 박격포의 성능개량도 이루어져 사거리가 신장과 포탄의 정밀도가 크게 향상될 것이다.

4.4 단계별 CPS 모형 및 설정 기준

CPS(가상물리시스템)를 구성하는 가장 큰 이유는 맞춤생산(mass customization)을 추구하기 위해서다. 맞춤생산이란? ‘개별 고객의 니즈에 맞춰 주문 생산된 제품 및 서비스를 대량생산함으로써 적은 비용으로 원하는 시기에 제공하는 시스템’으로 정의할 수 있다.

<표 4> ICT 활용의 변화 단계

단계	발전단계	시 기
레벨 I	개별 ICT 기기를 독립적으로 활용(Stand Alone)	~90년 후반
레벨 II	일부 ICT 기기가 네트워크에 접속, 디지털 데이터 유통 개시(네트워크화)	~00년 전반
레벨 III	데이터 수집·축적·처리 기능이 개별단말에서 네트워크상의 데이터센터로 이행(클라우드화)	~00년 후반
레벨 IV	현실세계를 디지털 데이터로 변환·처리한 후, 현실 세계로 피드백 하는 루프 발생(CPS)	~10년 무렵
레벨 V	인공지능(AI)에 의한 가치 창출과 완전 자율·자동화	향후

출처: 일본경제산업성(www.meti.go.jp/committee/sankoushin/shojo/johokeizai/pdf/004_06_00.pdf)

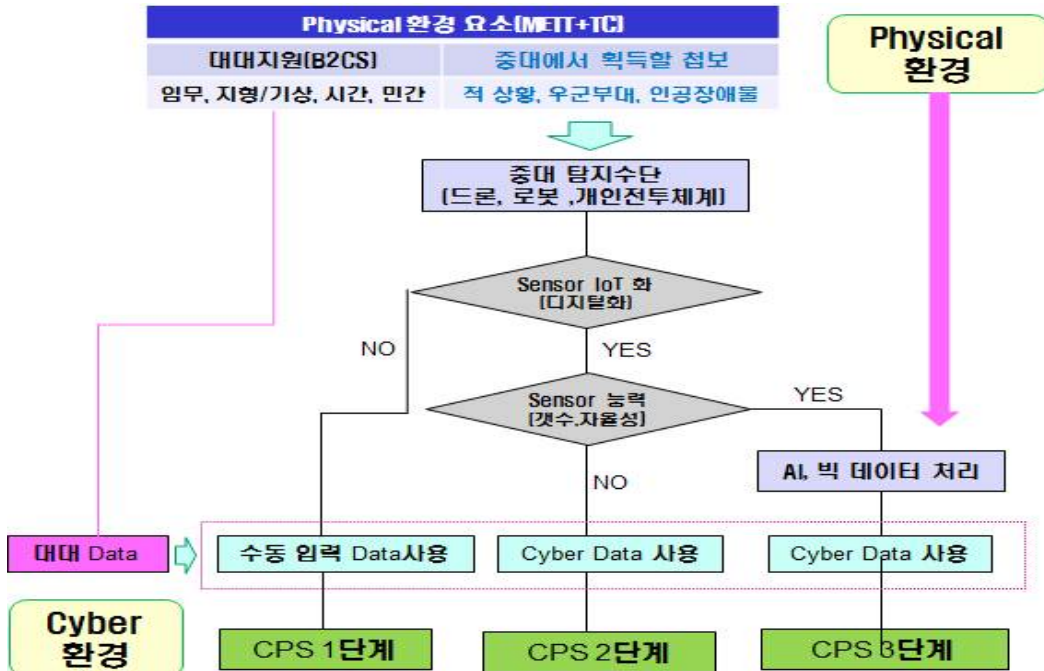
20) 나종철. “미래전 대응을 위한 지상로봇 운용전략에 관한 연구(2)”, 『국방과 기술』, 2014. 10.

