

## 국방 상호운용성 요구사항의 핵심요소 도출

허 환<sup>1†</sup> 김 자희<sup>2</sup>

### 내용목차

1. 서론
2. 관련연구
3. 정의요소의 도출방법
4. 요소도출과 사례검증
5. 결론

---

1† 국방기술품질원(DTaQ) 책임연구원  
(교신 저자 Tel: 02-961-1510, Fax: 02-964-0198, E-mail: heo\_hwan@hanmail.net)

2 서울과학기술대학교 IT정책전문대학원 산업정보시스템공학과 교수

논문접수일: 2010년 11월 20일 게재확정일: 2010년 12월 20일  
논문수정일 (1차: 2010년 12월 16일)

## Elicitation of the Key Elements for Defense Interoperability Requirements

Heo, Hwan<sup>1†</sup>      Kim, Ja Hee<sup>2</sup>

### Abstract

The defense interoperability is gaining more and more importance as we experience the rapid progress in information technology. Problems pertaining to the acquisition of military systems are that the requirements for interoperability are not clearly defined. Therefore, it is very difficult to make an objective judgement as to whether the acquired military systems meet the interoperability requirements. In order to resolve the ambiguity of the interoperability requirements, the components of existing interoperability definitions are reorganized into a good structure based on the ontology. Based on this structure, this paper proposes a table of key elements for interoperability requirement. This table is then used to analyze the interoperability plans for ROK military systems acquisition. Based on the results of this analysis, some suggestions are proposed for improvement of the interoperability requirements.

*<Key Words> Interoperability, Interoperability requirement,  
Interoperability definition,  
Interoperability requirement key element*

## 1. 서론

앞선 정보기술로 무장한 한국 방위산업에서 생산하는 시스템들에 대한 상호운용성 보장은 미래 경쟁력의 핵심이다. 이러한 맥락에서 2009년 12월 31일 국방정보화 및 국방정보자원 관리에 관한 법이 제정되고, 제16조에 전략적 정보화를 위해 국방부장관은 상호운용성 시책을 강구토록 하였다. 이는 상호운용성의 중요성을 증명하는 사례로, 한국에서 상호운용성 업무가 태동한지 10여년 만에 법률에 명시했다는 점에서 의의가 크다. 하지만 미군이 1965년 베트남전에서 육군과 공군의 무전기가 통신이 안 되는 사건[13]을 계기로 1967년 C3장비의 상호운용성 정책과 절차를 담은 DoDD(Department of Defense Directive) 4630.5를 제정한 것에 비하면 한국은 상당히 늦은 편이라고 할 수 있다.

정보기술이 급격하게 발전함에 따라 핵심요소로 부각된 상호운용성은 E. Morris 외[18]가 너무 많은 상호운용성에 대한 정의가 존재하고 있기 때문에 그것을 정의하기가 어렵다고 지적한 것처럼, 그 광범위한 적용이나 중요도에 비하여 개념의 확립은 쉽지 않다. 예를 들어 야전 지휘관의 계획수립 시스템과 기상정보 시스템 사이의 상호운용성은 간단한 이메일 정도만을 요구하므로, 여기에서의 상호운용성은 이메일 수준의 정보교환으로 해석된다. 이에 반해 AWACS (Airborne Warning and Control System)나 Aegis 같은 복잡한 시스템 사이에서는 주위 환경 목표물에 대한 레이더 보고 자료의 공유를 위해 자동화된 업데이트가 빈번하게 요구되므로[18], 상호운용성은 실시간 정보교환과 그렇게 교환된 정보의 해석 및 공유까지를 포함한다.

이렇게 IT나 소프트웨어가 포함된 국방시스템을 생산하는 방위사업체나 획득·운영하는 현장에서 상호운용성의 이해 수준에 대한 차이점은 상호운용성 요구사항의 모호성으로 귀결되어 획득한 시스템이 요구된 상호운용성을 정확하게 확보했는지를 판단하는데 어려움을 겪게 한다[7]. 일반적인 시스템이나 소프트웨어 분야에서의 요구사항은 도출부터 추적관리에 이르기까지 많은 연구가 있었지만, 상호운용성 요구사항에 대한 연구는 상호운용성 평가 연구의 일부로 이루어졌거나, 거의 이루어지지 않았다. 즉 상호운용성의 범위는 어디까지인지, 또한 누가 언제, 어디까지 요구사항으로 요청하고, 상세히 명세하며 그것을 구현·평가해야 하는지 등 요구공학 관점에서의 상호운용성 요구사항에 대한 연구는 미진하다.

본 연구에서는 상호운용성의 요구사항을 보다 객관적으로 도출하는데 도움이 될 수 있도록 하기 위해 상호운용성 요구사항의 참조 기준이 될 핵심요소를 제안하고자 한다. 제안된 핵심요소를 한국군의 상호운용성 확보계획서 상의 요구사항과 비교하고

그 개념을 분석하고 기존 요구사항의 보완 방안을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장 관련연구에서는 상호운용성 요구사항에 대한 연구 내용과 각 연구의 미흡한 점을 제시한다. 3장에서는 상호운용성 요구사항 핵심요소 도출을 위한 방법론을 제시한다. 4장에서는 3장에서 제시한 방법론에 의해 상호운용성 요구사항 핵심요소를 제안하고, 한국군 상호운용성 확보 계획서상의 요구사항 항목과 실증적으로 비교·분석한다. 분석 결과에 의해 한국군 상호운용성 요구사항 분야의 개선방안을 제시한다. 5장에서는 연구 의의, 기대 효과 및 향후 연구방향을 제시한다.

## 2. 관련연구

전통적인 V 모델에서 개발 프로세스의 마지막 업무 중의 하나인 인수시험 또는 운용시험의 근거는 바로 이해 당사자 또는 사용자의 요구사항이다[15]. 따라서 어떤 개체들이 만족하게 상호운용한다는 것은 그들의 상호운용성 요구사항을 충족한다는 것과 같다. 즉 상호운용성 요구사항 도출이 상호운용성 달성의 출발점이 된다.

상호운용성 요구사항에 대해 S. Lauesen 외[16]는 ‘상호운용성을 다루는 요구사항’이라고 하였으며, OPF(Open Process Framework)<sup>3</sup>는 ‘요구되는 상호운용성의 정도를 명시하는 사용자 지향 품질 요구사항’이라고 하면서 상호운용성 요구사항의 목적은 어플리케이션이나 컴포넌트가 다른 특정 어플리케이션 및 컴포넌트와 상호운용하는 것을 보장해주는 것이라고 하였다. 또한 미 국방부의 지침인 DoDD 4630.8에 의하면 상호운용성 니즈는 상호운용성의 부족함이 식별된 하나의 조건, 상황 또는 능력이라고 하였다.

