

해상기반 유도무기체계의 운용개념 도출에 관한 연구

이경행¹ · 오경원^{2*}

¹방위사업청 전자전사업팀

²호원대학교 국방과학기술학부

A Study on the Derivation of ConOps Sea-based Guided Weapon Systems

Kyoungh Haing Lee¹, Kyung Won Oh^{2*}

¹Dept. of Electronic Warfare Projects Team, Defense Acquisition Program Administration

²Dept. of Defense Science & Technology, Howon University

Abstract

This research describes the ConOps(Concept of Operations) of sea-based guided weapon systems. The ConOps describes how the proposed system is to be used and is more descriptive than technical in terms of various stakeholders. It should be prepared to support the concept of the life cycle stage of the system. Developing ConOps plays an important role in ensuring that operational/maintenance, maintenance, and acquisition and development areas are better understood by users' needs and expectations. In this point of view, this work presents the process of deriving ConOps and aims to derive operational concept of maritime guided weapon system by using tools.

초 록

본 연구에서는 해상기반 유도무기체계의 운용개념을 도출한다. 운용개념은 제안시스템이 어떻게 사용될 것인지를 기술하는 것으로 다양한 이해관계자 관점에서 기술적 보다는 설명적인 표현이다. 운용개념은 시스템의 수명주기단계별 개념을 지원하기 위해 준비되어야 한다. 운용개념을 개발하는 것은 운용/유지, 정비, 그리고 획득 및 개발 영역 사람들에게 사용자의 요구와 기대를 정확하게 이해하도록 하는데 중요한 역할을 한다. 이러한 관점에서 본 연구는 운용개념 도출프로세스를 제시하고 전산도구를 활용하여 해상기반 유도무기체계의 운용개념을 도출하고자 한다.

Key Words : ConOps(운용개념), Guided Weapon Systems(유도무기체계), Aquisition(획득), Quality Function Deployment(품질기능전개), Functional Architecture(기능아키텍처)

1. 서 론

시스템엔지니어링(SE: Systems Engineering) 표준인 ANSI/AIAA G-043A-2012는 운용개념(ConOps; Concept of Operations)과 운영개념(OpsCon; Operational Concept)을 용도와 목적에 따라 구분한다. 운용개념은 조직수준에서 리더십이 의도하는 조직방안을 다루며, 운영개념

서는 개발될 시스템과 기존 시스템을 이용하여 사업의 전체적인 운영이나 가정과 의도를 기술한다. 반면, 운영개념은 사용자 지향적인 문서로서 인도될 시스템을 사용자 관점에서 설명한다.[1] 일반적으로 운용개념을 도출하고 분석하기 위한 프로세스는 엔터프라이즈(enterprise) 또는 복합시스템 레벨의 합동운용개념(joint operational concept)을 도출하는 방법과 사용자 측면의 요구를 충족시키기 위한 단일 시스템의 운용개념을 도출하는 프로세스로 구분된다. 체계적으로 운용개념을 분석하기 위해서는 전문가로 구성된 팀 구성, 운용환경 분석, 운용목표 분석, 시스템 거동 분석, 시스

Received: July. 20, 2017 Revised: Oct. 26, 2017 Accepted: Oct. 27, 2017

† Corresponding Author

Tel: +82-63-450-7724, E-mail: oh.kyungwon@gmail.com

© The Society for Aerospace System Engineering

템 아키텍처 분석 그리고 검증 등의 활동이 포함된다 [2]. 팀(analysisists)은 사용자(user)의 경험과 시스템엔지니어링 경험을 보유한 인원으로 구성되며, 제기된 시스템에 대하여 모든 외적요소를 식별하고 이러한 요소들 간 관계를 확립하기 위해 운용환경(operational context)을 분석한다. 운용목표(operational objectives)는 제기된 시스템의 수준에 따라 목적(goal) 그리고 임무(mission) 등의 용어로 표현되며, 중요한 목적은 사용자의 관점으로 서술된 요구를 개발자 측면에서 활용될 수 있는 표현으로 변환시키는 것이다. 시스템 거동 분석(system behaviour analysis)은 시스템에게 주어진 환경 내에서 시스템의 특징을 묘사하기 위한 것으로 크게 정적분석과 동적 분석으로 구분된다. 시스템 아키텍처 분석(system architecture analysis)은 시스템이 주어진 임무와 기능을 달성하기 위해 중요한 기능 및 물리 아키텍처를 식별하는 것이다. 완전성 분석(completeness analysis)은 요구된 분석이 포괄적으로 완전하게 수행되었는지를 보장한다.

