

복합 미사일 발사대 통제를 위한 Network 통신 연동

임 채 윤*

Network Communication Integrate for Complex Missile Launcher Control

Chaeyoun Lim*

요 약

현대전의 전쟁 모습은 과거의 전통적인 전쟁 방식과는 상당히 다른 특성을 보이며, 기술 발전과 사회, 경제적 변화에 따라 여러 가지 측면에서 진화하고 있다. 단거리 탄도미사일(TBM, Tactical Ballistic Missile)과 같은 초고속 표적은 미래의 전장 환경뿐만 아니라 현대전에서도 그 위협도가 나날이 증가하고 있는 무기체계로, 이에 대한 방어무기체계 구축에 대한 연구의 필요성이 커지고 있다. 따라서 최근의 적 공중 위협에 대한 대공방어체계는 효과적인 교전통제를 수행하여 요격할 수 있는 네트워크 복합 연동의 기능이 필수적이다. 본 논문에서는 다양한 대공방어체계의 구축 중 미사일 방어체계의 발사대 연동에 대한 방안을 연구한다. 고전적인 미사일 방어체계의 발사대 연동에 대한 분석을 바탕으로, 네트워크 통신을 이용한 발사대의 복합 통제를 위한 방안을 연구함으로써 향후 개발되는 미사일 방어체계의 점진적 발전 방향을 모색하는 것이 본 논문의 주요 목적이다.

Abstract

The warfare of modern warfare shows characteristics that are quite different from the traditional warfare of the past, and is evolving in various aspects due to technological advancements and social and economic changes. High-speed targets such as Tactical Ballistic Missiles(TBM) are weapons systems whose threat level is increasing not only in the future battlefield environment but also in modern warfare, and the need for research on the establishment of defensive weapon systems against them is increasing. Therefore, the air defense system against recent enemy air threats must have the function of network complex linkage that can perform effective engagement control and interception. In this paper, study a method for launcher integrate of a missile defense system among the various air defense systems being established. Based on the analysis of launcher integrate of a classic missile defense system, the main purpose of this paper is to seek the development direction of missile defense systems to be developed in the future by studying a method for complex control of launchers using network communication.

Keywords

missile launcher, system integrate, missile defense system, ethernet communication

* 한화시스템 SW연구소 연구원
- ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-2509-1785>

• Received: Mar. 25, 2025, Revised: Apr. 10, 2025, Accepted: Apr. 13, 2025
• Corresponding Author: Chaeyoun Lim
SW Team(C4I) 188, Pangyo-eok-ro, Bundang-gu, Seongnam-si,
Gyeonggi-do, Republic of Korea
Tel : +82-31-8091-7463, Email : chayoun.lim@hanwha.com

1. 서론

현대전의 전쟁 모습은 과거의 전통적인 전쟁 방식과는 상당히 다른 특성을 보이며, 기술 발전과 사회, 경제적 변화에 따라 여러 가지 측면에서 진화하고 있다[1]. 드론 및 무인 시스템을 이용한 정찰, 감시, 공격을 포함하여, 정보전 및 사이버 전쟁, 고정밀 무기와 비대칭 전쟁, 인공지능(AI) 및 자동화를 통한 전투의 효율성 증가 등이 대표적이다. 그 중 대륙간 탄도미사일, 단·중거리 탄도미사일 등, 미사일을 이용한 전쟁방식과 미사일 위협 또한 현대전의 주요 모습 중 하나이며, 탄도미사일은 기존의 무기체계와 달라서 방어가 어렵고, 여러가지 탄도를 탑재하여 발사할 수 있어 막대한 피해를 줄 수 있다[2]. 핵무기 개발 등을 통해 대량파괴 공격능력을 강화하거나, 해당 능력을 바탕으로 정치, 군사적 목적을 위해 다양하게 사용될 수 있다. 이에 따라, 미사일 위협을 억제하고, 무력화하기 위한 다양한 전략적 타격체계, 미사일 방어체계, 확장억제체제를 포함한 포괄적 체제의 구축이 반드시 필요하다. 본 논문에서는 앞서 언급한 다양한 포괄적 체제의 구축 중 미사일 방어체계의 발사대 연동에 대한 방안을 연구한다. 고전적인 미사일 방어체계의 발사대 연동에 대한 분석을 바탕으로, Network를 이용한 발사대 연동을 위한 방안을 연구함으로써 향후 개발되는 미사일 방어체계의 점진적 발전 방향을 모색하는 것이 이 본 논문의 주요 목적이다.

