

시맨틱 웹을 이용한 B2B E-Marketplace 제품 검색 프레임워크 구현 An Implementation of the B2B E-Marketplace Product Search Framework using Semantic Web

유 제 석 (연세대학교 정보산업공학과)
정 영 일 (연세대학교 정보산업공학과)
김 창 욱 (연세대학교 정보산업공학과)

Abstract

Today, according to tremendous development of B2B e-commerce, B2B e-marketplaces which accomplish various types of transactions through a number of buyers and sellers on online are embossed importantly. However, buyers are unable to search correct products because of inconsistency of product information between buyers and sellers. This paper solved this problem as semantic web technology.

Semantic Web is an extension of current Web in which information is given well-defined meaning, better enabling computers and people to work in cooperation. The Semantic Web aims at machine-processable information. Its underlying technologies are RDF, RDF Schema, and ontology as the shared formal conceptualization of particular domains.

In this paper, we present an implementation of Semantic Web enabled search system for B2B E-Marketplace domains. The system exploits OWL as the standard ontology language proposed by W3C and the Jena which is a Semantic Web toolkit, namely a Java framework writing Semantic Web applications. Finally, we summarize our experiences and discuss future research topics.

1. 서론

정보통신기술의 발달과 글로벌 네트워크 인프라의 폭발적인 확산에 따라 인터넷을 활용한 전자상거래(e-Commerce)는 시간과 공간의 제약을 극복한 새로운 경제활동 수단으로 부각되고 있다. 세계 각국은 국가 경쟁력 강화를 위한 핵심수단으로 전자상거래 활성화를 추

진하고 있으며, 이에 따라 전자상거래는 기술 및 시장 측면에서 빠른 속도로 성장하고 있다. 전자상거래는 특히 유통단계를 축소시켜 거래비용을 대폭 절감시키고, 모든 거래 내역을 컴퓨터로 관리하기 때문에 경제 전반의 효율성과 투명성을 재고하는 핵심 수단이 되고 있다.

초기에 전자상거래 시장은 일반 소비자를 대상으로 하는 B2C(Business to Consumer) 전자상거래를 통해 인식되기 시작하였으며, 시간이 지남에 따라 기업을 대상으로 하는 B2B(Business to Business) 전자상거래의 비중이 높아지기 시작하였다. 현재 B2B 전자상거래는 Cisco, Dell과 같이 공급자와 구매자가 웹 전자카탈로그를 통해 구매를 하는 기본적인 B2B 전자상거래를 넘어 상거래 공동체를 생성 및 기능을 강화하고 있다. 앞으로 B2B 전자상거래는 상거래 공동체들의 효율성과 유연성을 극대화하기 위해 생산계획과 수요예측, 재고처리 등의 협업을 가능하게 해주는 CPFR(Collaborative Planning, Forecasting, and Replenishment)로 발전할 것이다.

B2B 전자상거래의 발전과 더불어 온라인 상에서 다수의 구매자와 공급자가 참여하여 다양한 형태의 거래를 수행하는 B2B e-Marketplace(가상 온라인 시장)의 중요성이 부각되고 있다. B2B e-Marketplace는 오프라인 상에서 공급자와 구매자가 같은 시간에 동일한 장소에 모여 거래하는 개념에서 벗어나 시간과 공간의 제약을 넘어선 새로운 형태이다. B2B e-Marketplace에 참여하는 구매자는 거래관계의 투명성 증대, 구매처리 비용 감소, 과잉 자재 재고 방지 및 업무 프로세스 개선 등을 할 수 있다. 또한, 공급자는 구매 참여자 증가와 거래량 증대에 따른 매출 향상, 판매비용 및 마케팅 비용 감소 등과 같은 혜택뿐만 아니라 다양한 시장정보의 신속한 입수로 구매자의 수요에 대한 빠른 대응을 할 수 있다.

공급자는 잠재적인 구매자를 위해서 제품들을 설명하는 수많은 제품 카탈로그를 가지고 있다. 이러한 공급자의 제품 카탈로그는 B2B e-Marketplace의 Front-End 부분에서 전자카탈로그로 표현되어 제품 안내 및 제품 정보 제공의 기능을 수행한다. 따라서 구매자의 기대와 욕구를 충족시켜줄 수 있는 자원과 정보를 정확하게 검색할 수 있도록, 공급자의 제품 정보를 추출 및 분류하여 구조화된 형식으로 전자카탈로그를 표준화하는 것이 성공적인 B2B

e-Marketplace의 필수적인 요소이다. 하지만 현재의 웹 검색 기술은 단순히 키워드 기반이기 때문에 공급자는 제품 정보의 속성과 제품간의 관계를 표현하는 것이 복잡하고 어려운 실정이다. 이러한 제품 정보의 이질성은 오늘날 B2B 전자상거래에 있어서 가장 큰 해결 과제 중 하나이며, 효율적인 정보 교환을 방해하는 근본적인 원인이다.

현재의 인터넷 기술에 있어 HTML은 풍부한 문법과 데이터에 대한 시맨틱(Semantic)을 표현하지 못하기 때문에 제품 정보의 이질성을 초래했다. 이러한 문제점을 해결하고자 데이터의 구조와 의미를 정의할 수 있는 XML이 제안 되었지만 XML은 비즈니스 프로세스들과 데이터 교환의 처리를 위한 데이터들간에 구조와 관계를 제공하지 않는다.

