운용 개념에서 시스템 요구사항을 정의하는 프로세스의 개발 및 특정 유도무기(ATACMS) 적용 사례

System Requirement Definition Process from Operational Concept and The Application Case-Study of ATACMS

이 중 윤*
Lee, Joong-Yoon

박 영 원**
Park, Young-Won

ABSTRACT

This paper describes system technical requirement development process from operational concept using computer-aided Systems Engineering tool(CASysE Tool-CORE). The army tactical missile system-ATACMS's technical requirements are developed by the process as a case-study. The scope of the work is context analysis and requirement definition process. The proposed process is as follows. At first, an integrated architecture could be developed from the operational concept. From the integrated architecture a capability needs, which includes KPPs, are generated. And the capability needs expanded according to the Mil-Std-961D format. Lastly, a system technical requirement could be generated automatically from the CASysE Tool-CORE.

주요기술용어 : System Requirement(시스템 요구사항), Requirement Definition Process(요구사항 정의 프로세스), Operational Concept(운영 개념), Missile System(미사일 시스템), Systems Engineering Tool(시스템 엔지니어링 도구), CORE, ATACMS : Army Tactical Missile System(육군전술미사일시스템)

1. 머리말

국방기획관리 기본규정에 따르면, 국방정보판단서 및 국방기본정책서를 바탕으로 합동군사전략서를 개발하며 이를 기반으로 합동군사전략목표 및 능력을 기획하고 국방연구개발계획을 수립하도록 규정하고 있으며, 합동군사전략서의 주요내용에는 합동전장운영개념을 별책으로 포함할 것을 규정하고 있다.[1] 그리고 합동군사전략서를 기반으로 합동군사목표기획서를 개발하여 여기에 합동무기체계기획서를 부록으로 포함할 것을 규정하고 있다. 또한 국방획득관리 규정에 따르면, 합동전장운영개념에 의한 중장기 전력소요를 제기하도록 규정하고 있다. 이와 같이 국내 국방 무기

* 국방과학연구소 연구원
** 아주대학교 시스템공학과 교수

체계의 개발의 필요성은 합동전장운영개념에서 도출되어야 한다고 규정하고 있다.[2]

미국의 경우, 국방획득규정(DoD5000 계열 문서)에 의하여 무기체계들이 개발되어 왔다. 미국방차관보(Deputy Secretary of Defense)의 지침에 따르면, 기존의 미 국방무기체계 획득 시스템은 다음과 같은 문제점이 있으며 이를 개선하기 위하여 획득 시스템을 개선하였다고 보고하고 있다. 기존의 무기체계 획득 프로세스에서 합동작전운용성능(Joint Capability)이 경험과 직관에 의존하여 결정되고 있음으로 인하여, (1) 합동전장운용개념(Joint Concept of Operation)에 따르지 못하는 무기체계가 개발되거나, (2) 무기체계들의 상호통합이 잘되지 않는 문제, (3) 무기체계 중복의 존재, (4) 진화적 획득이 구조화 되지 않는 문제 등을 현 요구사항 및 획득 프로세스의 문제점이라고 지적하고 있다.[3] 이를 극복하기 위하여, 새로운 미 국방무기체계 획득 시스템(DoDD 5000.1, DoDI 5000.2)에서는 합동전장운영개념을 수립 및 분석을 명확히 할 수 있도록, 해석적 도구를 사용하여 통합아키텍처(Integrated Architecture)를 구축하며, 이를 기반으로 최초 능력 요구서(ICD : Initial Capability Document)를 입력함으로써, 무기체계의 획득 프로그램이 시작되도록 하고 있다. 이러한 논의를 반영하여 미 국방획득 규정인 DoDD 5000.1, DoDI 5000.2는 2003년 5월 12일에 개정되었다.[4~5] 요구사항생성시스템(CJCSI 3170.01B) 또한 기존의 무기체계 개발의 입력문서인 사명요구사항서(MNS : Mission Need Statement)를 최초 능력 요구서로 대체하는 합동능력 통합 및 개발 시스템(CJCSI 3170.01C)으로 2003년 6월 24일 개정되었다.[6] 따라서 무기체계는 합동전장운영개념으로부터 개발되어야 함은 명확하나, 국내에서 이를 올바로 수행한 사례를 찾아보기는 어렵다. 이를 확인하기 위하여서는 다음과 같은 항목을 점검해 볼 수 있다.

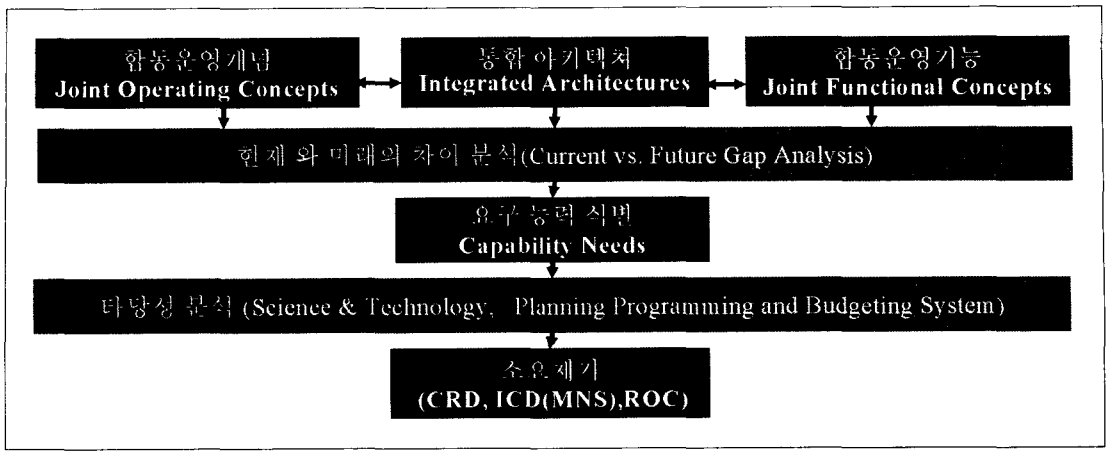
(1) 개념연구단계에서 합동작전운영개념서 입력 여부
(2) 개념연구단계에서 개발된 체계운영개념서 작성 규정 존재여부
(3) 합동작전운영개념서, 체계운영개념서 및 체계 기술요구사항서의 추적성 확보 여부

이러한 질문에 대하여 3개항 모두 긍정적인 대답을 기대할 수 있는 체계 개발 사례를 찾기는 어렵다.

