

연관성 규칙 탐사를 이용한 상호운용성 정의의 해석

An Interpretation of Interoperability Definitions Using Association Rules Discovery

허 환(Hwan Heo)*, 김자희(Ja-Hee Kim)**

초 록

최근 정보기술이 발전함에 따라 전자거래가 증가되고, 시스템의 분산화가 빠르게 진행되면서 상호운용성의 중요성에 대한 공감대가 형성되고 있다. 그러나 적용분야와 이해관계자의 관점에 따라 상호운용성의 정의가 상이하어 특정 시스템에 요구되는 상호운용성의 수준이나 평가 방법에 관한 공감대는 여전히 부족한 실정이다. 예를 들어 국방 분야에서는 동일한 업무를 하는 관계 기관별로도 상이한 정의를 사용하며 상호운용성의 실질적인 시험평가는 정의와는 다소 무관하게 정보교환 능력 수준의 저차원적인 평가만을 수행한다. 본 연구에서는 다양한 상호운용성 정의를 수집하여 그 정의의 구성요소를 추출하고, 이들을 데이터 마이닝의 연관성 규칙 탐사 방법을 이용하여 새로운 상호운용성 정의를 제시한다. 이 정의를 기준으로 한국군에서 사용 중인 정의들과 비교 분석한다. 본 연구에서는 장바구니 분석 기법을 이용하여 민간 및 국방 분야의 상호운용성 정의 구성요소의 연관성을 찾아, 가장 일반적이고 범용적인 정의를 도출하였다. 이 결과는 상호운용성에 대한 정의와 수준 및 평가 항목 등에 대한 다양한 이해당사자들의 합의를 도출하는 데에 도움을 줄 것으로 기대한다.

ABSTRACT

Lately, developing systems fully interoperable with others is considered an essential element for successful projects, as not only do e-commerce becomes ubiquitous but also distributed systems' paradigm spreads. However, since definitions of interoperability vary by viewpoints, it is still difficult to have the same understanding and evaluation criteria on interoperability. For instance, various interoperability parties in military use different definitions of interoperability, and its T&E is not conducted according to the definition, but only to levels of information exchange. In this paper, we proposed a new definition of interoperability as follows. First of all, we collected existing and various interoperability definitions, extracting key components in each of them. Second, we statistically analyzed those components and applied the association rules discovery in data mining. We compared existing interoperability definitions to ours. From this research, we found associations among the components from various definitions applying market-basket

* 서울과학기술대학교 IT정책전문대학원 산업정보시스템공학과 박사과정, 국방기술품질원 책임연구원

** 교신저자, 서울과학기술대학교 IT정책전문대학원 산업정보시스템공학과 교수

2011년 02월 15일 접수, 2011년 03월 14일 심사완료 후 2011년 04월 04일 게재확정.

analysis, redefining interoperability. Key findings of this research can contribute to a unified viewpoint on the definition, level, and evaluation items of interoperability.

키워드 : 상호운용성, 상호운용성 정의, 연관성 규칙, 데이터마이닝, 상호운용성 구성요소
Interoperability, Interoperability Definition, Association Rules, Data Mining, Interoperability Components

1. 머리말

최근 정보기술이 발전함에 따라 기업환경이 복잡해지고 분산화되고 있다. 이러한 시점에서 각 기업 간의 전자거래와 협력을 위한 조직간 프로세스는 물론 시스템들 간의 상호운용성이 매우 중요한 이슈로 떠오르고 있다[7]. 한편 현대 전장에서의 임무의 다양성과 복잡성, 그리고 네트워크 중심의 전쟁 형태로 기술발전이 이루어짐에 따라서 작전과 전투 결함에 필요한 정보도 급증하고 있으며, 그에 따라 다양한 무기체계들과 군·부대 간의 상호운용성 또한 중요한 요소가 되고 있다.

이렇게 핵심적인 요소인 상호운용성 문제는 그에 대한 정의가 너무 많이 존재하고 있어서 오히려 그것을 정의하기가 어렵다고 한[26] 것처럼, 그 광범위한 적용이나 중요도에 비하여 개념의 완전한 소통은 여전히 쉽지 않다. 언어의 깊은 지식까지는 아니더라도 의사소통의 명료함을 높이기 위해서 특정 분야에서 사용되는 용어의 이해는 중요하다. 이러한 이해는 프로세스나 구현과 분석을 설명하는 정보를 제대로 인지하는데 많은 도움을 준다. 만약 하나의 시스템에서 사용된 용어의 정의가 다른 시스템에서 사용된 같은 용어에 대한 정의와 다르다면 두 시스템은 공통 의미로 소통할 수 없을 것이다. 이러한 문제는 상호운용성을 달성하는데 또 하나의 장애요소

로 작용할 것이며, 상호운용성이라는 용어도 그 중에 하나이다[19].

정보기술이나 소프트웨어가 포함된 시스템을 필요로 하는 고객이나 그것을 구현해주는 공급자에게 상호운용성에 대한 이해의 차이점은 상호운용성 요구사항과 해결 방안의 괴리로 이어지고, 결국 획득할 시스템이 요구된 상호운용성을 모두 확보했는지를 객관적으로 판단하는데 차이를 발생시키게 된다[14]. 상호운용성에 대한 관심과 연구는 1970년대 미국 방성에서 시작되어 민간분야로 확산되었고, 그 과정에서부터 제안된 정의는 매우 다양하며, 2000년 IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers)에서 3개의 정의를 제시한 이후에도 계속하여 새로운 정의가 나타나고 있다. 더욱이 일부에서는 상호운용성의 달성 정도를 시험평가 할 때, 해당 분야에서 제시한 실제의 상호운용성 정의와는 다르게 상호운용성을 통상적인 정보 교환의 능력으로만 한정하여 관리하는 경우도 있다[15].

본 연구에서는 이렇게 다양한 상호운용성 정의를 조사하여 정의의 일반적인 형태와 각각의 발표시점에 따른 특성들을 정성적으로 분석한다. 그리고 그 정의를 구성하고 있는 구성요소를 추출하여 데이터마이닝의 연관성 규칙 탐사 방법을 이용하여 정량적으로 분석 및 검증을 한다. 이러한 분석 결과로부터 상호운용성 정의들이 가지고 있는 공통적이고

의미적으로 연관이 강한 구성요소를 식별하여 새로운 일반적인 정의를 제시하고자 한다. 새로운 정의는 민간 및 국방 분야와 모두 종합한 경우 등 3가지 관점으로 접근하고, 신규로 도출된 정의를 바탕으로 한국군의 기존 정의들과 비교 분석 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장 관련 연구 및 문헌 조사에서는 상호운용성에 대한 기존의 연구내용과 연관성 규칙에 관한 이론 및 이를 활용한 연구 분야를 고찰한다. 또한 문헌고찰을 통하여 상호운용성 정의 조사 및 정성적인 분석 결과를 기술한다. 제 3장 연구 설계에서는 수집된 정의 셋으로부터 각각의 구성요소를 추출하여 연관성 규칙을 탐사하고 검증하는 등의 연구 모델을 제시한다. 제 4장 실험 결과에서는 데이터마이닝 결과로 빈도 분석 및 연관성 규칙 탐사 결과를 다룬다. 이러한 분석은 민간, 국방 및 종합 분야 등 세 가지 관점으로 접근하며 분야별로 새로운 상호운용성의 정의를 제안한다. 그리고 이를 한국군 정의와 비교·분석한다. 제 5장 결론에서는 본 연구의 의의, 기대 효과 및 향후 연구방향을 제시한다.

2. 관련 연구 및 문헌 조사

2.1 상호운용성에 관한 기존 연구

상호운용성(Interoperability)의 사전적 의미는 Inter+operate+ability의 합성어이다. Inter는 담 또는 경계를 넘어간다는 의미이며, operate은 일반적으로 움직이다, 운용하다, 작동을 하다 등의 뜻이 있고, 군사용어로는 군사

행동을 취하다, 작전하다, 의학용어로는 수술하다, 상업용어로는 증권 시세를 조작하다, 투기하다는 뜻을 가지고 있다. 어미인 ability는 단어 그대로 능력의 의미이다. 따라서 일반적인 개념으로 상호운용성은 어떤 경계나 담을 넘어 일을 할 수 있는 또는 운용할 수 있는 능력이고, 국방 차원에서 보면 그 경계를 넘어 서로 군사행동을 취할 수 있는, 작전할 수 있는 또는 운용할 수 있는 능력을 말한다. 국내에서는 일부 학자들에 의해 ‘상호운용성’으로 일컬어진 경우도 있으나[1] 대부분은 ‘상호운용성’으로 일컬어지고 있다.

상호운용성과 관련한 연구는 지금까지 주로 측정요소[24]에 대한 것이거나, 측정모델 제안[20, 29], 시험평가 방법이나 절차[1, 17] 등에 대해서 이루어졌다. 국내에서는 국방을 중심으로 상호운용성 기반 강화를 위해 1999년에 처음 도입한 정보기술표준집합[16], 공통 컴포넌트 관리[10], 그리고 데이터 표준화[2] 등에 대한 연구가 있었다. 또한 상호운용성 수준 측정을 위하여 LISI(Level of Information Systems Interoperability) 모델[20]에 의거한 질의평가 방식의 측정 시스템 개발과[8], 정보체계 뿐만 아니라 무기체계 및 내장형 SW가 탑재된 무기체계까지 측정 대상을 확대하고[11], 평가 요소도 기존의 기술요소 뿐만 아니라 비기술 요소까지 확장하거나[13], 모델링 및 시뮬레이션 시험환경 구현[6]까지 연구된 바 있다.

한편 허환 등[15]은 상호운용성 요구사항의 모호성을 해결하기 위해 상호운용성 정의로부터 요구사항 요소를 도출하고자 하였고, 따라서 정의 구성요소들을 온톨로지에 기반하여 계층적으로 구조화한 이후에 이러한 구성요소들이 상호운용성 요구사항의 핵심요소로 활

용될 수 있음을 주장하였다. 이 연구는 상호 운용성 요구사항에 대한 객관적인 근거가 될 수 있는 고려 요소를 도출하는데 치중하였으며, 수많은 정의들에 대하여 그 다양함을 해소할 특성 분석이나 표준화 문제 등 상호운용성의 기본 가치인 용어의 공통적인 이해를 높이고자 하는 연구는 과제로 남았었다.

2.2 연관성 규칙(Association Rule)에 관한 연구

데이터마이닝(Data Mining)은 대용량의 데이터베이스에서 숨겨진 규칙이나 패턴을 탐사하여, 이로부터 새로운 지식(Knowledge)을 발견하는 데이터 분석 방법이다. 데이터마이닝의 한 방법인 연관성 규칙 탐사(Association Rules Discovery)는 장바구니 분석(Market-basket Analysis) 또는 친화도 분석(Affinity Analysis)이라고도 하며, 데이터베이스 내의 거래(Transaction) 중에서 동시에 발생하는 항목들의 연관성을 규칙의 형태로 표현한 것으로, 특정 사건이 발생하면 동시에 혹은 일정한 시간 간격 사이에 다른 사건이 일어나는 관련성을 의미한다[27].

즉 n 개 품목의 집합으로 구성되는 품목 집합 I 와 거래 T 의 집합 D 가 있을 때, 하나의 거래 T 는 I 의 부분집합이며, 데이터 집합 X 와 Y 는 각각 I 의 부분집합이고, 이때 연관성 규칙 『 $R : X \Rightarrow Y$ 』은 $\{item-x_1, item-x_2, \dots, item-x_m\} \Rightarrow \{item-y_1, item-y_2, \dots, item-y_k\}$ 로 정의한다. 의미적으로는 ‘ $item-x_1, item-x_2, \dots, item-x_m$ 이 발생하면 $item-y_1, item-y_2, \dots, item-y_k$ 가 발생한다’라는 의미이다. 여기에서 집합 X 를 전제부, 집합 Y 를 귀결부라 하며,

X 와 Y 에 의해 형성된 규칙에 대한 정량적인 척도로서 지지도(Support), 신뢰도(Confidence) 및 향상도(Lift)가 있다[28].