본 논문은 이러한 e-Marketplace의 문제점을 해결하고 발전시키기 위해 시맨틱 웹(Semantic Web)[7, 8, 9] 기반의 B2B e-Marketplace 제품 검색 프레임워크(framework)를 제안한다.

시맨틱 웹은 웹 자원들을 더 풍부하고 분명하게 표현하기 위한 W3C의 표준으로써 기계들이 데이터들간의 구조와 관계를 이해할 수 있는 표준화된 개념이다. 온톨로지(Ontology)[10, 11] 기반의 시맨틱 웹은 정보를 자동으로 교환하고 정보의 재사용성을 증대시킬 수 있도록 의미가 추가된 웹 정보들을 구축하는 기반이 될 수 있다. 시맨틱 웹에서 온톨로지는 제품 속성과 관계를 구조적이고 의미적으로 표현하여 서로 다른 응용시스템간의 효과적인 정보 탐색을 가능하게 한다.

본 논문의 2절에서는 기존연구를 살펴보고, 3절에서는 e-Marketplace 프레임워크를 제시한다. 4절에서는 e-Marketplace 프레임워크의 핵심인 지능형 검색(Intelligent Search)을 다루고 있으며, 5절에서는 추론 기반 온톨로지 검색 사례 연구를 소개한다.

2. 기존 연구

지식관리와 B2B 전자상거래 분야에서 중요한 역할을 수행하는 온톨로지의 연구는 크게 표준화(standardization)를 위한 온톨로지와 통합(integration)을 위한 온톨로지라 다음과 같이 구분된다. [11, 12, 13]

● 표준화를 위한 온톨로지 (Standard ontology)

표준화를 위한 온톨로지 사용[14]은 다양한 비즈니스 영역을 포함한다. 공통된 어휘와 프로토콜에 의한 공식적인 표준화된 온톨로지에 따라 수직적인 마켓플레이스들은 해당 비즈니스 분야의 온라인 거래를 효율적으로 처리할 수 있다. 이러한 예들로서 Dublin Core, Common Business Library (CBL), Commerce XML (cXML), ecl@ss, Open Applications Group Integration Specification (OAGIS), Open Catalog Format (OCF), Open Financial Exchange (OFX), Real Estate Transaction Markup Language(RETML), RosettaNet, UN/SPSC(see www.diffuse.org), and UCEC등이 있다.

● 통합을 위한 온톨로지(Integration ontology)

각 정보 소스는 고유의 온톨로지에 의해 서술된다. OBSERVER[15]에서 정보 소스에 대한 의미는 별도의 온톨로지에 의해 서술되며, 소스 온톨로지 간에 동일한 어휘를 공유하지 않는다. 통합을 위한 온톨로지 방법에서 동일한 어휘를 공유하지 않는다는 것은 장점인 동시에 단점이다. 표준화된 온톨로지가 없어서, 각 소스 온톨로지가 다른 소스를 고려하지 않고도 독자적으로 생성될 수 있다. 이러한 이유로 온톨로지의 변경을 단순화할 수 있다. 그러나 공통 어휘가 없다는 것이 실제로는 다른 여러 소스 온톨로지를 비교해야 하는 일을 매우 어렵게 만든다. 이 문제를 해결하려면 온톨로지 간의 매핑을 정의해야 한다. 온톨로지 매핑이란 다른 소스 온톨로지 간에 의미적으로 서로 대응하는 용어(예를 들어, 동의어, 유의어 등)를 식별하는 것이다. [16, 17, 18, 19, 20, 21] 물론 온톨로지 매핑은 온톨로지 개념의 차이와 같은 도메인에 관한 다른 관점도 고려해야 한다. 실제로 의미의 이질성이 매우 다양하게 나타날 것이기 때문에, 매핑을 정의하는 것은 매우 복잡한 일이다.

본 논문은 온톨로지 분류 중에서 표준화를 위한 온톨로지를 사용하였다. 3장의 글로벌 제품 카탈로그 온톨로지는 B2B e-Marketplace에서 공급업체들간의 제품들의 표준화를 위한 온톨로지로서 단순한 제품의 속성 검색뿐만 아니라 다양한 관점에서 제품간의 관계 (대제품, 신제품, 상위, 하위 개념)를 검색하는 추론 기반의 지능형 검색을 제공한다. 본 논문에서는 온톨로지 기반의 시맨틱 웹을 적용하여 다음과 같은 이점을 얻었다.

1) 추론을 이용한 제품 검색 가능

온톨로지를 이용하여 제품 정보를 표현하고 표현된 제품 정보와 이들간의 관계 및 정의된 규칙은 단순히 제품 정보만을 검색하여 획득한 정보보다 더 많은 정보를 제공한다.

2) 제품 속성 기반 검색 용이

시맨틱 웹 온톨로지 언어인 OWL (Web Ontology Language)[22]을 이용하여 제품 정보를 표현한다면, 개별 제품에 대한 제품 속성을 정의할수 있고, 사용자가 선택한 상품 속성과 그 값에 따른 검색을 하는 제품 속성 기반 검색의 구현이 용이하게 된다.