본 논문은 합동작전운용개념을 모델화하고 이를 분석함으로써 합동작전운용성능을 개발하고, 이를 확장함으로써 체계기술요구사항을 개발하여 합동작전운용개념으로부터 추적성이 확보된 체계기술요구사항 및 시스템 규격서를 개발하는 프로세스를 제시하고자 하였으며, 또한 제시된 프로세스를 미 육군전술유도무기시스템(ATACMS : Army Tactical Missile System)를 대상으로 통합아키텍처 구축 및 해석을 통하여 시스템 규격서를 개발한 사례를 보이고자 하였다. 이 사례 구현에 사용한 시스템엔지니어링 도구로는 미국 Vitech Co.의 CORE를 사용하였다.

2. 모델기반 작전운용성능 개발 절차

합동능력 통합 및 개발 시스템(JCIDS : Joint Capabilities Integration and Development System) 프로세스에서는 능력(capability)을 정의하는 방법론으로 능력기반접근법(capability-based approach)를 사용하고 있다. 능력기반접근법은 능력이 어떻게 식별되고, 어떻게 표현되는지에 대한 공통적인 이해를 수립하기 위한 것이며, 하향식(top-down) 능력 식별 방법



[그림 1] 합동능력 통합 및 개발 시스템(JCIDS) 프로세스

론은 전투능력의 차이(gaps)를 식별하며, 그에 따른 위험(risks)을 식별하는 방법을 제공한다고 하였다. 그 절차는 향후 15~20년 후에 나타내고자 하는 합동 전력의 거동을 미래합동운영개념(JOpsC : Joint Operations Concepts)을 지침으로 하여, 군사작전의 범위에서 합동군사지휘부의 합동군사력 대응을 나타낸 합동작전운영개념(JOC : Joint Operating Concepts)을 개발하며, 합동작전운영개념을 기반으로 합동능력을 제공하는 합동작전기능개념(JFC : Joint Functional Concepts)들이 개발되고 통합된다. 이들 합동작전운영개념 및 합동작전기능개념으로부터 통합아키텍처가 개발된다. 통합아키텍처를 기반으로 합동전쟁능력을 개선하기 위한 능력 및 지원의 요구(gaps)를 식별하는 해석을 수행한다. 또한, 식별된 차이를 해결하는 능력을 표현하기 위한 능력정의(Capability Definition)는 다음 사항을 포함하여야 한다고 하였다. (1) 능력 정의는 적절한 효과성 척도(MOE : measures of effectiveness), 지원성, 시간, 거리, 효과 및 극복해야할 장애를 포함해야 한다. (2) 능력 정의는 특정 구현 수단으로 결정하도록 조장하는 편견이 없도록 일반적이어야 하지만, 그 능력을 구현하는 과정에서 대안을 평가할 수 있을 정도로 구체적이어야 한다.[6]

식별된 요구능력들은 기술기반 및 예산 검토 등의 타당성 분석 및 중장기 계획 활동을 통하여 무기체계를 소요제기 한다. 이러한 프로세스를 그림 1에 도시하였다. 이와 같이 합동능력 통합 및 개발 시스템(JCIDS) 프로세스는 통합아키텍처를 기반으로 미래 전장에서 요구되는 능력을 정의하는 프로세스를 제공함으로써 무기체계 소요제기가 타당성을 가지도록 하였다. 국내 국방획득 규정에서도 합동전장운영개념을 바탕으로 무기체계 소요제기가 이루어지도록 규정하고 있으나, 미국의 합동능력 통합 및 개발 시스템(JCIDS) 프로세스와 같은 관련 절차는 제시되지 않고 있다. 고도의 추상적 활동인 운영개념의 통합을 통한 소요 능력 정의를 보다 구체적으로 도출하기위하여서는 이를 안내하는 상세 절차가 필요하다.

이를 위하여 본 논문에서는 통합아키텍처 모델을 기반으로 요구능력을 도출하는 프로세스를 표 1과 같이 제시하였다. 이러한 절차는, 우선 현 무기체계의

운영개념을 각각 모델화하며, 각 무기체계의 운영 모델의 통합을 통하여 합동 전장운영개념을 모델화 하고, 통합된 거동모델로부터 전장에서의 통합된 물리적 아키텍쳐를 구성함으로써, 현황을 명확히 기술할 수 있도록 하였고 해석의 기반을 마련하였다. 그 다음 새로운 환경변화에 따른 새로운 기능(무기체계)의 필요성을 식별하기 위하여 미래 전장 환경을 가정하고, 새로운 환경에서 필요한 새로운 대응능력을 가정한 미래 전장운영개념을 개발한다. 개발된 미래 전장운영개념을 기존의 통합아키텍쳐에 반영함으로써 현 통합아키텍쳐와의 차이(Gap)을 식별하여 새로운 능력에 대한 소요를 판단할 수 있도록 하였다. 식별된 능력은 통합아키텍쳐 상에서 보다 구체적인 해석을 통하여 능력이 구체화 되어 목표성능 즉, 합동작전운용성능을 도출할 수 있게 된다.

[표 1] 합동작전운용성능 개발 절차

순	내 용
1.	현 무기체계 전장운영개념
2.	전장 운영개념 모델
3.	통합아키텍쳐 구성
4.	환경 변화 설정(미래 가정)
5.	새로운 대응 능력(Future Capability) 필요 식별
6.	새로운 능력을 사용한 대안 전장운영개념 생성
7.	통합아키텍쳐에 반영
8.	대응능력 분석
9.	작전요구성능(ROC) 도출

제안된 절차에 따르면, 새로운 무기체계를 획득하기 위한 소요제기로써, 합동작전운용성능이 개발자에게 제시될 때 합동작전운용성능의 개발 배경이 되는 합동전장운영개념을 같이 제시할 수 있다. 개발자는 합동전장운영개념 통하여 획득자 요구사항을 명확히 이해할 수 있으며, 통합아키텍쳐를 통하여 개발 목표에 대한 타당성 분석의 근거를 가질 수 있다. 즉, 전장운영개념 모델 및 통합아키텍쳐 모델을 개발자에게 제시함으로써, 무기체계 획득자인 군과 개발자는 작전요구성능(ROC : Required Operational Capability)을 명확히 이해할 수 있으며, 상호간 오류를 방지 할 수 있다. 뿐만 아니라, 개발자는 전장운영개념 모델 및 통합아키텍쳐 모델을 기반으로 개념설계 과정을 신속히 수행할 수 있게 된다.

이러한 작업은, 새로운 미 획득 프로세스에서 요구하는 바와 같이 해석적 도구를 사용하지 않고서는 현실적으로 그 복잡성을 해결하기가 어렵다. 따라서 본 논문에서는, 시스템엔지니어링 도구인 미국 Vitech Co.의 CORE를 사용하여 통합아키텍쳐 모델 구축 및 해석을 수행하는 과정을 구현 제시하고자 하였다.

