

임무공학 방법론을 활용한 미래 소부대 지휘통제체계의 임무 분석에 관한 연구

최 근 하^{1*} · 이 상 승² · 이 형 근³ · 백 재 우⁴ · 문 호 원⁵¹한국과학기술원 을지연구소 연구교수²한국과학기술원 을지연구소 책임연구원³한화시스템 지능형지휘통제팀 전문연구원⁴한화시스템 지능형지휘통제팀 연구원⁵한화시스템 지능형지휘통제팀 수석연구원

Mission Analysis of Future Platoon-Level Command and Control Systems Using Mission Engineering

Keun Ha Choi^{1*} · Sang Seung Lee² · Hyung Keun Yi³ · Jaewoo Baek⁴ · Ho Won Moon⁵¹Research Professor, Eulji Research Center, Korea Advanced Institute of Science and Technology, Daejeon 34141, Korea²Senior Researcher, Eulji Research Center, Korea Advanced Institute of Science and Technology, Daejeon 34141, Korea³Professional Researcher, Intelligent Command and Control Team, Hanwha Systems, Seongnam 13524, Korea⁴Researcher, Intelligent Command and Control Team, Hanwha Systems, Seongnam 13524, Korea⁵Principle Researcher, Intelligent Command and Control Team, Hanwha Systems, Seongnam 13524, Korea

[요 약]

소부대 지휘통제체계는 현재는 대대급 이하 지휘통제체계를 중심으로 운용되고 있지만, 현대적인 기술과 요구를 충족시키기에는 부족한 면이 많다. 특히, 빅데이터 및 인공지능 기술의 활용과 클라우드 기반의 네트워크 구조로의 전환이 요구된다. 이를 위해 본 논문에서는 임무공학 방법론을 활용하여 미래 소부대 지휘통제체계의 임무를 분석하고자 했다. 임무공학은 미국 국방부에서 활용하는 최신 소요기획 기법으로 현재와 미래 작전능력을 계획, 분석, 조직, 통합하여 체계의 임무를 정교하게 분석하고 구체화하는 방법론이다. 본 논문에서는 임무공학 절차 중 문제진술, 임무 특성화, 임무 척도 이 3단계 분석과정을 적용하여 미래 소부대 지휘통제체계의 전력화 시기, 사용처, 목표, 적용 최신기술, 운용 시나리오, 운용개념도를 도출하여 임무를 분석하였다. 또한, 미래 소부대 지휘통제체계 임무를 효과적으로 평가할 수 있는 임무척도 산물도 제시하였다.

[Abstract]

Currently, small unit command and control systems are primarily based on brigade-level or lower command and control systems, but they often fail to meet the requirements of modern technology and demands. Particularly, there is a need for the utilization of big data and artificial intelligence technologies, along with a transition to cloud-based network architectures. To address these challenges, this study aims to analyze the missions of future platoon-level command and control systems using the mission engineering methodology. Mission engineering is the latest requirements planning technique used by the U.S. Department of Defense. This methodology thoroughly analyzes the system's mission by planning, analyzing, organizing, and integrating current and future operational capabilities. In this paper, a three-stage analysis process—involving problem statement, mission characterization, and mission scale—was used to derive the acquisition period, echelon of use, goals, applied technologies, operation scenarios, and operation concept diagrams for the future small unit command and control system. In addition, a mission-scale product to effectively evaluate future platoon-level command and control system missions was also presented.

색인어 : 소부대 지휘통제체계, 임무공학, 문제 진술, 임무 특성화, 임무 척도**Keyword** : Platoon-Level Command & Control Systems, Mission Engineering, Problem Statement, Mission Characterization, Mission Metrics<http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2024.25.6.1631>

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 26 April 2024; Revised 21 May 2024

Accepted 30 May 2024

***Corresponding Author; Keun Ha Choi**

Tel: +82-42-350-7231

E-mail: choiha99@kaist.ac.kr

1. 서론

군의 지휘통제체계는 전투력과 전투효율을 획기적으로 향상시키는데 중요하며, 이는 복잡하고 동적인 작전 환경에서 원활하게 작전할 수 있도록 하는 역할을 한다. 지휘통제체계는 정보 수집, 분석, 의사결정을 조직하고 통합하여 상황판단을 강화하고 지휘관 및 참모에게 신속하고 정확한 정보를 제공 및 공유한다. 이는 작전 수행에 있어서 잘 조정된 전투력의 투입을 가능하게 하며, 상황에 따라 유연하게 대응할 수 있도록 해준다. 또한, 효율적인 지휘통제체계는 군사 작전의 성공과 생존성을 보장하는 핵심적인 역할도 수행한다. 따라서, 효과적이고 효율적인 지휘통제체계는 현대 군사 작전에서 필수적이며, 군대의 전략적 목표를 달성하는 데 결정적인 역할을 하고 있다.

미군의 지휘통제체계는 지속적으로 발전하고 있으며, 최신 기술과 전략적 요구를 반영하여 발전하고 있다. 몇 가지 특징을 보면 아래와 같다.

① 디지털화와 네트워크 중심의 접근 : 미군은 전투환경에서의 신속한 의사결정을 지원하기 위해 디지털화된 지휘통제체계를 구축하고 있다. 이를 통해 정보를 신속하게 공유하고 결정을 내리는 데 필요한 지원을 제공한다.

② 인공지능(AI) 및 자동화 도입 : 미군은 인공지능과 자동화 기술을 활용하여 지휘통제체계를 강화하고 있으며, 이를 통해 복잡한 데이터를 분석하고 효율적인 의사결정을 내릴 수 있도록 지원하고 있다.