3) 표준화된 온톨로지 언어의 사용에 따른 상호운용성 증대

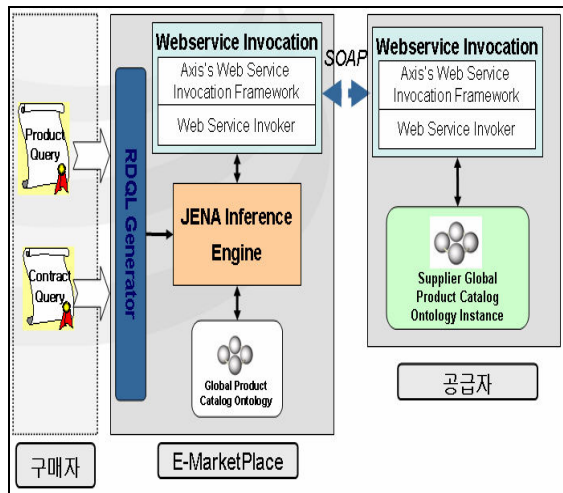
OWL을 이용하여 제품정보를 표현하기 위한 태그를 정의하면 서로 다른 조직에서도 태그의 의미를 파악 할 수 있어 온톨로지 표현 언어의 차이로 인한 상호운용성 문제를 해결할 수 있는 기반이 된다.

4) 태그의 의미 파악 가능

OWL은 XML과 다르게 단지 어휘와 그 어휘를 위한 문법을 정의하는 것이 아니라, 어휘간의 관계를 정의한다. 이러한 어휘의 관계를 이용하면 어휘의 의미를 정의할 수 있다. 따라서, 시맨틱 웹에서는 태그의 의미를 표현하는데 있어 기존의 XML을 이용하였을 경우 보다 더 정확하게 파악 할 수 있다.

3. B2B e-Marketplace 프레임워크 아키텍처

[그림 1]은 본 논문에서 제시하는 B2B e-Marketplace 프레임워크의 기술적 아키텍처이다.



[그림 1] B2B e-Marketplace 프레임워크 아키텍처

구매자는 자신이 원하는 제품 검색에 대한 정보와 제품의 제약조건에 관한 정보를 e-Marketplace에게 보낸다. e-Marketplace는 구매자로부터 받은 정보를 기초로 제품 검색을 위한 RDQL(RDF Data Query Language)[23, 24, 25] 쿼리문을 생성한 후 OWL Inference Rules과 JENA Inference Engine[26, 27]을 통해 글로벌 제품 카탈로그 온톨로지의 지능형 제품 검색 결과 값을 추출한다. 이때 e-Marketplace는 정보의 소스가 되는 공급자 글로벌 제품 카탈로그 온톨로지 인스턴스를 실시간으로 웹 서비스(web Service)를 통해 각 공급자로부터 제공 받는다.

4. 지능형 검색

본 논문은 B2B e-Marketplace에서 효과적인 제품 카탈로그 검색 시스템의 구축을 위해 시멘틱 검색 방법론을 사용하였다. 본 논문의 시멘틱 검색은 Description Logic[28] 기반의 온톨로지를 사용하여 글로벌 제품 카탈로그를 생성한 후 JENA 추론엔진을 접목시켜 온톨로지의 계층구조와 규칙과 공리를 사용하여 추론할 수 있다. 그러므로 기존 키워드 기반 검색의 문제점을 해결하여 좀더 지능적인 결과를 도출하였다. 본 논문에서 제안하는 시멘틱 검색시스템의 구조는 크게 세 부분으로 나뉘어져 있다. 사용자로부터 요구조건을 입력 받아 질의문을 생성하는 쿼리 생성기와 시멘틱 검색시스템 내에서 사용할 글로벌 제품 카탈로그 온톨로지 스키마 및 각 제품 정보들을 나타내는 RDF(Resource Description Framework)[29] 집합 그리고 이러한 온톨로지 기반의 RDF를 추론할 수 있는 JENA 추론엔진으로 나눌 수 있다.