II. 관련 연구 및 기술 분석

미사일 방어체계에서 통제소와 발사대, 레이더의 연동은 매우 중요한 역할을 수행한다. 해당 장비들은 서로 긴밀하게 협력하여 적의 미사일을 탐지하고, 추적하며 효과적으로 대응할 수 있도록 상호작용을 수행한다. 여기서 통제소와 발사대의 연동 과정은 대개 다음과 같은 방식으로 이루어 진다.

1. 미사일 탐지 및 추적

고성능 레이더 및 다중 센서를 활용하여 적 미사
일의 발사 여부를 실시간으로 분석하여 궤적을 예측
하고 위협 수준을 평가한다. 이후 위협 수준에 따라
요격 대응의 우선순위를 자동으로 판단하며, 이에

따른 적절한 방어조치를 결정한다.

2. 타격 지점 예측 및 대책 수립

추적된 미사일의 예상되는 궤적 데이터를 기반으로, 예상 타격 지점을 산출한다. 이 과정에서 적 미사일의 탄도 특성, 기상 조건, 지형 정보 등을 고려하여 정확도를 높인다.

3. 발사대 연동

목표 확정과 함께 통제소는 발사 명령을 발사대에 전송한다. 발사대는 명령 수신 후 즉각적으로 발사 준비를 시작하며, 시스템은 발사 각도, 속도, 방향 등을 계산하여 미사일에 적용한다. 발사된 요격 미사일은 Up/Down-Link 통신을 통해 통제소와 지속적으로 정보를 교환하며, 비행 중 경로 수정 및 유도를 통해 적 미사일에 대한 정밀 타격이 가능해진다.

4. 실시간 데이터 공유 및 제어

발사 이후 미사일의 비행 경로, 속도, 고도 등의 데이터를 실시간으로 수집 및 분석해서 요격 성공 여부를 판단하며, 필요 시 추가 요격이나 긴급 대응 조치를 수행한다.

이와 같은 발사대 통제를 수행하기 위해 요구되는 유도탄 발사대와 교전통제소의 연동 방안은 다음과 같다.

