

국방온톨로지 기반의 지능형 육군전술지휘정보체계

유동희*, 나민영*, 한창희*, 신진희*, 노성천*

Intelligent Army Tactical Command Information System based on National Defense Ontology

Donghee Yoo*, Minyoung Ra*, Changhee Han*, Jinhee Shin*, Sungchun No*

요 약

육군전술지휘정보체계(ATCIS)에서는 군단급 이하의 진술제대들로부터 입력받은 전장정보를 부대 지휘관과 참모들에게 제공하며, 이를 바탕으로 지휘관은 자신의 아전 경험과 군사 전문성을 활용하여 지휘 결심을 하게 된다. 만약 급격하게 변화하는 전장 상황에서 ATCIS가 입력 받은 적 또는 전장 상황에 대한 정보의 의미를 자동으로 이해하여 지휘 결심에 도움을 줄 수 있는 새로운 지식을 제공할 수 있다면, 지휘관은 좀 더 빠르고 정확한 의사결정을 할 수 있게 될 것이다. 따라서 본 연구에서는 국방온톨로지를 활용한 지능형 ATCIS를 제안하고자 한다. 이를 위해, 전자 교범과 ATCIS 데이터베이스 정보를 분석하여 국방온톨로지를 구축하였고, 부대 참모들의 인터뷰를 통하여 지휘 결심에 필요한 군사지식을 규칙 형태로 정의하였다. 또한 구축된 국방온톨로지와 규칙이 지휘관의 의사결정지원에 활용되는 것을 보이기 위해 시맨틱 웹 기술을 활용하여 적의 도발 가능성을 예측하는 서비스를 구현하였다.

▶ Keywords : 육군전술지휘정보체계, 국방온톨로지, 의사결정지원시스템, 시맨틱 웹

Abstract

ATCIS (Army Tactical Command Information System) provides commanders and staff officers the battlefield information that is reported by tactical echelons under an army corps and the commanders make decisions based on the information by using their experience and specialty in military domain. If ATICS can automatically understand the reported information from rapidly changing battlefield and provide new knowledge that can support decision making, the commanders would be able to make faster and more accurate decision. In this paper, therefore, we propose an intelligent ATCIS using a national defense ontology. To this end, we built the national defense

• 제1저자 : 유동희 • 교신저자 : 나민영

• 투고일 : 2012. 12. 27, 심사일 : 2013. 2. 18, 게재확정일 : 2013. 2. 23.

* 육군사관학교 전자정보학과 (Dept. of Electronics Engineering and Information Science, Korea Military Academy)

※ 본 연구는 국방과학연구소의 지원(계약번호: UD110058MD)으로 수행되었음.

ontology by analyzing the electronic field manuals and ATCIS database, and then we defined military knowledge for decision making as a form of rule by interviewing several staff officers from different fields. In order to show how to apply the ontology and rules to decision making support for the commanders, we implemented a decision support service to estimate the possibility of enemy's provocation by using semantic web technologies.

▶ Keywords : ATCIS, National Defense Ontology, Decision Support System, Semantic Web

I. 서 론

육군전술지휘정보체계(ATCIS: Army Tactical Command Information System)는 군단급 이하 전술제대의 전장기능을 자동화하기 위해 도입된 육군 C4I체계이다 [1]. ATCIS에서 제공되는 서비스 영역들은 네트워크를 기반으로 서로 연결되어 있으며, 주요 영역은 1) 적의 상태, 위치, 기동 등과 같은 전장 상황을 보고하는 '정보' 영역, 2) 수집된 전장 상황을 통해 지휘를 결심하고 작전을 명령하는 '작전' 영역, 그리고 3) 표적에 대한 분석과 타격 우선순위를 결정하여 타격을 수행하는 '화력' 영역 등으로 구분된다. 여기에서 ATCIS를 성공적으로 운용하기 위해서는 적보다 먼저 보고, 먼저 판단하며, 먼저 타격할 때 필요한 유용한 정보들이 지휘관에게 빠르게 전달되어 지휘관의 지휘 결심을 도울 수 있어야 한다[2]. 그러나 현재의 ATCIS에서는 첩보를 통해 수집된 정보들이 단순히 전달되거나 통합되어 제공되기 때문에, 지휘 결심에 도움을 줄 수 있는 군사지식들은 주로 군사교리를 바탕으로 한 야전 장교들의 경험과 직관에 의해 도출되어 지휘관에게 제공되고 있는 실정이다. 따라서 전쟁 환경이 복잡해지고 처리할 정보가 많아질수록 지휘관의 의사결정을 돕는 군사지식을 보다 효과적으로 제공할 수 있는 방법이 필요해졌다.

현재의 ATCIS가 지능형 ATCIS로 발전하기 위해서는 국방온톨로지가 활용되어야 한다. 여기에서 온톨로지란 컴퓨터가 자동으로 정보의 의미를 이해할 수 있게 도와주는 개념의 집합[3]을 말한다. 즉, ATCIS에서 사용되는 다양한 용어들과 그들의 관계가 국방온톨로지에 정의될 경우, 컴퓨터는 국방온톨로지를 이용하여 ATCIS에서 사용되는 다양한 정보의 의미를 이해하고 그 정보들을 자동으로 처리할 수 있게 된다. 또한 야전 장교들의 군사지식을 온톨로지에 정의된 개념을 활용하여 규칙 형태로 정의할 경우, 첩보를 통해 수집된 정보에

서 지휘관의 의사결정에 도움이 되는 군사지식들을 추론할 수 있게 된다.

이에 본 논문에서는 국방온톨로지를 활용한 지능형 ATCIS를 제안하고자 한다. 그 과정을 요약하면 다음과 같다. 첫째, 온톨로지를 국방분야에 활용한 문헌들을 조사하였다. 둘째, ATCIS에서 사용될 국방 용어들을 ATCIS 데이터베이스 정보와 전자 교범 등을 분석하여 수집하였고, 혼합형 온톨로지 구축 방법론[4]을 활용하여 국방온톨로지를 구축하였다. 셋째, 부대 참모들의 인터뷰를 통하여 지휘 결심에 필요한 군사지식을 조사하였고 국방온톨로지에 정의된 용어들을 활용하여 군사지식을 규칙 형태로 정의하였다. 넷째, 구축된 국방온톨로지의 활용 가능성을 보여주기 위해 시맨틱 웹 기술을 이용하여 프로토타입 형태의 지능형 ATCIS를 구현하였으며, 이를 통해 적의 도발 가능성을 예측하는 과정을 보여주었다. 마지막으로 연구 요약과 함께 국방온톨로지를 실제 ATCIS에 적용할 때 고려해야 할 사항들을 언급하였다.

