

온톨로지 기반 의미검색 웹서비스와 PDM과의 통합

Ontology-based Semantic Searching Web Service and Integration with PDM

함 경준*

서효원†

양영순**

최영***

Hahn, Gyeong-June

Suh, Hyo-Won

Yang, Young-Soon

Choi, Young

(논문접수일 : 2008년 11월 11일 ; 심사종료일 : 2008년 12월 5일)

요지

협업 환경에서 각 에이전트는 같은 의미의 정보를 서로 다른 용어로 사용하기 때문에 정보공유의 어려움이 있다. 즉 협력 제품개발 환경에서 동일한 제품정보를 각 에이전트가 서로 다른 용어로 표현함으로써 제품정보 공유를 어렵게 만든다. 이러한 어려움을 해결하기 위해서는 의미기반 정보를 활용한 제품정보 공유 방법이 필요하다. 본 연구에서는 의미기반 제품정보 공유를 위해 온톨로지 기반의 의미검색 시스템 및 기존의 PDM시스템과 연계하는 방법을 제안한다. 온톨로지는 OWL기반으로 구축하고, 구축된 온톨로지로부터 Pellet 추론 엔진을 이용하여 의미검색을 가능하게 하며, 이것을 웹서비스를 기반으로 구현하여 다른 시스템에서 활용이 가능도록 한다. 또한 기존의 PDM과 연계하여 PDM을 기반으로 의미검색을 수행할 수 있는 방법을 제안한다.

핵심용어 : 온톨로지, OWL, PDM, 의미검색, 웹서비스

Abstract

In collaborative environment, since each agent generally uses different words for the same meaning, there is an obstacle for information sharing. In collaborative product development environment, each agent has different words for representing same product information. As a result, it is hard to share product information in this situation. For solving this problem, semantic-based product information is needed. In this paper, a ontology-based semantic searching system which is able to interact with legacy PDM systems is proposed for product information sharing in collaborative environment. Product ontology is represented with OWL format, and the product ontology is processed by Pellet reasoning engine for semantic searching. The system is implemented as a web service which can be integrated with other systems. This paper also introduces the approach with which a PDM system provides a function of semantic search with this search system.

Keywords : ontology, OWL, PDM, semantic search, web service

1. 서 론

기업 간 혹은 부서 간의 협업을 통한 제품개발 방법은 글로벌 경쟁시대에서 살아남기 위한 필수 불가결한 전략이 되었다. 하지만 제품개발 프로세스가 점차 복잡해지고 광범위 해짐에 따라 참여하는 에이전트가 많아지고 각 에이전트는 서로 다른 용어와 자사 표준에 의거하여 설계 정보를 관리하고 있기 때문에 에이전트 간 정보의 공유가 원활하게 이루어

지지 않고 있다. 이를 해결하기 위해서는 의미적인 정보를 활용한 공유방법이 필요하다. 그러나 기존의 시스템들은 이러한 의미기반 공유기능을 제공하고 있지 않다. 예를 들어 협업 환경에서는 제품개발이 분산 환경에서 작업이 진행되므로 프로젝트 수행 시 사용되는 동일한 아이템이나 문서가 시스템마다 서로 다른 용어로 관리된다. 이러한 용어사용의 혼돈으로 설계정보가 원활히 공유되지 않아 작업자는 프로젝트의 진행에 어려움을 겪게 된다.

* 책임저자, 한국과학기술원 산업 및 시스템공학과 교수

Tel: 042-350-3163 ; Fax: 042-350-3110

E-mail: hw_suh@kaist.ac.kr

** 한국과학기술원 산업 및 시스템공학과 박사과정

*** 정회원 · 서울대학교 공과대학 조선해양공학과 교수

**** 중앙대학교 기계공학부 교수

• 이 논문에 대한 토론을 2008년 2월 28일까지 본 학회에 보내주시면 2009년 4월호에 그 결과를 게재하겠습니다.