4.1 글로벌 제품 카탈로그 온톨로지 구축

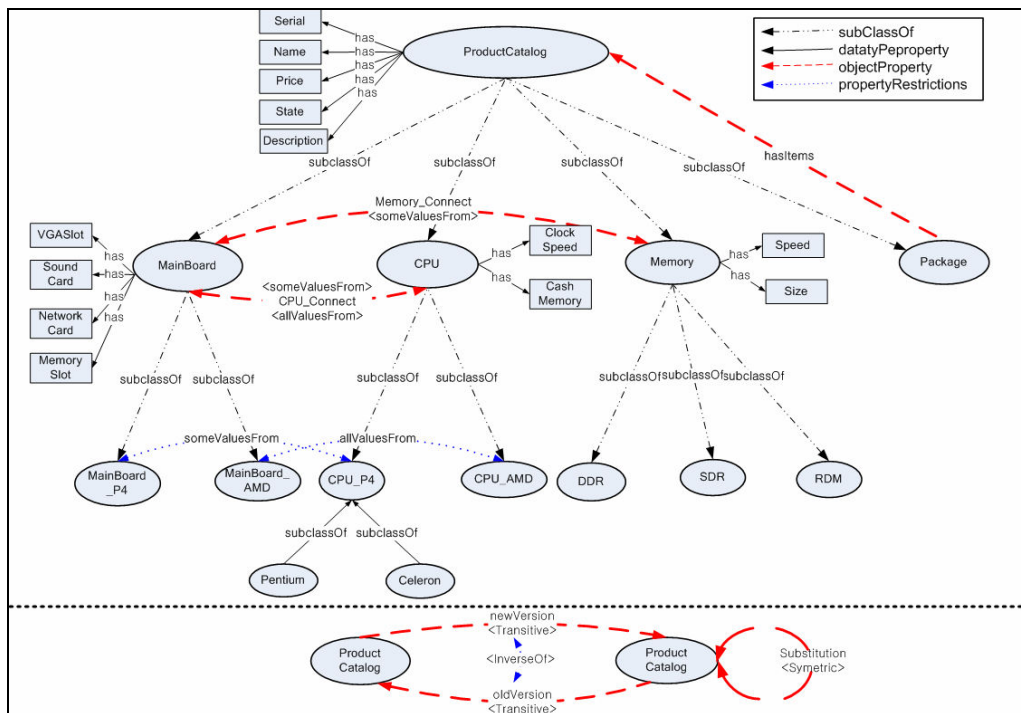
본 논문은 도메인을 컴퓨터 관련 부품 B2B e-Marketplace로 한정하였다. 본 논문의 글로벌 제품 카탈로그 온톨로지는 B2B e-Marketplace 웹 환경에서의 표준 제품 카탈로그 정보이다. 그러므로 구매자와 공급자간에 이를 공유해야 하기 때문에 RDF로 표현 하였다. 그러나 RDF 스키마를 사용하여 글로벌 제품 카탈로그를 온톨로지화 하지 않았다. RDF 스키마는 웹 자원을 표현하기 위해 어휘, 구조 및 제약조건에 대한 정의 방법만을 제공하기 때문에 에이전트나 관련 응용 프로그램에 의해 지식을 처리하기가 어렵다는 단점 때문이다. 따라서 의미를 담고 있는 표현구문을 사용함으로써 지식을 표현하고 절차적 추론과정을 수행할 수 있는 온톨로지 언어인 OWL을 사용하였다. 그 이유는 OWL이 메타데이터 스키마 정의의 근간이 되는 RDF 스키마에 결여되어 있는 서로 동일한 의미의 요소나 역관계 등 메타데이터의 중요한 관계를 추론하기 위한 능력이 있기 때문이다[22]

이러한 OWL을 이용하여 컴퓨터 부품간의 계층관계와 제약조건 그리고 속성을 조사하여 글로벌 제품 카탈로그를 온톨로지로 표현, 구축함으로써, 기존의 단순 키워드 기반 제품 검색의 단점을 해결한 지능형 검색을 수행하였다. [그림 2]은 본 논문에서 사용할 글로벌 제품 카탈로그 온톨로지를 protégé[30]를 사용하여 OWL로 표현한 것이다. 이러한 글로벌 제품 카탈로그 온톨로지는 class, subclass, property, domain, range 등의 vocabulary를 가지고 계층적으로 정보의 관계를 표현한다.

class는 글로벌 제품 카탈로그를 구성하는 개개의 컴퓨터 부품을 온톨로지 스키마에서 사용하기 위해 정의한 제품 용어이다. 즉, 동일한 속성을 지니고 있어 하나의 부류로 모아지는 개체들의 군(group)을 정의한다. 예를 들면, MainBoard, CPU, Memory, Package, MainBoard_P4 등이라 할 수 있다.

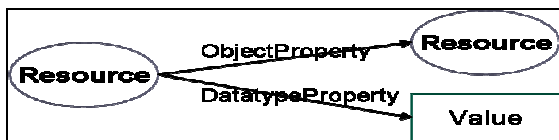
subclass는 앞서 설명한 여러 가지 임의의 class가 다른 class의 하위클래스임을 선언하는 문장을 기술함으로써 class 계층 구조를 구축하기 위한 RDF 스키마 예약어이다. 예를 들면, MainBoard는 MainBoard_P4와 MainBoard_AMD으로 나눌 수 있다. 본 논문의 글로벌 제품 카탈로그는 B2B e-Marketplace에서 제공하는 컴퓨터 부품을 구조화한 것이다. OWL에서 RDF 스키마 예약어를 사용하는 이유는 OWL이 RDF 스키마를 기반으로 더 풍부한 표현을 하기 때문이다.

property 또한 RDF 스키마 예약어이다. 하지만 [그림 3]과 같이 OWL에서 property는 objectproperty와 datatypeproperty 두 가지로 나뉘어진다. OWL의 가장 큰 장점은 이러한 두 가지의 property를 기반으로 추론 매커니즘을 제공 한다는 것이다[22].



[그림 2] 글로벌 제품 카탈로그 온톨로지 스키마

첫째, objectproperty는 앞서 설명한 class들의 인스턴스인 개체(individual)들 간의 관계를 나타낸 것이다. 예를 들면, hasItems, newVersion, oldVersion, Memory_Connect, CPU_Connect 이다.