③ 다중도메인 작전능력 강화 : 다양한 도메인에서의 작전능력을 강화하기 위해 지휘통제체계를 하나로 통합하고 있으며, 이를 통해 공중, 해상, 육상 및 사이버 영역 도메인에서의 작전을 조율하고 실행할 수 있도록 하고 있다.

④ 사이버보안 강화 : 미군은 사이버보안을 강화하여 지휘통제체계를 보호하고 사이버 공격으로부터 방어하기 위해 노력하고 있다. 이를 통해 정보 시스템의 안전성과 신뢰성을 유지하고자 하고 있다.

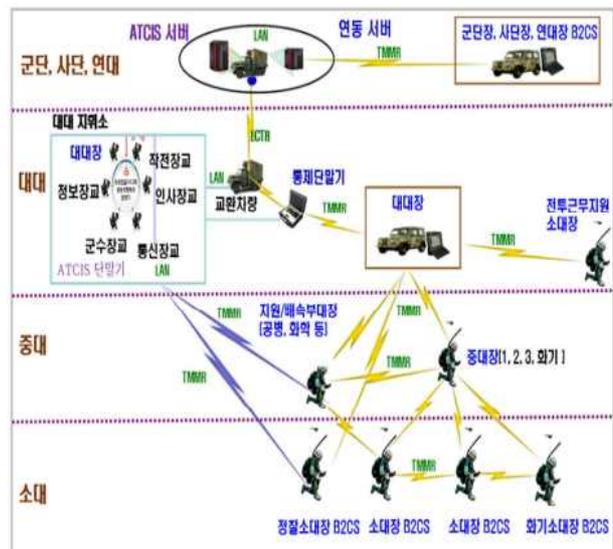
이러한 동향들은 미군이 현대적이고 유연한 지휘통제체계를 유지하고, 다양한 작전 환경에서 성공적으로 작전할 수 있도록 지원하는 데 중점이 맞추어져 있다.

이에 한국군도 합동지휘통제체계(Korean Joint Command & Control System), 지상전술C4I체계(Army Tactical Command Information System), 해군전술 C4I체계(Korea Naval Command Control System), 공군전술C4I체계(Air Force Command and Control System), 전구합동화력운영체계(Joint Fire Operation System-Korea), 후방지역 지상전술C4I체계, 대대급 이하 전투지휘체계(Battalion Battle Command System), 군사정보체계로는 군사정보 통합처리체계(Military Intelligence Management System)를 자체 개발하여 운용 중이다. 이 중 B2CS를 제외한 나머지 체계는 모두 합참~대대급 이상의 지휘관 및 참모를 위한 지휘통제체계로 소부대(중소대 이하) 지휘자를 위한 첨단 지휘통제체계는

부족한 실정이다. 최근 드론, 로봇 등 무인체계의 발전으로 소부대 지휘자에게 할당되는 전투력이 높아지고 있고, 역시 감시정찰 자산의 증가에 따라 수집/공유되는 정보량이 증가하고 있다. 이에 대응할 수 있는 소부대 지휘통제체계가 필요하나, 현재 B2CS 체계만으로는 부족하다.

B2CS는 그림 1과 같이 2011년에서 2014년까지 체계개발되어 현재 전력화 진행중인 체계이며, 대대~소대급까지 근 실시간 전장상황을 공유하고 ATCIS와 연동되어 연대급 이상 제대와 일부 정보를 공유할 수 있는 체계이다. 단말기는 차량 탑재형과 휴대형으로 구분되고, 차량탑재형은 기동장비 탑재하 전투지휘관이 휴대형은 기동장비 미탑승하 전투지휘 중(소)대장이 운용한다. 주요 기능으로는 아군 및 적군 부대 위치 정보공유, 경고 및 기상제원 전파, 전투명령 및 상황보고 지시/보고 기능, 전투피해 발생시 군수 및 인사 보고 기능 등이다. 이처럼 현재 구현된 기능은 단순히 위치보고, 전문 송수신 정도로 최근 발전되고 있는 AI, IoT 기술 등을 반영하고 있지 못하고 있다. 향후 빅데이터 및 인공지능 기술을 활용한 지능화 고도화 및 클라우드 기반의 네트워크 구조로 발전하기 위한 기반구축이 필요하며, 효율적인 지식관리가 가능하고, 실시간 정보 공유 및 향후 첨단 IT기술의 적용이 가능한 구조로 변화가 필요한 시점이다[1]. 즉, 최근 발전되는 기술을 고려하여 미래 소부대 지휘통제체계가 어떤 임무, 운용개념, 기능 등을 가져야 하는지에 대한 연구가 필요하다. 미래 체계에 대한 임무가 명확히 분석되어야 세부 기능요구, 운용 시나리오, 운용개념 등이 구체화 될 수 있으며, 이를 통해 향후 정확한 소요제기, 연구개발, 사용자 만족도가 높은 무기체계 전력화가 가능해진다.

군 지휘통제체계 발전 관련 연구로 박호는 첨단 IT 기술 발전추세와 미군의 지휘통제체계 발전사례를 중심으로 미래



* Writing the Korean sentence with special details to enhance comprehension.