3. 시스템 요구사항 개발 프로세스 및 관련 문서

3.1 운영 개념서의 종류

미 국방부에서 규정한 운영개념기술서(DI-IPSC-81430-Operational Concept Description)에 따르면 (1) 현 무기체계의 현황 기술, (2) 환경변화에 따른 운용개념의 변화로 인한 현 무기체계의 결함요소를 기술함으로써 새로운 무기체계의 필요성 또는 현 무기체계의 개선 필요성 명시, (3) 새로운 시스템 또는 변경 시스템의 개념, (4) 운영 시나리오 기술, (5) 운영적 관점에서, 조직적 관점에서, 그리고 개발과정에서 이해당사자들에게 미치는 영향 기술, (6) 제안된 시스템의 장단점 및 고려된 대안들 그리고 주요특성

과 비교연구(trade-offs) 착안점들을 기술하도록 되어 있다.[7] 이와 함께 IEEE-Std-1498의 운영개념서 규정, ANSI/AIAA의 운영개념서 규정은 모두 유사한 내용을 담고 있다.[8~9] 그러나, R. E. Fairley 및 R. H. Thayer는 기존의 이러한 표준 및 치침서들은 시스템 중심 또는 개발자 중심으로 작성되도록 되어 있으므로, 이를 사용자 중심으로 전환하는 운영개념서 작성 지침서를 제안하였다.[10] 또한 Gabb은 운영개념서를 사업초기 운영개념서(Front-end OCD)와 시스템 운영개념서(System OCD)로 구분하여 운영개념서를 보다 사용자 중심과 개발자 중심의 문서로 구별하였다.[11] 즉, 운영개념서는 사용자 중심의 운영개념서와 개발자 중심의 운영개념서로 구분할 수 있으며, 사업 초기단계에서 제시되는 사용자 중심의 운영개념서는 개발자에 의하여 보다 구체적은 시스템 운영개념서로 구체화 될 수 있다. 이러한 구분의 필요성은 사업 초기에 시스템 중심의 운영개념서가 개발되기 어렵기 때문이기도 하지만, 개발자는 입력되는 사업초기 운영개념서를 기반으로 시스템 운영개념서를 개발하기가 용이하므로 개발초기에 획득자와 개발자 간의 역할을 명확히 할 수 있는 장점 때문이기도 하다. 앞 절에서 기술한 모델 기반 작전운용성능 개발 절차에 따라 무기체계가 소요제기 되는 경우, 사업초기의 사용자 중심의 운영개념서를 개발자 중심의 시스템 운영개념서로 전환하는 작업은 합동전장운영개념 및 통합아키텍쳐를 사용하여 보다 용이하게 수행 할 수 있다.

3.2 운영 요구사항서 및 운영모드개요 및 임무프로파일(OMS/MP)

개발자는 운영개념서(OCD)를 기반으로 운영요구사항서(ORD : Operational Requirement Document)를 개발하게 되는데, 이는 시스템의 개발 및 운용 배경(Context)으로부터 시스템에 대한 요구사항을 기술한 문서이다. TRADOC Pam 71-9에서 기술된 시스템 운영요구사항서의 내용은 표 2와 같다.[12]

[표 2] 운영개념서(OCD) 내용

순	내 용
1.	운용능력에 대한 일반적인 서술
2.	위협
3.	현 시스템에서 부족한 요소
4.	요구되는 능력
4.1.	시스템 성능
4.2.	로지스틱 및 준비태세
4.3.	기타 시스템 특성
5.	프로그램 지원
5.1.	유지/보수 계획
5.2.	지원 장비
5.3.	인간-시스템 통합
5.4.	컴퓨터 자원
5.5.	기타 로지스틱스 고려사항
5.6.	지휘, 통제, 통신, 컴퓨터 및 지능(C4I)
5.7.	운송 및 운용장소
5.8.	표준화, 상호운용성 및 공용화
5.9.	지도 및 측지학 데이터 지원
5.10.	환경 지원
6.	사용처 및 시스템 소요량
7.	일정 고려사항

운영모드개요 및 임무프로파일(OMS/MP : Operational Mode Summary & Mission Profile) 기술서는 개발 대상이 되는 시스템이 미래 환경에서 어떻게 사용되는지에 대하여 보다 구체적으로 서술한 문서로써, 운영 요구사항에 대한 내용을 구조적이며 정량적으로 형상화하여 제공한다.[12] 그 내용은 운영모드 및 임무에 대한 정량적 목표 값과 각 운영모드 및

임무 별로 사용되는 환경이 정량적으로 기술되어 있다. 따라서, 운영모드개요 및 임무프로파일 기술서는 초기의 정성적인 서술이 많은 운영요구사항서(ORD)의 내용이 정량적으로 서술된 시스템 기술요구사항서(System Technical Requirement)로 전환할 수 있는 기준이 된다.

3.3 시스템 요구사항서

D. Buede는 Wymore의 분류기준에 따라, 요구사항의 종류를 입출력(Input/Output)요구사항, 기술 및 시스템일반(Technology & Systemwide)요구사항, 비교연구(Trade Off)요구사항, 시스템승인(System Qualification)요구사항으로 분류하였다.[13] 입출력 요구사항은 기능 및 성능과 관련된 요구사항이며, 기술 및 시스템 일반요구사항은 기술(Technology), 전문기술(-ilities), 비용 그리고 일정과 같은 제약사항들로 구성되어 있으며, 비교연구요구사항은 비용 관점에서 비교연구, 성능 관점에서 비교연구 그리고 비용-성능의 관점에서 비교연구를 수행하기 위한 요구사항을 나타내며, 이 비교연구 요구사항들은 입출력요구사항과 기술 및 시스템일반요구사항으로부터 도출된 목표계층구조(Objectives Hierarchy)와 함께 비교연구를 수행할 수 있게 한다. 시스템승인(System Qualification)요구사항은, 승인(Qualification)관련 데이터, 논증계획(Validation Plan), 검증계획(Verification Plan) 그리고 입증계획(Acceptance Plan)과 관련된 요구사항들로 구성되어 있다. 여기서, 비교연구요구사항과 승인요구사항을 제외하고 보면, 시스템 요구사항은 기능/성능 요구사항과 제약사항으로 분류할 수 있다. 또한, 통합아키텍처 모델을 통하여 개발된 합동작전운용성능은 새로운 무기체계가 가져야 하는 주요성능파라미터(KPPs : Key Performance Parameters)를 포함하고 있으며, 이는 개발 목표가 된다. 이 주요성능파라미터(KPPs)는 Buede의 분류체계에서 기능 및 성능 요구사항이 되며, 기능 및 성능 요구사항이 달성되는 시스템 배경(Context) 즉, 합동작전운영환경은 시스템 제약사항이 된다. 운영환경을 고려하면 시스템 거동모델은 구체화 되어 시스템 기