21) Network Centric Operations Environment (네트워크 중심 작전환경)의 약자

22) 체제욱. 제어로봇시스템학회 합동학술대회 논문집, 2012. 7. pp.465-470

23) 『국방과학기술조사서』. 국방기술품질원, 2010. 12.

<그림 4> CPS 디자인 설계 절차



IoT와 인공지능, 빅데이터 처리 등을 기반으로 사이버 세계와 물리적 세계가 네트워크로 연결된 하나의 지능형 통합시스템이다. 일본 경제산업성은 ICT 활용의 변화와 주요단계를 <표 4>와 같이 제시하였으며, 독립된 ICT 기기를 활용하기 시작한 이후 개별 단말기의 네트워크화, 데이터 처리 고기능화 등으로 진전되면서 CPS(가상물리시스템) 구현 단계(레벨 IV)까지 발전했다고 제시하였다.

CPS(가상물리시스템) 구성절차를 미래 보병중대를 예로 들어서 설정하고자 한다. 미래 보병중대의 물리적(Physical) 세계에 있는 데이터를 사이버(Cyber) 세계의 데이터로 1:1로 어떻게 대응시킬 수 있는지가 핵심이다. 즉, 데이터를 사이버 세계에 1:1로 매칭하기 위해서는 물리적 세계에서 획득된 데이터를 디지털화 시켜야 연동이 가능해진다. 그렇게 하기 위해서는 물리적 세계에 있는 모든 센서들이 IoT화 되어야만 탐지된 데이터를 사이버 공간으로 변환이 가능하다. 이처럼 중대의 물리적 세계의 센서 중 IoT화 가능한 것을 본 연구에서는 소형드론, 경전투로봇, 개인전투체계로 한정하였다.

보병중대장의 전투지휘는 METT+TC를 기준하여 판단하므로 물리적 세계의 METT+TC를 사이버 세계에 어떻게 1:1로 대응시킬 것인지를 분석하여 <그림 4>와 같이 CPS 디자인 설계 방안을

제시하였다. 물리적 세계의 데이터를 사이버 세계에 얼마만큼 정확하고 충분하게 대응시키는 수준에 따라서 3단계로 구분하였다.

1단계는 물리적 세계의 센서가 기술수준이 낮아 IoT화 되지 못해서 물리적 세계의 데이터를 전투원이 수동으로 사이버 세계에 입력하는 경우이며, 2단계는 물리적 세계에 있는 센서는 IoT화 되어서 감지된 데이터를 사이버 세계로 자동으로 업로드 시키지만 인공지능(AD)이나 빅데이터가 없어서 Mass Customization을 위해서는 지휘관이 결심하고 판단해서 처리하는 경우이다. 마지막 3단계는 물리적 세계에 있는 센서의 IoT화 뿐만 아니라 사이버 세계의 인공지능(AI)과 빅데이터 등의 도움을 받아서 Mass Customization를 전투원의 개입 없이 자동적으로 처리되어서 물리적 세계로 피드백 하는 경우이며 이때 지휘관은 모니터링하는 단계이다.

예를 들면, 보병중대의 사이버 세계로 1:1 대응되는 물리적 세계의 데이터 중 전투지휘의 핵심 요소는 METT+TC이다. METT+TC 내용 중 대대로부터 임무(Mission), 적(Enemy), 지형 및 기상(Terrain and Weather), 가용시간(Time available), 가용부대(Troops and Support), 민간요소(Civil consideration) 등은 B2CS를 통해서 중대장이 직접 확인 가능하다. 하지만 제공되는 첩보가 개략적이거나 작전지역의 모든 첩보가 제공되는 것이

아니므로 중대장은 가용 수단을 활용하여 의심스럽거나 부족한 분야는 직접 확인하고 체크해야 한다.

4.4.1 CPS 미구축 단계(현 보병중대)

현 보병중대는 향후 전투원들에게 감시장비 및 통신장비를 지속적으로 보강시켜서 감시 능력을 향상시키고 무선통신망도 구축하였으나 전장정보를 공유할 수 있는 체계는 불가능한 실정이다.