지지도 $s(X \Rightarrow Y)$ 는 전체 거래 중에 연관성 규칙 『 $R : X \Rightarrow Y$ 』이 얼마나 빈번하게 발생하였는가를 나타내는 것으로 ‘전체 거래 중에서 X 와 Y 를 같이 포함하고 있는 거래의 확률Pr (Probability)’로 여기서는 $\Pr(X \cup Y)$ 로 표시하고, 다음의 식 (1)과 같이 정의된다.

$$s(X \Rightarrow Y) = \Pr(X \cup Y) \quad (1)$$

신뢰도 $c(X \Rightarrow Y)$ 는 연관성 규칙의 강도를 나타내는 인자로서, X 라는 상품을 거래한 거래 중에서 Y 라는 상품이 포함된 거래의 확률이며, 다음 식 (2)와 같이 정의된다.

$$c(X \Rightarrow Y) = \frac{s(X \Rightarrow Y)}{s(X)} = \frac{\Pr(X \cup Y)}{\Pr(X)} \quad (2)$$

향상도 $l(X \Rightarrow Y)$ 는 X 의 항목을 포함하고 있는 거래가 Y 를 동시에 포함하는 거래와, Y 가 X 에 상관없이 거래된 경우의 확률을 의미하며, 다음 식 (3)으로 정의한다.

$$l(X \Rightarrow Y) = \frac{c(X \Rightarrow Y)}{s(Y)} = \frac{\Pr(X \cup Y)}{\Pr(X) \cdot \Pr(Y)} \quad (3)$$

예를 들어 온라인 쇼핑몰 판매 데이터베이스를 데이터마이닝 한 연관성 규칙 탐사에서 『분유 \Rightarrow 기저귀(지지도 65%, 신뢰도 90%, 향상도 1)』라는 규칙이 탐사되었다면 ‘분유를 구입하면 기저귀를 같이 구입한다’로 해석하는 것이다. 여기서 지지도가 65%라는 것은 거래 데이터베이스 내의 고객 구매 내역 중 분유와 기

저귀가 동시에 팔려 나가는 확률이 65%라는 의미이고, 신뢰도가 90%라는 것은 분유를 구입할 때 기저귀를 같이 구입하는 확률이 90%라는 것을 의미한다. 즉 지지도가 높을수록 탐사된 규칙이 여러 개의 거래에서 빈발했다는 것이고, 신뢰도가 높다는 것은 일정 지지도 이상의 탐사된 규칙 내에서 규칙의 전제부를 구성하는 품목이 나머지 귀결부 항목들과 높은 연관성을 나타낸다는 의미이다. 항상도 값이 1이면 상호 독립적이라고 할 수 있으며 >1이면 양의 상관관계이고 <1이면 음의 상관관계를 나타낸다.

그렇다고 어떤 연관성 규칙의 유용성 여부를 판단하는데 이론적인 지지도나 신뢰도 값에 대한 절대치가 정해져 있는 것은 아니며, 각각의 경우에 따라 경험을 바탕으로 반복적으로 값을 변경해가면서 규칙을 찾아내야 한다. 연관성 규칙 탐사가 갖는 의의는 동시에 발생하는 여러 품목들을 탐사된 규칙의 집합으로 나타냄으로써 데이터들의 상호 연관성들을 쉽게 파악할 수 있는 ‘정성적인 의미’ 뿐만 아니라 탐사된 규칙에 대하여 지지도와 신뢰도 척도로 표시할 수 있는 ‘정량적 의미’를 동시에 보여줄 수 있다는 것이다[18, 23].

연관성 규칙은 상품 또는 서비스 간의 관계를 살펴보면서 그들 간의 유용한 관계가 존재하는지 알아보려고 할 때 적합한 방법이라고 할 수 있다. 또한 구체적인 행위를 언급하여 규칙을 도출하기 때문에 이해하기 쉽고 명쾌한 특성을 가지고 있으며, 실질적인 정보를 도출할 수 있는 장점을 가지고 있다[4]. 이러한 이유로 연관성 규칙 탐사가 많이 활용되는데, 예를 들면 서울에 사는 10대들은 농구를 좋아한다는 연관성 규칙을 도출하여, 그

들에게 농구에 관한 뉴스나 농구용품을 집중적으로 보여줄 수 있는 개인별 광고 기법[3] 등의 마케팅 문제 뿐만 아니라, 임상의로 데이터 분석[30], 스마트폰의 기능별 사용자 선호도에 관한 연관성 규칙으로 융합 기능을 제시하거나[5], 기초 데이터에 변수가 너무 많아서 어떠한 현상을 직접 발견하기 어려운 경우에 특정 항목과의 연관성이 있는 변수를 선별하고[12], 자연어로 서술된 업무 기술서에 나타난 객체 간의 연관규칙을 도출한 뒤 이를 근거로 해서 데이터베이스 설계를 위한 개체관계도(ERD : Entity-Relationship Diagram)를 도출하는[9] 등 그 응용분야는 무수히 많다.

이러한 연관성 규칙 탐사 기법은 다양한 상호운용성 정의에 대한 특성을 규명하는데도 활용할 수 있다. 특히 자연어로 기술된 상호운용성 정의 내의 구성요소(단어)간의 빈도 뿐만 아니라 구성요소 간의 연관성 규명을 통하여 정의에 대한 일반적인 의미와 구성요소간의 적합한 조합관계를 제시할 수 있을 것이다.

2.3 상호운용성 정의 조사 및 특성

지난 40여년에 걸쳐서 다양한 분야에서 수많은 상호운용성 정의가 제시되었다. 2006년 Ford et al.[21]은 상호운용성 측정 모델을 연구하는 과정에서 상호운용성 정의의 사용 빈도와 형태를 조사하였다. 그들은 1977년 이래 30년 간 발표된 상호운용성 정의 34개를 수집하였고, 그 중에서 가장 널리 사용된 정의가 1977년 미 국방부 규정인 DODD 2010. 6에 수록된 것으로, ‘시스템, 부대, 군들이 다른 시스템, 부대, 군들과 서비스를 주고받을 수 있고, 그렇게 교환된 서비스를 활용해서 서로가

효과적으로 운용(작전)할 수 있도록 해주는 능력'이라고 하였다. 또한 64개의 상호운용성 형태를 제시하고 크게 기술적인 상호운용성과 비기술적인 상호운용성으로 분류하기도 하였다. 그러나 이 연구는 정의의 사용 빈도나 상호운용성의 이용 형태 등을 분류하여 제시하는 수준에 그치고 있다.

본 연구에서는 T. Ford 등이 수집한 정의에 추가하여, 각종 논문, 컨퍼런스 발표자료, 국제표준 및 웹 등에서 광범위하게 정의를 재조사하였다. 그 결과 42개의 신규 정의를 포함하여 총 77개의 정의를 수집하였다. 정의의 출처를 포함한 원문은 시대 순서로 정리하여 부록으로 실었다.

77개의 정의는 <표 1>과 같으며, 그 중에서 민간 분야에서 사용되는 정의가 43개, 국방 분야에서는 34개로 국방과 민간 분야에서 공히 다양한 정의가 사용되고 있다. 국내에서 사용된 상호운용성 정의는 13가지이며 그 중에서 국방이 7개 민간 분야가 6개로 나타났다.

<표 1> 상호운용성 정의의 다양성

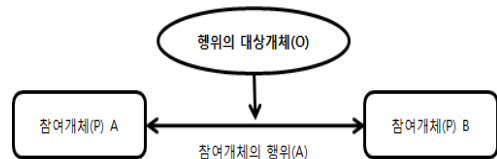
정의수	국방			민간		
	소계	국내	국외	소계	국내	국외
77	34	7	27	43	6	37

2.3.1 정의의 일반적인 형태

상호운용성 정의들은 주요한 명사와 동사를 포함하여 적개는 수 개의 단어에서 많게는 수십 개의 단어들로, 그리고 한 개의 문장에서 여러 개의 문장으로 구성되어 있다. 앞에서 T. Ford 등이 가장 많이 인용되고 있다고 한 1977년 미 국방부의 상호운용성 정의를 예로 들어 설명한다. 이 정의의 구성요소

들을 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[15].

- 참여개체 : P(Participants) = {군(Forces), 부대(Units), 시스템(Systems)}
- 참여개체의 행위 : A(Activities) = {주다(To provide), 받다(To accept), 활용하다(To use)}
- 행위의 대상개체 : O(Objects) = {서비스(Services)}
- 행위의 목적 : PP(Purpose) = {효율적으로 작전을 하다(To operate effectively)}



<그림 1> 상호운용성 정의의 일반적인 형태

상호운용성 정의는 참여개체(P), 참여개체의 행위(A), 그리고 행위의 대상개체(O) 등 세 가지 주요 구성요소가 <그림 1>과 같은 관계를 가진다. 여기에서 행위의 목적(PP)은 상호운용성 정의 내에서의 부연 설명이므로 주요 구성요소에서는 제외한다. 또한 상호운용성이 특정 개체 하나가 아닌 두 개 이상 개체 간에 요구되는 능력이라는 점을 감안하면, 상호운용성 정의의 일반적인 형태는 「참여개체

(P) A와 참여개체(P) B가(또는 참여개체(P) 들 간에) 대상개체(O)를 행위(A)할 수 있는 능력』으로 기술할 수 있다.

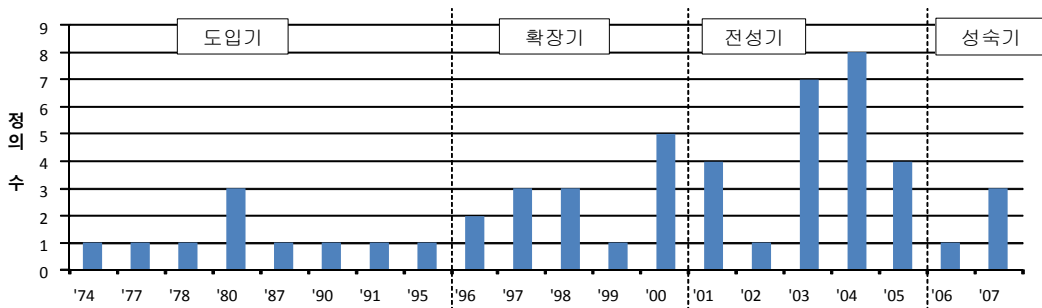
2.3.2 상호운용성 발전 단계

상호운용성 정의는 연도별로 발표된 횟수가 차이가 있으며 발표시기의 추이분석을 통해 상호운용성 분야의 연구 활성도를 가늠해 볼 수 있다[21]. <그림 2>는 발표연도를 식별할 수 있는 52개의 정의에 대하여 연도별 발표빈도를 나타낸 것이다. 최초의 정의는 1974년 미국 국방성에서 처음으로 발표된 것이며, 이는 Ford et al.[21]이 1977년 발표된 정의를 최초라고 주장한 것보다 3년이 더 앞선 것이다.

어떤 현상의 발전 또는 성장 단계를 표현하는 모델들이 많은데, 일반적으로 어떠한 활동이 초기와 말기에 둔화되는 현상을 표현하는 기법으로 S-curve 형태가 많이 사용되며 학습곡선이라고도 불린다. 정보화 분야에서 대표적인 성장단계 모델로 Gibson and Nolan의 ‘Growth Stage Model[22]’이 있다. 이 모델은 도입기(Initiation)-확장기(Expansion)-공식화(Formalization)-성숙기(Maturity)로 구분한다.

또한 제품이나 산업의 수명주기이론(Product Life Cycle Theory)은 마치 사람처럼 새로운 제품은 태어나고, 성장하며, 성숙해지고, 그리고 점차 쇠퇴하면서 마지막에 수명을 다한다는 이론이다[25]. 이와 같은 단계이론은 현재의 상태를 정확하게 파악하고 미래의 방향을 예측하는데 도움을 준다.