본 연구에서 제시하는 운용개념 분석 틀은 위의 분석활동을 기반으로 단일 시스템 또는 복합시스템 획득 간 발생 가능한 다양한 문제를 다룬다. 즉, 상위수준의 전략(목표 및 비전)과 임무에 부합하는 대상체계의 운용개념을 정의하며 이를 달성하기 위한 기능을 도출한 후 이를 구현하기 위한 기능 및 물리 아키텍처를 제시한다. 특히, 복합시스템 환경에서 운용되는 해상기반 유도무기체계의 경우 미국, 영국 및 호주 등 선진국의 해상 유도무기체계 적용되고 있는 하향식 능력기반기획(CBP: Capabilities Based Planning)의 개념이 적용되어야 한다. 이러한 관점에서 본 논문에서는 해상기반 유도무기체계의 운용개념을 정의하고 기능을 도출하였으며, 순차적인 운용시나리오 도출을 통해 아키텍처를 구현하였다.

2. 운용개념 도출 과정

운용개념 도출 과정은 단지 지침(guideline)으로서의 성격을 지니며, 이러한 지침이 특정 상황과 상충된다면, 테일러링(tailoring)하여 사용하는 것이 바람직하다. 즉, 운용개념에서 강조되는 부분은 각각의 상황에 따라 달라질 수 있다. 특히, 운용시나리오는 가능한 제안된

시스템의 모든 운용모드, 사용자 클래스(class), 그리고 모든 특정 운용 및 프로세스를 포함하는 수준의 시나리오가 개발되어야 하며, 적절한 사용자와 함께 각각의 시나리오를 단계적으로 작성하고, 제안시스템의 운용에 관련된 정상 운용상태 및 비정상적 조건에 대한 정보가 기록되어야 한다. 또한 운용 스레드(thread)에 가지가 생겨날 때마다 새로운 시나리오가 작성되어야 한다.

Table 1은 무기체계의 운용개념을 도출하기 위해 일반적으로 적용될 수 있는 프로세스를 도출한 것이다.

Table 1 Derivation of ConOps process

순서	프로세스
1	운용개념 개발 프로세스에 대한 목표, 역할 및 팀원을 결정
2	문서 양식을 테일러링하고 운용개념서에 대한 합의 도출
3	기존 시스템의 전반적인 목표와 부족을 기술
4	해당 시스템의 범주와 경계를 기술하고 어떠한 외부시스템이 있는지 그리고 관련 인터페이스를 식별
5	현 시스템의 특징과 상황을 기술
6	현 시스템의 정책과 상황에 적용되는 운용정책과 제약사항, 변화를 기술
7	새로운 또는 개량시스템에 적용할 운용정책과 제약사항 기술
8	제안시스템의 운용특성, 즉 사용자의 요구와 기대를 충족시키기 위해 제안시스템이 반드시 갖추어야 하는 특성 기술
9	새로운 또는 개량시스템에 대한 운용시나리오를 작성
10	시나리오를 작성한 후 모든 운용모드에 대한 모든 사용자 그룹과 클래스로부터의 대표자들과 모든 시나리오를 단계적으로 검증하고, 제안시스템에 대한 설명을 확인
11	운용시나리오 간의 우선순위에 대해 공감대 탐색
12	제안시스템이 사용자, 획득자, 개발자, 운용/유지기관에 미치는 영향을 운용 및 조직측면에서 분석하고 기술
13	현 시스템의 상황과 비교하여 제안시스템의 이점, 제한사항, 장단점을 기술

본 연구에서 제시하는 운용개념 도출 프로세스는 임무로부터 운용개념을 정의하는 단계(운용개념, 대상체계 관련 외부시스템도), 정의된 운용개념을 구현하기 위하여 요구된 기능을 도출하는 단계(임무계층구조 분석, 기능범주 분석), 기능 및 물리 아키텍처로 구현하는 단계로 구분된다[4]. 구현된 기능 및 물리 아키텍처는 운용자(user)의 요구능력(needs capabilities) 관점에서 능력 시스템을 정의하는 데 활용된다.