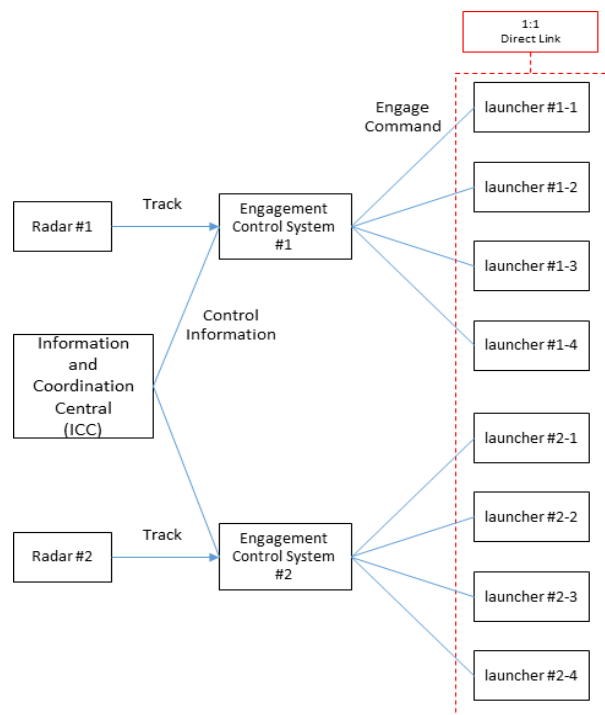


그림 1. 미사일 방어체계 연동 구성도
Fig. 1. Missile defense system integrate diagram

레이더의 탐지, 통제소의 작전 수행, 발사대의 실시간 작전 수행을 위해 각 장비간 데이터 송/수신 능력 및 연동 안정성의 보장은 무엇보다 중요하다. 그림 1과 같은 연동 구성은 발사대 장비의 입장에서 1개의 통제소와 연동되는 구조로 동작을 하게 되므로, 통제되는 정보의 단순화를 통해 중복교전 발생을 최소화 시킬 수 있다는 장점을 가지고 있다.

그림 2는 기존 미사일 방어체계의 문제점을 확인할 수 있다. 교전통제소(ECS)의 고장 또는 불능상황 발생 시, 예하 발사대의 운용이 불가능하다. 뿐만 아니라, 적 탄도탄에 대한 교전 우선순위를 결정하고, 최적의 요격체계를 할당하여 적 탄도탄 격추확률을 증대시키는[3] 능력 및 성능을 충족시키기 위해서는 다층 방어 시스템을 구축해야 하고, 향후 개발될 유도탄 발사체들과의 연동 확장성을 확보해야 한다.

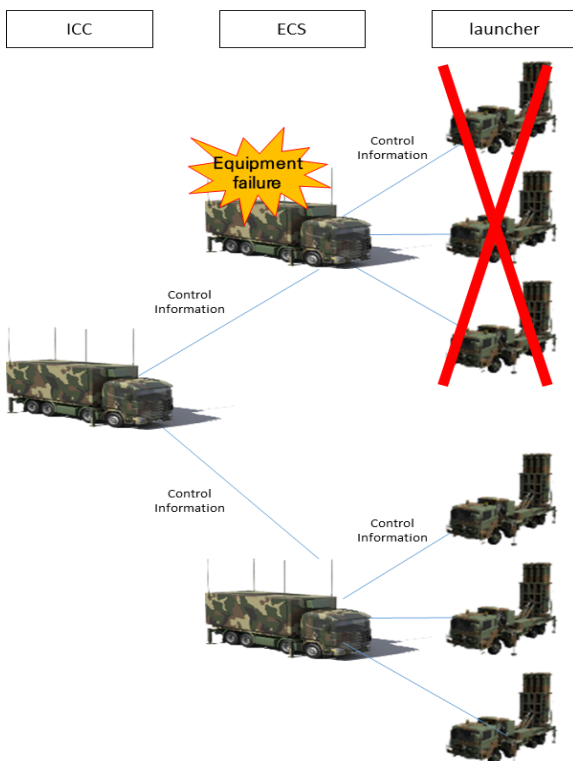


그림 2. 기존 미사일 방어체계 문제점
Fig. 2. Problem of existing missile defense system

III. Network 통신을 기반으로 한 발사대 연동

초고속 표적의 궤적은 발사(Boost), 탄도비행(Ballistic), 재진입(Reentry) 세 단계로 분류되고, 방어 무기체계는 발사단계에서 비행 중인 초고속 표

적의 정보를 획득하는 것이 탄도미사일을 요격하고 방어하는 임무를 효과적으로 수행하는 데 매우 유리하다[4]. 표적 탄도미사일의 요격을 위해 아군 탄도탄의 발사는 교전통제소의 교전 명령이 인가되면 수행되는데, 이때의 비행 단계는 그림 3과 같이 크게 4단계로 운용된다[5].



그림 3. 표적 탄도탄 요격 운용개념
Fig. 3. Targeted ballistic missile interceptor operation concept

요격미사일은 발사대에서 수직 발사한 후, 일정 고도에서 선회하여 관성유도를 수행한다. 그 후 교전통제소로부터 유도명령을 수신하여 요격 지점을 향해 비행하고, 호밍유도를 통해 표적을 격추한다.