위에 문제를 해결하기 위해 온톨로지(Guarino, 1998)를 이용한 의미기반 정보를 구축하고, 그것을 이용하는 연구들이 있는데, 크게 두 그룹으로 분류하면 제품정보의 온톨로지 표현에 관한 연구와 온톨로지 기반 정보공유 및 검색방법에 대한 연구로 나뉠 수 있다. 그러나 제품정보 온톨로지를 바탕으로 한 정보공유 및 검색 시스템에 대한 연구는 아직 활용수준까지 발전하지 못하였다.

본 연구에서는 의미기반 제품정보 공유를 바탕으로 한 협업 환경 구축을 위해 온톨로지 기반의 의미검색 시스템 및 기존의 PDM시스템과 연계하는 방안에 대해 제안한다. 온톨로지는 OWL기반으로 구축하고, 구축된 온톨로지로 부터 Pellet 온톨로지 추론 엔진을 이용하여 의미검색을 수행하고, 시스템은 웹서비스 기반으로 구현한다. 또한 기존 PDM의 제품관리 기능과 연계하여 의미검색을 수행할 수 있는 방법을 제안한다.

다음 2장에서는 본 연구와 관련된 제품모델의 온톨로지 표현에 관한 연구와 온톨로지 기반 정보공유 및 의미검색 방법에 대하여 살펴보기로 한다. 3장에서는 본 연구에서 제시하고 있는 온톨로지 기반 의미검색 시스템에 대하여 소개하고 있다. 4장에서는 앞 장에서 제시한 의미검색 시스템과 PDM의 연계방안을 제안하고 검색 활용의 예를 설명한다. 마지막으로 5장에서는 연구의 결론, 제한점 그리고 향후 연구 방향에 대해서 서술한다.

2. 관련 연구

2.1 제품정보의 온톨로지 표현

제품정보의 온톨로지 표현에 관한 연구는 TOVE(The Toronto Virtual Enterprise) 온톨로지 개발 프로젝트(Tove, 1992)와 TWIST 프로젝트(Borst, 1997), STEP(STEP), OWL(Web Ontology Language)을 이용한 제품정보모델 표현 방법(이재현, 2007; Zhao, 2008) 등이 있다. TOVE 프로젝트는 캐나다 토론토 대학의 EIL(Enterprise Integration Laboratory)에서 약 10년 동안 진행하였으며, 목적은 기업 모델링을 지원할 수 있는 통합 온톨로지를 개발하는 것이다. 즉, 기업 간에 보다 효과적인 의사소통과 비즈니스 통합을 가능하게 하는 정형화된 어휘를 제공하고자 하였다. 제품 온톨로지는 TOVE 프로젝트의 핵심중의 하나이다.

TWIST 프로젝트는, 자연과학과 공학에 관련된 애플리케이션을 개발하기 위한 기본 개념과 방법을 연구하는 것이다. 이 연구에서는 방대한 스케일의 온톨로지의 실용적인 사용에 있어 실패한 점을 지적하고, 이에 대한 해결책을 제시하였다.

즉, 대규모 온톨로지를 효과적으로 구성하기 위하여, 도메인 지식을 작게 분해하여 이에 대응하는 온톨로지를 개발한 뒤 결합하는 모듈방식을 사용하는 것이 바람직하다고 제안하고 있다. TWIST는 제품온톨로지를 디자인할 수 있는 참조 온톨로지를 제시하고 있고, 그것을 바탕으로 제품 온톨로지를 구축할 수 있다.

STEP은 제품모델 정보 교환을 위한 국제표준 ISO 10303이다. 그중 STEP 파트 44는 제품 구조 스키마, 제품 개념 스키마, 구성 관리 스키마를 정의하고 있다. 제품정보 및 제품구조 정보를 표현함에 있어 STEP 파트 44는 탁월한 표현력을 지니며, STEP 파트 44에서 정의한 어휘들과 의미를 제품 온톨로지 작성 시 참고자료로 활용할 수 있다. 그러나 STEP은 제품 온톨로지 자체를 제공하지는 않는다.