보병중대의 야간조준경 센서는 IoT화가 되지 않아서 데이터를 디지털로 변환할 수 없으므로 사이버 세계로 데이터 전환이 불가능하다. 따라서 중대장은 대대, 소대, 지원부대 등에서 제공되는 첩보를 과거의 전투지휘 방법처럼 사관위에서 단대호를 이동시키는 위게임 방식을 머릿속에서 구상한다. 이때 중대장의 전투지휘 결심요소는 통상 METT+TC, 교리, 군사적 경험, 직관 등에 의존하여 판단한다.

전투원들의 전투방식도 조준경이 화기와 연동이 되지 않아서 전장공유가 되지 않아서 동일 표적에 대해서 교차사격을 하거나 표적을 서로 누락하여 적으로부터 피해를 받을 수 있다.

4.4.2 CPS 1단계

CPS 1단계는 <그림 5>와 같이 중대의 탐지수단으로 소형드론, 경전투로봇 등이 추가 보강되었으나 부착된 센서들의 기술수준과 통신기반체계를 고려할 때 아직은 IoT화 되지 않아서 물리적 세계의 데이터를 디지털화 하지 못한다.

중대장은 소형드론이나 경전투로봇에서 획득된 데이터를 사이버 세계에 정해진 형식으로 직접 입력하여 1:1 대응시키는 경우를 말한다. 이때도 전투지휘의 핵심요소는 METT+TC를 고려하여 Mass Customization을 달성해야 한다. 사이버 세계에서는 B2CS에서 제공된 임무, 적, 지형 및 기상, 가용부대, 주민성향 등의 데이터와 중대장이 소형드론이나 경전투로봇 등을 운용하여 추가적으로 획득한 첩보들을 종합하여 중대장이 최종 결심해서 적 표적별 아군의 전투력 운용에 대한 Mass Customization을 달성한다.

CPS 1단계에서 중대장은 전투원의 투입이 제한되는 지역에 소형드론이나 경전투로봇을 투입하여 공간의 한계를 극복하고 자유롭게 임무 수행이 가능하도록 하여 필요한 첩보를 획득한다. 현재는 기술 수준이나 통신기반 체계가 제한되므로 사진 영상으로 제공된 표적을 분석하여 디지

털 데이터화하는 형식으로 전환 작업을 실시한다. 따라서 실시간 데이터 처리가 제한되며 지휘 결심도 전적으로 중대장의 직감으로 판단한다.

<그림 5> CPS 1단계 구성도



보병중대에서 운용되는 소형드론, 경전투로봇 등도 자율성과 센서 능력 등의 기술수준이 부족하여 전투원에 의해서 직접 원격조정으로 운용해야 하며, 사이버 세계도 B2CS 체계의 중대 단말기를 활용하는 수준이다.

CPS 1단계는 물리적 세계와 사이버 세계가 인간에 노력에 의해서 연결된 가장 초보적인 단계라고 생각되며, 제4차 산업혁명의 핵심기술인 로봇 등을 최초로 활용한 사례이다. 1단계에서는 무인체계의 자율성과 통신기반체계 등이 미흡하므로 인간과 로봇이 협업을 통해서 과업을 분담하고 협업하여 임무를 수행하는 단계이다.

4.4.3 CPS 2단계

CPS 2단계는 <그림 6>과 같이 중대의 탐지수단으로 소형드론, 경전투로봇 등에 개인전투체계가 추가된 경우를 말하며, 모든 물리적 세계의 센서들은 IoT화 되어서 획득된 데이터를 디지털로 변환하여 사이버 세계에 자동으로 업로드되는 능력을 갖고 있다. 이때 물리적 세계의 소형드론, 경전투로봇 등은 일정 부분 자율성을 갖는 무인체계들로 발전한 상황이다.