한편 상호운용성이란 단독 개체에서는 의미가 없으며 반드시 그 상대가 있을 때 필요한 요구사항이다. 따라서 상호운용성이 요구된다는 것은 어떤 시스템이나 구성품들이 서로 공통의 운용 요구사항을 가진다는 것이다. 만약 그러한 공통 운용 요구사항이 없다면, 시스템 개발자와 획득 관리자들은 상호운용성이 보장되는 어떠한 시스템도 제공할 의무가 없다[17]. 그래서 J. Hamilton 외[14]는 CAISR은 작전에서 중요한 데이터를 이동시키므로 이러한 형태의 데이터를 이동시키지 못하는 정보 시스템은 상호운용하는 작전요구 사항을 가지지 못한다고 하였다. 즉 상호운용성 요구사항이 존재해야 그것을 실현할 상황이 발생하는 것이다.

상호운용성 요구사항의 도출이나 그와 관련한 연구는 M. Leite[17]가 시스템 운용

(3) <http://www.opfro.org/Interoperability Requirements>.

요구문서(ORD)를 검토해서 시스템 상호운용성 요구사항이 있는지를 조사하고 발굴하는 것을 제안하였는데, 이는 상호운용성 평가를 위한 단계별 활동 과정의 일부로 수행되어 그 과정이나 방법론에서 취약하다.

상호운용성을 측정하기 위해 다양한 모델의 연구가 있었으며, 그 안에 상호운용성 속성이 포함되어 연구되었다. 대표적인 것이 LISI(Level of Information System System) 모델[10]이다. 이 모델은 정보체계의 잠재적인 상호운용성 수준을 가늠하기 위해 제안한 능력모델의 절차, 어플리케이션, 기반 및 데이터 등 4개의 상호운용성 속성을 기반으로 하고 있는데, 이 4가지 속성이 상호운용성 요구사항과 관련이 있다. 그 후 LISI 모델을 개선하거나 일부 보완한 연구가 많이 있었는데, 상호운용을 하기 위한 조직들의 준비상태, 지식과 정보를 공유하거나 통신 하는 양, 조직 명령 체계와 문화 등 4개의 속성을 수준화한 OIM (Organizational Interoperability Maturity Model)[9], 다른 기술적 모델에서 적용하지 못한 개념적인 상호운용성 수준을 표현한 모델로서 데이터와 인터페이스 문서에 중점을 둔 LCIM(Levels of Conceptual Interoperability Model)[19], 그리고 복합체계를 개발하고 통합하는 관점에서 유용한 SOSI(System of Systems Interoperability)[18] 등이 그 예이다. 그러나 이러한 모델들은 다양한 상호운용성 요구사항과 관련이 있는 속성을 포함하여 제안하고 있지만, 그 속성에 대한 특화된 연구보다는 속성을 선언하고 그 속성별 수준을 결정하는 연구가 대부분이다.

한편 국내에서 상호운용성에 관한 연구를 보면, 강성원 외[1]는 상호운용성 시험평가 체계와 방법론에 대해서, 홍장의 외[8]도 상호운용성 평가 척도와 시험평가 방법 등에 대한 연구가 있었다. 이러한 연구는 기존의 상호운용성 척도를 활용한 시험평가 방법에 주안점을 두었다.

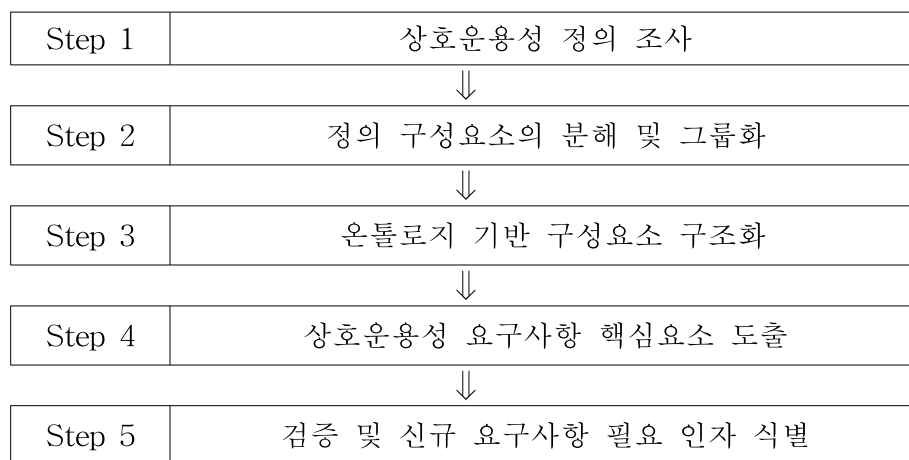
한편 배현섭 외[2]는 LISI에 의거하여 질의평가 방식으로 정보체계 간의 상호운용성 수준을 측정하는 SITES(Systems Interoperability Test & Interoperability Evaluation System)를 개발하고, 거기에 추가하여 오행록 외[4]는 무기체계 및 내장형SW가 탑재된 무기체계까지 측정할 수 있도록 모델을 확장하고, 한익준 외[6]는 평가 요소도 기술뿐만 아니라 비기술 요소까지 망라한 연구를 하였다. 그러나 이러한 연구는 기 연구된 모델의 속성을 활용하여 평가시스템을 확장한 연구로서 상호운용성 속성이나 요구사항 연구와는 방향이 다르다.

이처럼 상호운용성 요구사항을 도출하는 것과 관련된 연구 사례는 거의 없으며, 대부분 상호운용성 평가를 위한 모델의 개발과정에서 속성의 일부로 포함되어 연구됨으로써, 실제로 사용자가 상호운용성 요구사항을 도출하고자 하는데 직접 도움이 되지 못하고 있다.

### 3. 정의요소의 도출방법

무기체계나 정보체계의 국방 획득사업에서 상호운용성 확보를 위한 첫 출발은 그 요구사항을 명확하게 설정하고 그것을 구현하는 것이다. 이러한 상호운용성 요구사항을 도출함에 있어서 누락됨이 없이 구조적으로 명세할 수 있도록 도움을 줄 수 있는 참조 인자가 있다면 대단히 유용할 것이다.

본 연구에서는 상호운용성 요구사항 도출을 위해 참조할 수 있는 핵심요소를 식별하여 온톨로지 기반으로 구조화하는데, <그림 1>과 같은 단계별 프로세스를 거친다.



<그림 1> 상호운용성 요구사항 핵심요소 도출 프로세스

#### 3.1 정의의 용어조사

상호운용성 요구사항이 무엇인지를 결정하기 위해서는 그것의 근거가 될 출발점이 필요하다. 그 객관적인 출발 정보는 바로 상호운용성 ‘정의’이다. 왜냐하면 어떤 용어의 정의(definition)는 ‘그 용어의 의미나 사물의 형태를 기술한 구절<sup>4)</sup>이며, 따라서 어떤 속성의 요구사항 정보를 보다 구체적으로 가지고 있는 것이 그 속성의 ‘정의’라고 할 수 있다.

상호운용성은 개념적으로 광범위하며, 상호운용성에 대한 정의 또한 다양하다. 이렇게 다양하게 사용되고 있는 정의들은 학술데이터베이스를 통하여 국내·외 민간 및 국방 분야를 망라한 각종 논문, 컨퍼런스 발표 자료 등을 검색하고, 국제표준 및 위키피디아 등 용어 관련 웹 등도 조사하여 수집한다.