이러한 기존의 모델들을 참조하여 <그림 2>의 상호운용성 정의 발표 빈도를 기준으로 시대별로 상호운용성 연구의 발전 단계를 구분하였다. 1974년 최초 정의 발표로부터 1995년까지 약 20년간은 격년에 1건 정도의 정의가 발표된 시기로, 이때 상호운용성의 개념이 처음 도입되어 비교적 장기간에 걸쳐 저변이 확대되고 있어서 도입기라고 명명하였고, 1996년부터 2000년까지는 연평균 2~3회의 정의가 발표되면서 단기간에 급격히 증가하고 있어서 이 시기를 확장기라고 하였다. 2001년부터 2005년까지는 연간 4~5건의 정의가 발표되어, 최단기간에 가장 많은 정의가 발표되고 있어서 전성기이며, 2006년 이후에는 새로운 정의의 출현이 현저히 감소하여 연간 1~2종류가 발표되는 경향을 보이는 성숙기 단계로 접어들고 있다.



<그림 2> 상호운용성 발전 단계 구분

2.3.3 발전 단계별 정의의 특성

발전 단계별 구분 기준과 상호운용성 정의에서 나타나는 주요 특징의 변화를 <표 2>에 요약하여 나타내었다. 도입기인 1980년도에

미국 국방부에서는 장비 부품의 호환성(Inter-changeability) 개념까지 상호운용성에 포함시킨 정의를 발표했고, 확장기인 2000년도에 IEEE가 3개의 용어 정의를 표준으로 채택하였다. 전성기에는 조직, 프로그램 등 다양한 도

<표 2> 발전 단계별 주요 특징

단계	구분 기준 (정의 발표빈도)	주요 특징
도입기 (~1995)	연평균 0.5회	<ul style="list-style-type: none"> 미 국방 분야에서 최초로 상호운용성 정의 발표(1974) 교환서비스를 군수부품까지 확대한 상호운용성 개념도입(1980)
확장기 (~2000)	연평균 2~3회	<ul style="list-style-type: none"> M&S 관점에서의 상호운용성 발표(1998) 3개의 정의가 IEEE 표준용어로 등재(2000) 교환 대상에 Materiel 등장(2000)
전성기 (~2005)	연평균 4~5회	<ul style="list-style-type: none"> 조직, 프로그램, 안전 상호운용성 등 다양한 형태 출현 타군 및 연합군 파트너를 참여개체에 포함시킴(2003)
성숙기 (2006~)	연평균 1~2회	<ul style="list-style-type: none"> 과거보다 더 추상화된 정의 게재(2007) *할당임무를 수행하는데 시너지를 낼 수 있도록 운용하는 능력

<표 3> 발전 단계별 구성요소의 변천

구분	도입기(~1995)	확장기(~2000)	전성기(~2005)	안정기(2006~)
참여 개체 (P)	Systems, Units (Military), Forces, Equipments, Human, Machine, Parties, Elements, Components	SW components, C4I nodes, Users, Items, Communications- electronics systems, Transmission media, Applications, Industries, Units(Of equipment), signal formats	Program, Network, Information systems, Communicating systems, Product, Coalition partners, Organizations, Program offices, Devices, Elements	Agency
참여 개체의 행위 (A)	To process, To receive, To accept, To provide, To couple, To interchange, To exchange, To operate, To use, To be linked together, To communicate	To access, To interact, To share, To cooperate, To work together	To perform, To maintain, To construct, To manage	To execute, To be interconnected, To accomplish
행위의 대상 개체 (O)	Information, Services, Assemblies, Components, Spares, Repair parts, Content, Data	Functionality, Materiel	Software, Task	Applications

메인에 대한 상호운용성 정의가 제안되었고, 미국의 국방 분야에서는 타군 및 연합군 파트너를 참여개체로 보는 정의가 발표되기도 했다. 성숙기에 접어들어 상호운용성 정의는 보다 압축되고 추상화된 형태로 변하고 있다.

시대별로 정의 구성요소의 정성적인 변화를 알 수 있도록 그룹별로 처음 등장한 구성요소들을 구분하여 <표 3>에 나타내었다.

참여개체(P) 관점에서 보면, 도입기에 국방 분야에서 지금까지도 주로 사용되는 Systems, Units(Military), Forces 등이 대부분 등장하였고, 확장기에 C4I Nodes 등 구체적인 참여개체가 언급되며, 전성기에는 Coalition partners, Organizations 등 조직과 관련된 분야까지 확장되며, 최근에는 Agency까지 등장하였다. 참여개체의 행위(A) 관점에서 보면 To exchange, To use 및 To communicate에서 시작해서 To share, To cooperate을 거쳐, 복합체계 관점에서 접근한 To maintain, To construct 등으로 진화하고, 최근에는 To execute 등까지 출현하였다. 행위의 대상개체(O) 관점에서 보면 Information, Services, Data 외에도 부품 호환성과 관련 있는 Assemblies, Components, Spares, Repair Parts가 상호운용성 개념에 포함된 것을 알 수 있고, 확장기에는 Functionality와 Materiel이 새로이 나타났으며, 전성기에는 Task가 그리고 최근에는 Applications까지 나타나고 있다.

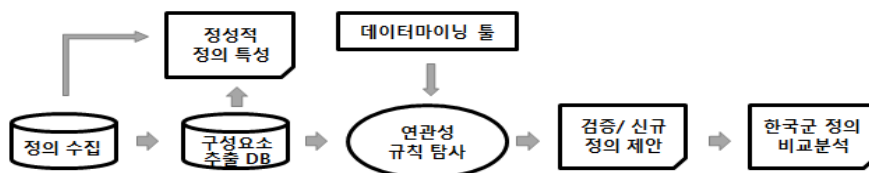
3. 실험 방법

상호운용성 정의의 해석을 위하여 본 연구에서는 두 가지의 분석 방법을 사용한다. 먼저 앞 장에서 문헌 조사된 정의들로부터 그들의 일반적인 형태나 시대별 특성 등 상호운용성 정의를 정성적으로 분석하였고, 결과는 이해의 편의성을 위해 제 2.3절 후반부에 기술하였다. 두 번째는 정의로부터 추출한 구성요소 DB에 대하여 데이터마이닝 툴을 사용한 연관성규칙 탐사 등을 통해 정량적인 분석과 검증을 하였으며 그 결과는 제 4장에 기술하였다. <그림 3>은 본 연구의 모형이다.

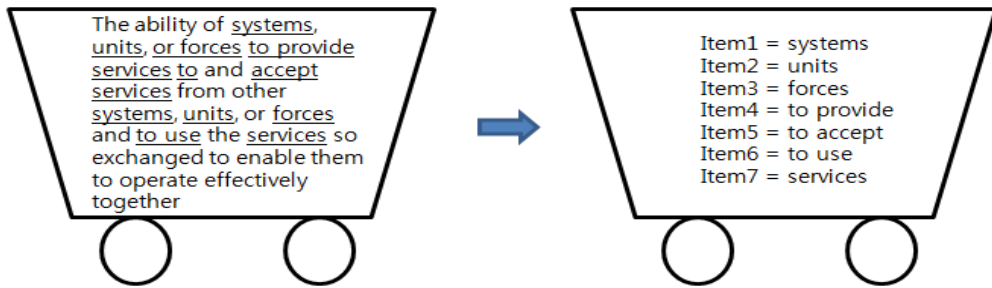
3.1 구성요소의 추출

상호운용성 정의는 한 개부터 수 개의 문장으로 구성되어 있고, 각 문장에는 의미가 있는 구성요소(단어)로 몇 개의 명사와 동사 등을 포함하고 있다. 그 중에서 명사는 주어 성격으로 상호운용성에 관련되거나 참여하는 개체와, 목적어 성격으로 동사인 행위의 대상 개체를 나타낸다. 동사는 상호운용성의 동작이나 행위가거나, 부사와 결합하여 그 행위의 목적을 나타낸다.

<그림 4>는 하나부터 여러 개의 문장으로 구성된 상호운용성 정의를 한 개의 장바구니에 담은 뒤에, 그 정의 내용 중에서 명사형,



<그림 3> 연구 모형



〈그림 4〉 정의로 부터 구성요소의 추출 개념도

동사형을 모두 식별하고(밑줄로 그은 것처럼), 그 중에서 중복되지 않게 7개의 품목으로 구분하여 장바구니에 담아서 품목화한 개념도를 보이고 있다.

구성요소를 추출함에 있어서 예외 사항이 있는데, 보통 상호운용성 정의가 거의 공통적으로 ‘~하는 능력’의 구조로 되어 있기 때문에 비록 명사이더라도 ‘능력(Ability)’과 같은 단어나, 상호운용성의 목적을 기술하고 있는 부분의 명사와 동사도 추출 대상에서 제외한다. 왜냐하면 본 연구에서 다루는 품목의 대상이 되는 부분이 상호운용에 참여하는 개체로서의 명사와 상호운용을 나타내는 동작으로서의 동사, 그리고 그 행위의 대상개체로서의 명사 등 3가지 그룹에 국한하기 때문이다. 특히 To operate effectively처럼 정의 내에서 목적을 부언하는데 사용되는 단어가, 다른 정의에서는 상호운용성 행위를 표시하는 단어로 사용되기 때문에 연관성 규칙 탐사 결과를 왜곡시킬 수도 있기 때문이다.

본 연구에서 구성요소를 추출하는 방법은 수작업으로 진행하였다. 다른 연구[9]에서 이미 시도한 것처럼 자연어를 초기 입력 자료로 하여 문장별로 구성 단어(객체)를 자동 도출하는 Object Parser를 활용할 수도 있겠으나, 본 연

구에서는 정의의 개수가 77개로 수작업으로 다룰 수 있는 범위이고, 앞에서 언급한 3가지 그룹에 포함되지 않는 단어는 제외해야 하는 등의 의미적인 판단도 해야 하는 부분이 있으므로 자동화 추출을 선택하지 않았다. 다만 대량의 자료를 처리해야 할 경우라면 Object Parser 등을 활용하여 자동 추출까지 확장할 필요가 있을 것이다.

한편 연관성 분석에 사용할 정의는 77개중에서 14개 정의를 제외한 63개 정의이다. 즉 장바구니의 수는 63개이다. 분석에서 제외된 14개는 국내에서 발표된 13개와 나머지 1개의 정의이다. 국내의 정의는 상당수가, 특히 국방 분야의 경우 미국의 정의를 인용한 사례가 많으므로 이중으로 포함될 우려가 있어서 제외하였고, 국내에서 독자적으로 제안된 경우라 하더라도 영어로 번역하는 과정에서 의미적 오류가 발생할 수 있기 때문에 분석 데이터 그룹에서 제외하였으며, 국외 정의 1개는 어떠한 구성요소도 식별해 낼 수 없이 단순하게 기술되어 있어서 제외하였다. 또한 추출 과정에서 어떤 명사가 복수형 이든 단수형이든 하나의 단어로 통일하였다. 하나의 정의 내에서, 예를 들어 Systems나 Services처럼 반복되어 사용되는 단어가 있다면 이는

하나의 품목으로 처리하였다. 왜냐하면 장바구니 분석에서는 품목의 종류만이 고려 변수이고 구매 개수는 분석 대상에 포함되지 않기 때문이다. 즉 정의에서 같은 단어를 반복해서 사용할 때, 예를 들어 ‘시스템과 시스템 간에 서비스를 교환할 수 있고, 그 교환된 서비스를 이용할 수 있어야 한다.’라고 한다면 이 때 시스템과 서비스는 두 번 사용되더라도 같은 구성요소를 의미하기 때문에 하나의 품목으로 간주 할 수 있다.

3.2 연관성 규칙 탐사

제 2.2절에서 이미 기술한 것처럼, 연관성 규칙 탐사는 데이터베이스 내의 거래 중에서 동시에 발생하는 항목들의 연관성을 규칙의 형태로 표현한 것으로, 특정 사건이 발생하면 동시에 혹은 일정한 시간간격 사이에 다른 사건이 일어나는 관련성을 규명할 수 있다. 일반적으로 연관성 규칙은 충분히 많은 거래 건수를 가진 DB 내에서 서로 독립적인 품목들에 대한 규칙을 찾는데 활용하지만 본 연구에서는 자연어로 구성된 상호운용성 정의 63개를 거래수로 하여 그 정의 내의 구성요소들 간의 연관성을 찾는다. 이를 통해 매우 다양한 형태로 사용되고 있는 상호운용성 정의에 대한 보다 명확한 해석을 할 수 있다.