무장체계는 지휘통제체계와 연동을 개시한 후에 체계 간의 식별정보를 교환하고, 트랙 정보와 식별치를 포함한 정보들을 주기적으로 수신받고, 트랙 교전 명령을 수신하여 작전을 수행하며, 해당 교전 명령에 대한 교전상태와 무장상태를 지휘통제체계에 전송하여 작전을 수행한다. 무장체계는 지휘통제체계와의 연동 시에 전술데이터링크의 모든 메시지를 이용하지는 않으며, 무장체계 통제 및 감시에 적합한 메시지를 선택적으로 사용한다. 이를 위한 무장용 전술데이터링크 및 무장링크 메시지 종류는 다음과 같다[6].

표 1과 같은 메시지의 정보교환을 통해, 교전통제소 및 작전통제소, 유도탄 발사대 등의 장비들이 연동되고, 적의 공중위협에 대한 방어를 수행한다.

발사대 연동장비의 메시지 중계 기능을 사용하여, 기 운용중인 유도탄 발사대 및 교전통제소의 HW 또는 SW의 수정 소요 없이 송/수신 메시지의 중계 수행을 통해 교전통제소와 연동할 수 있다. 발사대 연동장비가 포함된 미사일 방어체계의 연동 구성도는 그림 4와 같다.

표 1. 무장용 전술데이터링크 및 무장링크 메시지
Table 1. Message for weapon information exchange

No	Message type	Description
1	Link test	Link communication check
2	System information	Link system information report
3	Track information	Track information / Track number, ID, jammer
4	Specific point	Radar site, AirBase, specific point etc
5	Track update request	Request track information update
6	Track warning / Warning stop	Track warning information
7	Track delete	Track delete
8	Track identification difference report	Track IFF information difference report
9	Change track Id request	Request to change track IFF information
10	Track association	Track association report
11	Pointer position	Report position of interest
12	Engagement	Track engagement order
13	System status and engagement command	System/weapon status and engagement status report
14	Text message	Report text information

교전통제 및 발사통제를 위한 실시간 내장형 소프트웨어는 데이터링크처리 소프트웨어와 연동하여 항적 정보와 관련 정보(항적 경고, 식별차이, 식별 변경 등)를 송수신 처리하고 교전상태 및 무장상태 정보를 처리한다. 복잡도가 높은 소프트웨어 및 하드웨어의 수정 없이 발사대 연동장비의 추가만 연동 구성을 한다는 것만으로도 큰 이점을 가질 수 있다. 뿐만 아니라, 메시지 중계기능의 추가를 통해 타 교전통제소와 연동되어 있는 발사대에 추가로 연동할 수 있는 확장성을 확보할 수 있다. 교전통제소 기능 중 하나인 발사대 선택 기능의 수정으로, 타 통제소 발사대 선택기능을 추가/보완을 통해 발사대 연동장비와 메시지를 송/수신하는 연동 구성도는 그림 5와 같다.

그림 5와 같은 연동 구성을 통해, 기 운용중인 유도탄 발사대의 수정 없이 발사대의 확장 연동이 가능하다. 발사대 연동장비를 통해 단일 연동대상체계 정보(유도탄 발사대)를 다수 교전통제소 및 작전 통제소로 전송할 수 있으며, Multicast/Unicast 등 다양한 통신 프로토콜을 선택할 수도 있다. 뿐만 아니라, 발사대 연동장비의 이중화 구성을 통해 안전성 및 생존성을 추가로 확보할 수 있다.