[표 3] 시스템 요구사항 구조

순	내 용
1.	시스템 범위
2.	적용 문서
3.	시스템 요구사항
3.1.	임무, 위험요소 및 운용모드
3.2.	기능 및 성능 요구사항
3.3.	시스템 제약사항
3.3.1.	신뢰성
3.3.2.	정비성
3.3.3.	배치성
3.3.4.	가용성
3.3.5.	환경조건
3.3.6.	운반성
3.3.7.	재료 및 공정
3.3.8.	전자파 방사
3.3.9.	제품 표기
3.3.10.	생산성
3.3.11.	확장성
3.3.12.	안전성
3.3.13.	인간공학
3.3.14.	보안성
3.3.15.	컴퓨터 자원 요구사항
3.3.16.	군수지원(Logistics)
3.3.17.	기술 자격 훈련
3.4.	인터페이스 요구사항
3.5.	요구사항 우선순위와 중요도
4.	시스템 검증 요구사항

능 및 성능요구사항을 정량적으로 정의할 수 있다. Buede의 분류체계의 기술 및 시스템일반 요구사항에 해당되는 제약사항은 운영모드 및 임무프로파일 기술서에 정량적으로 나타난 운용환경을 기초로 개발한다. 개발된 시스템 기능 및 성능 요구사항과 제약사항들은 시스템 규격서가 요구하는 분류체계에 따라 작성함으로써 시스템 요구사항서를 개발할 수 있다. 미 국방표준 규격서 작성법인 Mil-Std-961D에 따르면, 시스템 기능 및 성능 요구사항과 제약사항 등을 표 3과 같이 분류할 수 있다.[14]

4. 시스템 요구사항 개발 프로세스

통합아키텍처를 통하여 도출되는 작전운용능력(ROC)이 개발자에게 입력되면 개발자는 운영개념분석 및 환경분석 등을 통하여 시스템 요구사항을 구체화 시키며 이 과정은 운영개념서(OCD), 운영요구사항서 및 운영모드개요 및 임무프로파일 기술서의 문서를 차례로 개발하면서 시스템 요구사항의 진화과정을 공식 문서화 한다. 개발하는 과정에서 순차적으로 시스템 요구사항을 구체화 시켜나가는 문서가 된다. 개발자는 운영개념서(OCD)에서 출발하여, 요구사항을 수집하여 운영요구사항서(ORD) 및 운영모드개요 및 임무프로파일(OMS/MP) 기술서를 개발함으로써 시스템 요구사항의 기반을 마련한다. 이로써 획득자 및 사용자의 요구사항이 개발된 후 기타 이해당사자의 요구사항을 수집한다. 시스템 요구사항서에는 이외에도 수집된 요구사항들의 우선순위와 기능 및 성능요구사항과 제약사항에 대한 논증 및 검증요구사항을 개발하여 수록하여야 한다. 이와 같이 시스템 요구사항의 모든 요소가 수집되면, 시스템엔지니어링 프로세스에 대한 국제 표준인 EIA-632에서 규정된 요구사항 논증기준(Requirement Validation Criteria)에 따라 논증하는 과정을 통하여 시스템 요구사항은 시스템 기술요구사항으로 전환된다.[15] 논증된 시스템 기술 요구사항을 규격서 작성 표준에 따라 서술함으로써 시스템 기술요구사항서를 작성할 수 있다. 이와 같은 절차를 표 4에 정리하여 나타내었다.

[표 4] 시스템 기술요구사항서 개발 절차

순	내 용
1.	전장운영개념 모델 및 통합아키텍처 모델 입수
2.	모델 해석을 통하여 ROC & KPPs 논증
3.	시스템 운용환경 정의
4.	시스템 상태 및 모드 정의
5.	시스템 거동 시나리오 상세화
6.	시스템 거동 모델 구축 및 해석
7.	시스템 기능 및 성능 요구사항 정의
8.	시스템 제약사항 수집
9.	시스템 요구사항 논증
10.	시스템 기술 요구사항서 작성

본 논문에서는 이러한 프로세스를 가시적으로 보이기 위하여 ATACMS를 대상으로 시스템 기술 요구사항서 개발 프로세스를 적용한 결과를 다음 절에 서술하였다. 이 적용 사례는 위의 프로세스에서, 합동전장운영개념을 나타내는 통합아키텍처를 통하여 ATACMS의 임무프로파일을 도출하였고, 이를 기반으로 운영모드 및 임무프로파일 기술서를 개발하였다. 이를 기반으로 시스템 요구사항을 수집 및 시스템기술요구사항서를 작성하였다. 이 과정에서 유도무기 분야의 전문기술 자료는 인터넷 등에서 공개된 자료를 이용하였다.

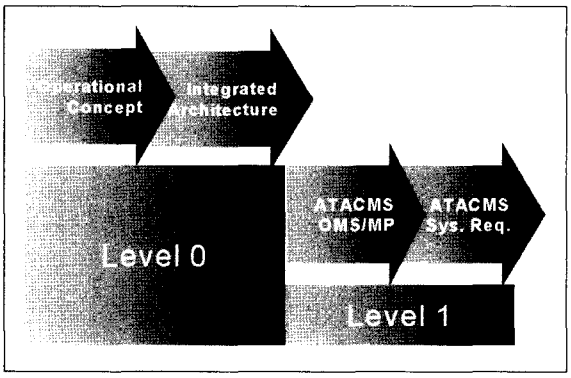
5. 미 육군 전술 유도무기 시스템(ATACMS) 적용 사례 연구

본 절에는 앞서 제시한 합동작전운영개념으로부터 시스템 요구사항을 개발하는 절차를 미국의 전술 유도무기 체계인 ATACMS를 대상으로 적용한 사례를 서술하였다. 합동작전운용성능 개발 프로세스는 표 1에, 시스템 요구사항서 개발 프로세스는 표 4에 서술하였으며, 이 두 프로세스를 ATACMS에 시범 적용한 내용을 그림 2에 요약하여 도시하였다.