1차적으로 상호운용성 정의에서 추출한 각각의 구성요소의 사용 빈도를 조사한다. 이러한 빈도 분포는 상호운용성 정의의 특징을 나타내는 기본 잣대이다. 하지만 이러한 빈도수만으로 상호운용성의 정의를 해석하고 일반화하는 것은 기계적인 분석에 치우칠 우려

가 있다. 다시 말해 각각의 정의들로부터 분해하여 추출한 단어들의 경우에 어떠한 구성요소가(예를 들면 참여개체) 어떠한 구성요소(예를 들면 행위나 행위 대상의 개체)와 동시에 사용되고 있는지에 대한 정량적인 연관성 분석 없이 빈도수만으로 접근하는 경우에는 의미적으로 오류가 발생할 수 있다는 것이다. 따라서 2차적으로 구성요소들 간의 연관성 규칙을 탐사한다. 본 연구에서는 데이터 마이닝 도구인 SAS 9.1, Enterprise Miner를 사용하였다.

연관성 규칙 탐사는 3가지 관점으로 접근한다. 먼저 분석 대상 63개의 국외의 정의 전체를 분석하고, 그 중에서 37개의 민간 분야 정의와 미국 국방 분야의 정의 26개를 별도로 분석하여 각각의 특성을 규명한다.

3.3 검증, 신규 정의 제안 및 비교

본 연구에서는 정의의 구성요소를 참여개체(P), 참여개체의 행위(A), 그리고 행위의 대상개체(O) 그룹으로 분류하여 그 그룹 내에서 구성요소들의 연관 규칙을 우선 탐사한다. 그 후 선별된 구성요소들에 대하여 각 그룹 간의 연관 규칙을 확인하여 그룹 내에서 유효한 구성요소들이 그룹 간에도 유효한지를 검증한다. 이러한 검증 후에 최종적으로 민간 및 국방 분야의 각각에 대한 최종 그룹별 주요 구성요소를 결정하고, 그 구성요소에 의해 일반적인 상호운용성 정의 형태를 인용하여 새로운 정의를 제안한다. 신규로 제안된 국방 분야 정의를 기준으로 하여 현재 한국군에서 사용 중인 정의들과 비교 분석한다.

4. 실험 결과

4.1 데이터 마이닝

4.1.1 구성요소 추출 및 빈도 분석

63개의 정의에서 추출한 구성요소의 총수는 246개이며, 반복 사용된 것을 제외한 순수 구성요소는 79개이다. 각각의 구성요소는 참여개체(P), 참여개체의 행위(A), 그리고 행위의 대상개체(O) 그룹으로 분류하였으며, 각 그룹별로 상위 빈도수 구성요소를 <표 4>에 나타내었다.

여기에서 볼 수 있는 바와 같이, 상호운용성 정의에서 가장 많이 나타나는 참여개체(P)는 Systems로 63개 정의에서 25회 사용되어 약 40%의 정의에서 사용되고 있다. 다음이 Communicating entities와 Components로 각각 5회씩 나타나고 있다. 참여개체의 행위(A) 빈도 분포를 보면 To exchange가 20회로 전체 정의의 32%에서 사용되고 있으며, To use 및 To operate가 각각 10회씩 사용되고 있다. 그리고 행위의 대상개체(O) 구성요소 빈도는 Information이 18회로 29%의 정의에서 사용되

고 있고, Data가 11회 Services가 10회씩 사용되고 있음을 알 수 있다.

<표 4>는 민간과 국방에서 사용된 상호운용성 정의를 통합하여 분석한 것으로, 이는 국방이라는 특수 분야에서 사용되는 정의와 민간의 정의 간에 차이점을 보여주지 못한다. 따라서 민간 및 국방 분야로 구분하여 각 그룹별 구성요소 중 2회 이상 사용된 구성요소와 그 빈도수를 나타낸 것이 <표 5>이다.

여기에서 보면 국방 분야는 민간과 비교해서 상당한 차이가 있음을 볼 수 있다. 먼저 참여개체 관점에서 최 빈도인 Systems은 동일하나, 그 다음은 민간에서는 Communicating entities와 Components가, 군에서는 Forces(군), Units(부대)이 참여개체로 요구되고 있음을 알 수 있다. 행위 관점에서는 To exchange는 동일하나, 민간에서는 통신과 협업을 강조하는 To communicate와 To work together가 상호운용성 행위로 요구되며, 국방에서는 사용하거나 운용 또는 작전을 나타내는 행위인 To operate과 To use가 주로 사용되고 있다. 대상개체 관점에서 군에서 Services를 강조하는 것 외에는 Data와 Information이 상호운용되어야 할 개체로 제시된다.

<표 4> 상위 빈도 구성요소

참여개체(P)	빈도	참여개체의 행위(A)	빈도	행위의 대상개체(O)	빈도
Systems	25	To exchange	20	Information	18
Communicating entities	5	To use	10	Data	11
Components	5	To operate	10	Services	10
Forces	4	To communicate	8	Materiel	2
Units(military)	4	To work together	7	Task	2
Application software	4	To share	5		
Network	4	To interact	4		
Product	3	To provide	4		
User	2	To accept	3		
...		

〈표 5〉 분야별 구성요소 빈도

	민간	빈도	국방	빈도
참여 개체 (P)	Systems	13	Systems	12
	Communicating entities	3	Forces	4
	Components	3	Units(military)	4
	Network	3	Communicating entities	2
	Products	3	Components	2
	Application	2	Application	2
	Organization	2	Program	2
	Operating systems	2	Users	2
	Elements	2		
	Units(systems)	2		
Human	2			
행위 (A)	To exchange	8	To exchange	12
	To communicate	7	To operate	6
	To work together	6	To use	5
	To use	5	To provide	4
	To operate	4	To accept	3
	To share	4	To cooperate	2
	To interact	4	To interchange	2
	To interoperate	2		
대상 개체 (O)	Information	7	Information	11
	Data	5	Services	9
			Data	6
			Materiel	2
			Tasks	2

〈표 5〉에서 굵은 고딕체로 표시한 것은 민간과 국방 분야에서 동일하게 사용되는 구성요소를 나타낸다.

〈표 6〉은 정의들에서 사용된 구성요소를 참여개체(P), 참여개체의 행위(A) 그리고 행위의 대상개체(O) 그룹별로 구분하고, 전체 정의를 종합하여 조사한 것과 민간 및 국방 분야 정의에서의 구성요소 중에서 사용 빈도 상위 3위까지를 나타낸 것이다. 민간 분야에서 참여개체(P)의 구성요소가 5가지인 것은 Systems을 제외한 4가지의 빈도수가 모두 같기 때문이다.

〈표 6〉에서 흥미로운 것은 모든 분야 및 그룹에서 최상위 빈도는 동일하다는 것이다. 그러나 차상위 이하의 구성요소는 뚜렷하게 차이점을 보이고 있다. 특히 민간 분야에서는 통신 분야에서 상호운용성이 강조되고 있음을 알 수 있고, 국방 분야에서는 군(Forces)과 부대(Units) 조직 간의 작전 또는 운용(To operate) 측면에서 상호운용성이 강조되고 있음을 알 수 있다.

4.1.2 종합 연관성 규칙

〈표 6〉의 정의 구성요소 사용 빈도수는 각

〈표 6〉 상위 3위 빈도 구성요소

구분	참여개체(P)	참여개체의 행위(A)	행위의 대상개체(O)
종합	Systems Communicating entities Components	To exchange To use To operate	Information Data Services
민간 분야	Systems Communicating entities Components Network, Product	To exchange To communicate To work together	Information Data
국방 분야	Systems Forces Units(military)	To exchange To operate To use	Information Services Data

구성요소간의 연관성을 고려하지 않고 단순하게 각 요소들이 정의 내에서 사용된 횟수만을 나타낸 것이다. 이러한 빈도는 상호운용성 정의의 일반적인 특징을 나타내기는 하지만, 상호운용성의 정의를 의미적으로 일반화하였다고 보기는 어렵다. 따라서 분류한 구성요소들이 각각 어떻게 동시에 사용되고 있는지에 대한 요소들 간의 상호 연관성 분석이 필요하며, SAS 9.1, Enterprise Miner를 이용하여 분석한 연관성 규칙 탐사 결과 화면이 <그림 5>이다.

<그림 5>에 있는 분석 결과의 열 제목 중에, 관계(Relations)는 규칙에 포함되는 품목(정의 구성요소)의 수로 2라는 것은 A와 B 두 가지 품목(정의 구성요소)의 관계이고, 3이라는 것은 A, B, C 세 가지 품목(구성요소)의 관계

이다. 규칙(Rule)은 연관성 규칙 탐사에 의해 발견된 어떤 품목들의 관계이며, 거래수(Transaction Count)는 전체 발생된 건수(장바구니의 수, 여기에서는 정의의 수로 63게임)에서 해당 규칙이 나타난 건수이며, 지지도는 그것을 확률(%)로 표현한 것이다. 신뢰도는 예를 들어 규칙 Systems ⇒ To exchange에서 Systems이 포함된 모든 건수 중에서 To exchange가 나타나는 확률(%)이다.

여기에서 보면, 연관성 탐사를 통해 발견된 규칙 중 지지도가 가장 큰 규칙은 To exchange ⇒ Information과 Systems ⇒ Information, To use ⇒ Systems 및 To use ⇒ To exchange 등의 순서이다. 이 때 To exchange ⇒ Information(또는 Information ⇒ To exchange)의 지지도가 19.05%라는 것은 분석대상의 상호운

Rules	Relations	Lift	Support(%)	Confidence(%)	Transaction Count	Rule
1	2	2.10	19.05	60.00	12.00	to exchange ==> information
2	2	2.10	19.05	66.67	12.00	information ==> to exchange
3	2	1.26	14.29	36.00	9.00	system ==> information
4	2	1.26	14.29	50.00	9.00	information ==> system
5	2	2.02	12.70	80.00	8.00	to use ==> system
6	2	2.02	12.70	32.00	8.00	system ==> to use
7	2	1.89	9.52	60.00	6.00	to use ==> to exchange
8	2	1.89	9.52	30.00	6.00	to exchange ==> to use
9	2	3.78	9.52	60.00	6.00	to use ==> service
10	2	3.78	9.52	60.00	6.00	service ==> to use
11	2	1.89	9.52	30.00	6.00	to exchange ==> service
12	2	1.89	9.52	60.00	6.00	service ==> to exchange
13	2	1.51	9.52	24.00	6.00	system ==> service
14	2	1.51	9.52	60.00	6.00	service ==> system
15	2	1.75	7.94	50.00	5.00	to use ==> information
16	2	1.75	7.94	27.78	5.00	information ==> to use
17	2	1.43	7.94	25.00	5.00	to exchange ==> data
18	2	1.43	7.94	45.45	5.00	data ==> to exchange
19	2	6.30	6.35	100.00	4.00	unit-mil ==> to use
20	2	6.30	6.35	40.00	4.00	to use ==> unit-mil
21	2	2.52	6.35	100.00	4.00	unit-mil ==> system
22	2	2.52	6.35	15.00	4.00	system ==> unit-mil
23	2	6.30	6.35	100.00	4.00	unit-mil ==> service
24	2	6.30	6.35	40.00	4.00	service ==> unit-mil
25	2	15.75	6.35	100.00	4.00	unit-mil ==> force
26	2	15.75	6.35	100.00	4.00	force ==> unit-mil
27	2	6.30	6.35	40.00	4.00	to use ==> to provide
28	2	6.30	6.35	100.00	4.00	to provide ==> to use
29	2	6.30	6.35	40.00	4.00	to use ==> force
30	2	6.30	6.35	100.00	4.00	force ==> to use
31	2	6.30	6.35	100.00	4.00	to provide ==> service
32	2	6.30	6.35	40.00	4.00	service ==> to provide
33	2	1.26	6.35	40.00	4.00	to operate ==> to exchange
34	2	1.26	6.35	20.00	4.00	to exchange ==> to operate
35	2	1.40	6.35	40.00	4.00	to operate ==> information
36	2	1.40	6.35	22.22	4.00	information ==> to operate
37	2	5.04	6.35	40.00	4.00	to operate ==> communicating entities
38	2	5.04	6.35	80.00	4.00	communicating entities ==> to operate
39	2	2.52	6.35	20.00	4.00	to exchange ==> component
40	2	2.52	6.35	80.00	4.00	component ==> to exchange
41	2	2.52	6.35	15.00	4.00	system ==> force
42	2	2.52	6.35	100.00	4.00	force ==> system
43	2	1.40	6.35	40.00	4.00	service ==> information
44	2	1.40	6.35	22.22	4.00	information ==> service
45	2	6.30	6.35	40.00	4.00	service ==> force

<그림 5> SAS Enterprise Miner를 활용한 연관성 규칙 탐사 결과

용성 정의가 총 63개인데 그중에서 Information과 To exchange 두 가지 구성요소를 동시에 포함하는 거래수가 12개로 그 비율이 19.05%라는 것이다. 한편 Information ⇒ To exchange의 신뢰도는 66.67%이고, 그 반대는 60%인데 이는 Information을 포함하고 있는 정의가 To exchange를 같이 포함하는 확률이 To exchange를 포함하고 있는 정의가 information을 포함하는 확률보다 크다는 것을 의미한다.