예를 들면, 소형드론이 반자율성을 갖고 있다면 일정한 고도는 스스로 정하고 전투원이 지정한 경로를 비행하면서 임무를 수행하는 경우이다. 중대장은 정찰하고자 하는 지역으로 경로를 선정하여 소형드론을 비행시키면 소형드론은 경로를 따라서 비행하면서 소형드론에 부착된 감시·정찰센서로 데이터를 획득하여 사이버 세계로 전송한다. 경전투로봇도 전투원이 처음부터 끝까지 원격 조정을 하는 것이 아니라 지정된 경로를 선정하면 경로를 운행하면서 임무를 수행한다. 이때 중대장은 경전투로봇의 임무수행 상태를 모니터링 하다가 우발상황이 발생할 때 조치하는 정도이다. 경전투로봇은 근거리 지역과 감시 사각지역, 인공장애물 설치 지역에서 주로 운

용하여 필요한 첩보 획득 및 적 인원을 타격한다.

또한 개인전투체계는 전투원들 간에 상황공유가 가능하고 물리적 세계에서 획득한 첩보를 사이버 세계의 데이터로 실시간 업로드가 가능하며 전투원들에게 전파한다. 전투원들은 모든 센서들과 초연결되어서 많은 정보를 통해서 어떻게 전투를 수행해야 하는가를 판단할 수 있으며, 전투원과 로봇, 전투원간의 협업을 통한 시너지 효과 달성이 가능하다.

<그림 6> CPS 2단계 구성도



CPS 2단계의 기준은 물리적 세계에 배치된 더 많은 센서들에 의해서 데이터가 획득되고, 획득된 데이터의 대부분이 사이버 세계로 1:1 대응된다. 이때 중대장은 METT+TC 요소를 고려하여 사이버 세계에 모아진 충분한 첩보를 바탕으로 적에 대한 표적별 Mass Customization을 달성할 수 있다.

4.4.4 CPS 3단계

CPS 3단계는 <그림 7>과 같이 물리적 세계에 있는 모든 탐지수단을 IoT화 하여서 물리적 세계에서 데이터를 획득하여 실시간 사이버 세계에 1:1 대응 시킬 뿐만 아니라, 사이버 세계 내에 있는 인공지능(AI)과 빅데이터 등의 도움으로 데이터를 가장 빠르고 효율적으로 처리할 수 있는 경우를 말한다.

CPS 3단계에서는 인공지능과 빅데이터의 도움으로 사이버 세계 내에서 중대장에게 최선의 지휘결심 내용을 전파할 뿐만 아니라, 중대의 전투력을 적의 표적별로 가장 효율적으로 할당할 수 있는 방안을 제시한다.

따라서 CPS 3단계는 산업사회에서 가상-實공장의 연동이 가능한 스마트 팩토리처럼 물리적 세계의 보병중대를 사이버 세계에 보병중대로 매칭한 후, 인공지능과 빅데이터의 도움을 받아서 사이버 세계에서 위계임을 실시하여 Mass Customization을 완성하는 단계이다. 스마트 팩토리에서는 사이버 세계에서 먼저 고객의 니즈에

맞는 제품을 시뮬레이션 후에 그 결과대로 제품 생산이 최적화 되도록 물리적 세계의 생산 라인을 조정하는 것이다. 전투에서도 싸울 적에 대해서 사이버 세계에서 시뮬레이션한 후에 그 결과대로 물리적 세계에서 전투를 수행한다면 스마트 팩토리에서 불량률과 오차율을 줄이듯 전투에서도 전투원의 희생을 줄이고 경제적인 전투가 가능하다.

<그림 7> CPS 3단계 구성도



CPS 3단계에서는 중대장 및 모든 전투원의 역할이 인공지능(AI)과 빅데이터에 의해서 제공됨으로 전투수행 간 통신이 두절되거나 무인체계의 고장 등 우발적인 상황을 제외하고는 각자의 전투에서의 지위와 중요도의 경계가 사라질 것이다. 이것이 제4차 산업혁명의 융합이라는 의미를 국방분야에서 적용하는 사례이다.