II. 관련 연구

온톨로지를 국방분야에 활용한 사례들은 온톨로지의 사용 목적에 따라 정보 획득, 의사결정지원, 정보통합 분야로 구분해 볼 수 있다.

정보 획득과 관련하여, Matheus 등은 시간과 공간의 변화에 따라 달라지는 전장 상황을 효과적으로 표현하기 위하여 상황 인지(situation awareness)에 관한 온톨로지를 제안하였다. 제안된 온톨로지의 핵심 개념으로 객체, 관계, 이벤트를 정의하였으며, 이를 활용하여 전장 상황을 형식화된 언어로 표현하는 방법을 보여주었다[5]. Oltramari와 Lebiere의 연구에서는 다양한 군의 감시 장비로부터 실시간 수집되는 영상 정보의 의미를 온톨로지를 통해 자동으로 파악하는 시스템을 제안하였다[6]. 머신 비전(machine vision) 알고리즘을 활용하여 영상 정보에서 발생하는 활동(action)

들을 파악하고, 활동에 관한 개념들과 패턴을 정의한 온톨로지를 이용하여 파악된 활동들을 자연어 형태의 결과로 제시하는 기술을 보여주었다.

Song 등은 국방정보체계에서 온톨로지를 이용할 경우 의사 결정에 관한 사용자의 업무량을 줄일 수 있으며, 지능형 에이전트를 활용한 지식 공유가 가능함을 언급하였다(7). 즉, 센서 에이전트로부터 데이터가 수집되면, 상황 관리 에이전트에서는 온톨로지를 활용하여 수집된 데이터를 분석하고 이를 기반으로 의사결정서비스를 제공하게 된다. 싱가포르 국방 연구팀에서는 Alloy란 모델링 언어로 Plan 온톨로지를 개발하였고, 군에서의 임무 계획을 적시에 갱신하고 확인할 때 온톨로지가 사용될 수 있음을 보여주었다(8). 전장 상황에서 수집되는 정보는 경우에 따라서 정확하지 않을 확률이 발생한다. 이와 관련하여 Laskey 등은 확률적(probabilistic) 온톨로지를 활용하여 불확실한 전장 상황을 표현하는 방법을 제안하였다(9). 이를 통해 사용자는 일정 확률에 속하는 전장 정보를 검색할 수 있으며, 특정 결과가 다양하게 해석될 경우 사용자에게 결과별 발생 확률을 구분하여 해당 정보를 제공할 수 있다.

미군의 경우, 기존에 구축된 국방정보시스템들을 효과적으로 통합하고 이들 간의 상호운용성을 높이기 위한 방법으로 C4ISR 데이터 온톨로지를 OWL로 구축하여 활용하였으며(10), Dianic의 연구에서도 도메인 온톨로지를 사용하여 네트워크 중심전에 사용되는 여러 시스템들을 의미적으로 통합하는 방법을 제안하였다(11).

지금까지 살펴본 바와 같이, 온톨로지를 국방 분야에 적용한 여러 연구들이 존재한다. 하지만, 우리 군 환경에서 사용 가능한 온톨로지 구축에 관한 구체적인 연구는 아직까지 이루어지지 않고 있는 실정이다. 즉, 일부 연구들에서 온톨로지를 국방 분야에 부분적으로 활용한 예는 소개되고 있지만, 온톨로지 구축에서부터 구축된 온톨로지를 어떻게 시스템에 효과적으로 활용할 수 있는지에 관한 전반적인 과정을 시스템 구현을 통해 상세하게 보여준 연구는 미진한 상태이다. 이에 본 논문에서는 우리 군 환경을 고려한 국방온톨로지의 구축 과정을 설명하고 이를 활용한 지능형 ATCIS를 제안하고자 한다.

III. 지능형 ATCIS

1. 시스템 구조

본 절에서는 시맨틱 웹 기술을 기반으로 구현된 지능형 ATCIS의 시스템 구조를 설명하고자 한다. 시스템 구조는 시맨틱 웹 프레임워크(12)를 참조하여 설계하였으며, <그림 1>과 같이 1) 감시 체계, 2) 정보 수집 체계, 3) 국방 지식 관리 체계, 4) 데이터베이스, 그리고 5) 사용자 화면으로 구성된다. 각각의 주요 기능을 요약하면 다음과 같다.

- 감시 체계: 다양한 감시 장비를 통해 수집한 적의 군사 정보를 지능형 ATCIS로 전달한다.