<그림 5>의 연관성 규칙 탐사 결과를 신뢰도의 관점에서 보기 위하여 최소 지지도가 7.94이상인 규칙 중에서 신뢰도가 60이상인 규칙만을 <표 7>에 나타내었다. 여기에서 보면 Systems, Services, To Use, To exchange 등 4가지 구성요소는 정의 내에서 동시에 사용되는 신뢰도가 83.33으로 상당히 높다는 것을 의미한다. 이렇게 지지도에 비해서 신뢰도가

높다는 것은 각 정의에서 공통으로 사용된 구성요소는 많지 않은 반면, 특정 구성요소들은 상호간에 상당히 종속적인 관계로 함께 사용되는 경우가 많은 것으로 해석할 수 있다. 또한 지지도가 낮다는 것은 각 정의에서 공통으로 사용된 구성요소가 적다는 것이며, 이는 새로운 정의를 제안할 경우에는 기존의 정의와는 달라야 하므로 구성요소를 달리했기 때문인 것으로 보인다.

한편 <그림 5>의 연관성 규칙 탐사는 각 구성요소를 모두 같은 차원의 독립적인 품목으로 보고 분석한 것이다. 즉 참여개체(P)와 행위(A) 및 대상개체(O) 그룹별 구성요소는 엄밀히 말하면 서로 독립적이라고 볼 수 없음에도 불구하고 전체 구성요소의 지지도와 신뢰도의 정도를 판단하여 물리적으로 규칙을 찾았다. 이는 제 2.3.1절에서 상호운용성

<표 7> 상위 신뢰도의 규칙들

관계	신뢰도	지지도	거래수	규칙
3	83.33	7.94	5	Systems and Services ==> To use
3	83.33	7.94	5	To use and Services ==> Systems
3	83.33	7.94	5	To use and To exchange ==> Systems
2	80.00	12.70	8	To use ==> Systems
3	71.43	7.94	5	To exchange and Systems ==> Information
3	71.43	7.94	5	To exchange and Systems ==> To use
2	66.67	19.05	12	Information ==> To exchange
3	62.50	7.94	5	To use and Systems ==> Services
3	62.50	7.94	5	To use and Systems ==> To exchange
2	60.00	19.05	12	To exchange ==> Information
2	60.00	9.52	6	Services ==> Systems
2	60.00	9.52	6	Services ==> To exchange
2	60.00	9.52	6	Services ==> To use
2	60.00	9.52	6	To use ==> Services
2	60.00	9.52	6	To use ==> To exchange

정의의 일반적인 모습이 참여개체(P), 행위(A) 및 대상개체(O)의 세 가지 형태로 조합되어 있다고 하였으므로 지지도나 신뢰도가 낮다고 하더라도 세 가지 형태별 구성요소는 포함하고 있어야 한다. 다시 말해 어떠한 일반적인 정의에는 참여개체(P), 행위(A) 및 대상개체(O) 각각의 구성요소가 하나 이상은 포함되어야 한다.

따라서 <표 6>에서 종합적으로 도출한 참여개체(P), 행위(A) 및 대상개체(O) 별로 상위 빈도를 보이는 구성요소들 간의 규칙을 찾아야 한다. 이를 위해 <그림 5>의 탐사 결과에서 데이터 마이닝의 Subset Table 기능을 활용하여 각 구성요소별 연관강도가 큰 것을 <표 8>에 나타내었다.

여기에서 보면 <표 6>의 종합 분야 최 빈도 참여개체(P)인 Systems, Communicating entities, 그리고 Components의 규칙 강도를 보면 상호 연관성이 약해서 상당히 독립적임을 알 수 있다. 즉 세 가지 구성요소는 하나의 정의에서 함께 사용되는 경우가 거의 없다는 것이

다. 오히려 국방 분야 정의 구성요소인 Forces와 Units(Military)가 오히려 Systems과 함께 사용되는 강도가 더 강하며, Systems과 Components가 함께 사용되는 지지도도 3.17로 높지 않다. 최 빈도 행위(A) To exchange, To use 및 To operate는 함께 사용되는 연관성이 비교적 높다. 참고로 To provide와 To accept는 함께 사용되어 To exchange의 의미이므로 그러한 구성요소를 추가한다면 연관 강도는 더 높아진다. 최 빈도 대상개체(O)인 Information, Data와 Services 사이의 연관 강도도 Information과 Services가 함께 사용되는 연관성이 더 크게 나타났다.

4.1.3 민간 및 국방 분야 연관성 규칙

앞 절의 결과는 <표 6>에서 도출한 종합적인 참여개체(P), 행위(A) 및 대상개체(O) 별 구성요소의 빈도수 순서와 상당히 다른 결과를 보여주고 있음을 알 수 있다. 이는 민간 및 국방 분야에서 사용되는 정의의 특성이 상당히 다르다는 것을 암시하며 따라서

<표 8> 그룹 내 구성요소 간 연관성 규칙

관계	거래수	지지도	신뢰도	규칙	비고
2	4	6.35	16.00	Systems ==> Forces	참여개체(P)
2	4	6.35	16.00	Systems ==> Units-mil	
3	4	6.35	16.00	Systems ==> Units-mil & Forces	
2	2	3.17	40.00	Systems ==> Components	
2	6	9.52	30.00	To exchange ==> To use	참여개체의 행위(A)
2	4	6.35	20.00	To exchange ==> To operate	
2	3	4.76	75.00	To provide ==> To accept	
3	3	4.76	100.00	To provide and To accept ==> To use	
2	4	6.35	22.22	Information ==> Services	행위의 대상개체(O)
2	3	4.76	30.00	Services ==> Data	
3	2	3.17	66.67	Information and Data ==> Services	

여기에서는 양 쪽 분야의 정의 구성요소에 대한 연관성 분석을 통해 각각의 특성을 규명할 필요가 있다.

<표 9>는 민간 분야 정의의 구성요소에 대한 연관성 규칙 탐사 결과이다. 여기에서 보면 각 구성요소들 간의 지지도가, 국방 분야 구성요소에 비해서 전반적으로 낮은데 이는 각 구성요소들이 각각의 정의 내에서 각각 따로 사용되고 있다는 의미이다.

<표 6>에서 제시하는 민간 분야 최상위 빈도를 가진 구성요소들에 대해서 Subset Table 기능을 활용하여 추가로 분석한 결과는 <표 10>에 종합하였다. 여기에서 보면 각각의 최상위 빈도를 가진 구성요소들 간의 연관관계가 매우 낮음을 알 수 있다. 참여개

체(P) 구성요소인 Systems, Communicating entities, Components, Network 및 Product 등이 최상위 빈도 구성요소이나 이들의 지지도는 매우 낮아서 연관성이 크지 않다. 행위(A) 구성요소인 To exchange, To communicate 및 To work together 간의 연관성도 나타나지 않으며, 대상개체(O) 구성요소도 마찬가지로 연관 강도가 매우 약하다.

<표 11>은 국방 분야 정의의 구성요소에 대한 연관성 규칙 탐사 결과이다. 여기에서 보면 각 구성요소들 간의 지지도가 전반적으로 높은데 이는 각 구성요소들이 각각의 정의 내에서 동시에 사용되고 있는 경우의 수가 많다는 것을 의미한다.

<표 6>에서 제시하는 국방 분야 최상위 빈

<표 9> 민간 분야 구성요소 간 연관성 규칙(상위 지지도 순)

관계	지지도	거래수	신뢰도	규칙
2	10.81	4	80.00	To use ==> To exchange
2	10.81	4	57.14	Information ==> Systems
2	10.81	4	50.00	To exchange ==> To use
2	10.81	4	30.77	Systems ==> Information
2	8.11	3	100.00	Communicating entities ==> To operate
3	8.11	3	100.00	To exchange and information ==> To use
3	8.11	3	100.00	To exchange and systems ==> To use
3	8.11	3	100.00	To use and information ==> To exchange
3	8.11	3	100.00	To use and systems ==> To exchange

<표 10> 민간분야 그룹 내 구성요소 간 연관성 규칙

관계	지지도	거래수	신뢰도	규칙	비고
2	5.41	2	15.38	Systems ==> Components	참여개체(P)
2	5.41	2	15.38	Systems ==> Product	
2	5.41	2	66.67	Components ==> Systems	
2	5.41	2	66.67	Product ==> Systems	
2	10.81	4	50.00	To exchange ==> To use	행위(A)

도를 가진 구성요소들에 대해서 Subset Table 기능을 활용하여 추가로 분석한 결과는 <표 12>에 종합하였다. 여기에서 보면 각각의 최상위 빈도를 가진 구성요소들 간의 연관관계가 상당히 높음을 알 수 있다. 참여개체(P) 구성요소인 Systems, Forces 및 Units(Military) 등의 최상위 빈도 구성요소들의 지지도는 14.81로 민간 분야에 비해 연관성이 강하게 나타난다. 행위(A) 구성요소인 To exchange, To operate 및 To use 간의 연관성이나, 대상개체(O) 구성요소도 마찬가지로 <표 12>에서

보는 바와 같이 연관 강도가 상당히 강한 것으로 나타난다.

4.2 검증 및 신규 정의 제안

<표 13>은 앞의 세 개 절의 실험 결과를 종합한 표로서 참여개체(P), 행위(A) 및 대상개체(O) 그룹 내에서 각 구성요소들 간의 지지도가 최소한 10이상인 규칙들에 속하는 구성요소를 최종 상호운용성 정의의 구성요소로 선정한 것이다. 여기에서 종합 및 민간 분

<표 11> 국방 분야 구성요소 간 연관성 규칙

관계	지지도	거래수	신뢰도	규칙
2	33.33	9	75.00	To exchange ==> Information
2	33.33	9	81.82	Information ==> To exchange
2	22.22	6	50.00	Systems ==> Services
2	22.22	6	66.67	Services ==> Systems
2	18.52	5	100.00	To use ==> Services
2	18.52	5	55.56	Services ==> To use
2	18.52	5	41.67	To exchange ==> Services
2	18.52	5	55.56	Services ==> To exchange
2	18.52	5	41.67	Systems ==> Information
2	18.52	5	45.45	Information ==> Systems

<표 12> 국방분야 그룹 내 구성요소 간 연관성 규칙

관계	거래수	지지도	신뢰도	규칙	비고
2	4	14.81	33.33	Systems ==> Forces	참여개체(P)
2	4	14.81	33.33	Systems ==> Units-mil	
3	4	14.81	33.33	Systems ==> UUnits-mil and Forces	
2	3	11.11	25	To exchange ==> To operate	참여개체의 행위(A)
2	3	11.11	75	To provide ==> To accept	
2	3	11.11	75	To provide ==> To use	
2	4	14.81	36.36	Information ==> Services	행위의 대상개체(O)
2	3	11.11	50	Data ==> Information	

야의 구성요소는 동일하게 나타났다. 다만 민간 분야의 행위(A) 그룹에서 To use가 <표 6>의 상위 빈도 표에는 없으나 실제로 <표 5>에서 보면 상위 4위에 속하며, To exchange와 To use의 지지도가 10.81이므로 최종 구성요소에 포함하였다.