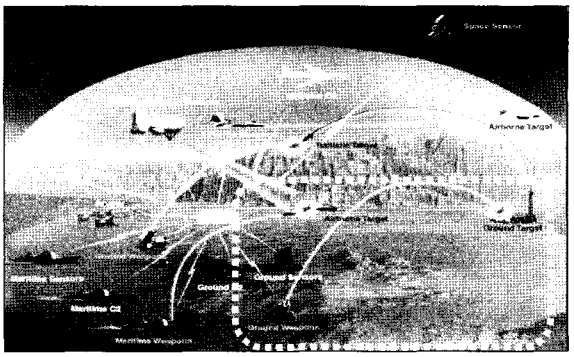
ATACMS의 운영개념과 관련된 공개된 야전교범을 연구하여 평문 또는 스케치로 군단전장운영개념을 기술하였다.[16~19]

5.1 합동전장 운영개념 및 통합아키텍쳐

합동전장운영개념은 그림 3과 같은 개념적 그림으로 나타낼 수 있다. 그림 3에서 육군 전술 유도무기 시스템이 다른 무기체계와 어떻게 합동전장 운영개념을 수행하는지 개념적 위치를 알 수 있다. 이러한 합동전장운영개념은 각 무기체계별로 운영개념이 분해되어 단위 무기체계의 운영개념이 수립된다.



[그림 2] 군단전장 운용개념에서 ATACMS 시스템 요구사항 개발 절차 개념도

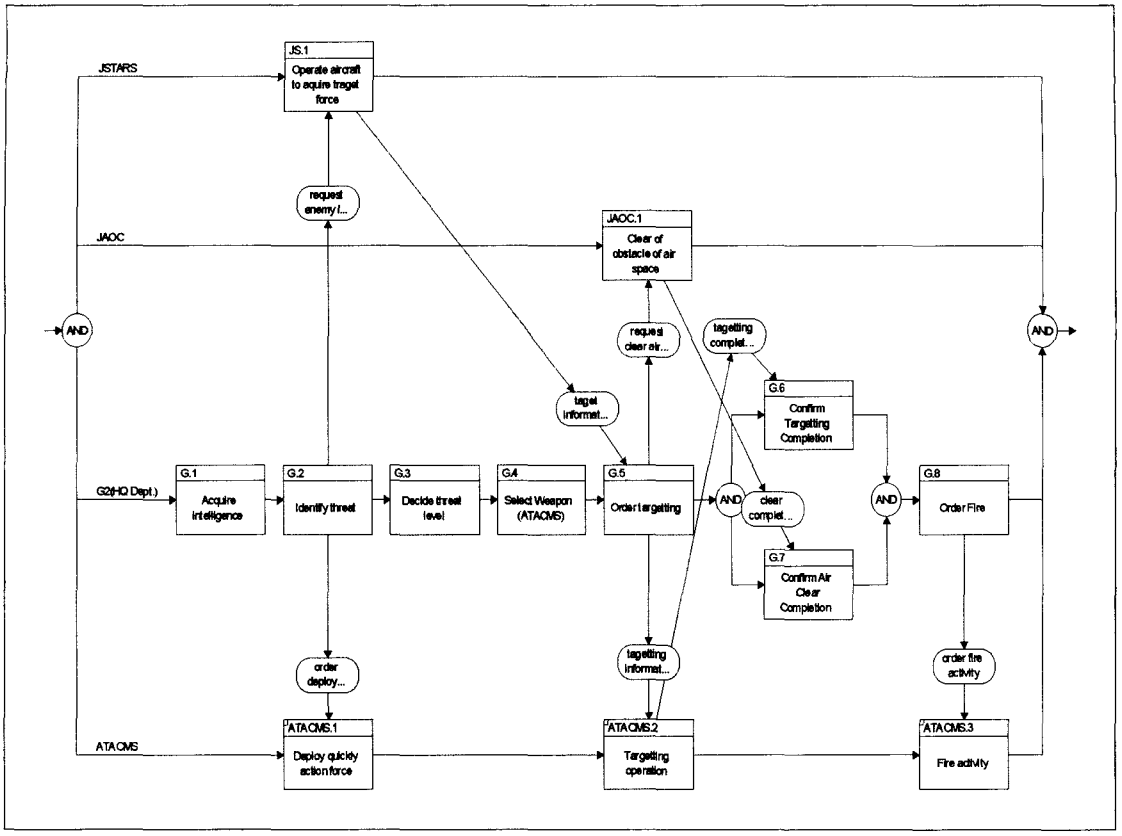


[그림 3] 합동전장 운영 개념도

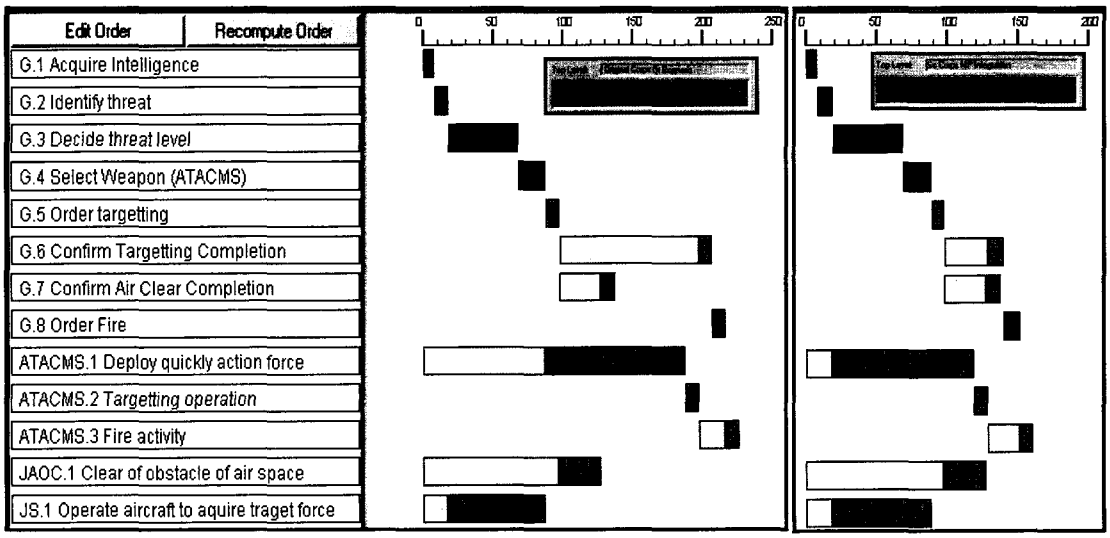
합동전장운영개념으로부터 도출된 단위 무기체계인 ATACMS의 합동운영개념은 표 5에 나타낸 바와 같이 운영 시나리오로 서술할 수 있다. 이와 같이 스케치된 합동운영개념 시나리오는 시스템엔지니어링 도구(CORE)를 사용하여 그림 4와 같은 거동모델로 구축하는 과정에서 보다 명확해질 수 있다. 운영개념의 타당성을 검토하기 위하여 구축된 거동모델의 시뮬레이션을 통하여 시간선 분석을 그림 5와 같이 수행하였다.