그림 1. 대대급 이하 지휘통제체계(B2CS) 운용개념[3]
Fig. 1. B2CS operational concept[3]

합동전장 지휘통제를 위한 군의 지휘통제체계 발전방안에 대해 모색하였다[1]. 권지나는 주요 출원국의 특허 분석을 통해 지상전술 체계의 기술개발 흐름 및 지휘통제체계 주요 국가들의 최신개발 동향을 파악하여 향후 지상전술 체계개발에 필요한 기술정보를 제공하고자 했다[2]. 방승호는 네트워크 중심전 구축을 위한 B2CS 정보공유체계 모델링 및 작전운용 효율성을 분석 제시하였다[3]. 차승렬은 지휘통제체계의 최근 이슈를 해소하기 위한 발전적 대안으로 개발 패러다임의 전환이 필요하다는 점을 역설했으며, 핵심은 클라우드 서비스 기반의 C4I통합체계 구축에 전문조직의 지원과 애자일 방법론 적용 확대를 제안했다[4]. 김동훈은 미래전에 적합한 군 전투원 웨어러블 디바이스 활용 개념과 방향을 소부대 전투 무선망, 위치정보, 생체정보, 증강현실로 분류하여 미래 군 전투원 무기체계의 발전 방향을 제시하였다[5]. 강승현은 지능형 지휘통제체계에서 제공할 것으로 예상되는 주요 기능들을 분류하고 각 기능별 요구성능을 객관적으로 검증하기 위한 지표를 제시하였다[6].

선행연구 검토결과와 같이 현재까지 미래 소부대의 지휘통제체계에 대한 연구는 아직 미진하며, 특히 임무분석, 운용개념 등에 연구가 미진하다. 이에 본 논문에서는 향후 해당 체계의 소요제기, 연구개발시 유용하게 활용되도록 임무공학(Mission Engineering) 방법론을 적용하여 미래 소부대 지휘통제체계의 임무를 분석하고자 하였다.

II. 임무공학 방법론

미 국방부 임무공학 안내서에 따르면, 임무공학은 현재와 신규 작전 및 시스템 능력을 정교하게 계획, 분석, 조직, 및 통합하여 요망하는 전투수행 임무효과를 달성하는 것으로 정의된다(US DOD)[7]. 미 국방부는 임무공학을 다양한 분야에 적용하고 있으며, 개념 성숙 정보제공, 기술 유효성 및 투자결정 정보제공 등과 같은 방법으로 활용하고 있다. 임무공학은 작전 임무상황에서 체계와 복합시스템을 활용하여 전투원 임

무요구를 해결하는 정보를 제공함으로써 올바른 작전 수행을 도와주는 역할을 한다[8]. 임무공학은 분석적 데이터 기반의 접근법으로, 임무의 구성요소를 분해하고 분석한다. 주어진 시나리오와 상황에 대한 이해 수준을 바탕으로, 임무공학 분석은 미래 군사작전에서 가치를 산출할 수 있는 새로운 개념, 체계, 기술 또는 전술을 가설화할 수 있다. 그 후 임무공학 실무자는 각 대안 사례에 대한 임무를 완료하기 위한 기준선 접근법을 측정하고 비교하는 분석 실험을 설계한다. 임무에 기여하는 요인은 무한하므로, 임무정의, 기본가정 및 제약, 임무 성공척도와 모델 입력에 사용되는 소스 데이터를 철저히 문서화하고 완전히 이해하는 것이 중요하다. 충분한 시험이 수행되면 임무동인이 나타나며, 특정 매개변수에 대한 민감도 분석의 기초를 형성할 수 있다. 임무공학의 절차는 그림 2와 같이 문제진술, 임무 특성화, 임무척도, 분석설계, 분석수행, 연구결론, 문서화로 진행된다. 본 논문에서는 미래 소부대 지휘통제체계의 임무를 분석하는 것이 목적으로 임무공학의 절차 중 ① 문제진술, ② 임무 특성화, ③ 임무 척도 이 3단계 분석과정을 적용하였다.

III. 소부대 지휘통제체계의 임무분석

3-1 문제진술

임무공학의 단계 중 하나인 문제진술은 연구나 프로젝트를 시작하기 전에 핵심 문제나 목표를 명확하게 정의하는 과정이다. 이 과정에서는 연구의 범위와 방향을 결정하기 위해 다음과 같은 작업을 수행하게 된다. 즉, 문제진술 단계를 통해 체계의 목적과 방향성을 명확하게 설정함으로써 효율적인 연구 진행과 결과물의 품질향상을 도모할 수 있게 된다.

① 핵심문제 식별 : 먼저, 연구나 프로젝트의 주요 문제나 과제를 정확하게 파악한다. 이는 연구가 진행되는 동안 중점적으로 다룰 주제를 결정하는 데 도움이 된다.

② 목표 설정 : 핵심 문제를 기반으로 연구의 목표를 명확

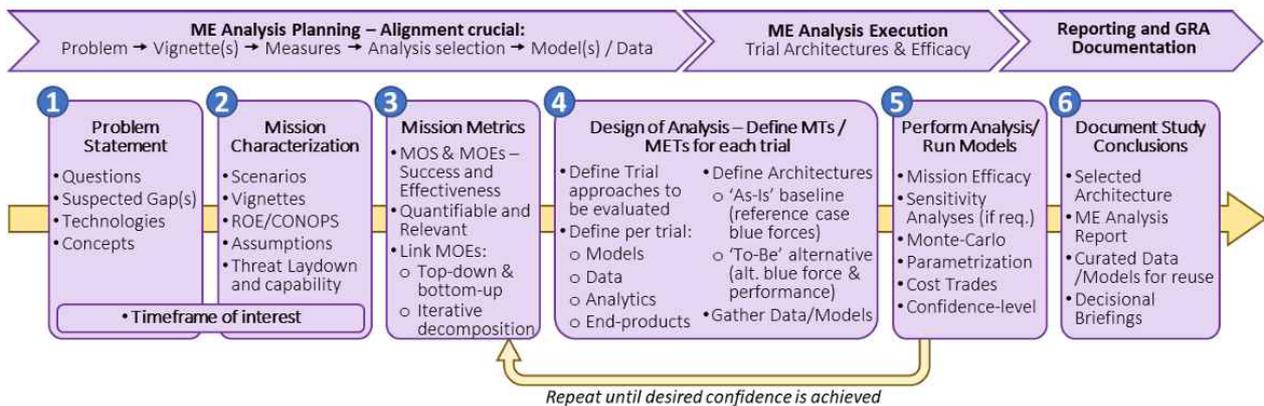


그림 2. 임무공학 연구실행을 위한 절차[5]

Fig. 2. Process for executing mission engineering studies[5]

하게 설정한다. 목표는 연구의 최종 결과물을 달성하기 위한 구체적인 지표와 방향성을 제시하게 된다.