<표 13>은 참여개체(P), 행위(A) 및 대상개체(O) 그룹 내에서 상위 빈도를 가진 구성요소들을 대상으로 구성요소 간의 연관성 규칙을 탐사하여 최소 지지도 10이상인 경우를 한정하여 새로이 사용될 정의의 구성요소로 제한하였다. 그러나 이러한 그룹 내에서의 구성요소들 간의 연관관계 뿐만 아니라 전체 구성요소의 연관관계도 중요하다. 예를 들어 <표

13>의 국방 분야에서 Systems과 Forces 그리고 Units(military)의 지지도는 10이상이지만, 만약 Systems과 To exchange 또는 Information의 연관 관계가 약하다면 하나의 정의에서 사용하는 것에 논리적인 문제가 발생한다.

<표 14>는 Subset table 기능을 활용하여 각 그룹의 구성요소들 간의 대표적인 연관 관계를 취합하여 나타낸 것이다. 여기에서 알 수 있는 바와 같이 그룹 내에서 뿐만 아니라 그룹 간에도 구성요소들 간의 연관 관계가 높은 것을 알 수 있으며, 따라서 <표 13>의 각 구성요소를 조합하여 상호운용성 정의를 일반화하는 것은 타당한 것으로 볼 수 있다.

<표 13> 그룹별 지지도 10이상의 연관 강도를 갖는 구성요소

구 분	참여개체(P)	참여개체의 행위(A)	행위의 대상개체(O)
종합 및 민간 분야	Systems	To exchange To use	Information
국방 분야	Systems Forces Units(military)	To exchange To operate To use	Information Services Data

<표 14> 그룹 간의 구성요소의 연관성

구 분	신뢰도	지지도	거래수	규칙
종합	36.00	14.29	9	Systems ==> Information
	60.00	19.05	12	To exchange ==> Information
민간 분야	30.77	10.81	4	Systems ==> Information
	50.00	10.81	4	To exchange ==> To use
국방 분야	41.67	18.52	5	Systems ==> Information
	75.00	11.11	3	Forces ==> To use and Services
	100.00	14.81	4	Units-mil ==> Services
	75.00	33.33	9	To exchange ==> Information
	60.00	11.11	3	To use ==> Systems and Services and Forces
	50.00	11.11	3	Data ==> To exchange
	66.67	22.22	6	Services ==> Systems

이렇게 상호운용성 정의 구성요소에 대한 연관성 규칙 탐사를 통해 그 관계를 명확히 해석하고, 이를 통하여 종합 및 민간 분야와 국방 분야 두 가지로 구분하여 <그림 6>과 같이 일반적인 상호운용성 정의를 신규로 제안한다. 여기에서 정의의 서술 방식은 제 2.3.1 절에서 제시한 정의의 일반적인 형태를 취한 것이다. <그림 6>에서 보면 종합 및 민간 분야 정의와 국방 분야 정의는 일정 부분 동일한 측면이 있기도 있지만 각각의 특성을 가지고 있음을 나타낸다.

4.3 한국군 정의와 비교

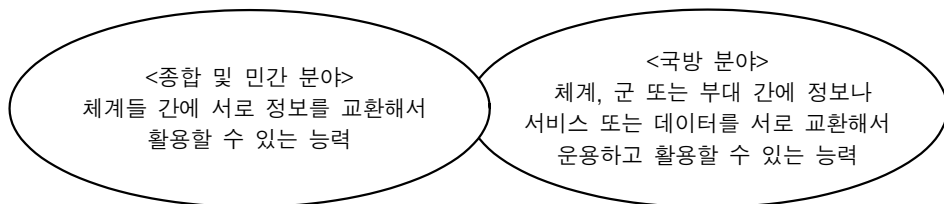
한국군에서 사용되는 정의는 <표 15>에서 보는 바와 같이 7가지이다. 여기에서 보면 각 정의에서 참여개체로는 체계(Systems), 군(Forces), 부대(Units)가, 참여개체의 행위로는 공유하다(To share), 교환하다(To exchange), 운용하다(To operate), 이용하다/사용하다(To use) 등이 등장하며, 행위의 대상개체로는 서비스(Services), 정보(Information), 데이터(Data)가 나타나고 있어서 일견 문제점이 없어 보일 수도 있다.

그러나 방위사업청의 방위사업관리 규정의 정의와 그 하위 지침인 상호운용성실무지침 가이드의 정의가 다르다는 점, 또한 국방부 국

방상호운용성관리 규정과 그 하위 지침인 국방상호운용성관리지시의 정의 또한 다르고, 합동참모본부(합참)도 약간 다르게 정의하고 있다는데 문제가 있다. 더 자세히 살펴보면 국방부나 방위사업청 및 합참의 상위 규정에서는 참여개체로 모두 체계, 군, 부대를 포함시키고 있으나 하위 지침에서는 체계만으로 한정하여 정의하고 있고, 행위와 대상개체도 정보의 교환 및 이용 능력으로 축소한 것을 알 수 있다. 이는 실제로 상호운용성 달성을 관리하는 부서가 각 기관의 정보화 부서로 특정됨에 따라 타 부서 소관인 작전 등과 관련한 요소들은 생략하고 시스템적인 정보 교환 요소로만 제한한 것으로 판단된다. 이러한 결과는 상호운용성 관리 및 시험평가 항목에서도 그대로 나타나고 있다[15].

이러한 한국군 정의의 문제점을 보다 정확히 판단하기 위해서 앞 절에서 신규로 제안한 국방 분야의 정의(구성요소)를 근거로 비교한 결과를 <표 15>의 우측에 나타내었다.

비교 결과 방위사업청의 최상위 규정인 방위사업관리규정(2006)과 국방부의 훈령인 국방상호운용성관리규정(2007)에 있는 정의가 신규 제안한 정의와 거의 일치한다는 것을 알 수 있으며, 각 규정의 하위 지침으로 가면서 특정 구성요소를 생략해버리고 있음을 알 수 있다.



<그림 19> 신규 상호운용성 정의 제안

〈표 15〉 한국군의 상호운용성 정의 비교 분석

제정 기관	출처	정의	제안 정의(국방 분야)와 비교 분석
방위 사업청	방위사업관리 규정, 2006	서로 다른 체계, 군 또는 부대 간에 서비스, 정보 또는 데이터를 막힘없이 공유, 교환 및 운용할 수 있는 능력	일치
	상호운용성실무 지침가이드1, 2007	다른 체계 간 특정 서비스, 정보 또는 데이터를 막힘없이 교환하여 공유할 수 있는 능력	To operate 개념 축소
	상호운용성실무 지침가이드2, 2007	서로 다른 시스템 간 서비스를 자유롭게 공유함으로써 통합된 시스템의 능력을 제공하는 것	Forces, Units(military), To exchange, To operate, Information, Data 개념 축소
국방부	국방상호운용성 관리규정, 2007	서로 다른 군, 부대 또는 체계 간 특정 서비스, 정보 또는 데이터를 막힘없이 공유, 교환 및 운용할 수 있는 능력	일치
	국방상호운용성 관리지시, 2009	각각 다른 운용 목적을 가진 두 개 이상의 체계 간에 잘 정의된 인터페이스를 통해 의미 있는 정보를 교환하고 이용할 수 있는 능력	Forces, Units(military), To operate, Services, Data 개념 축소
합동 참모 본부	합동전투발전 업무규정, 2007	다른 체계, 부대 또는 각 군 간에 정보 및 서비스를 교환·사용하여 효과적으로 작전에 기여할 수 있는 체계, 부대 또는 군의 능력을 말하며, 정보의 기술적인 교환과 더불어 임무 달성에 필요한 정보 교환을 통해 작전의 효과를 높이는 것을 포함	Data 개념 축소 * 상호운용성 목적 명확히 기술
국방 기술 품질원	국방과학기술 용어사전, 2008	서로 다른 체계 또는 부대 간에 각각의 기능 또는 서비스를 제공하거나 제공받을 수 있는 능력. 일반적인 통신 전자 장비에서 각각 보유한 정보 또는 서비스를 상호 교환할 수 있는 능력	Forces, To operate, To use, Data 개념 축소 * Functionality 개념 추가

그러나 무기체계는 각 군이 합참을 통하여 획득을 요구하면, 국방부를 거쳐 방위사업청에서 실제로 연구개발이나 해외도입 등의 방법을 통해 획득하여 다시 각 군에 제공해주는 순환구조이며, 이때 각 군으로부터 합참, 국방부 및 방위사업청에 이르기까지 업무 단계별로 모두 상호운용성 요소를 거의 공동으로 관리하고 평가하도록 되어있으므로 유효한 정의는 하나로 통합되어야 하고, 그 정의에 맞도록 상호운용성 관리나 시험평가 범위도 정해져야 한다.

5. 결 론

본 연구를 통하여 지금까지 확인된 77개의 상호운용성 정의로부터 그 공통적인 형태를 조사하여 일반적인 정의의 형태가 주로 참여개체(P), 그 참여개체의 행위(A) 그리고 그 행위의 대상개체(O)로 구성되어 있음을 밝혀내었다. 또한 연도별 정의의 발표 빈도를 기준으로 연구 발전 단계 구분을 제안하고 각 단계별 특성도 조사·분석하였다. 또한 정의들로부터 구성요소를 추출하고 그 구성요소들의

빈도 및 구성요소들 간의 연관성을 민간 및 국방 분야 등으로 관점을 달리하면서 분석하여 그 결과로 국방 분야와 민간 분야에서 활용할 수 있는 새로운 정의를 제시하였다. 특히 새로 제안한 국방 분야 정의를 기준으로 한국군에서 사용하고 있는 기존 정의들의 완전성을 비교 분석하여 그 문제점과 대안을 제시하였다.

본 연구의 독창성은 상호운용성 정의로부터 구성요소를 추출해서 마케팅 분야에서 많이 사용하는 장바구니 분석을 접목하여 새로운 결론을 도출했다는 점에 있다. 그리고 민간 및 국방 분야의 각 전문 분야별로 다양하게 사용되고 있는 상호운용성 정의에 대한 현황 및 구성요소, 그리고 그 요소들 간의 정확한 관계를 파악하고 이해할 수 있도록 했다는 점에서 의의가 있으며, 향후 상호운용성과 관련한 연구에서 하나의 기본연구로서 그 활용가치가 클 것이다. 그럼에도 불구하고 본 연구는 기존의 상호운용성 정의들부터 데이터를 도출하여 새로운 정의를 제시했다는 점에서는 일반적인 정의가 될 수는 있으나, 실제로 세부적이거나 특정 단위 소프트웨어 개발 등 하위 레벨에서의 상호운용성 정의로서 범용으로 활용하기에는 그 구체성에서 한계가 있다. 이러한 경우에는 기존에 연구된 상호운용성 구성요소 계층 구조도를 참조하여 해당 분야에 맞게 정의를 재정의 하거나 기존 77개의 정의 중에서 선택하여 사용하는 것도 한 방법이 될 수 있을 것이다.

향후에는 상호운용성 정의에 대한 정확한 이해를 바탕으로, 상호운용성 구성요소별로 실제 시스템이나 조직에 적용을 할 경우의 요구사항과 시험평가 항목이나 기준들을 보다 구

체적으로 결정하고, 측정할 수 있는 방안에 대한 세부 연구가 이어지기를 기대한다.