(4) <http://en.wikipedia.org/wiki/Definition>.

### 3.2 구성요소의 분해

상호운용성 정의들은 주요한 명사와 동사를 포함하여 적게는 수 개의 단어에서 많게는 수십 개의 단어들로 구성되어 있다. 그 구성요소들은 ‘참여 개체’, ‘참여 개체의 행위’ 및 ‘행위의 대상 개체’로 그룹화 할 수 있다. 이러한 정의에는 상호운용성 속성을 보다 구체적으로 표현해주는 정보를 포함하고 있으며, 이러한 정보가 상호운용성 요구사항을 도출하는데 실마리를 제공한다.

T. Ford 외[12]가 가장 많이 인용되고 있다고 한, 1977년 미 국방부의 상호운용성 정의인, ‘시스템, 부대, 군들이 다른 시스템, 부대, 군들과 서비스를 주고받을 수 있고, 그렇게 교환된 서비스를 활용하여 서로가 효과적으로 작전(운용)할 수 있도록 해주는 능력’을 예로 들어 설명한다. 이 정의의 구성요소들을 살펴보면, 명사는 주어 성격으로 상호운용성에 관련되거나 참여하는 개체(시스템, 부대, 군)와, 목적어 성격으로 행위 대상의 개체(서비스)를 나타낸다. 동사는 상호운용성의 동작이나 행위(주다, 받다, 사용하다)를 나타내며, 부사와 결합하여 그 행위의 목적(효과적으로 작전하다)을 나타내기도 한다. 이 구성 단어들을 집합의 형태로 표현하면 다음과 같다.

참여 개체: P(participants)= {군(forces), 부대(units), 시스템(systems)}

참여 개체의 행위: A(activities)= {주다(to provide), 받다(to accept), 활용하다(to use)}

행위의 대상 개체: O(objects)= {서비스(services)}

행위의 목적: PP(purpose)= {효율적으로 작전을 하다(to operate effectively)}

이러한 방법으로 조사된 상호운용성 정의를 모두 구성 단어 단위로 분해하고 그것은 P, A, O 및 PP로 구분하여 분류한다.

### 3.3 구성요소의 구조화

각 그룹별 정의 구성요소 단어들은 내포하는 의미가 여러 가지이며, 또한 같은 그룹 내의 구성요소들의 레벨도 다양하다. 이러한 단어들의 의미를 단의화하고, 각 단어들 간의 관계를 규명한다면 각 그룹 내의 구성요소들의 관계를 구조화할 수 있다.

본 연구에서는 상호운용성 정의의 구성 단어의 의미와 그 관계를 조사하기 위해서 대표적인 언어 온톨로지 구축 프로젝트로 개발된 워드넷(WordNet)<sup>5</sup>을 이용한다. 워드넷은 언어 심리학 분야에서 인지 과학의 초석을 제공한 G. Miller의

(5) <http://wordnet.princeton.edu/PWN>.

주도 하에 개발한 대규모 온라인 영어 어휘 추천 시스템으로 <표 1>은 그 규모를 보여준다. 본 연구에서는 미국 Princeton 대학교에서 제공하는 WordNet 2.1 for Windows를 활용한다.

<표 1> 워드넷의 어휘 규모

버전	발표연도	어휘 규모		
		어형	동의어집합 (신셋)	어의
WordNet 2.1 for Windows	'05	155,327	117,597	207,016
WordNet 3.0 for UNIX-like systems	'06	155,287	117,659	206,941

워드넷에서는 개념을 표상하는 최소 단위를 신셋(synset : synonym set)이라고 하는데, 이는 동일한 어휘 의미(word meaning)를 가지는 동의어 집합이다. 상호운용성 정의 구성요소 중에서 참여 개체의 한 형태인 system이라는 단어를 예로 들어 설명한다.

워드넷에서 system은 9개의 신셋으로 구성되어 있다. 그 신셋 중에는 scheme, instrumentality, organization, arrangement 등이 있는데, 예를 들면 system1은 scheme3으로 의미를 구분하는데 이는 a group of independent but interrelated elements comprising a unified whole의 뜻을 가지며, system2는 instrumentality3으로 의미를 구분하고 an artifact that is instrumental in accomplishing some end의 뜻을 가진다. 마찬가지로 system의 6번째 의미인 system6은 organization7로 an ordered manner; orderliness by virtue of being methodical and well organized의 뜻을 가지며, system9는 arrangement3으로 an organized structure for arranging or classifying의 의미이며, 이렇게 의미를 구분하여 표현함으로써 각 단어의 중의성을 없앨 수 있다.

명사와 동사의 경우, 각 신셋에서 하의(hyponym)는 상의(hypernym)와 함께 쌍을 이루어 isA 계층 관계를 나타낸다. 상의어는 총체적이고 보편적 의미자질을 하의어에 물려주고, 하의어는 이를 승계(inherit)하고 직접 상의어를 구별해 줄 자질을 적어도 하나 이상 가진다. 따라서 system2의 부모 관계인 상의어(isA 관계)로 instrumentality 등이 있고, 자식 관계인 하의어로 computer system 등이 있다.

형제어(coordinate)는 부모 관계인 상의어 집합인 instrumentality 등의 하위어 집합으로 device 등이 있다. 이러한 형제어는 상세화 구조에서 보면 동일한 수준에 존재한다고 할 수 있다.

다시 말해 본 단계에서는 워드넷을 이용하여 상호운용성 정의 구성요소 집합인 참여 개체(P), 행위(A) 및 행위의 대상 개체(O) 각각에 대하여, 해당 부분 집합 단어를 워드넷을 사용하여 부모·자식 관계, 전체·부분 관계 또는 형제 관계 등을 규명한다.

### 3.4 핵심요소의 도출

본 단계에서는 앞 절에서 연구된 모든 상호운용성 정의 구성요소 관계를 종합하고 계층화하여 그 결과를 핵심요소 테이블로 작성한다. 테이블은 참여 개체(P), 행위(A) 및 행위의 대상 개체(O) 각각의 구성요소의 상하 관계를 결정하고, 그 상하관계의 상세화 정도를 0에서 5까지의 수준으로 나누어 분류한다.

여기에서 수준 0은 상호운용성 관점에서 더 이상 하위로 쪼갤 수 없을 정도의 가장 낮은 수준, 즉 가장 높은 상세화 정도이며, 숫자가 커질수록 상세화 정도는 낮아지고 포괄도는 높아져서 수준 5가 가장 광범위한 구성요소가 된다.

이 때 참여 개체(P), 행위(A) 및 행위의 대상 개체(O) 각 그룹별 핵심 구성요소는 서로 관련성이 있지 않기 때문에 각각 독립적으로 작성한다.

### 3.5 요구사항의 식별

여기에서는 앞 단계에서 제시한 상호운용성 요구사항 핵심요소 테이블을 비교 참조 기준으로 삼아서 한국군에서 사용 중인 상호운용성 확보계획서 상의 상호운용성 요구사항과 비교, 분석한다.