2.1 운용개념 정의

운용개념정의 단계는 미래 안보환경 및 전략 수준의

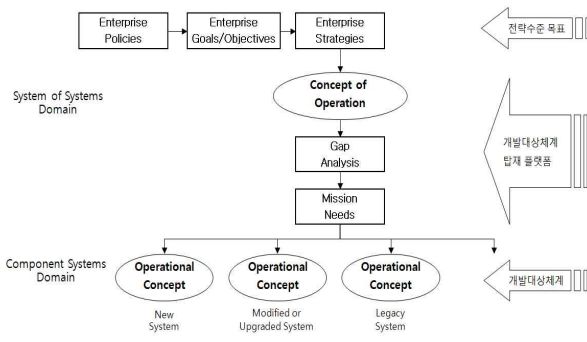


Fig. 1 Definition of ConOps process

조직목표 등에 부합하는 개발대상체계의 운용개념을 개발하는 단계이다. 이를 위해 Fig. 1[5]과 같이 전략 수준의 조직목표, 상위수준 플랫폼의 운용개념 분석 등을 통하여 개발대상체계의 운용개념을 정의하게 된다. 운용개념정의 요소는 미래 안보환경 및 전략수준 목표 분석, 탑재 플랫폼의 임무영역 분석 및 개발대상체계 위협환경 및 임무 분석 등이다.

2.2 기능도출 단계

기능도출 단계는 주어진 임무를 효과적으로 수행하기 위한 과업도출, 도출된 과업으로부터 활동 정의, 그리고 정의된 활동으로부터 기능 도출까지, 즉 임무로부터 추적이 보장된 기능을 도출하기 위한 임무계층구조의 분석활동이 요구된다.[5] 임무계층구조 분석을 통하여 도출된 기능은 개발대상체계와 관련된 이해관계자의 의견을 수렴하여 최적의 기능을 선정하기 위해 QFD(Quality Function Deployment)와 AHP(Analytic Hierarchy Process) 적용이 가능하다.

2.3 아키텍처 구현 단계

아키텍처 구현 단계는 2단계에서 도출된 사용자 및 운용자 관점의 기능들을 대상개발체계에 적용하기 위해 개발자 관점으로 정형화된 형식과 언어 즉, 기능 및 물리 아키텍처로 구현하는 단계이다. 구현된 기능 및 물리 아키텍처는 Fig. 2[5]과 같이 이해관계자(사용자, 운용자, 고객 그리고 개발자 등)의 관점에 따라 계층화된 시스템을 정의하는 데 활용된다.

기능아키텍처는 도출된 기능들에 대한 기능흐름을 정의하기 위하여 IDEF(Integrated Definition for

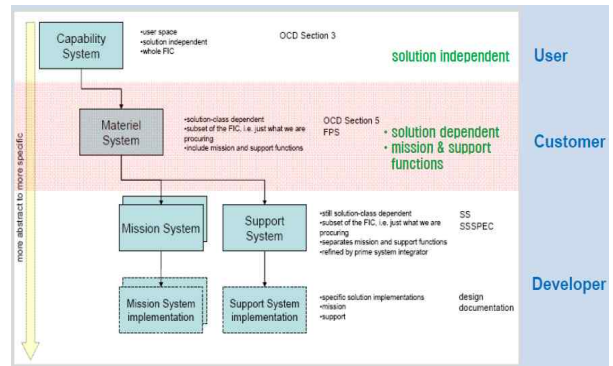


Fig. 2 System classification by stakeholders

Functional Modeling), 기능 및 물리 인터페이스를 식별하기 위하여 N2(N-squared diagram) 차트 그리고 기능 흐름 및 기능간의 입·출력 관계를 정의하기 위하여 EFFBD(Enhanced Functional Flow Block Diagram)를 사용할 수 있다.[5] IDEF는 일반적인 모델링 기법으로 데이터 흐름, 시스템 통제 그리고 수명주기 프로세스의 기능흐름을 정의하기 위해 활용된다. N2 차트는 기능 및 물리 인터페이스를 식별, 정의, 요약, 설계 및 분석하기 위한 시스템적 접근방법으로 시스템, 하드웨어, 그리고 소프트웨어에 대한 각각의 인터페이스 식별에 사용된다. EFFBD는 시스템 기능흐름을 다층, 순차적 시간, 단계별로 나타내며, 여기에 기능 간의 입·출력물 관계를 추가하여 보강한 것이다.

3. 해상기반 유도무기체계의 운용개념 도출

3.1 운용개념 정의

일반적인 해상기반 유도무기체계의 운용시나리오는 ①표적탐지, ②표적추적, ③위협평가, ④무장할당, ⑤유도탄 수직발사, ⑥관성유도, ⑦표적정보 업링크, ⑧표적 획득, ⑨호밍유도, ⑩요격, ⑪평가 등으로 구분된다[6].