참 고 문 헌

- [1] 강성원, 신재휘, 성종진, 홍경표, “소프트웨어 상호운용성 시험 체계와 방법론”, 정보과학회논문지 : 소프트웨어및응용, 제31권, 제4호, pp. 394-402, 2004. 4.
- [2] 김영철, 윤석준, “통합 환경 데이터베이스 상호운용성 사례 및 향후 발전방안에 관한 연구”, 한국시물레이션학회 학술대회논문집, pp. 43-50, 2003.
- [3] 김종우, 이정미, “인터넷 상점에서 개인화 광고를 위한 장바구니 분석기법의 활용”, 경영과학, 제17권, 제3호, pp. 19-30, 2000. 11.
- [4] 남기성 “데이터 마이닝의 연관성 규칙을 이용한 동시행동 분석”, 사회조사연구, 제7권, pp. 137-156, 2002.
- [5] 노미정, 김진화, 이재범, “스마트폰과 서비스 컨버전스에 대한 탐색적 연구”, 한국전자거래학회지, 제5권, 제4호, pp. 59-77, 2010.
- [6] 류동국, 김영철, “이종 복합 임베디드 시스템의 상호운용성 검증을 위한 모델링 및 시물레이션 기반 시험환경 설계 및 구현”, 한국정보기술학회논문지, 제7권, 제2호, pp. 33-40, 2009. 4.
- [7] 박진수, 김보연, 황유섭, “조직간 비즈니스 프로세스의 워크플로우 상호운용성 충돌 패턴에 관한 연구”, 지능정보연구,

- 제15권, 제1호, pp. 103-122, 2009. 3.
- [8] 배현섭, 윤광섭, 고장혁, 조완수, 안병래, “국방정보시스템 간의 상호운용성 시험 기법”, 한국SI학회지, 제4권, 제2호, pp. 109-123, 2005. 11.
- [9] 손운호, 김인규, 김남규, “연관규칙 마이닝을 활용한 개념적 데이터베이스 설계 자동화기법”, 정보시스템연구, 제8권, 제4호, pp. 59-86, 2009.
- [10] 송호진, 최은만, 김영철, 전병국, 박철민, 조병인, “국방 컴포넌트 구조 및 플랫폼 구축을 위한 도메인 분석”, 2002년도 한국정보과학회 가을 학술발표논문집, 제29권, 제2호, pp. 136-138, 2002.
- [11] 오행록, 구홍서, “LISI 기반의 무기체계 상호운용성 평가모델에 관한 연구”, 퍼지 및 지능시스템학회논문지, 제17권, 제3호, pp. 410-416, 2007.
- [12] 정소영, 권수태, “연관규칙과 의사결정트리를 이용한 중도탈락자 예측모형 개발”, 한국정보기술학회논문지, 제6권, 제5호, pp. 202-210, 2008.
- [13] 한익준, 방춘식, 윤광식, 천재영, 김형균, 조병인, “기술 및 비기술 요소를 고려한 무기체계 상호운용성 평가 모델”, 한국군사과학기술학회지, 제12권, 제4호, pp. 424-436, 2009. 8.
- [14] 합참, “소요기획 단계 상호운용성 요구사항 구체화 방안”, 2009 국방 상호운용성 컨퍼런스, 국방기술품질원, p. 34, 2009.
- [15] 허환, 김자희, “국방 상호운용성 요구사항의 핵심요소 도출”, 한국방위산업학회지, 제17권, 제2호, pp. 30-51, 2010. 12.
- [16] 허환, 서민우, 김관희, 주진천, “국방정보 기술표준 개선 연구”, 국방기술품질원, 2009. 1.
- [17] 홍장의, 김종필, 배두환, “NCW 환경에서의 시나리오 기반 국방 정보체계 상호운용성 시험평가 방법”, 정보과학회지, 제26권, 제11호, pp. 47-54, 2008. 11.
- [18] Agrawal, R., Mannila, H., Srikant, R., Toivonen, H., and Verkmo, A. I., “Fast Discovery of Association Rules,” In Advance in Knowledge Discovery and Data Mining, pp. 307-328, 1996.
- [19] Cheryl Walton, “Interoperability among Complex Defense Computer-based Systems : Naval Case,” Doctoral dissertation of Southern California Univ., 2003.
- [20] C4ISR Architecture Working Group, “Levels of Information Systems Interoperability(LISI),” OSD(ASD(C3I)), Washington, D. C., 1998. 3.
- [21] Ford, T., Colombi, J., Graham, S., Jacques, D., “A Survey on Interoperability Measurement,” Proceedings of 12th ICCRTS, 2006.
- [22] Gibson, C., Nolan R., “Managing the Four Stages of EDP Growth,” Harvard Business Review, January-February, pp. 76-78, 1974.
- [23] Jung, K. Y., “Optimal Associative Neighborhood Mining using Representative Attribute,” IEEE, Vol. 43, pp. 50-57, 2006.
- [24] Leite, M., “Interoperability Assessment,” Proceedings of the 66th MORS Symposium, Naval Post Graduate School,

- 1998.
- [25] Levitt, Theodore, "Exploit the Product Life Cycle," *Harvard Business Review*, pp. 81-94, 1965.
- [26] Morris, E., Levine, L., Meyers, C., Place, P., Plakosh, D., "System of Systems Interoperability (SOSI)," Final Report, CMU/SEI, 2004.
- [27] SAS Institute Inc., *Applying Data Mining Techniques Using Enterprise Miner Course Notes*, 2008.
- [28] SriKant, R., Agrawal, R., "Mining Generalized Association Rules," In *Proceedings of the 21st VLDB conference*, Zurich, Swizerland, 1995.
- [29] Tolk, A., Muguira, J., "The Levels of Conceptual Interoperability Model," 2003 Fall Simulation Interoperability Workshop, Orlando, Florida, USA, Sep. 2003.
- [30] Vannozzi, G., Cereatti, A., Mazza, C., Benvenuti, F., Della Croce, U., "Extraction of information on elder motor ability from clinical and biomechanical data through data mining," *Journal of computer methods and programs in biomedicine*, Vol. 88, pp. 85-94, 2007.

〈부록〉 분야별 상호운용성 정의

No.	Category	Definition	Reference
1	DoD	The ability of one services' system to receive and process intelligible information of mutual interest transmitted by another service's system.	"JINTACCS Interoperability." ref-PM99, Dec. 21, 1974.
2	DoD	The ability of systems, units, or forces to provide services to and accept services from other systems, units, or forces and to use the services so exchanged to enable them to operate effectively together.	DoDD2010. 6, Standardization and Interoperability of Weapons Systems and Equipment within the NATO, Washington D. C.; GPO, 1977.
3	Other	The ability of one system to receive and process intelligible information of mutual interest transmitted by another system.	I. A. Eldidge, Interoperability Via Emulation, Proceedings of the 1978 Summer Computer Simulation Conference, 1978.
4	DoD	Electronic Interoperability. A special form of interoperability whereby two or more electronic equipments, especially communications equipments, can be linked together, usually through common interface characteristics and so operate the one to the other.	DoDD2010. 6, Standardization and Interoperability of Weapons Systems and Equipment Within the NATO, Washington D. C.; GPO, 1980.
5	DoD	Logistic Interoperability. A form of interoperability whereby the service to be exchanged is assemblies, components, spares, or repair parts. Logistic interoperability will often be achieved by making such assemblies, components, spares, or repair parts interchangeable, but can sometimes be a capability less than interchangeability when a degradation of performance or some limitations are operationally acceptable.	
6	Other	The effort required to couple one system with another.	MacCall, An Assessment of Current Software Metric Research, EASCON, pp. 323-333, 1980.
7	Other	Interoperability means the ability of two or more parties, machine or human, to make a perfect exchange of content. Perfect means no perceptible distortions or unintended delays between content origin, processing and use.	H. L. Poppel, Information Technology; The Trillion-Dollar Opportunity, ACM Annual Conference/Annual Meeting, Proceedings of the 1987 Fall Joint Computer Conference on Exploring technology : today and tomorrow, Dallas, Texas, pp. 278-281, 1987.

8	Std.	The ability of two or more systems or elements (components) to exchange information and to use the information that has been exchanged.	IEEE Standards Glossary of SW Eng. Terminology, IEEE Std. 610.12, 1990.
9	Other	The capability of N heterogeneous systems to conform to a set of ISO standards of the same profile and to communicate according to these standards in an environment representative of the reality.	J. Batard, Reunion Interoperability, Compete rendu, Comite technique de, l'ACERLI, 1991.
10	Other	Interoperability among components of large-scale, distributed systems is the ability to exchange services and data with one another.	S. Heiler, Semantic Interoperability, ACM Computing Surveys, Vol. 27, No. 2, pp. 271-273, 1995.
11	DoD	The ability of systems, units, or forces to provide services to or access services from other systems, units, or forces and to use the services to operate effectively together.	DoD Directive 5000.1, Defense Acquisition, Washington, D. C. : GPO, 1996.
12	Other	The ability to communicate with peer systems and access their functionality	F. B. Vernadat, Enterprise Modelling and Integration : principles and applications, Chapman and Hall, ISBN 0 412 60550 3, 1996.
13	DoD	Interoperability is the ability to provide dynamic interactive information and data exchange among C4I nodes for planning, coordination, integration, and execution of Theater Air Missile Defense Operations	Joint Theater Air Missile Defense Organization(JTAMDO). "JTAMDO Master Plan" Chapter 7, JTAMDO, Joint Staff, DoD, Washington, D. C. 1997.
14	Other	SW perspectives, The ability for multiple SW components written in different programming languages(eg C++, JAVA etc.) to communicate and interact with another	Wileden, J. C. et al, Software interoperability; Principle and practice, Computer Science Department, Univ. of Massachusetts, Flinders Univ., Adelaide, SA, Australia, ACM, 1997.
15	Other	Duplex communication in the network	D. Aretha Moore, Network Interoperability Program, 1997 IEEE.
16	DoD	Technical Interoperability. The condition achieved among communications-electronics systems or items of communications-electronics equipment when information or services can be exchanged directly and satisfactorily between them and/or their users. The degree of interoperability should be defined when referring to specific cases.	DoD. Joint Pub 1-02, DoD Dictionary of Military and Associated Terms. Washington, D. C. : GPO, 1998.

17	DoD	Allows applications executing on separate hardware platforms, or in multi-processing environments on the same platform, to share data and cooperate in processing it through communications mechanisms such as remote procedure calls, transparent file access, etc.	DoD. Joint Pub 1-02, DoD Dictionary of Military and Associated Terms. Washington, D. C. : GPO, 1998.
18	DoD	The ability of a set of modeling and simulation to provide services to and accept services from other modeling and simulation, and to use the services for exchange enabling them to operate effectively together.	
19	DoD	Interoperability as the condition achieved between systems when information or services are exchanged directly and satisfactorily between the systems and/or their users.	R. Curts, Architecture : The Road to Interoperability, Proceedings of 4th Command and Control Research and Technology, Newport, RI, 1999.
20	DoD	Ability of systems, units, or forces shall be able to provide data, information, materiel, and services to and accept the same from other systems, units, or forces, and to use the data, information, materiel, and services so exchanged to enable them operate effectively together.	DoD Directive 5000.1, The Defense Acquisition System, Washington, D. C. : GPO, 2000
21	Std.	The capability for units of equipment to work together to do useful functions.	IEEE 100, The Authoritative Dictionary of IEEE Standards Terms, Seventh Edition, 2000.
22	Std.	The capability, promoted but not guaranteed by joint conformance with a given set of standards, that enables heterogeneous equipment, generally built by various vendors, to work together in a network environment.	
23	Std.	The ability of two or more systems or components to exchange information in a heterogeneous network and use that information.	
24	DoD	The capability to provide useful and cost-effective interchange of electronic data among, e.g., different signal formats, transmission media, applications, industries, or performance levels.	ATIS Telecom Glossary, 2000.
25	DoD	Ability of information systems to communicate with each other and exchange information.	United States Joint Forces Command, Capstone Requirements Document, Global Information Grid, Norfolk, VA, p. 76 2001.
26	DoD	Conditions, achieved in varying levels, when information systems and/or their components can exchange information directly and satisfactorily among them.	