최근에는 OWL을 이용하여 제품정보 온톨로지를 표현하고 웹상에서 이를 공유하는 연구가 이루어지고 있다(이재현, 2007; Zhao, 1998). OWL은 W3C에서 제정한 표준 온톨로지 언어이기 때문에 각 도메인의 온톨로지 데이터 공유가 가능하고, XML을 기반으로 하고 있기 때문에 컴퓨터로의 처리가 용이하다(OWL overview, 2004). 또한 OWL로 작성된 온톨로지를 처리할 수 있는 온톨로지 추론(Pellet, 2008; RacerPro, 2005)이 다양하여 어플리케이션의 구현이 용이하다.

위 관련 연구에서는 제품 온톨로지를 정의하는 방법을 제안하고 있으나 그것을 활용한 제품정보의 공유에 관한 방법은 제안하고 있지 않다.

2.2 온톨로지 기반 의미검색 접근법

일반적인 키워드 기반의 검색은 사용자 검색 키워드의 의미와 데이터베이스에 들어있는 용어의 고유한 의미 사이의 관계를 활용하지 않는다. 또한 키워드 검색은 유사어, 다의어를 고려하지 않고 키워드와 동일한 문자열을 갖는 용어만을 보여주기 때문에 검색의 결과가 사용자의 의도를 충족시키기 어렵다. 이러한 이유들이 키워드 기반 검색의 한계점으로 지적되어 왔다. 따라서 정확한 검색을 위해서 사용자의 의도 또는 도메인 지식을 어떻게 이용할 것인지가 의미검색의 핵심이다(Fang, 2005).

한편, 웹상의 정보검색 분야에서 키워드의 개선에 대한 연구들이 활발하게 진행되어 왔다. 키워드 개선에 관한 연구는 일반적으로 질의어 확장(query expansion)과 추천 시스템(recommendation system)의 두 방향으로 나뉠 수 있다(Stojanovic, 2005). 질의어 확장은 사용자가 의도하는 정보를 검색할 수 있도록 키워드뿐만 아니라 질의어의 의미를 나타

내는 질의조건을 추가적으로 입력하여 검색을 하는 방법이다. 이 방법은 질의 조건을 사용자가 편집함으로써 검색의 정확성을 높인다. 한편 추천 시스템(Balabanovic, 1997)은 사용자가 과거에 사용했던 비슷한 용어를 추천(content-based recommendation)하거나, 현 사용자를 과거의 비슷한 성향의 사용자 그룹으로 분류해서 그들이 수행했던 용어를 추천한다. 그러나 이러한 접근들은 검색 성능의 개선을 위해 도메인 정보를 이용하는 것이 아니기 때문에 검색의 한계점을 갖는다.

2.3 제품정보관리 시스템과 웹서비스

PDM, PLM 등의 제품정보를 관리하기 위한 시스템에 웹 서비스를 도입하여 온라인 협업 환경을 구축하거나 이기종 시스템의 통합 접근법에 대한 연구로 PLM Services(OMG PLM Services, 2007)와 이를 기반으로 한 OpenPDM (PROSTEP AG-OpenPDM, 2007), 그리고 WMRS(Dong, BL, 2008) 등이 있다.

PLM Services는 웹서비스를 통한 제품 주기 데이터의 교환을 위해 OMG(Object Management Group)에서 제정한 제품정보 표현방법이다. PLM Services를 이용하여 웹 서비스를 통한 이기종 시스템간의 협업 환경을 구성하기 위해서는 각 시스템이 PLM Services에서 제시한 표현방법을 이용하여 제품정보 데이터와 시스템 기능을 서술하여야 하는데, 제품정보 데이터는 STEP AP 214(Falkman, 2008)를 기반으로 표현되며, 시스템 기능의 설명은 PDTnet 유즈케이스를 이용하여 표현된다. 각 시스템의 데이터와 기능 명세가 완료되면 시스템간의 기능 호출이 가능해지므로 서로 검색을 하거나 데이터를 수정 혹은 업데이트 등을 할 수 있게 되어 시스템 통합의 효과가 있다.