[표 5] ATACMS의 합동운영개념 시나리오

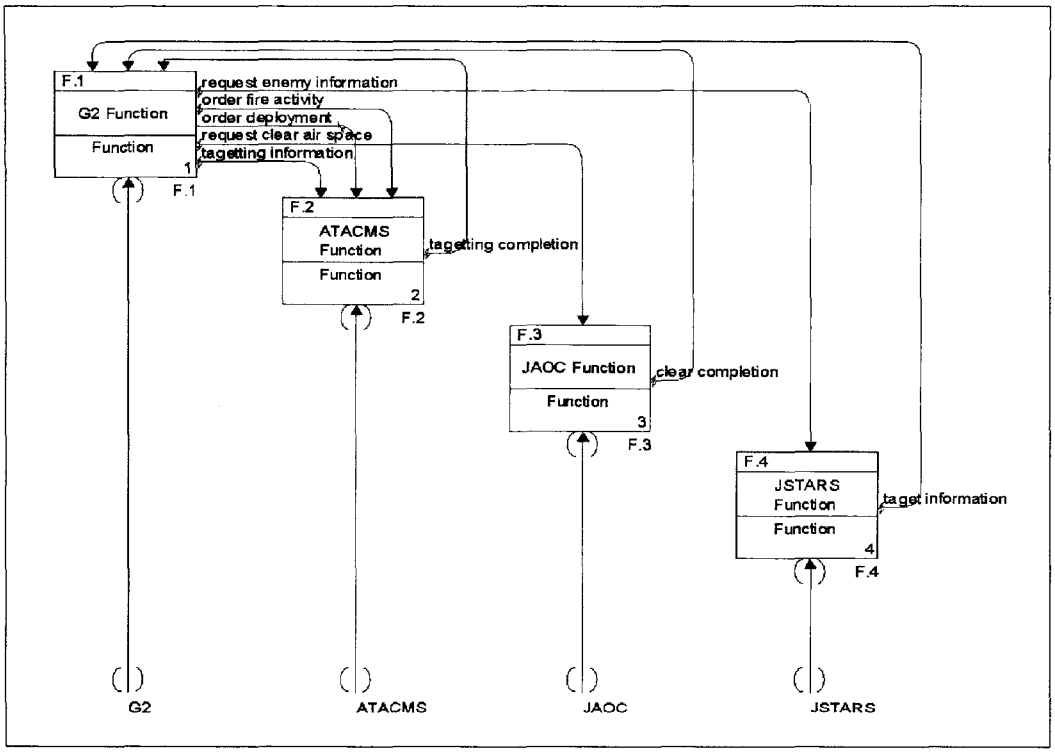
순	내 용
1.	경계선에 적 군사력이 증가하고 있다는 첩보입수
2.	합동전장감시체계(JSTARS) 가동
3.	적 목표물의 움직임이 구조적인 진격임을 식별
4.	기동타격대(ATACMS 포함) 배치
5.	합동전장감시체계의 목표물 획득
6.	위협수준 판단 및 대응 무기체계로 ATACMS 선정
7.	ATACMS 조준 프로세스 및 JAOC
8.	공역청소 완료 ATACMS 발사



[그림 4] ATACMS의 합동운영개념 거동 모델



[그림 5] ATACMS의 합동운영개념 거동 모델 Time Line Analysis



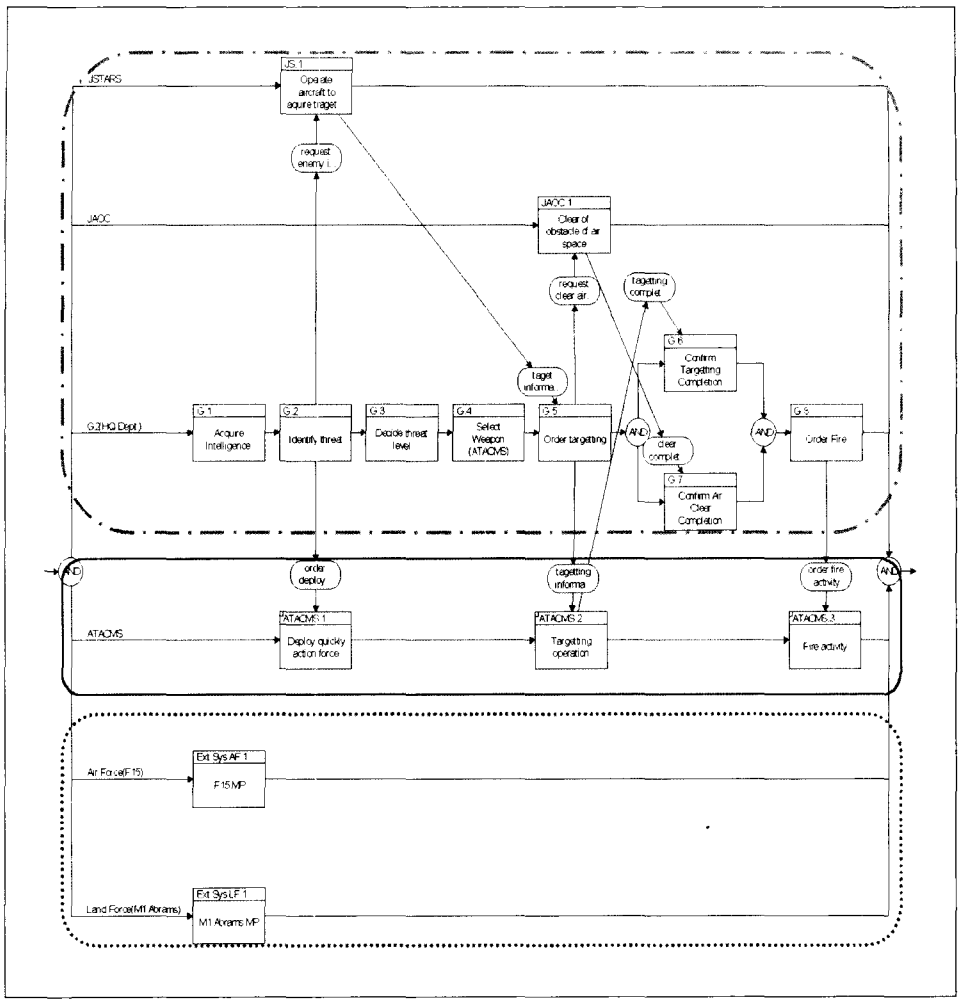
[그림 6] ATACMS의 합동운영개념 IDEF0

그림 5의 시간선 분석 결과로 나타낸 시간은 단위가 없는 상대적인 시간을 나타낸다. 초기 시나리오에 의한 총 거동 시간이 227.25 상대시간이 걸렸으며, 개선된 시나리오에 의한 시뮬레이션 결과는 총 151.92 상대시간이 소요되었음을 나타냄을 알 수 있다. 이 시간은 군단전장수준에서 작전 시간을 나타내며, 이와 같은 시간선 분석을 통해 보다 효과적인 작전운용개념을 개발할 수 있다. 선정된 시나리오에 의한 거동모델의 각 기능을 해당 시스템에 할당하고 인터페이스를 설정하며 각 시스템 간에 설정된 인터페이스를 통하여 교신되는 통신량을 분석함으로써 시스템 수준의 성능 요구사항을 개발할 수 있다. 그림 6은 군단 수준의 인터페이스 요구사항을 개발하기 위한 IDEF0 이다.