V. 결론

본 연구에서는 제4차 산업혁명의 의미를 국방분야 중에서 CPS 모형에 의해서 미래에는 어떻게 전투를 수행해야 하는지 방안을 제시하였다. 미래전은 과거와 같은 대량 소모전의 형태가 아니라 정보전과 로봇 등 무인체계 등이 등장하는 새로운 형태의 전투가 전개될 것이며, 병사들의 희생이 요구되는 직접 전투에 참여하는 것을 회피하거나 3D에 해당되는 임무는 로봇 등 무인체계가 담당하도록 전환될 것이다.

CPS(Cyber-Physical System)의 궁극적인 목표는 Mass Customization을 달성하는 것이다. 미래의 싸우는 방법은 병사의 희생을 강요하는 직접 전투나 3D 전장 환경의 대부분의 임무를 로봇 등 무인체계 등으로 대체할 것이다. 그리고 전투원들은 무인체계가 할 수 없는 부분을 협업을 통해서 공동으로 목표를 달성하던지 아니면 무인체계가 요구된 목표를 인간의 도움 없이 달성한다면 국방개혁과 맞물린 병력 감축도 가능할 것이다.

CPS는 물리적 세계와 사이버 세계가 네트워크로 연결된 지능형 통합시스템이라고 정의했다. 보병중대의 물리적 세계는 보병중대의 작전지역에 존재하는 적, 야군, 지형 및 기상, 인공장애물 등이며 센서를 통해서 사이버 세계로 1:1로 대응된다. 사이버 세계에 존재하는 보병중대는 센서의 성능, 개수, 종류와 네트워크의 데이터 처리 속도 등 기술수준에 따라 묘사되는 수준 차이가 있다. 센서의 성능이나 데이터의 전송 품질이 낮다면 Mass Customization을 달성하기 위한 인간의 개입 정도가 많을 것이며, 센서의 성능과 데이터의 전송 속도 등이 목표치를 만족할 뿐만 아니라 인공지능, 빅데이터 등이 추가 지원되면 Mass Customization을 달성하기 위한 인간의 개입은 거의 없을 것이다.

보병중대의 Mass Customization의 목표는 항상 변화되는 적의 표적에 대해서 중대의 전투력을 어떻게 할당하는 것이 관건이다. 물리적 세계에서 소형드론, 경전투로봇 등의 센서를 어떻게 활용해서 획득된 데이터를 사이버 세계에 1:1로 매칭 시키는 것이 핵심이며, 표적별로 최적의 맞춤형 전투력을 할당하는 것이다.

또한 소형드론, 경전투로봇 등 무인체계의 특성인 공간의 자유를 보장함으로써 전혀 새로운 전투수행방법을 제시하였다. 인간이 직접 전투에 개입하는 것을 최소화하고, 적이 예상하지 못한 시간과 장소에 무인체계를 운용한다면 적은 심리적 마비를 당하여 전의를 상실하고 패배할 것이다.

이번 연구는 물리적 세계와 사이버 세계를 융합시키는 CPS 디자인에 중점을 두었으며, 사이버 세계에서 최적의 판단 및 결정에 대한 전투력 할당은 제외하였다. 비롯 보병중대만을 대상으로 CPS활용에 관한 디자인 방법을 제시하였지만, 향후에는 사이버 세계에서 Mass Customization을 달성하는 방법, 물리적 세계의 감시·정찰 요소와 타격 요소를 어떻게 편성할 것인가, 편성된 미래의 부대구조는 어떻게 구성해야 되는가? 등 많은 연구 분야가 있다.