먼저 한국군의 상호운용성 확보계획서 구성 각 항목들에서 상호운용성 요구사항이 될 수 있는 항목들을 식별해낸다. 이렇게 식별된 상호운용성 요구사항 집합이 얼마만큼 완전한지를 판단하기 위하여 앞에서 제안한 한 핵심요소 테이블과 비교하여 그 차이를 비교한다. 그 이후 한국군에서 상호운용성 요구사항으로 필요한 인자가 누락되었거나, 미처 착안되지 못한 신규 요구사항 인자를 식별하여 보완안을 제시한다. 이를 통하여 본 연구에서 제시한 상호운용성 요구사항 핵심요소 테이블이 실제로 적용될 수 있는지에 대한 유효성과 적용성을 판단할 수 있다.

## 4. 요소도출과 사례검증

### 4.1 정의수집의 조사

문헌조사를 통하여 수집된 상호운용성의 정의는 총 76개로 <표 2>와 같이 다

양하다. 그 중에서 미국과 한국의 정의를 각각 1개씩 예를 들면, 1974년 미국에서 처음 발표된 정의는 ‘하나의 서비스 체계가 다른 서비스 체계에서 전송된 상호 관심 있는 이해 가능한 정보를 받아서 처리할 수 있는 능력[11]’이며, 한국에서는 ‘두개 이상의 시스템(컴퓨터, 통신기기, 데이터베이스, 망 및 기타 정보기술)이 상호연결(interact)을 하고 예측 가능한 결과를 달성하기 위해 데이터를 교환할 수 있는 능력[5]’이라는 정의가 1995년에 발표되었다.

본 연구에서 수집된 정의가 현재까지 발표된 정의를 모두 포함하고 있다고 볼 수는 없지만, 2006년 T. Ford 외[12]가 상호운용성의 형태적인 분류를 연구할 때 수집한 정의 34개에 비하면 2배 이상으로, 분석 대상으로서의 수는 충분하다고 할 수 있다.

<표 2> 조사된 상호운용성 정의

정의수	국방			민간		
	소계	국내	국외	소계	국내	국외
76	33	6	27	43	6	37

이러한 정의들은 국방 분야에 사용되는 것이 총 정의 수의 43%인 33개이며, 민간분야에서 사용되는 것은 57%인 43개이다. 국내에서 사용된 상호운용성 정의는 12가지로 조사되었으며, 국방 및 민간 분야는 각각 6개씩이다. 이러한 정의들은 표현만 조금씩 상이하고 전체 의미는 유사한 것들도 있지만, 상당수 정의들은 적용 도메인별로 또는 형태에서 상당한 차이가 있을 뿐만 아니라 내포하는 의미와, 범위 그리고 상세성의 정도 등에서도 다양하다.

## 4.2 구성요소의 분해

상호운용성 정의로부터 식별된 단어들은 참여 개체(P), 참여 개체의 행위(A), 그리고 행위의 대상 개체(O)로 분류하였으며, 그 빈도수를 나타낸 것이 <표 3>이다. 여기에는 국외뿐만 아니라 국내 정의도 포함하여 분석하였다.

구성요소의 분류 결과 상호운용성 정의에서 나타난 참여 개체는 34형태로 그 중에서 가장 많이 나타나는 참여 개체(P)는 ‘systems’이며 45%의 정의에서 사용되고 있고, 국방 분야 정의에서만 나타나는 참여 개체인 ‘군’과 ‘부대’로 표현되는 ‘forces’와 ‘units’도 각각 7번씩 나타났다. 참여 개체의 행위(A)는 30 형태이며 ‘to exchange’가 28회로 전체 정의의 37%에서 사용되고 있으며, to use가 13회, to operate가 12회 및 to share가 10회씩 사용되고 있다. 그리고 행위 대상의 개체

(O)는 11 형태이며, 빈도는 information이 24회인 32%, data가 17회인 22%. services가 13회인 20%이다.

<표 3> 상호운용성 정의 구성요소의 형태별 빈도 분포

참여 개체(P)	빈도	참여 개체의 행위(A)	빈도	행위의 대상 개체(O)	빈도
<b>systems</b>	<b>34</b>	<b>to exchange</b>	<b>28</b>	<b>information</b>	<b>24</b>
<b>forces</b>	<b>7</b>	<b>to use</b>	<b>13</b>	<b>data</b>	<b>17</b>
<b>units (military)</b>	<b>7</b>	<b>to operate</b>	<b>12</b>	<b>services</b>	<b>13</b>
communicating entities	5	<b>to share</b>	<b>10</b>	materiel	2
components	5	to communicate	9	tasks	2
application softwares	4	to work together	7	assemblies, repair parts	1
computer systems	4	to interact	6	contents	1
networks	4	to provide	4	applications	1
products	3	to accept	3	functionality	1
users	3	to cooperate	3	programs	1
elements	2	to execute	3	softwares	1
equipment	2	to interoperate	3	<b>11 types</b>	<b>65</b>
information systems	2	to access	2		
operating systems	2	to construct	2		
organizations	2	to interchange	2		
programs	2	to maintain	2		
softwares	2	to process	2		
units	2	to receive	2		
communicating systems	2	to transmit	2		
a set of M&S	1	to accomplish	1		
agencies	1	to be interconnected	1		
C4I nodes	1	to be linked together	1		
coalition partners	1	to connect	1		
devices	1	to couple	1		
entities	1	to function	1		
industries	1	to integrate	1		
items	1	to interpret	1		
machine	1	to manage	1		
parties	1	to perform	1		
program offices	1	to transfer	1		
signal formats	1	<b>30 types</b>	<b>126</b>		
something	1				
transmission media	1				
<b>34 types</b>	<b>108</b>				

### 4.3 온톨로지기반의 구조화

#### 1) 구성요소의 의미관계

<표 4>는 워드넷을 활용하여 참여 개체(P) 단어들에 대한 의미 및 관계를 조사한 내용의 일부이다. 이러한 방법으로 참여 개체뿐만 아니라 참여 개체의 행위(A), 그리고 행위의 대상 개체(O)를 포함하여 구성 단어 전체를 조사하였다.