[그림 3] objectProperty와 datatypeProperty

이들 중 hasItems는 Package와 ProductCatalog의 관계이다. 즉, 하나의 Package는 글로벌 제품 카탈로그 온톨로지에 있는 어떤 제품이라도 포함할 수 있기 때문이다. 둘째, datatypeproperty는 개체의 개체와 일반적인 데이터 형인 int, string과 같은 XML Schema의 Primitive Datatype값 사이의 관계를 나타낸 것이다. 예를 들면, Serial(string 형), Name(string 형), Price(int 형), State(Boolean 형), description(string 형) 등이다. 이러한 속성은 글로벌 제품 카탈로그에 속한 모든 제품에 공통으로 적용되는 값들로서 제품 번호, 제품명, 가격, 재고상태, 제품에 대한 설명이다. 이러한 property들은 자식 class로 상속된다.

OWL에서는 개체들마다 property를 다른 방식으로 사용할 수 있도록 하는 property Restrictions 관련 어휘를 제공한다. 본 논문은 이 중 속성의 값을 제한할 때 사용하는 allValues From과 someValuesFrom을 사용하였다. 하나의 class가 다른 한 class와

allValuesFrom에 의해 제약된 objectproperty로 관계되면 모든 전자 교의 개체들의 해당 objectproperty의 값은 항상 후자 class의 개체를 가져야 한다. 그러나 하나의 class가 다른 한 class와 someValuesFrom에 의해 제약된 objectproperty로 관계되면 전자 class의 개체들 중 적어도 하나 이상이 해당 objectproperty의 값으로 후자 class의 개체를 가져야 한다. 예를 들면, MainBoard와 CPU class는 CPU_Connect라는 objectproperty로 관계되어 있다. 이들 class의 subclass중 MainBoard_AMD와 CPU_AMD class는 이 objectproperty에 allValuesFrom의 property Restrictions을 사용하였다. 모든 MainBoard_AMD 계열 제품들은 CPU를 가질 수 있는데, 그 CPU가 모두 CPU_AMD 제품이라는 의미이다. 그러나 MainBoard_P4와 CPU_P4 class는 이 objectproperty에 someValuesFrom의 property Restrictions을 사용하였다. 즉, MainBoard_P4 계열 제품들 중 하나 이상의 제품만이 CPU_P4 제품을 사용한다는 의미이다.

[표 1]은 본 논문에서 사용한 allValuesFrom과 someValues From의 예이다.

```

<owl:Class rdf:ID="MainBoard_AMD">
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
      <owl:onProperty>
        <owl:ObjectProperty
          rdf:about="#CPU_Connect"/>
      </owl:onProperty>
    <owl:allValuesFrom>

```

```

        <owl:Class rdf:about="#CPU_AMD"/>
        <owl:allValuesFrom>
        </owl:Restriction>
        </rdfs:subClassOf>
    </owl:Class>
    <owl:Class rdf:ID="MainBoard_P4">
        <rdfs:subClassOf>
        <owl:Restriction>
        <owl:onProperty>
        <owl:ObjectProperty
            rdf:about="#CPU_Connect"/>
        </owl:onProperty>
        <owl:someValuesFrom>
        <owl:Class rdf:about="#CPU_P4"/>
        <owl:someValuesFrom>
        </owl:Restriction>
        </rdfs:subClassOf>
    </owl:Class>
    
```

[표 1] allValuesFrom과 someValuesFrom의 예

본 논문에서 사용한 기타 OWL property 특성을 살펴보면 [표 2]과 같다.

InverseOf	$P1(x,y) \text{ iff } P2(y,x)$ (A iff B means (A implies B) and (B implies A))
SymmetricProperty	$P(x,y) \text{ iff } P(y,x)$
TransitiveProperty	if $P(x,y)$ and $P(y,z)$, $P(x,z)$

[표 2] OWL property 특성의 일부분

[그림 2]에서 보듯이 제품간에 신제품(newVersion), 구제품(oldVersion), 대체품(Substitution)의 objectproperty를 나타낼 때 [표 2]의 OWL property 특성을 사용하였다. 제품마다 신제품, 구제품, 대체품이 여러 개 존재하므로 각각 포함관계를 나타내는 TransitiveProperty를 사용하였다. 또한, 신제품과 구제품과의 관계는 역 관계이므로 이 두 objectproperty는 InverseOf의 특성을 갖는다. 마지막으로 대체품은 Symmetric property의 특성을 갖는다.

[표 3]은 본 논문에서 시멘틱 웹 온톨로지 언어인 OWL로 구축한 글로벌 제품 카탈고리 온톨로지의 예이다.

```

<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
  xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
  xmlns="http://eii.yonsei.ac.kr/B2B_Product#"

  xml:base="http://eii.yonsei.ac.kr/B2B_Product">
  <owl:Class rdf:ID="Celeron">
    <rdfs:subClassOf>
      <owl:Class rdf:about="#CPU_P4"/>
    </rdfs:subClassOf>
  </owl:Class>
  <owl:Class rdf:ID="SDR">
    <rdfs:subClassOf>
      <owl:Class rdf:about="#Memory"/>
    </rdfs:subClassOf>
  </owl:Class>
  <owl:Class rdf:ID="Pentium">
    <rdfs:subClassOf>
      <owl:Class rdf:about="#CPU_P4"/>
    </rdfs:subClassOf>
  </owl:Class>
  <owl:Class rdf:ID="DDR">
    <rdfs:subClassOf>
      <owl:Class rdf:about="#Memory"/>
    </rdfs:subClassOf>
  </owl:Class>
  <owl:ObjectProperty rdf:ID="newVersion">
    <rdfs:domain
      rdf:resource="#ProductCatalog"/>
    <rdf:type rdf:resource=
      "http://www.w3.org/2002/07/owl#TransitiveProperty"/>
    <owl:inverseOf>
      <owl:TransitiveProperty
        rdf:about="#oldVersion"/>
    </owl:inverseOf>
    <rdfs:range
      rdf:resource="#ProductCatalog"/>
  </owl:ObjectProperty>
  <owl:ObjectProperty rdf:ID="Substitution">
    <rdfs:range
      rdf:resource="#ProductCatalog"/>
    <rdf:type rdf:resource=
      "http://www.w3.org/2002/07/owl#SymmetricProperty"/>
    <rdfs:domain
      rdf:resource="#ProductCatalog"/>
    <rdf:type rdf:resource=
      "http://www.w3.org/2002/07/owl#TransitiveProperty"/>
  </owl:ObjectProperty>
  