표적탐지 단계에서는 함정의 센서체계가 대공 표적을 탐지하여 함정의 지휘무장통제체계로 전송한다. 표적추적 단계는 탐지된 대공표적에 대해 함정 지휘무장통제체계에서 추적레이더를 할당함으로써 대공표적을 지속적으로 추적한다. 위협평가 단계에서는 함정 지휘무장통제체계에 사전 설정된 위협평가 기준에 따라 획득된 표적정보를 분석하여 위협 여부 및 대응 우선순위를 평가한다. 무장할당 단계는 산출된 위협순위 목록

3.3 아키텍처 구현

QFD를 통해 도출된 기능은 운용개념과 기능요구사항을 기반으로 우선순위를 고려한 아키텍처로 구현될 수 있다. 본 논문에서는 아키텍처 분석 및 시험(test)까지 광범위한 추적성(traceability)을 보장하는 CASE 도구인 StarUML(Universal Modeling Language)을 사용하여 해상기반 유도무기체계의 아키텍처를 도출하였다. 기능별 우선순위를 통해 도출된 탐색(search)-탐지(detect)-분류(classify)-추적(track)-식별(discriminate)-교전(engage) 등의 핵심 6가지 기능은 Fig. 5와 같이 아키텍처로 구현된다.

해상기반 유도무기체계가 완벽한 임무를 수행하기 위해서는 각 플랫폼이 Link-16급 이상의 전술데이터링크체계(TDLS: Tactical Data Link System)로 연결되어 정보의 실시간 공유와 진장상황 및 교전명령 등 제반 정보사항에 대한 데이터를 실시간으로 전송이 가능해야 한다. 기능분석을 통해 도출한 유도무기체계의 40개 기능을 수행하기 위해 도출된 기능을 기반으로 물리아키텍처를 작성이 가능하다. 함정탐재 유도무기체계, 지휘무장통제체계 그리고 탐색 및 추적레이더 등의 구성요소를 계층구조 상에서 식별한 후 이를 바탕으로 물리적 블록선도를 완성할 수 있다. 기능분석을 통해 도출된 기능 요구사항과 기능 아키텍처를 기반으로 기능을 수행하기 위한 물리 아키텍처와 클래스 다이어그램(class diagram)을 Fig. 6과 같이 도출하였다.

4. 결론 및 향후 연구과제

시스템에 대한 임무(mission)와 기능(function)의 정의가 명확했던 과거와 달리 대부분의 미래 무기체계는 네트워크 기반 하에 다양한 플랫폼(센서, 슈터)이 연결되어 마치 하나의 거대한 시스템처럼 동작하는 복합시스템화로 될 것이다. 선진국의 경우 이러한 무기체계의 발전 속성에 따라 합동 미래운용개념으로부터 하향식 능력기반기획(CBP: Capabilities Based Planning)의 절차를 적용하는 것이 일반인 추세이다. 이러한 관점에서 본 연구는 기존의 연구에서 제시되지 않았던 복합시스템 함정의 핵심 무기체계인 유도무기체계의 최적의 운용개념 도출을 위한 논리를 제공하였다는데 큰 의의를

둘 수 있다.

본 연구의 한계점으로는 보안에 따른 정확한 입력과 라미터의 한계로 인해 해상기반 유도무기체계의 다양한 성능 특성을 고찰하지 못한 점이 있다. 향후 연구에서는 해상기반 유도무기체계의 다양한 운용환경에 따른 운용개념 도출을 통해 요구능력을 식별할 필요가 있다.

References

- [1] C. H. Kim, *INCOSE Systems Engineering Handbook*, WILEY, pp. 104-105, 2017.
- [2] G. Strengers, "Development of Operational Concept Descriptions (Analysing what the customer needs)", Tenix Systems Division, 2001.
- [3] G. M. Gross, The New Generation of Operational Concepts, *Small Wars Journal*, pp. 1-7, 2016.
- [4] K. H. Lee, "An Analysis of Functional Requirements of the ASBM Defense Systems," *Journal of Aerospace System Engineering*, Vol. 10, no. 3, 2016.
- [5] K. H. Lee, "A Quantitative Analysis of the Effects of Marine Environment on Naval Operations," *DSME report*, pp. 26-28, 2016.
- [6] Y. S. Kwon, "A Study on the Combat Effectiveness of SAAM," *ADD Report*, pp. 69-77, 2012.