<표 4> 워드넷에 의한 참여 개체의 의미 및 관계 조사표 일부

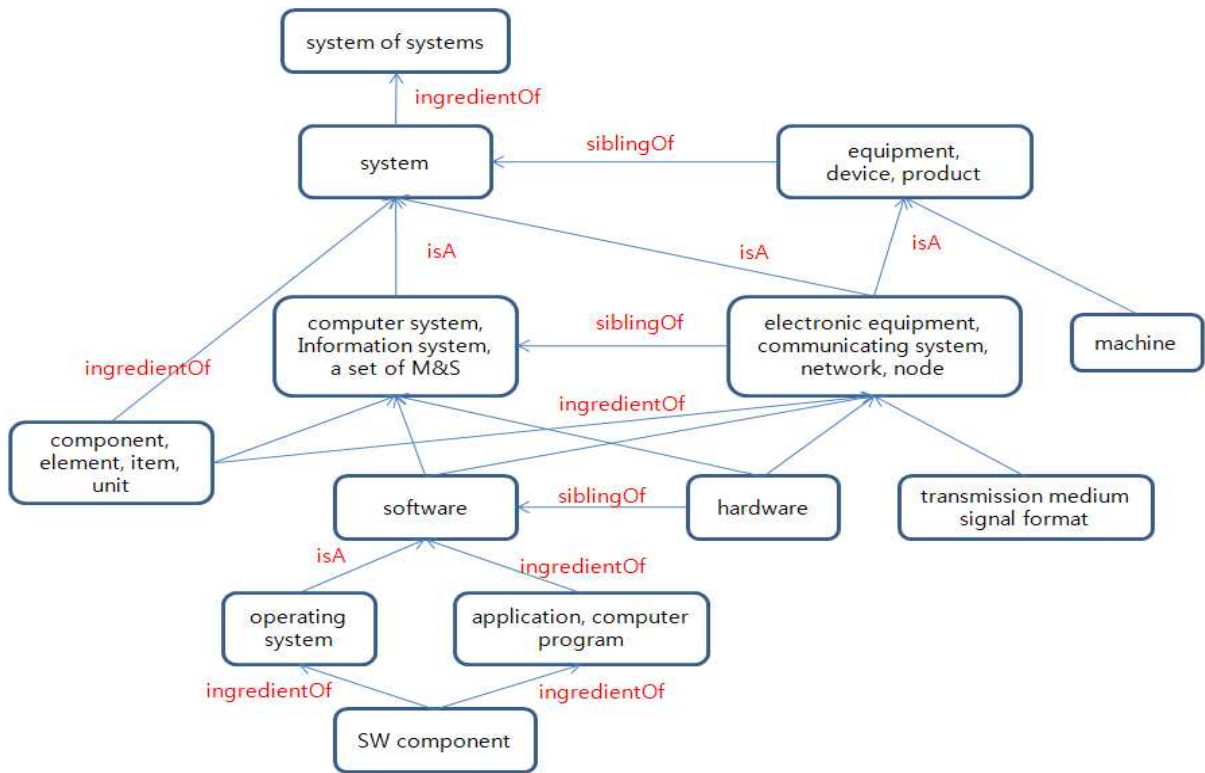
Participants (~)	WordNet 2.1 Browser			
	Synonyms (synset)	Hypernyms, -- (~ is a kind of --)	Hyponyms, -- (-- is a kind of ~)	Coordinate terms
system2	system2	instrumentality, instrumentation, ...	computer system, information system, network, ...	connection, device, equipment, weapons system, medium, ...
component3	component, constituent, element	part, portion, ...	computer hardware, ingredient, module, ...	fraction, component, element, ...
software	software program, computer software,	code, computer code, ...	operating system, ...	
organization1	organization	social group/group	line of defense, defense, defense force, unit, force, party, ...	society, gathering, asssemblage, force, ...
force1	military unit, military force	unit, social unit, organization, ...	command, task force, army unit, air unit, ...	military unit, military force, task force, ...

여기에서 상호운용성 정의에서 나타난 참여 개체 구성요소인 system을 예로 들어 설명하면, 그의 뜻은 9가지의 의미를 가진 것 중에서 하나로 워드넷에서 식별한 2번째 의미인 system2이며, 이는 상위 개념의 단어가 instrumentality 등이며, 하위 자질로서는 computer system 등이 있다. 형제어(Coordinate terms)는 instrumentality의 하위어에 해당되는 개념이며 device, equipment 등이 있다. 따라서 device, equipment 등은 system과 같은 상세화 레벨로 분류되어야 함을 알 수 있다.

#### 2) 구성요소의 계층화

앞에서 조사된 각 구성 단어별 관계를 이용하여 참여 개체(P)에 대한 계층도를 <그림 2>와 같이 그렸다. 이러한 연구 절차는 참여 개체의 행위(A) 및 행위 대상의 개체(O) 구성 단어들에 대해서도 동일하게 적용하여 각각의 관계와, 계층을 구별하였다.

본 계층도에서 볼 수 있는 바와 같이 가장 상위의 상호운용성 참여 개체로 system of systems가 있고 그 아래에 system → computer system → software → operating system → software component 순서로 참여 개체가 세분되어지고 있음을 알 수 있다. 다시 말하면 ‘system’ is ingredientOf ‘system of systems’, 또는 ‘computer system’ isA ‘system’의 관계가 있으며 화살표를 시작하는 부분이 주어로서 자식이며, 화살표가 가리키는 부분이 상위 개념의 참여 개체이다. 한편 계층도에서 system의 우측 사각형 안에 있는 equipment, device 등은 서로 형제 관계에 있으며, 사각형 내의 구성요소들도 각각 서로 형제관계에 있다. 동일하게 computer system 등과 electronic equipment 등이 형제관계에 있음을 의미한다.



<그림 2> 온톨로지에 의한 참여 개체(P)의 계층화

### 3) 요구사항의 핵심요소

앞의 연구 결과를 모두 종합하여 나타낸 것이 <표 5>의 계층별 상호운용성 요구사항 핵심요소 테이블이다. 이러한 테이블은 상호운용성 요구사항을 도출하는데 중요한 참조 정보로 활용할 수 있다.

구성요소별 레벨은 가장 상세 수준인 레벨 0에서부터 가장 광범위 수준인 레

벨 5까지 6단계로 구분하였다. 여기에서 각 레벨은 해당되는 그룹 내에서만 상세화 정도의 개념으로, 해당 열의 상하로만 의미가 있다. 즉 참여 개체(P), 참여 개체의 행위(A) 및 행위의 대상 개체(O) 그룹 사이의 행들 사이는 서로 관련이 없으며, 따라서 테이블에서 각 그룹간의 구별은 이중선(∥)으로 처리하였다.

<표 5>에서 참여 개체(P)는 최상위 레벨 5를 system of systems로 하고 그 하위에 system과 organization 두 가지의 축으로 구분하였다. 한편 레벨 4의 system 소그룹은 component 소그룹과 computer system 소그룹으로 이원화 된다. 참여 개체의 행위(A)의 구성요소도 최상위의 to work together로부터 물리적으로 연결된 상태를 나타내는 to be linked까지 계층화하였다. 행위 대상의 개체(O)도 최상위 레벨 5인 service를 정점으로 task, functionality, 그 하위에는 두 부류로 나누었는데 하나는 software 관점이고, 다른 하나는 하드웨어(materiel) 관점으로 구분하였다.