③ 관련 이해관계자 식별 : 연구에 영향을 미칠 수 있는 이해관계자를 파악하고 그들의 의견과 요구사항을 고려한다. 이는 연구를 진행하는 동안 필요한 지원과 협력을 도출하는 데 도움이 되기 때문이다.

④ 질문 개발 : 목표를 달성하기 위해 필요한 핵심 질문들을 개발한다. 이 과정에서는 연구의 범위를 좁히고 목표를 달성하는 데 필요한 정보를 도출하기 위해 필요한 질문을 고민하게 된다.

⑤ 명확하고 간결한 질문으로 정의 : 마지막으로, 개발된 질문들을 명확하고 간결하게 정의하여 연구의 방향성을 제시한다.

위 문제진술 과정을 ‘소부대 지휘통제체계’에 적용한 결과 개발된 질문은 아래와 같으며, 해당 질문에 대한 답을 찾는 과정을 통해 임무분석의 방향성을 유지하게 된다.

- 1) 소부대 지휘통제체계의 필요시기(전력화)는 언제인가?
- 2) 소부대 지휘통제체계는 누가, 왜 사용하는가?
- 3) 소부대 지휘통제체계에 적용 가능한 최신기술은 무엇인가?

첫 번째 질문인 ‘소부대 지휘통제체계의 필요시기(전력화)는 언제인가?’에 대한 답은 현재 운용 중인 B2CS는 2014년 개발이 완료되었고, 2024년부터 2026년까지 대대급 이하 소대급까지 전력화가 계획되어 있다. 개발 후 양산 및 전력화가 매우 지연되어 B2CS에 대한 기술진부화가 우려되는 상황이다. 일반적으로 전자/통신장비의 수명 연한이 10년임을 고려할 때 적어도 2035년에는 새로운 소부대 지휘통제체계가 전력화 되어야 하며, 2035년 양산 및 전력화를 생각한다면 최소 2030년에는 연구개발이 착수되어야 할 것으로 판단된다.

두 번째 질문인 ‘소부대 지휘통제체계는 누가, 왜 사용하는가?’에 대한 답은 B2CS의 경우 대대장의 경우 차량형 단말기를 사용하고, 중대장~소대장은 휴대용 단말기를 사용한다. 미래 군은 장교/부사관 중심으로 부소대장, 분대장 등도 많은 첨단 무인 장비(드론, 무인로봇 등)와 정보수집 장비(감시정찰 장비)를 운용하게 될 것이다. 현재 B2CS 소대장까지 보급됨을 고려할 때 소대장 이하까지 체계가 보급되어야 할 것이다. 즉, 소부대 지휘통제체계는 대대의 경우 대대의 상급 지휘통제체계와 연동을 통해 정보를 공유하고, 체계 단말기는 중대장-소대장-부소대장-분대장-부분대장까지 보급하여 창끝 부대 지휘통제 능력을 획기적으로 향상시켜야 할 것이다.

세 번째 질문인 ‘소부대 지휘통제체계에 적용 가능한 최신 기술은 무엇인가?’에 대한 답은 논문[2]의 연구결과를 참조하였다. 논문[2]는 지휘통제체계의 주요기술에 대한 특허 동향을 분석하여 기술정보를 제공한 연구이다. 해당 연구에서 제시한 기술은 다음과 같다. 먼저 데이터 융합 아키텍처는 중앙 집중형에서 분산형과 하이브리드형으로 변화하고 있다. 융

합기술은 동종 다중센서 데이터 융합에서 이기종 다중센서 융합, 단순 영상데이터 융합에서 다차원 영상데이터 융합, 근 실시간 데이터 융합에서 실시간 데이터 융합으로 변화하고 있으며, 향후 센서의 발달로 처리할 데이터가 많아지는 것을 고려하면 엣지 컴퓨팅(Edge Computing)방식의 도입을 검토할 필요성이 있다. 상황도 도시기술은 제한된 정보를 제공하던 것에서 모든 정보를 연계하여 자동으로 도시하는 형태인 AR(Augmented Reality), MR(Mixed Reality)과 기반으로 변화하고 있으며 지휘관의 신속한 의사결정을 위해 모든 정보가 연계된 IR(Inter-Related)-COP(공통상황도) 기술의 도입이 필요할 것으로 판단한다. 상호운용성 분야는 점차 SOA(Service Oriented Architecture), MSA(Micro Service Architecture) 아키텍처로 변화하면서 유연성을 높여가고 있으나, 상호운용성과 관련하여 새로운 트렌드의 아키텍처 또는 프레임보다 제한된 통신과 보안의 문제를 안고 있는 군에서는 상황에 맞는 설계를 찾는 것이 중요하며 필요에 따라 모놀리식을 메인으로 삼고 유연성이 필요한 서비스만 분리하는 하이브리드식 아키텍처도 좋은 대안이라고 판단된다. 여기에 추가적으로 지휘자의 지휘결심을 조력할 수 있는 인공지능, 디지털 트윈, 클라우드 등도 소부대 지휘통제체계 적용이 가능한 기술로 판단된다. 종합 정리하면 표 1과 같다.