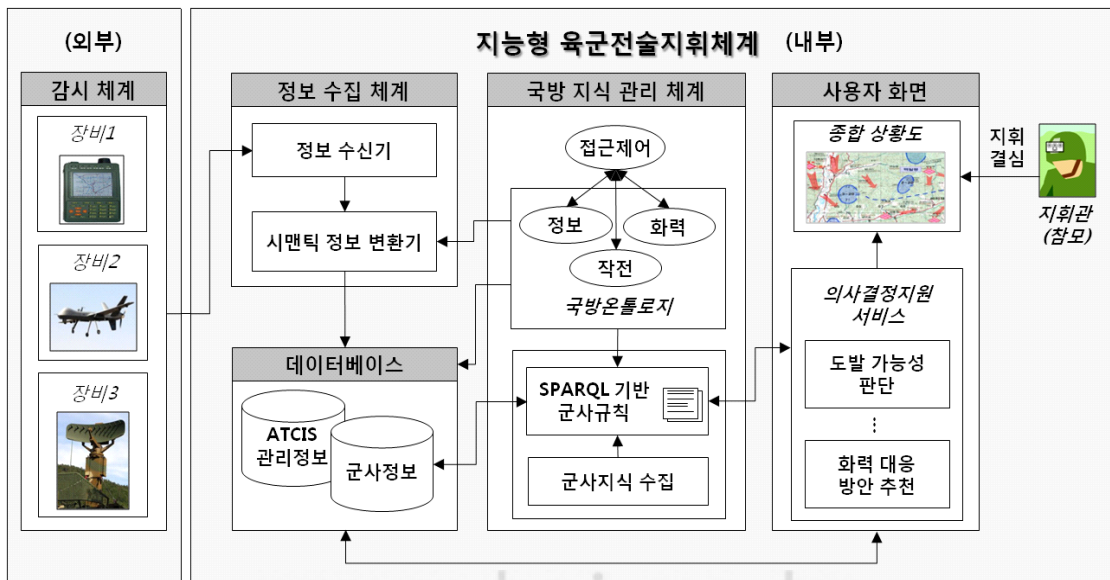


그림 1. 시스템 구조
Fig. 1. System Architecture

- 정보 수집 체계: 감시 체계로부터 전달받은 군사정보를 국방온톨로지에 정의된 개념들과 그들의 관계들에 따라 RDF 형태로 변환한 뒤 데이터베이스에 저장한다.
- 국방 지식 관리 체계: 혼합형 구축 방법론에 따라 구현된 국방온톨로지를 활용하고 야전 장교들로부터 수집된 군사지식을 SPARQL 형태의 규칙으로 관리한다. 또한 추론을 통해 지휘 결함에 도움이 되는 군사지식을 찾아낸다.
- 데이터베이스: ATCIS 운용에 필요한 정보들과 RDF로 변환된 군사정보를 저장한 물리적 저장소를 의미한다.
- 사용자 화면: 종합 상황도 화면에 지휘관의 지휘 결함을 도와주는 다양한 의사결정지원 서비스를 제공한다.

2. 국방온톨로지와 군사지식

컴퓨터가 ATCIS에서 사용되는 다양한 군사정보를 이해한 후 지휘관의 의사결정에 필요한 정보들을 자동으로 추론하기 위해서는, 군사정보와 관련된 다양한 개념들과 그들의 관계가 명확하게 정의된 국방온톨로지가 구현되어야 한다. 즉, 국방온톨로지를 활용하여 1) 군사정보와 2) 군사지식(MK:

Military Knowledge)을 컴퓨터가 이해할 수 있는 표준화된 형태로 정의할 경우 의사결정과 관련된 지식 추론이 가능하게 된다.

먼저 지능형 ATCIS에서 사용된 국방온톨로지 구축에 관한 내용을 기술하고자 한다. 국방온톨로지 개발에 사용된 방법론으로는 본 연구팀이 이전 연구에서 제안한 혼합형 온톨로지 구축 방법론(4)을 활용하였다. 혼합형 온톨로지 구축 방법론의 핵심은 실용적인 온톨로지를 구축하기 위해 기존의 데이터베이스 스키마정보를 적극적으로 활용하는 것에 있다. 실제 ATCIS에서 사용된 데이터베이스 스키마로부터 매핑 규칙(4)을 이용하여 온톨로지의 구성요소인 개념들과 관계들을 추출해낸다. 이렇게 추출된 온톨로지를 커널 온톨로지라 하며 이는 ATCIS의 주요 용어들을 포함한다. <그림 2>의 가운데 부분은 정보 분야에 관한 커널 온톨로지의 예를 보여준다. 커널 온톨로지에 존재하지 않는 여러 군사 용어들을 수집하기 위해 야전 교범이나 DTIMS의 시소러스 정보 등을 분석하였고, 이 용어들을 이용하여 커널 온톨로지의 상위 개념과 하위 개념들을 하향식 방법론(top-down approach)과 상향식 방법론(bottom-up approach)을 적용하여 클래스 계층으로

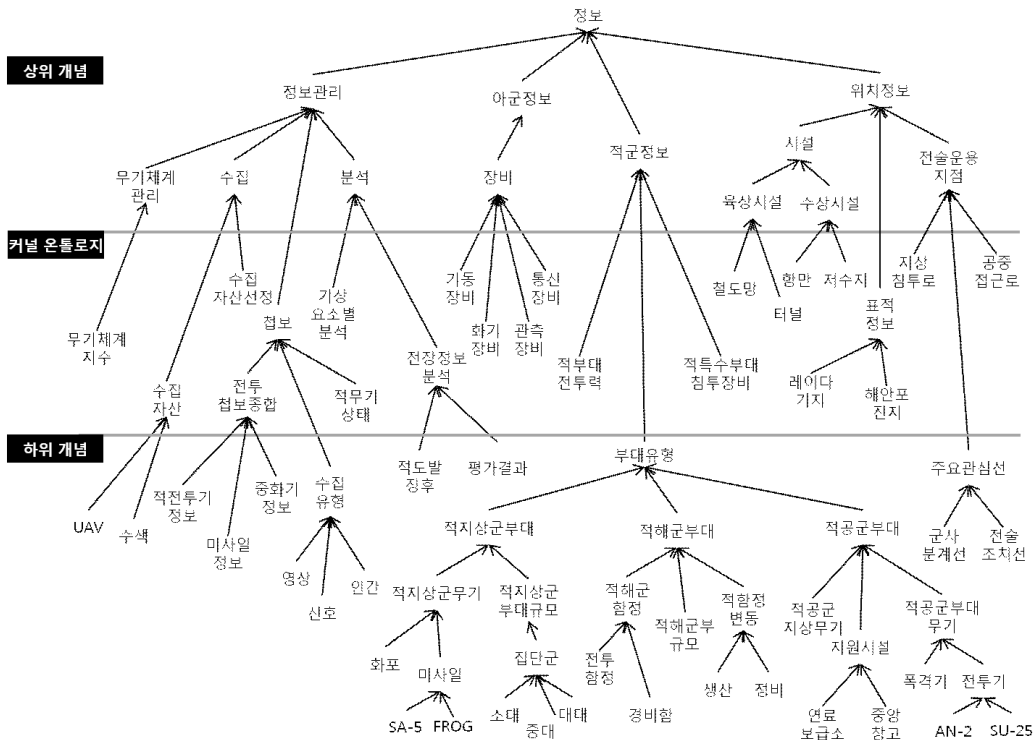


그림 2. 국방온톨로지의 정보 분야에 관한 클래스 계층도 예
 Fig. 2. An example of class hierarchies for 'information' domain in national defense ontology