이와 같은 방법으로 타 무기체계의 거동모델을 구축하고 이를 통합함으로써 통합아키텍처를 개발할 수 있다. 그림 7은 전투기(F15)와 전차(M1 Abrams)가 합동전장 운영개념에 참여할 경우를 가정하여 통합된 통합아키텍처의 모습을 예시하였다. 실선은 ATACMS의 거동, 점선으로 표기된 부분은 타 무기체계의 거동을 나타내며, 일점쇄선은 군단 사령부(HQ) 기능, 합동전장감시체계(JSTARS) 기능 및 합동항공지원(JAOC) 기능을 나타낸다.

5.2 ATACMS 성능 요구사항

ATACMS의 작전요구성능을 도출하기 위하여서는 통합 모델에 자원 및 성능을 할당한 후 그림 5와 같은 시간선 분석을 수행함으로써 ATACMS 외부 인



[그림 7] 군단전장운용개념의 통합아키텍쳐

터페이스에서 요구되는 성능을 정의하고, 이러한 외부 인터페이스 요구사항을 완전하게 수행하기 위하여 ATACMS의 거동을 확장하여 운용모드와 임무거동(Mission Profile)을 구체적으로 나타내고 해석함으로써 성능 요구사항을 개발한다. 이러한 과정을 통해 개발된 성능 요구사항은 ATACMS 작전요구성능에 포함되며 다음과 같이 표현된다.(1) ATACMS의 사거리는 000Km 이어야 한다. (2) ATACMS는 군단 사령부의 배치 명령 후에 100상대시간 내에 배치하여야 한다. (3) ATACMS는 군단 사령부로부터 목표물 정보 수령 후 목표물 조준 절차를 10상대시간 내에 수행하여야 한다. (4) ATACMS는 군단 사령부로부터 발사명령 수령 후 5상대시간 내에 발사하여야 한다.

5.3 ATACMS OMS/MP 및 시스템 요구사항 개발

ATACMS의 운용모드와 임무프로파일(Mission Profile)을 모델에서 구현한 후, 이를 기반으로 ATACMS의 운영모드 및 임무프로파일 요약서

(OMS/MP)를 개발하였다. 개발된 ATACMS OMS/MP의 표지부분을 그림 8에 나타내었다. 전술한 바와 같이 이 문서는 ATACMS의 기능 및 성능 요구사항과 운영환경을 정량적으로 기술하고 있으므로, 이를 기반으로 제약사항을 수집 및 개발하였다. 수집 및 개발된 ATACMS 수준의 요구사항들은 EIA-632에서 제시하는 요구사항 문장논증기준(Statement Validation Criteria)에 의한 논증을 거쳐 시스템 기술 요구사항으로 전환되었다.[15]

5.4 모델기반 시스템엔지니어링

앞서 기술한 시스템엔지니어링 활동은 시스템엔지

The Army Tactical Missile System(ATACMS)
Operational Mode Summary / Mission Profile(OMS/MP)

1. Object System Description

육군 전술 유도무기 시스템(ATACMS : Army Tactical Missile System)은 다련장 로켓 시스템 (MLRS : Multiple Launch Rocket System)인 M270 발사대에서 발사되는 장거리, 전천후 지대지 또는 지대공 유도 미사일 체계이다. ATACMS는 군단 MLRS대대에 군단의 화력 경계선 내외의 표적에 대한 공격수단으로 배치된다. ATACMS는 합동 기동 부대(JTF : Joint Task Force)와 군단의 지휘관에게 오늘날의 아전용 대포(Cennon)와 로켓의 사정거리를 넘어 전장중심(Battlefield Depth) 전체의 적과 정밀 교전을 목적으로 작전(전술 및 전략)상의 화력 능력을 제공한다.

1.1 Component

1.1.1 System Hierarchy

그림 1 시스템 계층구조

1.1.2 System Context

a. G2 : 사단급 이상의 부대의 지휘관이 부대를 통수하는 본부(Headquarters Dept. for Intelligence)
b. ATACMS : 육군 전술 유도무기 시스템
c. JAOC : 지상군을 지원하는 항공작전의 지휘 협조를 위해 근접항공지원작전 및 기타 육군 지원임무를 계획, 조정하는 기구,
d. JSTARS : E 8A기를 이용하는 체계로서, 항공기에 지상화면을 시현할 수 있는 Multi Mode Radar를 장착, 적의 중심표적을 감시, 탐지 및 선정하고 이 자료를 지상수신소에 실시간으로 전파하는 체계,

1.1.3 System Internal Component

a. **Launcher** : Missile를 발사시키고 표적을 향해 방향을 주는 장치
b. **Missile** : 로켓-제트엔진 등으로 추진되며, 유도장치로 목표에 도달할 때까지 유도되는 무기
c. **FCS (Fire Control System)** : 사격 지휘체계와 사격통제장치를 자동으로 제어하는 시스템
d. **Resupply Vehicle** : 사격에 필요한 군수지원 임무와 탄약 재보급