표 1. 문제진술 결과

Table 1. Problem statement outcome

Question	Answer
Timing	2035 Year(Production), 2030 Years(R&D)
Users	Platoon Leader, Assistant Platoon Leader, Squad Leader, Assistant Squad Leader (Communication with Battalion Command and Control System)
Purpose of use	Significantly enhance the command and control capabilities of the outpost unit
Application of cutting-edge technology	Edge Computing, AI(Artificial Intelligence), AR(Augmented Reality), MR(Mixed Reality), IR(Inter-Related)-COP, SOA(Service Oriented Architecture), MSA(Micro Service Architecture), Digital Twin, Cloud

3-2 임무 특성화

임무 특성화는 임무의 가정과 제약을 명확히 정의하고, 작전 환경과 적의 위협을 고려하여 시나리오와 비네트(Vignettes) 구조를 도출한다. 또한, 임무 스톱드 및 과업 구조를 식별하여 운용 개념을 시각화하고, 이를 통해 운용 개념 아키텍처를 완성하게 된다. 여기서, 비네트는 작고 독립적인 이벤트와 상호작용의 집합으로, 시나리오의 작은 부분을 나타낸다. 임무 정의와 특성화는 조사할 문제 분석에 필요한 적절한 작전 임무 상황과 가정을 제공하게 된다. 문제 진술은 우리가 조사하고자 하는 내용을 설명하고 필요한 답을 찾아가

는 과정이라면, 임무 정의와 특성화는 지휘관의 의도나 목표를 기술하는 과정이다. 임무 특성화의 작성 프레임은 다음과 같다.

- ① 임무가정과 제약 : 임무정의, 기능/특징, 가정/제약사항
- ② 작전환경/적 위협 : 상황, 적 미래능력
- ③ 임무 시나리오 : 시나리오 및 비네트
- ④ 운용개념 아키텍처 : 운용개념도

위 임무특성화 과정을 ‘소부대 지휘통제체계’에 각 절차별로 적용하였다. 첫째, 임무가정과 제약이다. 임무정의는 앞선 장의 문제진술에서 소부대 지휘통제체계는 대대의 상급 지휘통제체계와 연동을 통해 정보를 공유하고, 체계 단말기는 중대장-소대장-부소대장-분대장-부분대장까지 보급하여 창끝 부대의 지휘통제 능력을 2035년부터 획기적으로 향상시키는 것이다. 이를 구현하기 위한 기능/특징은 대용량 데이터의 정보유통/공유, 엣지 컴퓨팅 및 AI를 활용한 지휘결심 지원, 데이터 베이스의 분산, AR/MR 기반의 유저 인터페이스 고도화, 모든 정보가 연계된 IR(Inter-Related)-COP 등이다. 이를 구현에 있어 가정 및 제약사항으로는 지휘통제체계에서 가장 중요한 기반 고속 통신망의 기구축이다. 결국, 중소대장부터 부분대장 까지 상호 대용량의 정보를 원활하게 유통하고 공유하려면 고속의 기반 통신망이 반드시 사전에 구축되어야 한다. 또한, AI 활용을 위한 대용량 학습용 데이터의 확보가 필수적이다. AI는 대량 및 고품질의 학습용 데이터에 의해 성능이 좌우된다. 이러한 데이터가 확보되지 못한다면 각종 AI 기능 구현 및 신뢰성에 문제가 발생할 것이다. 군사보안은 군 작전에 있어 중요한 부분으로 통신 네트워크/데이터 보안기술이 기반기술로 기확보가 되어야 한다.

둘째, 작전환경/적 위협이다. 손한별에 의하면 미래전 양상과 그 결정요인을 사이버, 무인체계, AI와 빅데이터를 핵심적인 기술변수가 될 것이며, 이를 통해 미래에는 확장된 전쟁영역과 분산된 전투현장으로서의 ‘전쟁의 공간’, 기계에 의한 감시, 결심, 전투가 이루어지는 ‘전쟁의 수단’, 선제행동과 신속한 전투양상이 강조되는 ‘전쟁의 방법’이 달라질 것이라고 분석했다. 또한, 다차원전, 정보전, 비대칭전이 미래전 양상을 구성할 것으로 예측했다[9]. 즉, 다수의 무인체계, AI에 의한

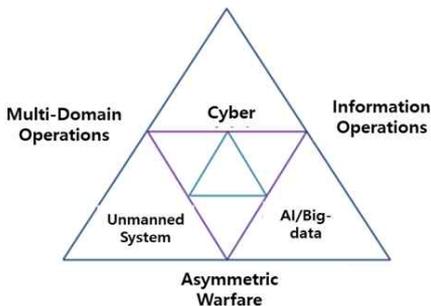


그림 3. 미래전의 핵심기술과 특징[9]
Fig. 3. Key technologies and characteristics of future warfare[9]

정보전이 될 것이며, 적과 치열한 정보수집/공유 전쟁이 될 것이다. 얼마나 빠르고, 정확하고, 많은 양의 데이터를 전인원이 공유하고, AI 등 인지판단 기술을 통해 빠르게 결심하는나에 미래전 성패가 달렸다고 할 수 있다. 이에 소부대 지휘통제체계도 군의 전체 지휘통제체계의 일부로 창끝 부대의 모세혈관과도 같은 정보공유 역할을 수행해야 한다.

셋째, 임무시나리오는 앞서 분석한 임무가정과 제약, 작전환경/ 적위협 결과를 토대로 작성하였다. 시나리오는 작전지역의 지형과 시간 프레임이 고려되며, 여기에는 아군 능력 및 적 위협, 지리적인 상황, 가정/제약, 제한사항, 작전목적 및 기타 정보가 포함된다. 시나리오는 여러 개의 비네트로 구성되는데 비네트는 시나리오의 보다 좁은 프레임의 일부분을 나타낸다. 본 논문에서는 공격작전 비네트 프레임으로 시나리오를 작성하였다.