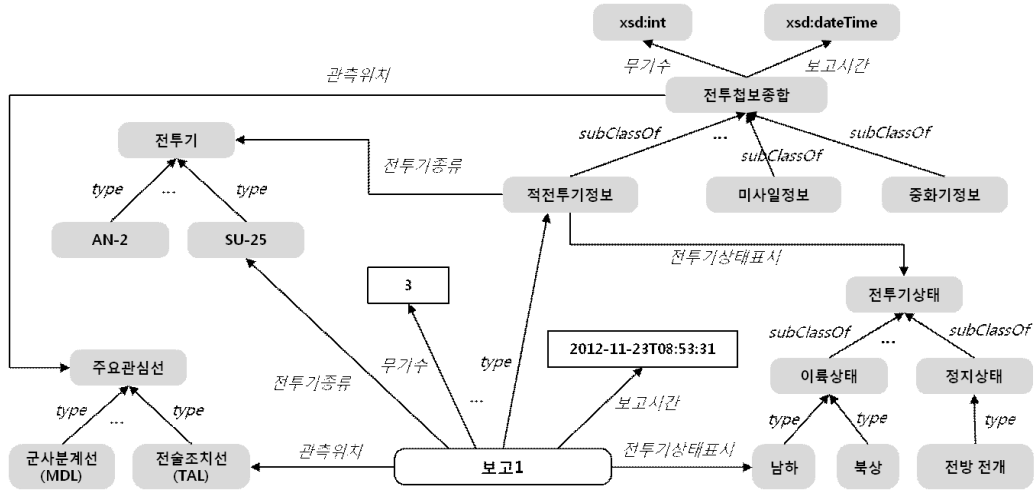


그림 3. RDF 형태의 군사정보 예
Fig. 3. An example of RDF for military information

구체화하였다.

이렇게 생성된 두 가지의 클래스 계층을 커널 온톨로지에 연결한 후 (그림 2)와 같은 계층 구조를 완성하였다. 추가적으로 계층관계를 강화하기 위해 계층의 구조를 정의할 때 사용된 *subClassOf* 관계 이외에 *equivalentClass*, *disjoint-With*, *intersectionOf* 등의 관계를 정의하였고, 제약사항, 공리 및 도메인 규칙을 방법론에 따라 정의하였다. 지금까지 파악된 계층구조와 강화된 의미 정보가 표현된 온톨로지를 OWL[13] 형식으로 구현하였다. 혼합형 온톨로지 구축 방법론을 활용하여 국방온톨로지를 구축하는 구체적인 예는 본 연구팀의 이전 연구들[14, 15]에서 확인할 수 있다.

시맨틱 웹 기술로 운용되는 지능형 ATCIS에서는 국방온톨로지를 기반으로 표현될 RDF 형태의 군사정보가 필요하다. RDF는 웹 상에서 자원들 사이의 관계성을 컴퓨터가 이해할 수 있는 형태로 기술하기 위해 사용되는 표준화된 서술 방식이다 [16]. RDF는 웹 상에서 자원들 간의 관계를 트리플(triple) 구조로 표현하는 프레임워크이며, < 주어부(subject)-서술부(predicate)-목적부(object) >의 형태로 표현된다. 예를 들어, 'SU-25 전투기 3기가 2012-11-23T08:53:31에 전술조치선을 남하한다'라는 보고는 5개의 트리플 구조인 <보고1-전투기종류-SU-25>, <보고1-무기수-3>, <보고1-관측위치-전술조치선>, <보고1-전투기상태표시-남하>, <보고1-보고시간-2012-11-23T08:53:31>로 표현되며, 그래프 형태로 나타내면 (그림 3)과 같다.

<그림 3>의 음영으로 표시된 부분은 국방온톨로지의 개념들(예: 클래스와 개체(individual))을 나타내며, RDF로 표

현된 군사정보가 국방온톨로지에 정의된 개념들과 그들의 관계들에 따라 표현된 것을 확인할 수 있다. 이와 같은 표현 방법을 이용하면 군사정보를 구체적으로 표현할 수 있으며, 그들의 관계 또한 명확하게 정의할 수 있다.

RDF로 표현된 군사정보들로부터 지휘관의 지휘 결심에 도움을 줄 수 있는 군사지식을 추론하기 위해서는, 지휘관의 의사결정에 활용되는 다양한 군사지식들이 조사되어야 한다. 또한 조사된 군사지식들을 컴퓨터가 이해할 수 있는 규칙 형태로 표현되어야 한다. 이를 위해, ATCIS를 운영하는 부대 참모들과의 인터뷰를 실시하였고, 실제 ATCIS 운용에 있어 자주 활용되는 군사지식들을 수집할 수 있었다. 예를 들어, 정보 참모와의 인터뷰에서는 '적 도발 가능성'을 판단하는 것이 중요한 업무 중 하나임을 알 수 있었고 이와 관련된 군사지식들을 수집할 수 있었다. 또한 화력 참모와의 인터뷰에서는 '효과적인 화력 대응 방안'과 관련된 군사지식들을 파악할 수 있었다.

다음의 내용들은 정보 분야에서 활용되고 있는 적의 도발 가능성을 판단할 때 활용되는 군사지식의 예이다(여기에서 일부 내용은 보안상의 이유로 임의로 작성되었음을 명시하는 바이다). 적의 도발 가능성의 범주는 총격 도발, 포격 도발, 공중침투 도발 및 테러 도발로 구분되며 그 심각성에 따라 관심, 중요, 심각, 임박으로 구분된다.

- MK1: 총안구 개방이 증가되고 G지역의 병력 활동이 증가할 경우, G지역의 총격 도발 가능성은 '관심'이다.
- MK2: 포격관련 실사격 훈련이 활발하고 표적 제원이 산출되면, 포격 도발 가능성은 '중요'이다.