27	DoD	The ability to operate software and exchange information in a heterogeneous network(i.e., one large network made up of several different local area networks).	United States Joint Forces Command, Capstone Requirements Document, Global Information Grid, Norfolk, VA, p. 76 2001.
28	DoD	Systems or programs capable of exchanging information and operating together effectively.	
29	DoD	To exchange information and perform joint tasks	P. E. Young, Heterogeneous software system interoperability through computer-aided resolution of modeling differences, Naval post graduate school dissertation, Monterey, CA, 2002.
30	DoD	Systems, units, and forces shall be able to provide and accept data, information, materiel, and services to and from other systems, units, and forces and shall effectively interoperate with other U. S. Forces and coalition partners.	DoD Directive 5000. 1, The Defense Acquisition System, Washington, D. C. : GPO, 2003.
31	DoD	The ability of systems to work together.	Levine, L. et al., Proceedings of the System of Systems Interoperability Workshop(Feb. 2003), Proceedings of the System of Systems Interoperability Workshop, p. 6, 2003.
32	DoD	The ability of systems to exchange and use services.	
33	DoD	The degree to which a set of communicating systems are (i) able to exchange specified state data, and (ii) operate on that state data according to specified, agreed to, operational semantics.	
34	DoD	Operational Interoperability. Operational Interoperability refers to the activities related to the operation of a system in the context of other system. These activities include : doctrine governing the way the system is used, conventions for how the user interprets information derived from interoperating systems(i.e. the semantics if interoperation), and strategies for training personnel in the use of interoperating systems.	
35	DoD	Programmatic Interoperability. Programmatic interoperability encompasses the activities related to the management of one program in the context of another program.	
36	DoD	Constructive Interoperability. Constructive interoperability addresses those activities related to construction and maintenance of one system in the context of another system. Constructive interoperability includes the common use of architecture, standards, data specifications, communication protocols, languages, and COTS products to build interoperable systems.	

37	DoD	Ability to achieve “cooperation” is generally termed “Interoperability.”	Carney, D. et al., Integration and Interoperability Models for System of Systems, Proceedings of the System and Software Technology Conference, p. 3, 2004.
38	Other	The ability of a set of communicating entities to (1) exchange specified state data and (2) operate in that state data according to specified, agreed-upon, operational semantics.	Morris, E. et al., System of Systems Interoperability Final Report, CMU/SEI-2004-TR-004, p. 4, 2004.
39	Other	Interoperability is the ability of a collection of communicating entities to (1) share specified information(Syntactic) and (2) operate on that information according to an agreed operational semantics(Semantic).	Brownsward, L. et al., Current perspective on interoperability, Pittsburgh, PA : Software Engineering Institute, CMU/SEI-2004-TR-009, 2004.
40	Other	Programmatic(Organizational) interoperability, Interoperability between different program offices or organizations tasked with the development of a system.	L. Grace, Approach to constructive interoperability, Pittsburgh, PA : Software Engineering Institute, CMU/SEI-2004-TR-020, p.2, 2004.
41	Other	Constructive interoperability, Interoperability between the organizations that are responsible for the construction(and maintenance) of a system	
42	Other	Operational interoperability, Interoperability between the fielded system.	
43	Std.	The capability of the software product to interact with one or more specified systems.	ISO/IEC 9126, Software engineering -Product quality-Part 1 : Quality model, p. 8, 2004.
44	DoD	Weapon system perspectives, Integration and interoperability of multiple new and legacy systems for new higher level mission requirements.	S. Alborzi, Safe interoperability in the SoS engineering and operational environment, Proceedings of International System Safety Conference, Naval Weapons systems Safety Symposium, Providence, RI, Journal of System Safety, 2004.
45	Other	Safety Interoperability, The capability encompassing many of the safety issues relative to integration, compatibility and interface that are impinging upon the effectiveness with which independent, heterogeneous and/or homogeneous systems, components or elements, including human factor, may safety interact.	
46	Std.	Ability of two or more devices to work together in one or more applications.	K. Kosanke, ISO Standards of Interoperability : A Comparison, "Proceedings of the 1st International Conference on Interoperability of Enterprise Software and Applications 2005, Geneva, Switzerland, p. 4, 2005.

47	Other	The ability of a collection of communicating entities to (a) share specified information and (b) operate on that information according to a shared operational semantics in order to achieve a specified purpose in a given context.	Carney, D. et al., Topics in Interoperability : Infrastructure Replacement in a System of Systems, Pittsburgh, PA : SEI, CMU/SEI-2005-TN-031, p. 1, 2005.
48	Other	The ability for two products to cooperate.	S. Lauesen, COTS tenders and integration requirements, Requirements Engineering Journal, 2005
49	Other	The ability of agencies to work together toward common ends.	D. Hawkins, Law Enforcement Tech Guide for Communications Interoperability : A Guide for Interagency communications Projects, p. 13, 2006.
50	Terms	The ability of two or more systems to exchange information and to mutually use the information that has been exchanged.	Interoperability, ATIS Telecom Glossary, 2007.
51	Terms	Being able to accomplish end-user applications using different types of computer systems, operating systems, and application software, interconnected by different types of local and wide area networks.	James, A. et al., Management Information Systems, McGraw-Hill, 2007.
52	DoD	The ability to operate in synergy in the execution of assigned tasks.	DoD, Joint Pub 1-02, DoD Dictionary of Military and Associated Terms, Washington, D. C. : GPO, 2007.
53	Terms	interoperability is the ability of a system or a product to work with other systems or products without special effort on the part of the customer. Interoperability becomes a quality of increasing importance for information technology products as the concept that "The network is the computer" becomes a reality.	Interoperability, http://www.terms.co.kr
54	Terms	The capability to communicate, execute programs, or transfer data among various functional units in a manner that requires the user to have little or no knowledge of the unique characteristics of those units.	ISO/IEC 2382-01, Information Technology Vocabulary, Fundamental Terms
55	Terms	The ability of different types of computers, networks, operating systems, and applications to work together effectively, without prior communication, in order to exchange information in a useful and meaningful manner. There are three aspects of interoperability : semantic, structural and syntactical.	Interoperability, Dublin Core Metadata Glossary, 2001.

56	Terms	Semantic interoperability is achieved through agreements about content description standards; for example, Dublin Core, Anglo-American Cataloging Rules.	Interoperability, Dublin Core Metadata Glossary, 2001.
57	Terms	Syntactic interoperability, Achieved by marking up our data in a similar fashion so we can share the data and so that our machines can understand and take the data apart in sensible ways; for example, XML, EAD and MARC.	
58	Terms	Structural interoperability is achieved through data models for specifying semantic schema in a way that they can be shared; for example, RDF.	
59	Terms	The ability to exchange and use information (usually in a large heterogeneous network made up of several local area networks).	Interoperability, WordNet Browser 2.1.
60	Terms	The ability of software and hardware on multiple machines from multiple vendors to communicate.	Interoperability, Dictionary.com.
61	Terms	Interoperability is the capability of a product or system-whose interfaces are fully disclosed-to interact and function with other products or systems, without any access or implementation restrictions.	Interoperability, Wikipida (http://www.wikipedia.org/)
62	Terms	Semantic interoperability, The ability to automatically interpret the information exchanged meaningfully and accurately in order to produce useful results as defined by the end users of both systems.	
63	Terms	Syntactic interoperability, If two or more systems are capable of communicating and exchanging data, they are exhibiting syntactic interoperability. Specified data formats, communication protocols and the like are fundamental.	
64	Terms	The degree to which something is connected to and operates with others.	Interoperability, Open Process Framework(http://www.opfro.org/)
65	Other	두 개 이상의 시스템(컴퓨터, 통신기기, 데이터 베이스, 망 및 기타 정보기술)이 상호연결(interact)을 하고 예측 가능한 결과를 달성하기 위해 데이터를 교환할 수 있는 능력.	상호운용성 증진을 위한 공공정책 모델, 정보통신산업진흥원, [IITA] 정보통신연구진흥원 학술정보, 1995.
66	Other	두 개 이상의 동작트리가 어떤 경우에도 초기 상태에서 상호작용을 시작하여 항상 모두 STOP에 이르면, 이 동작트리들은 상호운용 한다고 말한다.	강성원 등, 적합성과 상호 운용성의 관계, 한국통신학회지, 제14권, 제4호, pp. 106-112, 1997.

67	Other	2개 이상의 개체들이 상호작용할 때 그 개체들 간의 상호작용이 기대와 일치하는 정도.	강성원 등, 소프트웨어 상호운영성 시험체계와 방법론, 정보과학회논문지 : 소프트웨어 및 응용, 제31권, 제4호, pp. 394-402, 2004.
68	Other	다른 벤더들이 개발한 다른 시스템이 데이터를 공유하는 능력.	이지현 등, 상호운영성 테스트를 위한 테스트케이스 생성기법, 정보과학회 논문지 : 소프트웨어 및 응용, 제33권, 제1호, pp. 44-57, 2006.
69	MND	서로 다른 체계, 군 또는 부대 간에 서비스, 정보 또는 데이터를 막힘없이 공유, 교환 및 운용할 수 있는 능력.	방위사업관리규정, 방위사업청, 2006.
70	MND	다른 체계간 특정 서비스, 정보 또는 데이터를 막힘없이 교환하여 공유할 수 있는 능력 .	상호운영성 실무지침가이드 1, 방위사업청, 2007.
71	MND	서로 다른 시스템 간 서비스를 자유롭게 공유함으로써 통합된 시스템의 능력을 제공하는 것.	상호운영성 실무지침가이드 2, 방위사업청, 2007.
72	MND	서로 다른 군, 부대 또는 체계간 특정 서비스, 정보 또는 데이터를 막힘없이 공유, 교환 및 운용할 수 있는 능력.	국방 상호운영성 관리규정, 국방부, 2007.
73	MND	다른 체계, 부대 또는 각군 간에 정보 및 서비스를 교환·사용하여 효과적으로 작전에 기여할 수 있는 체계, 부대 또는 군의 능력을 말하며, 정보의 기술적인 교환과 더불어 임무달성에 필요한 정보교환을 통해 작전의 효과를 높이는 것을 포함.	합동 전투발전업무규정, 합동참모본부, 2007.
74	MND	각각 다른 운용 목적을 가진 두 개 이상의 체계 간에 잘 정의된 인터페이스를 통해 의미 있는 정보를 교환하고 이용할 수 있는 능력.	국방 상호운영성관리지시, 국방부, 2009.
75	MND	서로 다른 체계 또는 부대 간에 각각의 기능 또는 서비스를 제공하거나 제공받을 수 있는 능력. 일반적인 통신 전자 장비에서 각각 보유한 정보 또는 서비스를 상호 교환할 수 있는 능력	국방 과학기술용어사전, 국방 기술품질원, 2008.
76	Terms	동일 기종 또는 이 기종의 컴퓨터시스템 상호간에 통신할 수 있고 정보 교환이나 일련의 처리를 정확하게 실행할 수 있는 것.	상호 운영성, 정보 통신용어사전, 한국정보통신기술협회 (http://word.tta.or.kr/)
77	Terms	다수의 시스템 간에 데이터를 교환하거나 교환된 데이터를 상호간에 사용할 수 있는 것.	상호운영성, 농업용어 (http://terms.naver.com)

저 자 소 개



허 환

1988년

1994년

2007년~현재

1988년~현재

관심분야

(E-mail : heo_hwan@hanmail.net)

고려대학교 공과대학 금속공학 (학사)

한국과학기술원 재료공학 (석사)

서울과학기술대학 IT정책대학원 산업정보시스템 (박사과정)

국방기술품질원 책임연구원

상호운용성, SW공학, 기술기획, 기술경영



김자희

1995년

1997년

2003년

2004년

2005년~현재

관심분야

(E-mail : jahee@seoultech.ac.kr)

한국과학기술원 전산학과 (학사)

한국과학기술원 전산학과 (석사)

한국과학기술원 산업공학과 (박사)

비엔나대학 경영정보학과 방문연구원

서울과학기술대학 교수

상호운용성, SW공학, 전력 IT, Formal Modeling