<표 5> 상호운용성 요구사항 핵심요소

Level	참여 개체(P)		행위(A)	행위의 대상 개체(O)		
5	system of systems		to work together to cooperate to integrate	service		
4	system, equipment, device product	organization	to use, to share	task, functionality		
3	computer system, information system, electronic equipment, communicating system, machine	component, element, item, unit	force, parties	to exchange to execute (to operate etc.) to interchange	software	materiel
2	software, hardware, transmission medium, signal format, network, node		unit(military), agency, office, industry	to communicate	application, content	assemblies
1	operating system, application, computer program		user, human	to be linked together, to couple	program, information	components, spares, repair parts
0	SW component				data	

<표 5>는 실제 업무 프로세스에서 상호운용성 요구사항을 도출하고 하위 레벨로 구체화해 나갈 때 유용하게 활용할 수 있다. 예를 들면 상호운용성 정의에 참여 개체(P)로 시스템, 군, 부대 등이 제시되었다면, 상호운용성 요구사항은 사용자 운용개념서 등에서 각 참여 개체별로 시스템에 대한 요구사항과, 군과 부대에 관련된 조직 요구사항으로 구별하여 명세화하고 그 하위 레벨 구성요소를 참조하여 개발 단계별로 상세하게 식별해야 한다. 행위(A)나 행위 대상의 개체(O)

의 경우도 마찬가지이다.

이러한 연구는 워드넷이 인간의 일반적인 사고를 바탕으로 단어의 의미와 관계를 체계화한 것임을 볼 때 당연하고 일반적인 것으로 평가될 수 있다. 그러나 상호운용성 요구사항을 결정하는데 참조할 수 있는 인자를 식별함에 있어서, 상호운용성 정의에 나타난 구성요소를 망라하여 그것을 워드넷이라고 하는 객관적인 도구를 사용하여 각 구성요소 간의 관계를 규명하고, 총합한 것이라는 점에서 본 연구의 의미와 독창성이 있다.

#### 4.4 비교분석과 보완검토

##### 1) 한국군의 요구사항

무기체계 소요를 제기하는 방법은 장기, 중기 및 긴급의 세 가지가 있으나, 상호운용성은 소요제기 종류와 무관하게 소요 단계의 사용자의 상호운용성 요구사항이 되는 확보계획 1에서부터 출발하여 체계개발계획서의 확보계획 5와 체계개발결과서의 확보계획 6까지 점차 구체화하면서 문서화하고 있다[3].

<표 6> 한국군의 상호운용성 요구사항의 변이

단계별	1	2	3	4	5	6
	소요 요청·제기	선행연구	탐색개발계획	탐색개발결과	체계개발계획	체계개발결과
상호 운용성 요구 사항	A. 운용개념, 운용환경, 전장운용 방식 등					
	B. 상호운용성 요구기능: 연동대상체계			B'. 체계 상세 인터페이스 a. 상세정보 흐름도 b. 통신모델 및 물리적 인터페이스		
	C. 상호운용성 수준					
	F. 주파수					
	G. 정보보호 및 대책					
				D. 정보교환목록 E. 기반기술 적용목록 등		H. 연동대상체계와의 연동합의서(필요시)

문서화 요구된 상호운용성 확보계획서의 작성 항목을 종합한 것이 <표 6>이다. 여기에서 ‘A.운용개념’은 소요제기부터 체계개발결과 단계까지 작성이 요구되므로 확보계획 1~6까지 포함되어야 함을 나타내고, ‘B. 상호운용성 요구기능’은 소요제기부터 탐색개발계획서까지만 작성하고, 그 이후에는 B’ 항의 체계 상세 인터페이스로 대체되어, 상세정보 흐름도와 통신모델 및 물리적 인터페이스까지 식별하는 등 상당히 구체적으로 작성하고 있다. ‘D.정보교환목록’은 탐색개발계

획서부터 작성이 요구되므로 확보계획 3~6까지 포함되어야 함을 의미한다. 추가로 본 연구에서는 'F.주파수' 및 'G.정보보호대책'에 대해서는 연구범위 외로 제외한다. 왜냐하면 이들은 상호운용성의 직접적인 요소라기보다는 추가적인 제약 요소이기 때문이다.

## 2) 핵심요소의 검증작업

앞 항의 상호운용성 확보계획서에 있는 상호운용성 요구사항 항목에 대해서는 완전성과 충분성에 대해서 지속적인 논란이 있다[7]. 즉 모든 요구사항이 누락되지 않고 식별되어 관리되고 있는지, 그리고 그 요구사항을 도출하고 요구하는 시점이냐, 각 요구사항별 상세화 정도는 적절한지에 대해서 검증이 필요하다는 것이다.

이를 위해 앞에서 제안된 <표 5>의 핵심요소 테이블을 기준으로 한국군의 상호운용성 요구사항의 적절성을 비교한다. <표 5>의 수준별 상호운용성 요구사항 핵심요소와 <표 6>의 한국군의 상호운용성 확보계획서 상의 상호운용성 요구사항을 비교한 결과는 <표 7>에 나타내었다.

<표 7> 상호운용성 요구사항 핵심요소에 의한 한국군 실태 비교

		상세화 수준	3대 구성요소	1.소요 제기	2.사업추진전략	3.탐색개발계획	4.탐색개발결과	5.체계개발계획	6.체계개발결과	요구사항
5	participant	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	activity	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	object	△	△	△	△	△	△	△	△	service
4	participant	○	○	○	○	○	○	○	○	system
	activity	X	X	X	△	△	△	△	△	to share
	object									task
3	participant									info. system
	activity	△	△	○	○	○	○	○	○	to exchange
	object									SW, materiel
2	participant									component
	activity					○	○	○	○	to comm.
	object									contents
1	participant									application
	activity					○	○	○	○	to couple
	object	△	△	○	○	○	○	○	○	information
0	participant									SW comp.
	activity	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	object									data

\*범례 : ○ 포함, X 미포함, △ 운영개념 등에서 유추, - 미적용, 빈칸은 판단곤란

<표 7>에서 세로축인 상세화 수준은 <표 5>의 Level을 의미하고, 3대 구성 요소는 <표 5>의 참여 개체(P), 행위(A) 및 대상개체(O)이며, 이를 수준별로 구분하였다. 가로 축인 ‘1.소요제기’로부터 ‘6.체계개발결과’까지는 <표 6>의 획득 단계별로 작성 요구되는 상호운용성 확보계획서를 의미한다. 가로축 가장 오른쪽의 요구사항은 한국군의 상호운용성 정의로부터의 도출한 적용 항목과, <표 5>의 핵심요소 테이블로부터 가져온 그 적용 항목들의 하위 구성요소들이다.

예를 들어 설명하면, 한국의 국방 상호운용성 관리규정 등에서 상호운용성 정의는 서로 다른 군, 부대 또는 체계 간 특정 서비스, 정보 또는 데이터를 막힘없이 공유, 교환 및 운용할 수 있는 능력이다. 이 정의에서 나타난 참여 개체는 ‘군’, ‘부대’ 또는 ‘체계’이며, 행위는 ‘공유하다’, ‘교환하다’, ‘운용하다’이고, 행위 대상 개체는 ‘서비스’, ‘정보’ 또는 ‘데이터’이며 <표 7>의 요구사항 항목에 굵은 글씨로 표시하였다. 여기에서 최상위의 참여 개체는 정의에서 도출한 system이며, 그 하위 참여 개체는 보통 글씨체인 information system → component → application → SW component 순으로 상세화해 나가야 함을 얘기한다. 행위나 행위의 대상개체도 마찬가지이다.