- MK3: 국방망 서버에 해킹 시도가 발생하고 전술 C4I 망에 바이러스가 증가할 경우, 사이버 테러의 도발 가능성은 '심각'이다.
- MK4: 전투기가 전술초치선을 남하하였고 전방에 전개된 전투기에 폭탄이 적재되어 있으며 포문이 개방된 미사일 장비에 미사일이 장착되어 있을 경우, 공중 침투 도발 가능성은 '임박'이다.

수집된 군사지식들을 컴퓨터가 추론할 수 있는 규칙 형태로 표현하기 위한 방법에는 다음과 같은 두 가지 방법이 활용될 수 있다. 첫 번째는 규칙 언어를 이용하는 방법으로 SWRL[17]을 이용하거나 OWL 2의 property chains 기능[18]을 활용할 수 있다. SWRL의 경우 OWL의 클래스와 속성을 이용하여 규칙을 정의하는 방법을 제공하지만 추론 시간이 많이 소요되는 문제점이 있으며, property chains 기능의 경우 두 속성을 결합하여 새로운 속성을 정의할 때만 사용되기 때문에 다양한 형태의 규칙 표현에는 한계가 있다.

두 번째는 질의 언어인 SPARQL[19]을 활용하여 규칙을 표현할 수 있다. 일반적으로 SPARQL은 RDF와 같이 트리플 구조로 표현된 정보를 검색할 때 사용되는 질의 언어이다

[20]. 그러나 특정 지식에 관한 규칙을 트리플 구조인 조건들로 변경하고 변경된 조건들을 SPARQL로 정의할 경우, RDF 정보로부터 해당 조건을 만족하는 새로운 정보를 추론할 수 있다. 이 방법의 장점은 추론 엔진을 사용할 때 보다 새로운 규칙 정보를 빠르게 찾아주는 것에 있다[21]. 본 연구에서는 전장 상황에서 군사지식을 빠르게 추론할 수 있는 환경을 구축하기 위해 SPARQL을 활용하여 군사지식들을 규칙 형태로 표현하였다. 예를 들어, 앞서 언급한 MK4에 관한 군사지식을 SPARQL로 표현하면 <그림 4>와 같으며, 해당 규칙을 만족하는 군사정보가 있을 경우 변수 '?공중침투도발'의 결과로 '임박'이 추론된다.

지금까지 살펴본 <그림 1>의 국방 지식 관리 체계에서는 혼합형 온톨로지 구축 방법론에 따라 구현된 국방온톨로지를 관리하는 기능을 제공한다. 이와 같은 관리 기능이 필요한 이유는 초기 구축된 국방온톨로지가 지휘관의 의사결정에 필요한 모든 개념들을 포함하고 있지 않을 수 있기 때문에 지속적으로 국방온톨로지를 갱신할 수 있는 체계가 필요하기 때문이다. 또한 SPARQL 기반으로 표현된 군사지식을 활용하여 지휘관의 의사결정에 도움을 주는 군사지식을 추론하는 기능도 제공한다.

```

PREFIX iatcis: <http://iatcis.kma.ac.kr/#>
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
SELECT ?공중침투도발 ?전투기상태보고1 ?전투기상태보고2 ?미사일상태보고
WHERE {
    iatcis:공중침투도발 iatcis:도발수준4 ?공중침투도발 .
    ?전투기타입1 a iatcis:전투기.
    ?전투기상태보고1 iatcis:전투기종류 ?전투기타입1 ;
        iatcis:관측위치 iatcis:전술초치선 ;
        iatcis:전투기상태표시 iatcis:남하 ;
        iatcis:보고시간 ?전투기보고시간1 .
    FILTER (?전투기보고시간1 > "2012-11-23T08:50:00"^^xsd:dateTime).
    iatcis:AN-2 a iatcis:전투기.
    ?관측대대 a iatcis:대대.
    ?전투기상태보고2 iatcis:전투기종류 iatcis:AN-2 ;
        iatcis:전투기상태표시 iatcis:전방전개 ;
        iatcis:전투기상태표시 iatcis:적재유 ;
        iatcis:관측위치 ?관측대대 ;
        iatcis:보고시간 ?전투기보고시간2 .
    FILTER (?전투기보고시간2 > "2012-11-23T08:50:00"^^xsd:dateTime).
    iatcis:SA-5 a iatcis:미사일.
    ?미사일상태보고 iatcis:미사일종류 iatcis:SA-5 ;
        iatcis:미사일상태표시 iatcis:미사일적재유 ;
        iatcis:미사일상태표시 iatcis:포문개방 ;
        iatcis:관측위치 ?관측대대 ;
        iatcis:보고시간 ?미사일보고시간 .
    FILTER (?미사일보고시간 > "2012-11-23T08:50:00"^^xsd:dateTime)
}
    
```

그림 4. SPARQL로 표현된 군사규칙 예
 Fig. 4. an example of SPARQL for military knowledge

3. 군사정보 수집 및 변환

지능형 ATCIS는 국방온톨로지를 기반으로 표현된 RDF 형태의 군사정보가 필요하다. 이를 위해 본 연구에서는 감시 체계를 통해 수집된 적의 군사 정보를 입력하는 **정보 보고 화면**과 입력된 정보를 RDF 형태로 변환시켜주는 **시맨틱 정보 변환기**를 구현하였다. 웹 기반으로 운용되는 정보 보고 화면은 정보 유형별로 입력할 내용이 구분되어 있는데, <그림 5>는 적전투기보고에 관한 정보 보고 화면의 예를 나타낸다. 입력된 정보 내용으로는 수신자 지정, 보고 위치, 표적의 위치, 표적의 성질 및 종류, 규모 등이 있다. 보고자가 보고할 내용을 입력한 후, 화면 하단에 있는 보고 버튼을 선택하면 정보 보고가 완료된다. 입력된 정보는 지능형 ATCIS의 내부로 전달된다. 이때 입력 시간은 자동으로 기록된다. 여기에서 정보를 입력하는 사용자의 입력 편의성을 높이기 위해 기존 ATCIS에서 사용되었던 정보보고전문의 사용자 화면을 참조하여 정보 보고 화면을 설계하였다.