▪ ‘공격작전’ 비네트 프레임

1) 중대장이 대대로부터 ‘목표 1’을 6H 이내 신속하게 점령하라는 명령을 하달받음.

2) 중대에는 소대장(중/소위), 부소대장(중사), 분대장(하사), 부분대장(병장~상병)으로 구성되어 있음.

3) 중대는 감시정찰을 위한 무인기, 무인로봇, AI기반 감시장비가 보급되어 있음.

4) 소부대 지휘통제체계는 중대장~소대장~부소대장~분대장~부분대장 까지 보급되어 있어, 실시간 대용량 정보 공유 및 명령하달이 가능함.

5) 소부대 지휘통제체계는 클라우드 기반의 상황정보 빅데이터 수집/관리/공유, 엣지 컴퓨팅/AI 기반의 지휘결심 보조, AR/MR/음성인식 기반의 공통상황도(COP) 기능 등이 구현되어 있음.

6) 소부대 지휘통제체계의 원활한 동작을 위한 군 전용 초고속 통신망이 작전지역에 기구축되어 있고, 학습용 데이터 수집/레이블링 장비도 클라우드 기반으로 구축되어 있어 SW의 실시간 패치가 가능함.

7) 중대장은 공격작전을 위해 차륜형 장갑차를 타고 ‘목표 1’ 방향의 00번 도로 공격을 개시함. 이때 적의 드론이 출현하여 아군을 탐지함에 따라 적의 포병사격이 예상됨. 중대장은 소부대 지휘통제체계를 이용하여 음성으로 현 상황을 입력하니, 해당 체계가 자동으로 음성을 인식하여 텍스트화한 후 전 제대에 상황을 전파함. 해당 정보는 분산 클라우드를 통해 저장/공유됨. 신속한 상황전파 덕분에 적 포병사격 지역을 회피하여 피해를 최소화함.

8) 소대장은 공격 진행 중 적 방어 예상 지역에 드론, 무인로봇을 투입하여 적 위치를 식별함. 위치 식별 즉시 드론, 무인로봇에서 적의 위치정보가 소부대 지휘통제체계로 자동 보고됨. 이 정보는 AR/MR 기반이 공통상황도로 중대내 모든 제대에 전파되어 포병화력 유도 및 박격포 사격으로 교전을 최소화하면서 적 전투력을 약화시킴.

9) 교전간 발생되는 아군 전투력 현황, 적 현황, 군수/보급 제원 등은 모두 자동으로 수집/저장되고, 해당 데이터 중 상급부대에 보고할 만한 데이터는 AI 기반 데이터 송수신 기능을 통해 선별되어 분산 클라우드에 저장되어 상급부대와 공유됨.

10) 중대장 및 예하 지휘자/간부들은 ‘목표 1’에 대한 최종 공격을 준비 중임. 현재 적에 대한 다양한 정보가 자동으로 소부대 지휘통제체계에 수집되었으나, 너무 많은 정보량으로 중대장/소대장은 방책 결정에 어려움을 겪고 있음. 이에 지휘관들은 AI 기반 지휘결심 기능을 활용하여 현재 수집된 상황정보를 바탕으로 자동으로 최적 방책을 추천받음. 이 중 가장 작전성공 확률이 높은 방책을 선택하여 사전에 시뮬레이션하고 본 작전에 적용함.

넷째, 운용개념 아키텍처는 운용개념도 형태로 표현되며, 앞서 작성한 공격작전 비네트 프레임 기반 임무시나리오를 기준으로 그림 형태로 작성된다. 이때, 운용개념도에는 소부대 지휘통제체계의 목적, 주요 기능, 운용 시나리오 등이 잘 드러나도록 작성되어야 한다. 소부대 지휘결심체계의 운용개념도는 그림 4와 같다.

3-3 임무 척도

다음 단계는 임무척도를 식별하는 것이며, 임무척도는 성공척도와 효과척도로 구분된다. 임무척도는 임무의 성과를 평가/비교 및 추적하는데 일반적으로 사용되는 정략적 평가의

척도들이다. 측정 가능한 산물은 무엇이 작동하는지 아닌지를 판단하고 임무수행 방법에 대한 통찰력에 도움을 준다. 임무 척도에는 효과척도(MOE: Measure Of Effectiveness), 성능척도(MOP: Measure Of Performance), 성공척도(MOS: Measure Of Success) 등의 용어들이 사용된다. 대표적으로 MOE는 전체 임무내에서 성공을 위한 측정 가능한 속성과 목표값을 가리키며, MOP는 임무를 수행하는데 사용되는 개별 시스템의 성능 특성을 나타낸다. MOE는 과업이 의도한 결과를 달성하고 있는지 판단하는데 도움을 주며, 최종 상태의 도달, 목표달성 또는 효과 창출을 측정하는 것과 관련된 시스템 동작, 능력 또는 작전환경의 변화를 평가하는데 사용되는 기준이다. MOP는 시스템 과업의 달성 정도를 측정하는데 기여한다[10]. MOS는 해당 체계가 달성하고자 하는 성공척도를 나타내는 기준이다. MOE, MOP, MOS는 앞선 장에서 분석된 문제진술, 임무 특성화 결과에서 식별된다.