<표 6>에 의하면 참여 개체 중에서 체계(system)는 ‘1.소요제기’ 단계부터 식별되어 ‘6.체계개발결과’ 단계까지 관리되고 있다. 그러나 획득 시스템의 하위 구성 체계 등에 대해서는 요구사항 규정이 없다. 또한 군이나 부대 구성요소는 운용개념 및 전장 운용방식에 일부 포함되어 있으나 직접 식별되어 있지 않아서 <표 7>에는 system만 식별되어 있고 군(force)과 부대(unit)는 포함하지 않았다. 이는 상호운용성 확보의 목표인 육·해·공 합동 임무역할에 근거한 군과 부대 간에 관련한 요구사항을 보다 구체적이고 상세히 식별할 필요가 있음을 의미한다.

행위(activity)인 ‘교환하다’의 적용항목은 ‘3.탐색개발계획’ 단계에서 최초 식별하고 개발이 진행되면서 하위 수준인 통신 및 물리적인 연결까지 명세하도록 하고 있어서, <표 5>의 핵심요소 관점에서 보면 순차적으로 상세화해 가면서 요구사항으로 체계적으로 관리되고 있음을 알 수 있다. 또 다른 행위 항목인 ‘공유하다’는 탐색개발 이후에나 유추가 가능한 정도로 관리되고 있다.

행위 대상의 개체인 ‘서비스’, ‘정보’, ‘데이터’ 중에서 정보는 4.탐색개발 결과에서 최초 식별되어 구체화되지만 ‘서비스’는 요구항목으로 직접 관리되지 않고 있다. 이는 <표 6>의 ‘B.상호운용성 요구기능’에서 일부 명세가 되지만, 체계가 운용될 전장과 운영 시나리오가 보다 구체적으로 작성되고 그로부터 상호운용할 서비스도 구체적으로 도출되어야 한다.

### 3) 요구사항의 보완작업

이상과 같은 비교에서 본다면, 한국군의 상호운용성 요구사항은 한국군이 규정에서 선언한 상호운용성 정의보다 협의적인 개념, 즉 정보교환 개념에 한정하여 접근하고 있는 것으로 보인다. 이는 상호운용성 확보계획서의 요구사항을 해당 도메인에서 선언한 정의와 <표 5>를 참조 기준해서 보완할 필요가 있음을 의미한다.

<표 8>은 탐색개발결과 문서에 포함될 상호운용성 확보계획서의 개선안을 제시한 내용이다. 여기에서 탐색개발결과의 상호운용성 확보계획서를 기준으로 한 것은, <표 6>에서 보는 바와 같이 탐색개발결과 단계에서는 1~6의 모든 항목을 작성하도록 되어 있기 때문이다.

<표 8> 상호운용성 확보 계획서(탐색개발결과)의 개선안

현행 상호운용성 확보계획서	상호운용성 확보계획서 개선안
1. 운용개념 및 체계특성 가. 운용개념(개념도 포함) 나. 운용성 (고정, 기동 여부 등) 다. 전장 운용방식 (단독, 합동, 연합 등) 라. 전시 생존성 보장 능력 (이중화, 백업 등) 마. 상호운용성 구현전략 (일괄·나선형 등) 2. 체계 상세 인터페이스 가. 상세정보 흐름도 나. 통신모델 및 물리적 인터페이스 다. 기술적 구현의 문제점(상호운용을 위한) 3. 상호운용성 수준 (LISI 모델) 4. 정보교환목록 5. 상호운용성 기반기술 적용목록 가. 국방정보기술표준(DITA) 적용 및 신규목록 나. 공통운용환경(COE) 적용 및 신규목록 다. 데이터공유환경(SHADE) 적용 및 신규목록 6. 주과수 7. 정보보호 대책 8. 연동대상체계와의 연동합의문서(가용시)	1. 운용개념 및 <b>요구</b> 특성 가. 운용개념(개념도 포함) 나. 운용성 (고정, 기동 여부 등) 다. 전장 운용방식 (단독, 합동, 연합 등) - <b>단위조직(부대) 간의 운용 시나리오</b> - <b>단위조직(부대) 간의 교환될 임무 식별</b> 라. 전시 생존성 보장 능력 (이중화, 백업 등) 마. 상호운용성 구현전략 (일괄·나선형 등) 2. <b>상호운용 교환 대상</b> 가. <b>교환 서비스 상세 식별</b> 나. 정보교환목록 3. <b>체계 상호운용 구현 방안</b> 가. <b>연동대상체계별 상호운용 기능 식별</b> - 연동대상체계와의 연동합의문서(가용시) 나. <b>주요 하위체계 구성도 (관리되어야 할)</b> - <b>연동 기능 관련 하드웨어, 소프트웨어 등</b> 다. 상세정보 흐름도 라. 통신모델 및 물리적 인터페이스 마. 기술적 구현의 문제점(상호운용을 위한) 4. 상호운용성 기반기술 적용 <b>요구 목록</b> 가. 국방정보기술표준(DITA) 적용 <b>요구 목록</b> 나. 공통운용환경(COE) 적용 <b>요구 목록</b> 다. 데이터공유환경(SHADE) 적용 <b>요구 목록</b> * <b>요구목록 이외 적용/신규 목록 별도 관리</b> 5. 상호운용성 수준 (LISI 모델) 6. 주과수 7. 정보보호 대책

<표 8>의 개선안에서 굵은 고딕체의 내용이 추가되었거나 수정된 것을 나타낸다. 개선안의 '1. 운용개념 및 요구 특성'은 전투원의 임무식별에 주안점을 두었다. 특히 <표 5>에 식별된 참여 개체(P)로서 '군' 또는 '부대'의 요구 사항이 제대로 반영될 수 있도록 운용 시나리오 및 상호 교환할 임무를 식별하도록 하였다. 이는 상호운용성의 목적이 전략적·운용적으로 합동 작전능력 강화에 있으므로 각 국가, 군 및 부대 간의 운용시나리오가 최대한 자세히 작성되어야 하고, 그 시나리오별로 어떠한 임무·기능을 상호 활용할 것인지 정해야 한다는 것이다.

'2. 상호운용 교환 대상'은 <표 5>의 행위의 대상 개체(O)에 주안점을 두어 개선하였다. 즉 운용개념에서 식별된 전투 임무에 기반하여 도출된 상호운용 단위 부대 간의 교환해야 할 서비스나 임무 그리고 정보 및 데이터 교환요소를 식별하고 제시하도록 한다.

'3. 체계 상호운용 구현 방안'에서는 참여 개체(P) 및 그 참여 개체의 행위(A)로서 시스템과 통신(교환)에 주안점을 두고 개선한 것이다. 여기에서는 운용 개념에서 식별된 운용 시나리오 및 교환될 또는 합동 임무에 의거하여 체계에서 구현할 연동기능을 결정한다. 그 후 획득할 체계를 하위 구성체계단위로 분해해서 그 중에서 상호운용성 기능에 주된 역할을 할 하위 체계를 식별하고 관리할 수 있도록 한다. 나머지 내용은 기존 작성항목과 동일하다.