정보 보고 화면을 통해 입력된 내용들은 지능형 ATCIS의 시맨틱 정보 변환기로 전달된다. 이때 입력된 정보는 시맨틱 정보 변환기에 미리 정의된 변환 규칙에 따라 RDF 형태로 자동 변환되며, RDF의 정보는 국방온톨로지의 개념과 관계를 기반으로 표현된다. 예를 들어, <그림 5>에서 입력된 정보는 <그림 3>의 RDF 형태로 자동 변환된다. 이렇게 변환된 군사정보는 군사정보 저장소에 저장된다.

그림 5. 정보 보고 화면

Fig. 5. Information reporting interface

4. 의사결정지원 서비스

의사결정지원 서비스에서는 지휘관의 의사결정에 도움이 되는 군사지식을 제공하는 역할을 담당한다. 본 연구에서는 적의 도발 가능성을 판단하는 예를 중심으로 의사결정에 도움이 되는 정보들이 어떻게 지휘관에게 제시되는지를 설명하고자 한다. 그 과정을 요약하면 다음과 같다.

먼저 <그림 5>와 같이 다양한 감시정찰 체계들로부터 새로운 군사 데이터가 입력되고, 해당 정보가 RDF 형태로 변환되어 군사정보 저장소에 저장된다. 다음으로 새로운 군사정보가 저장되었음을 의사결정지원 서비스에게 알려준다. 의사결정지원 서비스에서는 국방 지식 관리 체계에게 새롭게 입력된 군사정보와 관련된 군사지식이 무엇인지 파악한 후, SPARQL 형식으로 표현된 군사규칙들을 활용하여 새로운 군사지식을 추론할 것을 요청한다. 만약 공중침투 및 도발과 관련된 군사정보가 입력될 경우, 공중 침투의 심각성을 판단하는 4개의 군사규칙이 활용되어 그 심각성의 여부를 추론하게 된다. 만약, <그림 4>의 군사규칙이 적용되고, 그 결과로 공중침투가 진행될 가능성이 '임박'으로 추론된다면, 그 내용이 의사결정지원 서비스에 전달된다. 그 후, 그 결과는 <그림 6>과 같이 종합 상황도에 제시된다.

지능형 ATCIS에서 제공하는 종합 상황도에는 적군과 아군의 전장 상황에 관한 종합 정보가 표시되어 있는데, 의사결정지원 서비스와 관련하여 화면 우측의 '공중침투 및 도발' 영역의 상태가 '임박'으로 표시되는 것을 확인할 수 있다. 즉, 새로운 군사정보가 입력되면 이를 기준으로 의사결정에 도움이 되는 군사지식이 자동으로 제공된다. 이때, '임박'이 표시된 영역을 마우스로 선택하면 <그림 6>과 같이 해당 지식을 추론할 때 사용된 군사 정보들을 팝업창을 통해 확인할 수 있다.

현재 상황과 관련된 군사정보를 RDF 형태로 확인하기 위해서는 팝업창 하단의 'RDF 정보 탐색' 버튼을 선택하면 된다. <그림 7>과 같이 군사정보들이 트리플 구조로 표현되며 각각의 개념들과 관계의 구조가 국방온톨로지를 기반으로 보여지는 것을 확인할 수 있다.