제4차 산업혁명이 사회 곳곳에서 쓰나미처럼 밀려오고 있지만 국방분야는 경직되고 대규모 구조와 편성으로 되어있어 소극적인 면이 있다. 융합과 Mass Customization을 추구하는 것이 국방개혁의 지름길이며, 제4차 산업혁명의 초연결성, 초지능성을 이해하고 신기술을 적극 도입하여 디지털 강군이 되기를 바라는 간절한 마음이다.

참고문헌

- 1) 권태영, 노훈. 『21세기 군사혁신과 미래전』, 법문사, 2008.
- 2) 국방기술품질원. 『2011-2015 세계 국방지상 로봇 획득동향』, 2015.
- 3) 국방기술품질원. 『국방과학기술조사서』, 2010. 12.
- 4) 교육회장 16-3-6. 『차기 보병중대』, 육군본부, 2016. 5. 30.
- 5) 김용흡. “네트워크 기반 하 전장정보체계의 전투효과 측정방안 연구”, 『국방대학교 석사논문』, 2008.
- 6) 김진오. 『국방로봇 강의노트』 (서울: 광운대학교 대학원, 2015).
- 7) 김진오·강진자·배상용·백승동·신승용. 『로봇과 사회경제』, 서울로봇고등학교, 2013.
- 8) 나종철. “미래전 대응을 위한 지상로봇 운용 전략에 관한 연구(2)”, 『국방과 기술』, 2014. 10.
- 9) 박춘우. “4차 산업혁명과 한국 방위산업의 대응방안”, 『국방과 기술』 5월호, 2017.
- 10) 송경진 역. 『클라우드 슈باط의 제4차 산업혁명』, 새로운현재, 2016.
- 11) 손상혁. “융합의 또 다른 이름, 사이버 물리 시스템”, 『지식의 지평 21』, 2016.
- 12) 안보경영연구원. “무인로봇의 군사적 활용 방안과 운용개념 정립”, 2015.
- 13) 야전교범 31-0-5. 『소부대전투기술 보병중대』, 육군본부, 2013. 8. 20.
- 14) 엄홍섭. “전투효과에 기초한 로봇활용 보병소대의 설계방법 연구.” 『광운대 박사학위 논문』, 2015.
- 15) 이병무 등. “첨단로봇기술의 국방 군수분야 도입 및 발전방향”, 『국방과 기술』, 4월호, 2017.
- 16) 이민화. 『4차 산업혁명으로 가는길』, KCERN, 2016.
- 17) 정치영. “SNA를 이용한 NCW의 시너지효과 측정 모형에 관한 연구”, 『국방대학교 박사논문』, 2013.
- 18) 정치영, 이재영. “NCW 효과측정에 관한 문헌조사 연구”, 『한국경영과학회지』 제37권 제2호, 2012. 6.

- 19) 채제욱 등 5명. “NCW 기반 미래병사체계 연구개발 기술동향“, 제어로봇시스템 학회 합동학술대회 논문집, 2012. 7.
- 20) 최지혜. “감시정찰 센서 네트워크에서의 제대규모 식별 기법“, 『국방대학교 석사논문』, 2009.
- 21) 한국정보화진흥원. “사이버물리시스템(CPS) 기반의 사회시스템 최적화 전략”, 2015. 10. 15.
- 22) 한승조 등 5명. “델파이 기법과 분석적 계층 과정을 이용한 전술적 고려요소 (METT+TC)의 세분화 및 우선순위 결정에 관한 연구”, 춘계공동학술대회, 2015. 4. 8.
- 23) IT & Future Strategy. “초연결사회 도래와 사이버물리시스템”, 한국정보화진흥원, 2014. 6. 30.
- 24) Albert. D., Garstka, J. and Stein, F. “Network Centric Warfare“CCRP, 2000.
- 25) Cebrowski, A. H. and Garstka, J. “Network Centric Warfare“, proceedings of the Naval Institute, 124., 1998. Naval & Maritime Integrated Systems, 2001.
- 26) Schutzer, Daniel M. 『C2 Theory and Measures of Effectiveness』, Gordon and Breach Science Publisher, 1982.