'4. 상호운용성 적용요구 목록'은 기존 작성항목의 방향을 변경한 것이다. 즉 상호운용성 확보계획서에는 요구사항 개념의 내용이 담겨지고 관리 및 구현·평가되어야 한다. 막연하게 적용 및 신규 목록을 기록하도록 하면 이는 생명력이 없는 기록지에 불과하기 때문이다. 따라서 '필요시'라는 단서를 붙이더라도 특정 IT표준이나 데이터류는 합참 차원에서 요구사항으로서 다루어야 한다. 'F.주파수' 및 'G.정보보호대책'에 대해서는 4.4절 1)항에서 언급한대로 본 연구에서는 논외로 하였다.

이러한 상호운용성 요구사항 보완 안은 한국군 상호운용성 관련 작성 항목 전 범위를 포함하고 있으므로, 각 항목별 작성 개시 시점에 대해서는 업무 유관기관의 실정에 맞추어 조정할 수 있다.

## 5. 결론

상호운용성 정의 구성요소는 상호운용성 요구사항 도출의 기본 정보가 된다. 그러한 차원에서 본 연구에서 상호운용성 정의 구성요소로부터 도출한 상호운용성 요구

사항 핵심요소 테이블은 여러 가지로 유용성이 있다. 이 핵심요소 테이블을 참조 기준으로 하여, 한국군의 상호운용성 확보계획서 상의 요구사항을 분석하고, 그로부터 새로운 상호운용성 확보계획서 개선안을 제안하였다. 이를 향후 국방 상호운용성 관리규정에 반영한다면 그 동안 상호운용성 요구사항의 모호성 논란은 상당부분 해소될 것이다.

한편 본 연구에서 제안한 상호운용성 요구사항 핵심요소 테이블은 방위사업체를 포함한 상호운용성 관련자에게 여러 가지로 활용될 수 있다. 첫째, 상호운용성을 구현해 나가고자 할 때 본 테이블을 통해서 그 요구사항이나 측정 요소를 보다 정확하고 구체적으로 상세화해가면서 누락요소를 최소화 할 수 있다. 둘째 상호운용성 상위계층의 구성요소가 하위 요소들로 구성되어 있다면, 그 하위 요소들까지 상호운용성 요구조건이 충족되어야 상위 요소의 요구사항을 달성할 수 있을 것이다. 따라서 V 모델의 개념에 입각하여 하위 구성요소의 상호운용성 달성이 개발 간에 확인되어야 한다. 따라서 이 테이블은 상호운용성 시험평가에도 활용될 수 있다.

그럼에도 불구하고 이 테이블은 상호운용성 요구사항 중에서 물리적으로 식별이 가능한 개체와 그 행위만을 포함한다는 한계는 있다. 즉 상호운용성에 참여할 개체들과, 그 개체들의 어떠한 행위가 구체적인 상호운용성의 행위인지, 그리고 그 상호운용 행위의 대상 개체는 무엇인지 정도는 식별해주지만, 그 행위의 속성이나 품질 수준에 대한 요구사항 정보는 포함하고 있지 않다. 또한 본 연구에서 식별한 구성요소들은 모두 상호운용성 정의에서 추출한 내용으로만 한하였으므로 핵심요소 테이블이 완전하지는 않다. 향후 이 분야에 대한 추가적인 연구를 통하여 테이블의 확장 및 보완도 필요하다.

## 참고문헌

- [1] 강성원, 신재휘, 성종진, 홍경표, "소프트웨어 상호운영성 시험 체계와 방법론", 『정보과학회논문지: 소프트웨어및응용』 제31권 제4호(2004. 4), pp.394-402.
- [2] 배현섭, 윤광섭, 고장혁, 조완수, 안병래, "국방정보시스템간의 상호운영성 시험기법", 『한국SI학회지』 제4권 제2호(2005. 11), pp.109-123.
- [3] 손태중, 심승배, 김영도, 홍정희, 김영봉, "국방 상호운영성관리체계 및 절차 통합", 한국국방연구원 연구보고서, 2009. 12.
- [4] 오행록, 구흥서, "LISI 기반의 무기체계 상호운영성 평가모델에 관한 연구", 『퍼지 및 지능시스템 학회 논문지』 제17권 제3호(2007), pp.410-416.
- [5] 정보통신산업진흥원, "상호운영성 증진을 위한 공공정책 모델", [IITA] 정보통신연구진흥원 학술정보, 1995
- [6] 한익준, 방춘식, 윤광식, 천재영, 김형균, 조병인, "기술 및 비기술 요소를 고려한 무기체계 상호운영성 평가 모델", 『한국군사과학기술학회지』 제12권 제4호(2009. 8), pp.424-436.
- [7] 합참, "소요기획단계 상호운영성 요구사항 구체화방안", 『2009 국방 상호운영성 컨퍼런스』, 국방기술품질원, 2009, p.34
- [8] 홍장의, 김종필, 배두환, "NCW 환경에서의 시나리오 기반 국방 정보체계 상호운영성 시험평가 방법", 『정보과학회지』 제26권 제11호(2008. 11), pp.47-54.
- [9] Clark, T., Jones, R., "Organizational Interoperability Maturity Model for C2", *Proceedings of the command and control research and technology symposium*, Newport, RI, USA, Jun. 1999.
- [10] C4ISR Architecture Working Group, "Levels of Information Systems Interoperability (LISI)", OSD(ASD(C3I)), Mar. 1998.
- [11] DoD, "JINTACCS Interoperability." ref-PM99, December 21, 1974
- [12] Ford, T., Colombi, J., Graham, S., Jacques, D., "A Survey on Interoperability Measurement", *Proceedings of the 12th ICCRTS*, 2007, pp.3-5.
- [13] GAO, "Interoperability: DoD's Efforts to Achieve Interoperability of C3 Systems", GAO/NSIAD 87-124, Washington: GPO, 1987, p.20
- [14] Hamilton, J., Rosen, J., Summers, P., "An Interoperability Roadmap for C4ISR legacy systems", *Acquisition Review Quarterly(Winter 2002)*, pp.17-29.

- [15] Hull, E., Jackson, K., Dick, J., *Requirement Engineering*, Springer-Verlag, 2002.
- [16] Lauesen, S., “COTS tenders and integration requirements”, *Requirements Engineering Journal*, Vol. 11, No. 2(2006), pp.111-122.
- [17] Leite, M., “Interoperability Assessment”, *Proceedings of the 66th MORS Symposium*, Naval Post Graduate School, 1998.
- [18] Morris, E., Levine, L., Meyers, C., Place, P., Plakosh, D., *System of Systems Interoperability (SOSI): Final Report*, CMU/SEI, 2004, p.3
- [19] Tolk, A., Muguira, J., “The Levels of Conceptual Interoperability Model”, *2003 Fall Simulation Interoperability Workshop*, Orlando, Florida, USA, Sep. 2003.