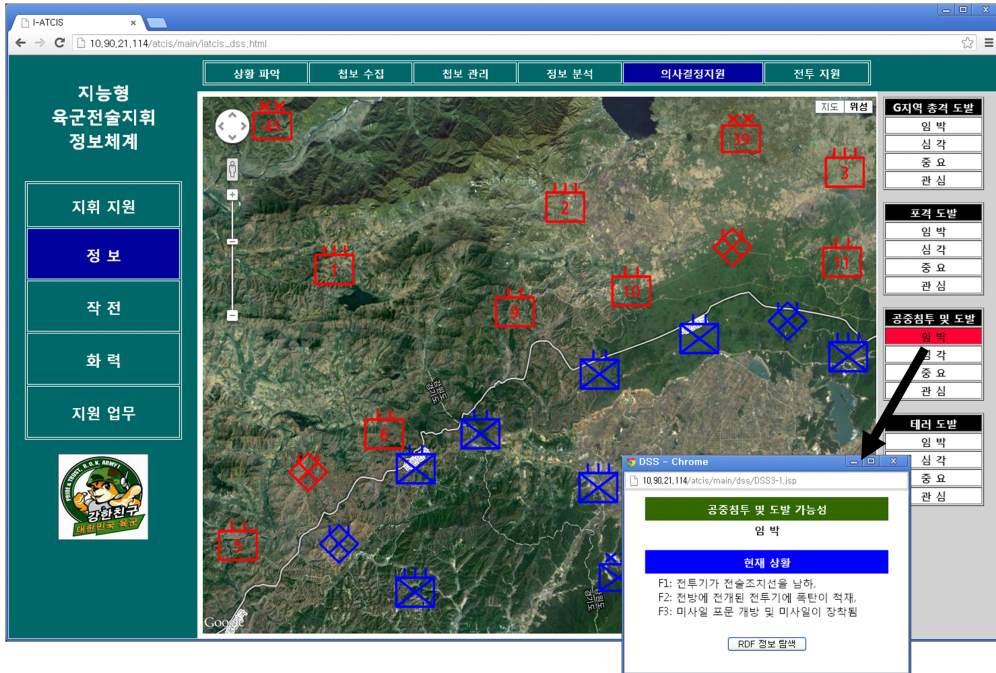


그림 6. 지능형 ATCIS의 상황도
Fig. 6. Situation map of I-ATCIS

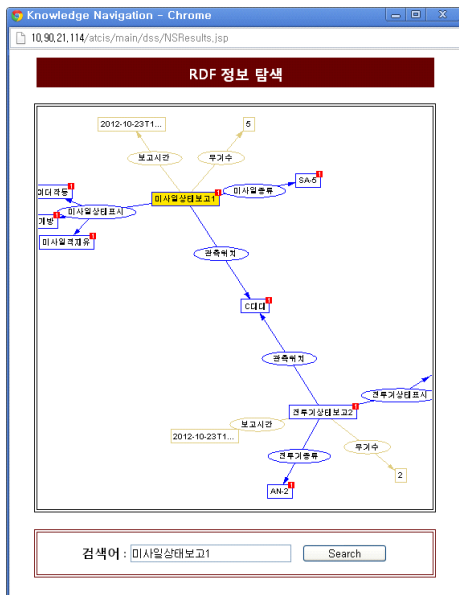


그림 7. 군사정보에 관한 지식 탐색
Fig. 7. Knowledge navigation for military Information

여기에서 RDF 정보의 주어부와 목적부에 관한 정보는 시각형으로, 이들의 관계인 서술부는 화살표와 타원으로 표

현된다. 이 때, 특정 군사정보에 관한 탐색은 시각화 (visualization) 기능을 통해 진행되며, 군사정보를 탐색하는 행위는 지휘관 또는 참모의 직관에 의해 수행된다. 특정 개념과 연결된 새로운 개념을 탐색하기 위해서는 마우스로 해당 개념을 선택하면 된다. 추가적으로, 직접 검색어를 입력하여 찾고자 하는 정보를 검색하는 기능도 제공한다. 이와 같이 의사결정지원과 관련된 다양한 서비스들을 통하여 지휘관은 좀 더 빠르고 정확한 지휘 결심을 할 수 있게 된다.

5. 시스템 구현 환경

지금까지 살펴본 지휘관의 의사결정을 도와주는 지능형 ATCIS는 현재 사용 가능한 시맨틱 웹 기술들과 오픈 소스 시스템들을 활용하여 그 프로토타입을 구현하였다.

여기에서 국방온톨로지는 Protégé(<http://protege.stanford.edu/>)로 구축하였고, 각 체계의 주요 기능들은 주로 Java와 시맨틱 웹 개발 프레임워크인 Apache Jena(<http://jena.apache.org/>)를 활용하여 구현하였다. 웹 환경을 지원하기 위해 Apache Tomcat을 활용하였다. 테스트 브라우저로 Chrome을 사용하였으며, 데이터베이스로는 MySQL을 이용하였다. 구성 요소별 사용된 기술들을 요약하면 (표 1)과 같다.

표 1. 시스템 구현에 사용된 기술
Table 1. Technologies used for implementing I-ATCIS

구성 요소		관련 기술
첨보보고 화면		HTML, JSP, JavaScript, Java, Tomcat server
정보 수집 체계		Java, Jena API
데이터베이스		Java, SDB, JDBC, MySQL
국방 지식 관리 체계	국방온톨로지	Protégé, OWL, RDF
	SPARQL기반 군사규칙	SPARQL, Java, ARQ engine
사용자 화면		HTML, JSP, JavaScript, Google map, GrOWL, ARQ engine, XML, XSLT, Tomcat server

IV. 결론

본 연구에서는 시맨틱 웹 기술을 활용하여 지휘관의 지휘 결심을 도와주는 지능형 ATCIS를 제안하였다. 급격하게 변화하는 전장 상황에서 많은 양의 군사정보를 빠르고 정확하게 처리하여 전쟁에서의 우위를 점하고자 하는 시점에서 볼 때, 컴퓨터가 이해할 수 있는 형태로 군사정보를 변환하여 이를 효과적인 동시에 효율적으로 자동 처리하기 위한 노력이 절실히 요구되고 있다. 본 논문에서 제안하는 시스템은 그러한 요구에 부응하기 위하여 구축되었다. 본 연구의 시사점을 요약하면 다음과 같다.

- 혼합형 온톨로지 구축 방법론을 사용하여 실제 사용하고 있는 ATCIS의 스키마를 중심으로 온톨로지를 구성하는 주요 개념들을 추출하는 방법과 이를 기반으로 국방온톨로지가 구현되는 과정을 설명하였다.
- 야전 참모들의 인터뷰를 통해 군사지식을 수집하였고, 수집된 군사지식을 SPARQL 형태의 규칙으로 변환하여 군사지식을 추론하는 방법을 보여주었다.
- 국방온톨로지를 기반으로 수집된 군사정보들이 어떻게 컴퓨터가 이해할 수 있는 형태로 변환되는지를 기술하였다.
- 구축된 국방온톨로지의 활용 가능성을 보여주기 위해 시맨틱 웹 기술을 이용하여 지능형 ATCIS를 구현하였다. 또한, 적 도발 가능성을 판단하는 서비스를 개발하여 시맨틱 웹 기술이 지휘관의 의사결정을 강화하기 위한 수단으로 사용될 수 있음을 증명하였다.

향후, 현재 개발된 지능형 ATCIS가 실제 군에 적용되기 위해서는 다음과 같은 추가적인 연구가 필요하다. 첫째, 국방 온톨로지를 지속적으로 관리하고 다른 정보체계의 온톨로지들과 통합하는 연구가 필요하다. 둘째, 보다 다양한 의사결정 지원서비스를 지원하기 위해 체계적으로 군사지식을 수집하고 이를 시스템에 효과적으로 반영하는 방법에 관한 연구가 필요하다. 셋째, 지능형 ATCIS를 야전에서 활용할 경우의 의사결정에 얼마만큼 효과를 줄 수 있는지에 관한 비교 연구가 필요하다. 넷째, 지능형 ATCIS의 기능을 기존 ATCIS에 추가할 때 고려되어야 할 사항들에 관한 연구가 진행되어야 한다. 끝으로, 본 연구에서 제안한 방법을 육군뿐만이 아닌 해·공군에서 사용하는 국방정보체계에도 적용해 보는 연구를 진행하고자 한다.