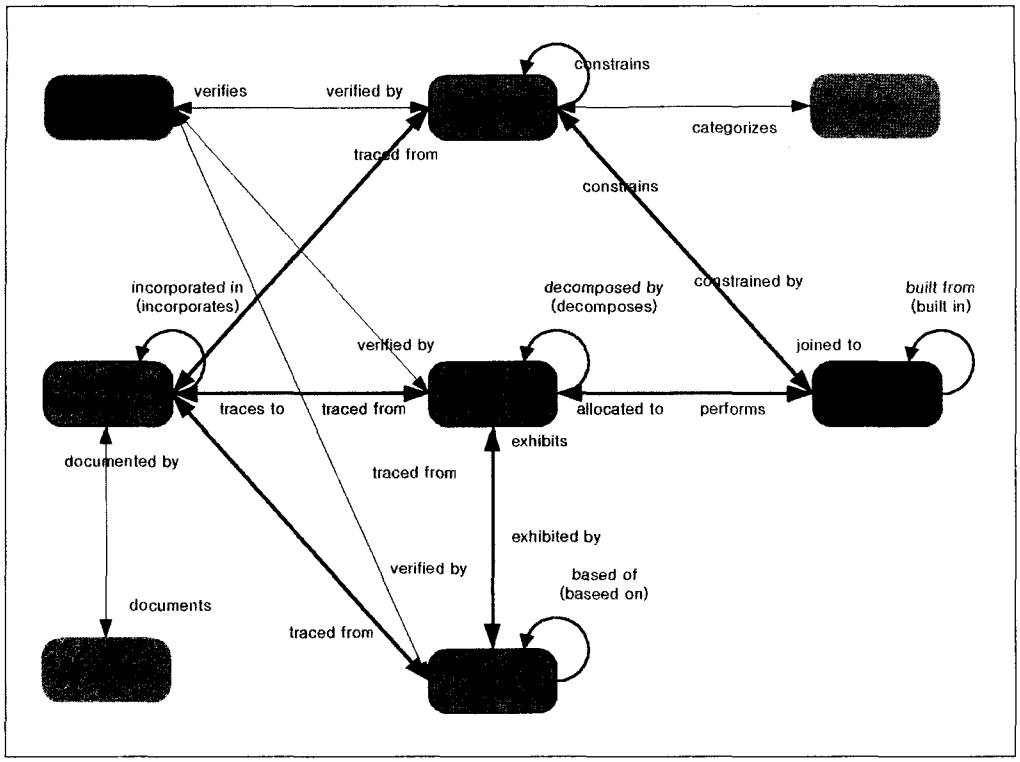
2. Mission

육군의 주력군(Objecttive Force)과 합동 부대 지휘관에게 적 무장군의 근접 전투에서 ATACMS는 적에게 위협적 영향을 주거나, 정지중인 적 무장군의 집합지역에 아군과 교전하기 전에 적 무장군의 전술적 이동을 지연시키고, 방해하며, 파괴하는 능력을 수행한다.

3. Operational Mode Summary (OMS)

육군 전술 미사일 시스템(ATACMS)은 적의 지대지 미사일, 대공 미사일, 지휘-통제-통신소, 헬리콥터, 전방

[그림 8] ATACMS OMS/MP



[그림 9] 시스템엔지니어링 설계 스키마(Schema)

니어링 도구(CORE)에 의하여 수행되었으며, 이 과정에서 사용되는 기술 데이터는 그림 9에 나타낸 시스템엔지니어링 설계 스키마(Schema)에 따라 데이터베이스화하였다. 시스템엔지니어링 도구(CORE)에 입력된 설계 데이터는 표 3에 나타낸 바와 같이 Mil-Std-961D에 따라 구성된 시스템 규격서 구조로 자동 출력될 수 있도록 하였다.

6. 맺음말

본 논문은 합동작전운용개념으로부터 시스템 요구사항을 개발하는 프로세스를 제시하였으며, 이를 가시화하기 위하여, 미국 전술유도무기체계인 ATACMS를 대상으로 모델기반시스템엔지니어링 설계데이터모델을 개발하였다. 그 결과 합동작전운용개념으로부터 ATACMS 작전요구성능(ROC), 운영모드 및 임무프로파일(OMS/MP) 기술서를 거쳐 ATACMS 시스템 규격서를 개발할 수 있었으며, 이러한 활동을 시스템엔지니어링 도구(CORE)를 사용함으로써 모든 기술데이터의 추적성이 확보된 체계개발활동을 수행할 수 있었다.

참 고 문 헌

[1] 국방부훈령 제700호, *국방기획관리 기본규정*, 국방부, 2003.5, pp.8~38, p.107.

[2] 국방부훈령 제733호, *국방획득관리 규정*, 국방부, 2002.2, p.9, pp.18~26.

[3] Center for Program Management(CPM) of Defense Acquisition University(DAU), New Deputy Secretary of Defense Guidance, http://www-tradoc. army.mil/dcscd/library.htm, 2002.11.

[4] Department of Defense(DoD), DoDD-5000.1, The Defense Acquisition System, DoD, 2003.5, p.5.

[5] Department of Defense(DoD), DoDI-5000.2, Operation of the Defense Acquisition System, DoD, 2003.5, pp.2~6.

[6] Chairman of the Joint Chiefs of Staff Instruction(CJCSI), CJCSI 3170.01C, Joint Capabilities Integration and Development System, DoD, 2003.6, pp.1~3, p.20.

[7] Department of Defense(DoD), MIL-STD-498, Operational Concept Description, DI-IPSC-81430, DoD, 1994.12, pp.3~7.

[8] IEEE, Guide for Information Technology-System Definition-Concept of Operations Document, IEEE Std 1362~1998, 1998.3.

[9] AIAA, Guide for the Preparation of Operational Concept Documents, ANSI/AIAA G-043-1992, 1993.1.

[10] R. E. Fairley and R. H. Thayer, "The Concept of Operations: The Bridge from Operational Requirements to Technical Specifications," Software Engineering, M. Dorfman and R. H. Thayer(eds.), IEEE Comp. Soc. Press, Los Alamitos, CA, 1997.

[11] Andrew P Gabb, "Operational Concepts-Some Variations", Systems Engineering, Test & Evaluation Conference, Sydney, Australia, 2002.10.

[12] U.S. Army Training and Doctrine Command, TRADOC Pamphlet 71-9, Requirements Determination, Department of the Army Headquarters, U.S. Army Training and Doctrine Command, Fort Monroe, USA, 5 November 1999, pp.214~218, pp.219~246.

[13] Buede, D. M., The Engineering Design of Systems. John Wiley & Sons, INC., New York, 2000, pp.125~135.

[14] Mil-Std-961D, Standard Practice for Defense Specifications, Department of Defense(DoD), 1995.3, pp.122~125.

[15] Electronic Industries Alliance(EIA), Process for Engineering a System(EIA-632), EIA Press, Arlington, 1999, pp.34~36, p.97.

[16] FM 6-20, Fire Support In The Airland Battle, www. adtdl. army.mil., 1988.5.

[17] FM 6-20-10, Tactics, Techniques, Aand Procedures For Corps Artillery, Division Artillery, And Field Artillery Brigade Operations, www. adtdl. army.mil., 1993.1.

[18] FM 6-60, Tactics, Techniques, And Procedures For Multiple Launch Rocket System(MLRS) Operations, www. adtdl. army.mil., 1996.4.

[19] FM 90-36, The Joint Targeting Process And Procedures For Targeting Time-Critical Targets, www. adtdl. army.mil., 1997.7.