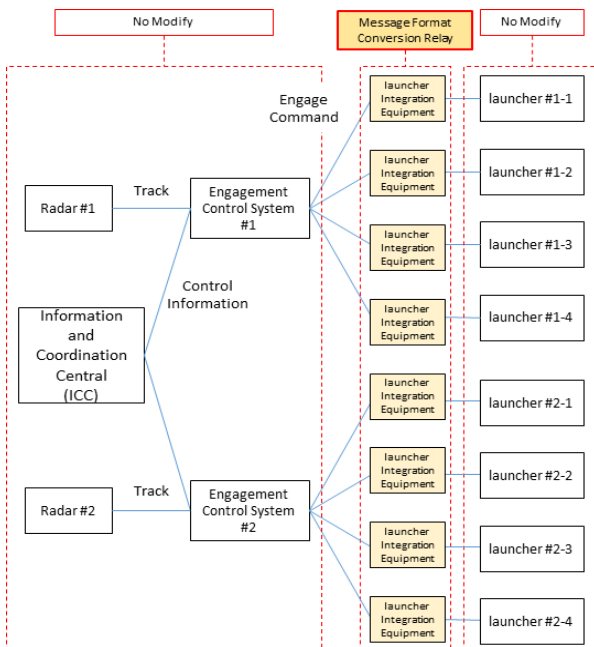


그림 4. 발사대 연동 장비를 포함한 미사일 방어체계 연동 구성도

Fig. 4. Missile defense system integrate diagram with launcher integration equipment

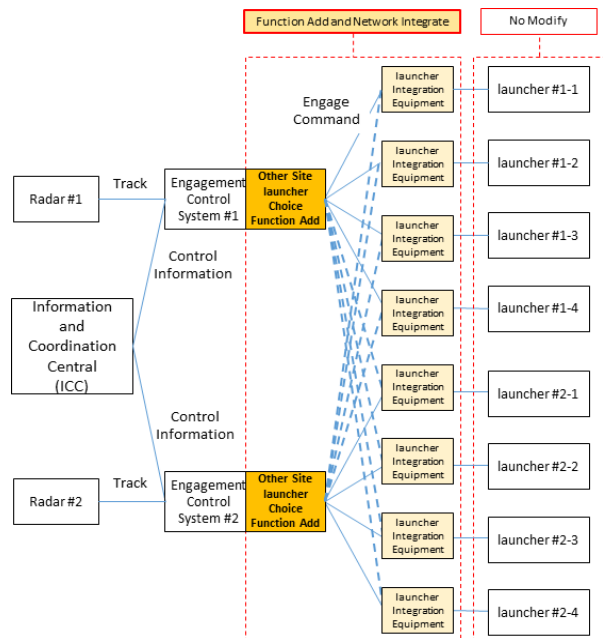


그림 5. 타 통제소 발사대 선택 기능을 포함한 미사일 방어체계 연동 구성도

Fig. 5. Missile defense system integrate diagram with select other control center launchers function

변화하는 적의 공중위협에 대비하여, 미래 무기 체계의 확장 가능한 설계를 위한 개방형 설계를 통해 타 체계 추가 연동 및 작전통제소 연동 확장을 고려할 수 있다. 이와 같은 타 체계 추가 연동 및 교전통제소의 상위통제소인 작전통제소의 발사대 직접연동의 구성은 그림 6와 같다.