```

[표 3] 글로벌 제품 카탈로그 온톨로지의 예

4.2 온톨로지 기반 질의문 생성

본 논문에서는 글로벌 제품 카탈로그 온톨로지에 대한 각 공급자들의 인스턴스인 RDF 문서를 웹 서비스를 통해 B2B e-Marketplace가 저장하고 있다. 이러한 온톨로지 기반의 제품 정보를 검색하기 위하여 본 논문에서는 서론에서 소개한 온톨로지 언어인 RDF에 대한 쿼리 언어인 RDQL을 이용하여 쿼리를 생성한다. RDQL은 하나의 RDF 문서에 대한 질의를 목적으로 하며 과 유사한 형태를 가지며, SQL과 같은 구조를 갖는다. 질의는 하나의 RDF 모델에 대한 제약과 트리플 패턴(tripple pattern)으로 구성된다. RDQL은 [표 4]과 같은 형태를 갖는다.

→ SELECT <i>Variables</i>	결과로 반환될 변수를 설정한다.
→ FROM <i>Documents</i>	질의 대상 문서를 설정한다.
→ WHERE <i>Expressions</i>	반환될 변수를 이용한 트립들의 결합 질의를 설정한다
→ AND <i>Filter</i>	변수에 대한 조건을 설정한다.
→ USING <i>Namespace Declaration</i> <i>s</i>	질의 중에 사용한 이름 공간을 설정한다

[표 4] RDQL 기본 문법

[표 5]은 [표 4]를 바탕으로 본 논문에서 표현한 RDQL 예제이다.

요구사항	AMD 계열의 MainBoard 중 최적 결합 Memory의 size가 512MB 이상이고 가격이 15000원 이하인 Memory 제품 검색
R	1) SELECT ?y, ?n, ?s, ?o
D	2) WHERE
Q	(?x,rdf:type,product:MainBoard_AMD)
L	3) (?x, product:Memory_Connect, ?y)
	4) (?y, product:newVersion, ?n)
	5) (?y, product:Substitution, ?s)
	6) (?y, product:oldVersion, ?o)
	7) (?y, product:Size, ?size)
	8) (?y, product:Price, ?price)
	9) (?n, product:Price, ?price_new)
	10) (?s, product:Price, ?price_sub)
	11) (?o, product:Price, ?price_old)
	12) AND ?size>=512 && ?price<=150000 && ?price_new<=150000 && ?price_sub<=150000 && ?price_old<=150000
	13) USING product for

<http://eii.yonsei.ac.kr/B2B_Product#>;

[표 5] RDQL 예제

[표 5]의 RDQL중 라인 4), 5), 6)은 각각 MainBoard_AMD 제품에 연결된 Memory 제품들의 신제품과 구제품, 대체품을 추출하는 것이다. 그리고 라인 12)은 추출된 모든 제품에 대해서 “size가 512MB 이상이고 가격이 15000원 이하”라는 제약조건을 표시한 것이다. 그리고 라인 7) ~ 11)은 라인 12)에서 사용할 제약조건의 변수를 설정하는 것이다.

5. 추론 기반 온톨로지 검색 사례 연구

4.1과 4.2를 바탕으로 한 추론 기반 온톨로지 검색 (지능형 검색)은 제품 카탈로그 정보 검색으로 온톨로지를 이용하여 제품 정보를 표현하고 표현된 상품 정보와 이들의 관계 및 정의된 규칙을 이용한 추론을 통하여 제품 정보를 보다 정교화 한 후, 구매자의 제품 검색 쿼리(RDQL)를 수행하여 검색 쿼리에 적합한 상품정보를 추출하는 기능을 수행한다. 이때 필요한 것을 베이스이다. 룰 베이스에는 제품 카테고리 온톨로지에서 사용한 온톨로지 언어의 특성과 관련된 규칙과 제품 카테고리 및 속성들간의 관계에 따른 규칙 등을 저장한다. 본 논문에서는 추론 엔진으로 HP에서 개발한 JENA API의 추론 엔진을 이용하여 JENA 추론엔진에 적합한 형태로 표현된 룰 베이스를 [표 6]과 같이 구축하였다

subClassOf Rule	(?A rdfs:subClassOf ?B) ^ (?B rdfs:subClassOf ?C) => (?A rdfs:subClassOf ?C)
Inverseof Rule	(?P owl:inverseOf ?Q) ^ (?A ?P ?B) => (?B ?Q ?A)
Symmetric PropertyRule	(?P rdf:type owl:SymmetricProperty) ^ (?A ?P ?B) => (?B ?P ?A)
Transitive PropertyRule	(?P rdf:type owl:TransitiveProperty) ^ (?A ?P ?B) ^ (?B ?P ?C) => (?A ?P ?C)

[표 6] OWL 온톨로지 추론 룰

[표 7]은 [표 6]의 추론 룰을 이용하여 [표 5]의 RDQL 예제를 실행한 결과이다.