참고문헌

- [1] Republic of Korea Army Headquarters, Field Manual 61-10 Army Tactical Command Information System, 2006.
- [2] J. Shin, M. Ra, M. Oh, J. Yoo, C. Han, S. Ahn, Y. Lee, and B. Jang, "National Defense Information Communication," Yang Seo Gak, 2009.
- [3] T. Gruber, "A Translation Approach to Portable Ontology Specifications," Knowledge Acquisition, Vol. 5, No. 2, pp. 199-220, 1993.
- [4] M. Ra, D. Yoo, S. No, J. Shin, and C. Han, "The Mixed Ontology Building Methodology Using Database Information," IAENG International Conference on Artificial Intelligence and Applications (ICAIA'12), Hong Kong, March, 2012.
- [5] C. Matheus, M. Kokar, and K. Baclawski, "A Core Ontology for Situation Awareness," In Proceedings of the 6th International Conference on Information Fusion, 2003.
- [6] A. Oltramari, and C. Lebiere, "Using Ontologies in a Cognitive-Grounded System: Automatic Action Recognition in Video Surveillance," In Proceedings of the 7th International Conference on Semantic Technology for Intelligence, Defense, and Security. Fairfax, Virginia, USA, 2012.
- [7] S. Song, K. Ryu, and M. Kim, "Ontology-based Decision Support for Military Information System,"

- Systems, Applications and Technology Conference IEEE Long Island - LISAT, 2010.
- [8] J. Dong, J. Sun, H. Wang, C. Lee, and H. Lee, "Analysing Web Ontology in Alloy: A Military Case Study," In Proceedings of the 15th International Conference on Software Engineering & Knowledge Engineering, USA, July 1-3, 2003.
- [9] K. B. Laskey, P. G. Costa, E. J. Wright, and K. J. Laskey, "Probabilistic Ontology for Net-Centric Fusion," In Proceedings of 10th International Conference on Information Fusion, 2007.
- [10] Army Net-Centric Data Strategy, C4ISR Data Ontology Supports Army Net-Centric Data Strategy, <http://data.army.mil>
- [11] A. Dianic, "The Need for Scalability in Network Centric Warfare - It's all in the Semantics," SEC BSSD Bulletin, January, 2006.
- [12] D. Yoo, "A System Framework and Research Challenges for the Semantic Web Applications," Journal of The Korea Society of Computer and Information, Vol. 14, No. 12, pp. 255-266, 2009.
- [13] D. L. McGuinness, and F. V. Harmelen, "OWL Web Ontology Language Overview," W3C Recommendation 10 February 2004, <http://www.w3.org/TR/owl-features/>
- [14] M. Ra, D. Yoo, S. No, J. Shin, and C. Han, "National Defense Domain Ontology Development Using Mixed Ontology Building Methodology (MOBM)," In Proceedings of the 37th KIPS Spring Conference, Vol. 19, No. 1, 2012.
- [15] M. Ra, D. Yoo, S. No, J. Shin, and C. Han, "Constructing a Military Ontology According to the Mixed Ontology Building Methodology," In Proceedings of the 5th International Conference on Computer Research and Development (ICCRD 2013), Vietnam, Feb. 23-24, 2013.
- [16] G. Klyne, and J. J. Carroll, "Resource Description Framework (RDF): Concepts and Abstract Syntax," W3C Recommendation 10 February 2004, <http://www.w3.org/TR/rdf-concepts/>
- [17] I. Horrocks, P. F. Patel-Schneider, H. Tabet, S. Tabet, B. Grosf, and M. Dean, "SWRL: A Semantic Web Rule Language Combining OWL and RuleML," W3C Member Submission 21 May 2004, <http://www.w3.org/Submission/SWRL/>
- [18] B. Motik, P. F. Patel-Schneider, and B. Parsia, "OWL 2 Web Ontology Language Structural Specification and Functional-Style Syntax," W3C Recommendation 27 October 2009, <http://www.w3.org/TR/owl-syntax/>
- [19] E. Prud'hommeaux, and A. Seaborne, "SPARQL Query Language for RDF," W3C Recommendation 15 January 2008, <http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/>
- [20] D. Jo, J. Choi, and M. Kim, "SPARQL Query Tool for Using OWL Ontology," Journal of The Korea Society of Computer and Information, Vol. 14, No. 11, pp. 21-30, 2009.
- [21] D. Yoo, "Hybrid Query Processing for Personalized Information Retrieval on the Semantic Web," Knowledge-Based Systems, Vol. 27, pp. 211-218, 2012.

저 자 소 개



유 동 희
 2002: 고려대학교 경영정보학과 (학사)
 2009: 고려대학교 경영학과 (박사)
 현재: 육군사관학교 전자정보학과
 조교수
 관심분야: 시맨틱웹, 온톨로지, 데이터
 마이닝, 추천시스템, 보안
 Email : donghee.info@gmail.com



노 성 천
 2008: KAIST 수리과학 (학사)
 2010: Harvard Univ. 통계학 (석사)
 현재: 육군사관학교 전자정보학과 강사
 관심분야: 수리 모델링, 알고리즘,
 온톨로지, 시맨틱웹
 Email : is695@kma.ac.kr



나 민 영
 1978: 육군사관학교
 1983: 서울대학교 컴퓨터공학과 (학사)
 1986: 서울대학교 컴퓨터공학과 (석사)
 1990: Univ. of Florida 전산학과
 (박사)
 1995: 미 IBM Watson 연구소
 객원연구원
 2003: Georgia Institute of
 Technology 교환교수
 현재: 육군사관학교 전자정보학과 교수
 관심분야: 데이터베이스, 시맨틱웹,
 온톨로지, 메타데이터 관리
 Email : myra@kma.ac.kr



한 창 희
 1990: 육군사관학교 물리학과 (학사)
 1994: Syracuse 대학 전산학과 (석사)
 2004: Univ. of Southern
 California 전산학과 (박사)
 현재: 육군사관학교 전자정보학과 교수
 관심분야: 가상군 지능형설계, CAISR
 자율적 의사결정설계
 Email : chhan@kma.ac.kr



신 진 희
 2001: 금오공대 전산학 (학사)
 2006: 국방대학교 전산학 (석사)
 2012: 아주대학교 NCW학과 (박사과정)
 현재: 육군사관학교 전자정보학과
 전임강사
 관심분야: 국방 아키텍처, 시맨틱웹
 Email : suhacci@kma.ac.kr