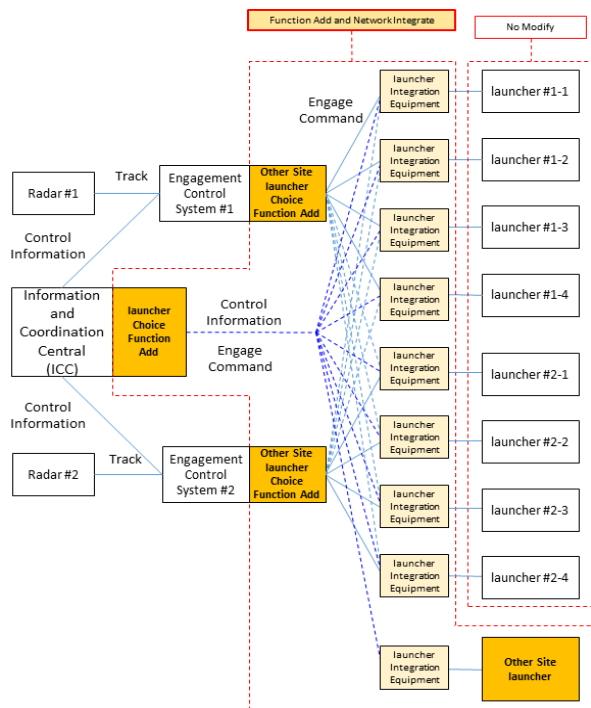


그림 6. 점진적 확장을 포함한 미사일 방어체계 연동 구성도

Fig. 6. Missile defense system integrate diagram with progressive expansion

기 운용되는 유도탄 발사대와 교전통제소는 교전통제소 1대와 유도탄 발사대 N대의 1 대 N 연동으로 구성된다. 발사대의 입장에서는 1대의 교전통제소와 연동되므로, 물리적 네트워크의 연결 복잡도가 단순하다는 이점이 있다. 하지만 타 통제소의 발사대를 선택할 수 있는 기능 추가하기 위해서는 교전통제소 N대와 유도탄 발사대 M대의 N 대 M 연동 구성이 필요하다. 단거리 대공방어 유도탄체계는 다양한 함정에 탑재되거나 지상에서 운용되며, 이기종 전투체계를 고려하여 연동 설계를 수행하여야 한다[7]. 유도미사일 사거리 및 발사대의 방어가능 영역을 40km^2 , 포대에서 최대 4개의 발사대를 영역의 중복 없이 운용한다는 가정으로 장비별 운용 가능 수량에 대한 방어 가능한 영역을 정량적 수치로 나타내면 표 2와 같다.

표 2. 장비 가용 상태에 따른 방어영역

Table 2. Defended area based on equipment availability

	ICC operation status	ECS #1 operation status	ECS #1 operation status	Defended area (Km^2)
Existing	O	O	O	320
	O	O	X	160
	O	X	O	160
	X	O	O	320
	X	O	X	160
	X	X	O	160
Improve	O	O	O	320
	O	O	X	320
	O	X	O	320
	X	O	O	320
	X	O	X	320
	X	X	O	320

표 2의 내용과 같이, 기존 미사일 방어체계의 연동방식을 사용하면 ICC(작전통제소) 및 ECS(교전통제소)의 가용상태에 따라 방어 가능 영역이 좁아진다는 것을 알 수 있다. 하지만 발사대 연동장비가 포함된 미사일 방어체계의 방어가능 영역은 장비의 고장 여부와 무관하게 항상 최대 영역을 방어할 수 있다. 뿐만 아니라, 타 체계의 추가 연동을 통해 방어가능 영역의 추가 확장 또한 가능하다. 현재 탄도탄 작전 지휘통제체계에서는 모든 작전통신망의 중심노드를 통해 사전 정의된 정보만 정해진 경로에 따라 유통이 가능한데, 이는 지휘구조에 따른 계층화된 설계에 기반한다[8]. 발사대 연동장비를 이용한 연동 확장성을 통해, 긴급상황에서의 유연한 대처가 가능하다. 요격체계는 신속하고 정밀한 요격을 위하여 조기경보체계로부터 수신되는 큐잉정보를 이용하여 초고속 표적이 날아갈 예상 비행궤적에 대해 표적을 탐지/추적을 수행하여 획득된 표적 정보를 이용하여 교전정보를 생성하여야 하며, 업링크를 통해 요격 유도탄으로 표적정보를 제공함으로써 정밀하게 표적을 요격해야 한다[9]. 이를 위해 이더넷 통신을 기반으로 한 발사대 및 기타 장비들과의 연동을 준비하고, 각 발사대를 통제할 수 있는 통제기의 연동 접점을 다수로 만들 수 있도록 발사대의 연동 능력을 발전 및 확장 시키는 것이 중요하다.