<rdf:RDF xmlns:j.0="http://eii.yonsei.ac.kr/B2B_Product#" > <rdf:Description rdf:about="http://eii.yonsei.ac.kr/B2B_Product#

```

TwinMOS_DDR_SDRAM512M
">
  <j.0:Speed rdf:datatype=
    "http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int">
    3200</j.0:Speed>
  <j.0:Price rdf:datatype=
    "http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int">
    150000</j.0:Price>
  <rdf:type rdf:resource=
    "http://eii.yonsei.ac.kr/B2B_Product#DDR"/>
  <j.0:State rdf:datatype=
    "http://www.w3.org/2001/XMLSchema#boolean">
    true</j.0:State>
  <j.0:Name rdf:datatype=
    "http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">
    TwinMOS    DDR    SDRAM
    512M</j.0:Name>
  <j.0:Size rdf:datatype=
    "http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int">
    512</j.0:Size>
  <j.0:Serial rdf:datatype=
    "http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">
    11734</j.0:Serial>
</rdf:Description>
<rdf:Description
  rdf:about="http://eii.yonsei.ac.kr/B2B_Product#
  TwinMOS_DDR_SDRAM512M22
">
  <j.0:Speed rdf:datatype=
    "http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int">
    3200</j.0:Speed>
  <j.0:Price rdf:datatype=
    "http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int">
    130000</j.0:Price>
  <rdf:type rdf:resource=
    "http://eii.yonsei.ac.kr/B2B_Product#DDR"/>
  <j.0:State rdf:datatype=

```

```

"http://www.w3.org/2001/XMLSchema#boolean">
    true</j.0:State>
  <j.0:Name rdf:datatype=
    "http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">
    TwinMOS    DDR    SDRAM
    512M22</j.0:Name>
  <j.0:Size rdf:datatype=
    "http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int">
    512</j.0:Size>
  <j.0:Serial rdf:datatype=
    "http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">
    0000</j.0:Serial>
</rdf:Description>
</rdf:RDF>

```

[표 7] RDQL [표 5]의 실행 결과

6. 결론 및 향후 연구

B2B 전자상거래의 폭발적인 발전과 더불어 B2B e-Marketplace는 구매자의 기대와 욕구를 충족시켜줄 수 있는 자원과 정보를 정확하게 검색할 수 있도록, 공급자의 제품 정보를 추출 및 분류하여 구조화된 형식으로 전자카탈로그를 표준화하는 것이 필수적인 요소이다. 하지만 현재의 웹 검색 기술은 단순히 키워드 기반이기 때문에 공급자는 제품 정보의 속성과 제품간의 관계를 표현하는 것이 복잡하고 어려운 실정이다. 본 논문은 이러한 B2B e-Marketplace의 제품 정보의 이질성을 해결하고 발전시키기 위해 기계들간에 데이터의 구조와 관계를 이해할 수 있는 표준화된 개념인 시맨틱 웹기반의 B2B e-Marketplace 제품 검색 프레임워크를 제안한다.

향후 연구는 본 논문을 기반으로 공급망상의 참여 기업들이 효율적인 정보 공유를 통해 구매자와 공급자간의 구매 협상 및 계약체결 프로세스를 자동화하고 지능화함으로써 인간의 개입을 최소화시키고 생산성 향상 및 비용 절감을 위한 소프트웨어 에이전트 기반의 자동 협상 및 계약 체결 모델을 개발하는 것이다.

References

[1] David Trastour, Claudio Bartolini and Chris Preist (2002), "Semantic Web support for the business-to-business e-commerce pre-contractual lifecycle", *In Proceedings International WWW Conference(11)*, Honolulu, Hawaii, USA.

[2] Jae Hun Joo and Young Il Jung (2004), "An Implementation of the Semantic Search System Based on the Ontology for Global Knowledge Management in a Tourism