소부대 지휘통제체계의 MOS로는 문제진술, 임무특성화 분석결과 중 상위개념의 임무를 통해 실시간 상황정보 수집/공유(MOS#1), 지휘관 지휘결심보조(MOS#2) 이 두가지를 식별되었다. MOE로는 위 MOS의 효과를 측정할 수 있는 기준요소로 정보공유 지연시간(MOE#1), 데이터 유통량(MOE#2), 지휘결심보조 정확도(MOE#3), 데이터 저장능력(MOE#4), 공통상황도 사용자 만족도(MOE#5)로 판단하였다. MOP는 앞서 식별된 MOE를 측정하기 위해 세부요소로 MOP#1(지연시간, 유통속도, 정확도, 허위경보), MOP#2(지역처리 능력, 네트워크 능력, 데이터 처리량), MOP#3(상황정보 판단능력, 상황정보 수집, 추천방책 수량, 추천방책 신뢰도, 추천방책 성공률), MOP#4(데이터 저장량, 서버 냉각능력, 데이터 백업, 데이터



* Writing the Korean sentence with special details to enhance comprehension.

그림 4. 소부대 지휘통제체계 운용개념도

Fig. 4. Operation concept diagram of the small unit command and control system

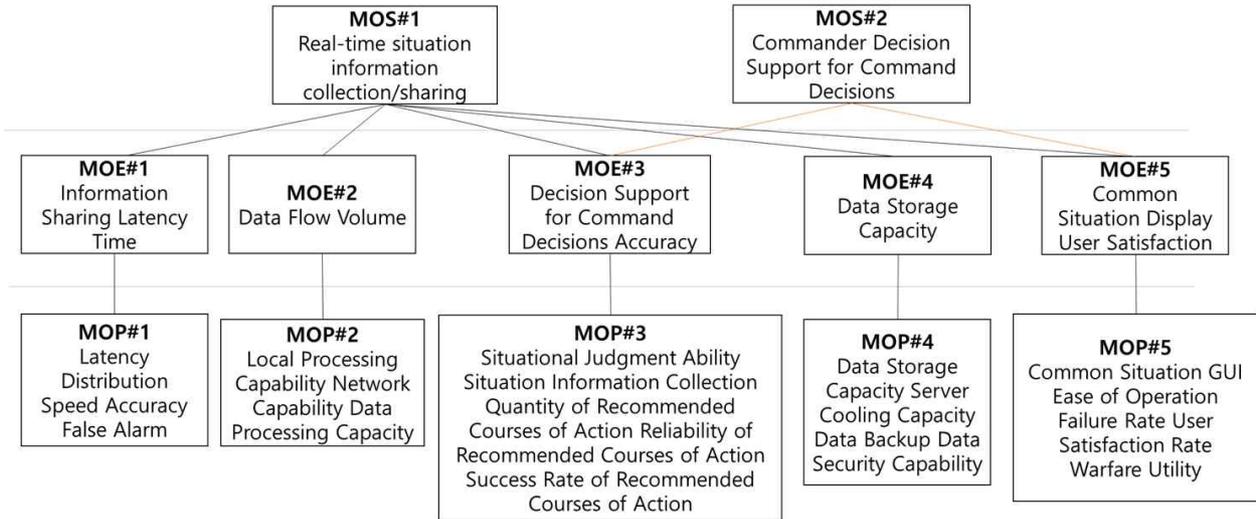


그림 5. 소부대 지휘통제체계의 임무척도

Fig. 5. Mission metrics of the small unit command and control system

보안능력), MOP#5(공통상황 GUI, 작동 편의성, 고장률, 사용자 만족률, 전시 활용성)로 판단하였다. 계층간의 관계는 그림 4와 같이 정리하였다. MOS#1은 MOE#1~5와 연관되고, MOS#2는 MOE#3,#5와 연관된다.

IV. 결 론

이 연구를 통해 미래 군사작전에서 결정적인 역할을 하는 소부대 지휘통제체계의 발전의 임무분석과 관련된 중요한 문제를 살펴보았다. 현재의 소부대 지휘통제체계는 주로 B2CS를 중심으로 구성되어 있지만, 이는 현대 작전 환경에서 요구되는 수준과는 다소 부합하지 못한다. 특히, 미래에는 빅데이터 및 인공지능과 같은 첨단기술을 더욱 효과적으로 활용하고, 클라우드 기반의 네트워크 구조로의 전환을 고려해야 할 필요가 있다. 이러한 과제들에 대한 해결책을 찾기 위해 본 논문에서는 임무공학을 적용하여 미래 소부대 지휘통제체계의 임무를 체계적으로 분석하고자 하였다. 임무공학은 현재와 미래작전을 정교하게 계획, 분석, 조직 및 통합하여 요망하는 전투수행 임무효과를 달성하는 것을 목표로 하는 체계적인 임무분석 방법론이다. 이 방법론을 통해 미래 소부대 지휘통제체계의 도입을 위한 구체적인 임무 및 평가척도를 도출했다. 본 논문에서는 미래 소부대 지휘통제체계의 임무를 분석하는 것이 목적으로 임무공학의 절차 중 ① 문제진술, ② 임무 특성화, ③ 임무 척도 이 3단계 분석과정을 적용하였다. 이 과정을 통해 전력화 시기, 사용처, 목표, 적용 최신기술을 도출하였다. 미래 소부대 지휘통제체계는 미래전의 양상(다차원전, 정보전, 비대칭전)에 따라 중대장부터 부분대장까지 보급하여 창끝부대의 지휘통제 능력을 2035년부터 획기적으로 향상시켜야 한다. 이를 구현하기 위해 대용량 데이터의 정보

유통/공유, 엣지 컴퓨팅 및 AI를 활용한 지휘결심 지원, 데이터 베이스의 분산, AR/MR 기반의 유저 인터페이스 등의 신기술을 적용하여 고도화하여야 할 것이다. 이와 더불어 앞서 분석한 결과를 토대로 미래 소부대 지휘통제체계의 임무 시나리오와 운용개념도를 작성하였다. 또한, 미래 소부대 지휘통제체계 임무를 효과적으로 평가할 수 있는 임무척도 산출도 제시하였다. 향후 미래 소부대 지휘통제체계는 본 논문의 임무분석 결과와 같이 복잡한 다중 전장상황 데이터를 지능화하여 자동처리하고, AI 등을 통해 지휘결심을 보조하는 체계로 발전해야 할 것이다. 본 연구는 미래 소부대 지휘통제체계의 발전을 위한 첫걸음으로서, 기존 시스템의 한계를 인식하고 향후 발전방향을 모색하는데 중요한 역할을 할 것으로 기대된다.