IV. 결론 및 향후 과제

변화하는 전쟁 양상에 대응하기 위해, 적의 위협에 대응되는 방어체계의 구축을 통해 해당 위협을 대비하는 것이 무엇보다 중요하다. 그 중, 대륙간 탄도 미사일, 단·중거리 탄도미사일 등 미사일 위협에 대한 대응체계를 구축하고 그에 맞는 안정적인 운용을 수행하는 것이 반드시 필요하다. 무기체계의 성능개량 등의 방법을 통해 기존 미사일 대응체계의 발전을 도모하고, 향후 개발될 무기체계들에 발전적인 방어의 연동방법이 적용된다면 보다 안정적인 미사일 방어체계 개발을 기대할 수 있다. 따라서 이러한 장점들을 활용한 미사일 방어체계의 연동을 위한 연구를 본 논문의 향후 과제로 한다.

References

- [1] Y. Lee, "A Study on the Effectiveness of the Laws of War in Modern Warfare", Military Research and Development, Vol. 17, No. 1, pp. 21-54, Jun. 2023.
- [2] B. Kim and J. Eom, "Ballistic Missile Defense System Characteristics and Preparation", The Quarterly Journal of Defense Policy Studies, Vol. 21, No. 3, pp. 77-104, Oct. 2005.
- [3] M. H. Yoon, S. Ahn, M. H. Yoo, J. Lee, and J. Shin, "Design and Implementation of a Simulated Training System for Multi-Layered Defense Engagement against Ballistic Missile Target", The Journal of the Korea Contents Association, Vol. 25, No. 1, pp. 21-31, Jan. 2025. <https://doi.org/10.5392/JKCA.2025.25.01.021>.
- [4] D.-G. Lee, K.-S. Cho, J.-H. Shin, J.-E. Kim, and J.-W. Kwon, "A Precise Trajectory Prediction Method for Target Designation Based on Cueing Data in Lower Tier Missile Defense Systems", Journal of the Korea Institute of Military Science and Technology, Vol. 16, No. 4, pp. 523-536, Aug. 2013. <https://doi.org/10.9766/KIMST.2013.16.4.523>.
- [5] H.-H. Kwon, B.-S. Lee, Y.-H. Kim, and K.-B. Choi, "An Effectiveness Analysis of Anti-Ballistic Missile Launcher Arrangement for the Lower Tier Defense against the Ballistic Missile", Journal of the Korea Institute of Military Science and Technology, Vol. 16, No. 5, pp. 590-597, Oct. 2013. <https://doi.org/10.9766/KIMST.2013.16.5.590>.
- [6] J. B. Shin, J. I. Bae, D. G. Lee, and H.-S. Koh, "A Standardized Design Method of Weapon Information Exchange for Interoperability with Several Kinds of Command and Control System", Journal of the Korea Institute of Military Science and Technology, Vol. 18, No. 6, pp. 771-778, Dec. 2015. <https://doi.org/10.9766/KIMST.2015.18.6.771>.
- [7] H. Park, "Optimal Interface Design between Short-Range Air Defense Missile System and Dissimilar Combat Systems", Journal of the Korea Institute of Military Science and Technology, Vol. 18, No. 3, pp. 260-266, Jun. 2015. <http://dx.doi.org/10.9766/KIMST.2015.18.3.260>.
- [8] S. Lee, K. Yang, G. Lee, and D. Shim, "Modernization considerations for KAMD(Korea Air and Missile Defense) command and control information system supporting real-time cooperative engagement capability", Journal of the Military Operations Research Society of Korea, Vol. 50 No. 2, pp. 21-30, Aug. 2024.
- [9] D.-G. Lee, K.-S. Cho, J.-H. Shin, and J.-E. Kim, "An Analysis Study about Relationship between Ballistic Coefficient and Accuracy of Predicted Intercept Point of Super-High Speed Targets", Journal of the Korea Institute of Military Science and Technology, Vol. 17, No. 2, pp. 265-274, Apr. 2014. <http://dx.doi.org/10.9766/KIMST.2014.17.2.265>.

저자소개

임 채 윤 (Chaeyoun Lim)



2012년 2월 : 충남대학교

컴퓨터공학과(공학사)

2012년 1월 ~ 현재 :

(주)한화시스템 연구원

관심분야 : 컴퓨터 소프트웨어,

네트워크, 무기체계