- Business Domain” 한국경영정보학회, 추계학술대회
- [3] Guha, R. V., McCool, R. and Miller, E. (2003), “ Semantic search ” , In *Proceedings International WWW Conference*, Budapest, Hungary, pp. 700-709
- [4] Mayfield, J., and Finin, T. (2003) “Information retrieval on the Semantic Web: Integrating inference and retrieval”, In *Workshop on the Semantic Web at the 26th Intl. ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval*, Toronto, Canada
- [5] Rocha, Cristiano and Schwabe, Daniel and Poggi de Aragao, Marcus (2004) “A Hybrid Approach for Searching in the Semantic Web”, In *Proceedings International WWW Conference*, New York, USA.
- [6] MIT Computer Science and Artificial Intelligence Laboratory (2004), Semantic Web
- [7] Grigoris Antoniou and Frank van Harmelen (2004), “A Semantic Web Primer”, The MIT Press
- [8] T. Berners-Lee, J. Hendler, and O. Lassila (2001), “ The Semantic Web ” , *Scientific American*, vol. 284, no. 5, pp. 34-43
- [9] Mike Uschold and Michael Gruninger (1996), “ Ontologies: Principles, Methods and Applications”, *Knowledge Engineering Review*, vol. 11, no. z, pp. 93-155
- [10] B. Chandrasekaran, John R. Josephson and V. Richard Benjamins (1999), “ What Are Ontologies and Why Do We Need Them?”, *IEEE Intelligent Systems*, Vol. 14, Issue. 1, pp. 20 - 26
- [11] Fensel, D., McGuinness, D.L., Schulten, E., Wee Keong Ng, Ge Peng Lim and Guanghao Yan (2001), “ Ontologies and Electronic Commerce ”, *IEEE Intelligent System*”, Vol. 16, Issue 1, pp. 8 - 14
- [12] Fensel, D., Ying Ding, Omelayenko, B., Schulten, E., Botquin, G., Brown, M. and Flett, A. (2001), “Product Data Integration in B2B E-Commerce”, *IEEE Intelligent Systems*, Vol. 16, Issue. 4, pp. 54 - 59
- [13] Dieter Fensel, Ian Horrocks, Frank van Harmelen, Deborah L. McGuinness and Peter F. Patel-Schneider (2001), “OIL: An Ontology Infrastructure for the Semantic Web”, *IEEE Intelligent Systems*, Vol. 16, Issue. 2, pp38-45
- [14] Xiao Hang Wang, Da Qing Zhang, Tao Gu1, and Hung Keng Pung (2004), “ Ontology Based Context Modeling and Reasoning using OWL ”, *Workshop on Context Modeling and Reasoning (CoMo-Rea)*, PerCom'04
- [15] E. Mena, V. Kashyap, A. Sheth, and A. Illarramendi (1996), “ OBSERVER: An approach for query processing in global information systems based on interoperation across pre-existing ontologies”, *Proceedings of First IFCLIS International Conference on Cooperative Information Systems (CoopIS'96)*
- [16] Natalya F. Noy and Mark A. Musen (2001), “Anchor-PROMPT: Using Non-Local Context for Semantic Matching”, *IJCAI2001 Workshop on Ontologies and Information Sharing*
- [17] H. Wache, T. Vögele, U. Visser, H. Stuckenschmidt, G. Schuster, H. Neumann, and S. Hübner (2001), "Ontology-based Integration of Information - A Survey of Existing Approaches," In *Proceedings of IJCAI-01 Workshop: Ontologies and Information Sharing, Seattle, WA*, Vol. pp. 108-117.
- [18] Lei Li and Ian Horrocks (2003), “A Software Framework For Matchmaking Based on semantic web technology” , *Proceedings of the twelfth international conference on World Wide Web*, Budapest, Hungary, pp. 331-339
- [19] Nicola Guarino (1997), “Semantic Matching: Formal Ontological Distinctions for Information Organization, Extraction, and Integration” , *Lecture Notes In Computer Science International Summer School on Information Extraction: A Multidisciplinary Approach to an Emerging Information Technology*, Vol. 1299, pp. 139-170
- [20] S. Castano, A. Ferrara, and S. Montanelli (2003), “ H-MATCH: an Algorithm for Dynamically Matching Ontologies in Peerbased Systems ” In *Proc. of the 1st SWDB VLDB Workshop*, Berlin, Germany
- [21] Borys Omelayenk, (2000) “Integration of product ontologies for B2B marketplaces- a preview” *ACM SIGecom Exchanges*, vol. 2, Issue. 1, pp. 19-25
- [22] Deborah L. McGuinness, Frank van Harmelen, “ OWL Web Ontology Language Overview ” , *W3C Recommendation 10 February 2004*
- [23] L. Miller, A. Seaborne, and A. Reggiori (2002), “Three Implementations of SquishQL, a Simple RDF Query Language” *Lecture Notes In Computer Science Proceedings of the First International Semantic Web Conference on The Semantic Web*, Vol. 2342, pp. 423-435
- [24] Dieter Fensel, Katia P. Sycara, John Mylopoulos (Eds.) (2003), “ The Semantic Web ” , *ISWC 2003 Second International Semantic Web Conference*, Sanibel Island, FL,

- USA, Proceedings. *Lecture Notes in Computer Science*, vol. 2870, Springer
- [25-41] Andy Seaborn, “RDQL - A Query Language for RDF”, *W3C Member Submission 9 January, 2004*
- [26] Carroll, Jeremy J., Dickinson, Ian, Dollin, Chris; Reynolds, Dave, Seaborne and Andy, Wilkinson, Kevin (2003), “Jena: Implementing the Semantic Web Recommendations”, *HP Technical Report HPL-2003-146*
- [27] Jena 2 - A Semantic Web Framework (<http://www.hpl.hp.com/semweb/jena.htm>)
- [28] Franz Baader, Diego Calvanese, Deborah McGuinness, Daniele Nardi, and Peter F. Patel-Schneider (2003), “The Description Logic Handbook: Theory, Implementation, and Applications”, Cambridge University Press
- [29] Graham Klyne, JeremyJ. Carroll, Brian McBride, “Resource Description Framework (RDF): Concepts and Abstract Syntax”, *W3C Recommendation 10 February 2004*
- [30] <http://protege.stanford.edu/>