감사의 글

이 논문은 2024년 정부(방위사업청)의 재원으로 국방기술진흥연구소의 지원을 받아 수행된 연구임.(KRIT-CT-21-041)

참고문헌

[1] H. Park, "Development Strategies for Korean Military C4I Systems for Future Joint Battlefield Command and Control," *Defense & Technology*, Vol. 501, pp. 34-43, November 2020.

[2] J. Kwon, G. Kim, K. Jin, Y. Cho, and K. Won, "A Study on Patent-Based Core Technology Trend Analysis for ATICS

System,” *Journal of the Korean Institute of Defense Technology*, Vol. 4, No. 2, pp. 1-6, June 2022. <https://doi.org/10.52682/jkiddt.2022.4.2.1>

- [3] S. Bang and T. Lee, “Modeling of B2CS Information Sharing System and Analysis of Operational Efficiency for NCOE Establishment,” in *Proceedings of 2015 Spring Joint Academic Conference of KORMS/KIIE/ESK/KSIE/KSS*, Jeju, pp. 3601-3610, April 2015.
- [4] S. Cha, C4I System Development: Paradigm Shift is Necessary, Korea Institute for Defense Analyses, Seoul, KIDA Defense Issues & Analysis No. 1830(20-47), December 2020.
- [5] D.-H. Kim, “A Study on the Development Direction of Weapon Systems Using Wearable Devices for Future Military Combatants,” *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, Vol. 24, No. 2, pp. 576-582, June 2023. <https://doi.org/10.5762/KAIS.2023.24.2.576>
- [6] S. Kang, Y. Yang, and J. Cho, “Research on Performance Evaluation Matrics for Intelligent Command and Control Systems,” in *Proceedings of 2023 Spring Conference of Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, Jeju, pp. 723-724, May 2023.
- [7] US DOD (United States Department of Defense), *Mission Engineering Methodology Guidebook*, Washington, D.C., 2023.
- [8] S. Hwang, K. Choi, S. Lee, and J. Jung, “Guidelines for Writing Operational Requirements Documents Using Mission Engineering,” in *Proceedings of the Autumn Academic Conference of the Korean Association for Military Science and Technology*, Daejeon, November 2023.
- [9] H. Sohn, “An Analysis of Future Warfare Implications on the Korean Peninsula,” *Comparative Korean Studies*, Vol. 31, No. 1, pp. 17-43, April 2023. <https://doi.org/10.19115/CKS.31.1.1>
- [10] S. Lee, A Study on the Mission Engineering Applications for Improving the Defense Planning Management System: Focusing on the Requirement Planning and Acquisition, Ph.D. Dissertation, Konyang University, Nonsan, February 2024.



최근하(Keun Ha Choi)

2002년 : 육군사관학교
무기공학과 (공학사)
2007년 : 한국과학기술원
기계공학과 (공학석사)
2016년 : 한국과학기술원
기계공학과 (공학박사)

2016년~2020년: 방위사업청 사업관리본부
2020년~2021년: 육군교육사령부 인공지능연구발전처
2021년~2022년: 육군본부 기획관리참모부 / 육군미래혁신연구센터
2022년~현 재: 한국과학기술원 기계공학과 연구교수 / 을지연구소(겸임교수)

※ 관심분야 : 국방 인공지능, 자율주행, 로봇 시스템, 군 무기체계 운용개념 연구 등



이상승(Sang seung Lee)

2002년 : 육군사관학교 (공학사)
2006년 : 연세대학교
기계공학과 (공학석사)
2024년 : 건양대학교
군사학과 (군사학박사)

2017년~2019년: 육군과학화전투훈련단
2019년~2022년: 육군미래혁신연구센터
2022년~현 재: 한국과학기술원 을지연구소 책임연구원
※ 관심분야 : 국방 인공지능, 국방정책, 군사전략, 군 무기체계 운용개념 연구 등



이형근(Hyung Keun Yi)

1999년 : 연세대학교
전파공학과 (공학사)
2001년 : 연세대학교
전기전자공학과 (공학석사)

2001년~2002년: 한국텔레시스 SW 연구원
2002년~2022년: LG전자(주) MC사업부 수석연구원
2022년~현 재: 한화시스템(주) 수석연구원
※ 관심분야 : 인공지능, 디지털통신, 지식베이스



백재우(Jaewoo Baek)

2021년 : 광운대학교
컴퓨터공학과 (공학사)
2023년 : 광운대학교
컴퓨터공학과 (공학석사)

2022년~현 재: 한화시스템(주) /
방산 지능형지휘통제팀 연구원
※관심분야 : 국방 인공지능, 지도학습, 강화학습,
데이터 사이언스



문호원(Ho Won Moon)

2000년 : 한양대학교 수학과 (학사)

2001년~2010년: 삼성전자 네트워크 사업부 책임연구원
2010년~현 재: 한화시스템(주)
지능형지휘통제팀 수석연구원
※관심분야 : 네트워크, 지능형지휘통제