OpenPDM은 ProSTEP AG에서 PLM Services를 기반으로 만든 PDM 인터페이스이다. OpenPDM은 웹상에서 여러 PDM시스템간의 인터페이스를 제공하는 PDM 브리지 역할을 한다. 따라서 사용자는 분산된 여러 개의 PDM 시스템의 데이터를 하나의 데이터로 다룰 수 있게 된다(Yang, 2007).

WMRS(Web-based Manufacturing Resource Service) (Dong 등, 2008)는 웹 페이지나 포털에 담겨있는 많은 양의 제조 정보나 설계 지식을 웹기반 제조자원으로 정의하고 이를 재사용하고 공유하여 위한 시스템 프레임워크이다. 이 연구에서는 웹 자원을 찾아내기 위한 검색 에이전트를 제안하고 분산 제조 환경에서 웹 서비스를 이용하여 제품 개발을 지원하는 시스템 아키텍처를 제시하였다. 또한 웹 지향 제품개발 지원 시스템의 필요성과 중요성에 대하여 기술하고 있다.

위 연구들에서는 협업 환경을 구성하기 위하여 웹서비스를 이용한 제품정보관리 시스템간의 설계정보 공유를 목적으로 하고 있으나 온톨로지를 이용한 web service 방법론을 제안하고 있지는 않다.

본 연구에서는 OWL기반의 온톨로지를 구축하고, 구축된 온톨로지로부터 Pellet을 이용한 온톨로지 추론을 통해 의미 검색이 가능한 웹서비스를 설계 구현하고, 협업 환경을 위해 PDM과의 연계방안을 제안한다.

3. 온톨로지 기반 의미검색 시스템

3.1 시스템의 설계

온톨로지 기반 의미검색 시스템(OBSSS: Ontology Based Semantic Searching System) 및 PDM의 의미검색 제공을 위한 OBSSS 연계 구상도는 그림 1과 같다. 검색 알고리즘을 포함하는 “온톨로지 기반 의미검색 시스템(OBSSS)”을 중심으로 제품정보에 대한 온톨로지 표현을 OWL형태로 담고 있는 “제품정보 온톨로지 Repository”와 온톨로지 작성 시 온톨로지 편집기의 역할을 하는 “Protégé(Protégé Homepage, 2008)”, PDM으로부터 기본 온톨로지를 구축하는 기능을 제공하는 “PDM 기반 Skeleton 온톨로지 빌더”, 그리고 OBSSS를 이용하는 “cePDM”으로 구성이 된다. 여기서 cePDM (collaborative-extended Product Data Management) 시스템은 in-house로 개발된 PDM시스템이다(cePDM Introduction, 2008). 제품 온톨로지 Repository에 OWL형태로 작성된 제품 온톨로지는 Class와 각 Class의 의미를 나타내는 명세(Description)를 포함하고 있으며, 명세는 해당 Class의 상위 Class, Properties 및 관련 Class를 바탕으로 구성되어 있다.

그림 1에서 사용자가 cePDM상에서 키워드와 관련 명세 정보를 입력하면 PDM은 OBSSS를 호출하여 사용자가 입력한 정보를 넘겨주게 된다. 검색정보를 받은 OBSSS는 온톨로지 Repository의 정보를 이용하여 온톨로지 추론을 통해 키워드와 의미적으로 유사한 용어의 목록을 PDM으로 반환한다. 여기서 온톨로지 추론은 입력 키워드 및 명세 정보를 바탕으로 Tableau 알고리즘(Baader, 2000)을 통해 키워드와 온톨로지 Repository 용어(Class)간의 일치 또는 상·하위 관계를 알려준다. PDM에서는 이 용어목록을 바탕으로 기존의 PDM 검색 시스템을 통해 용어를 포함한 아이템 목록 또는 문서목록을 사용자에게 보여주게 된다.

즉, 사용자가 기존의 PDM에서 검색을 수행하면 PDM은 입력된 검색어만을 이용하여 검색결과를 반환하지만, 본 연

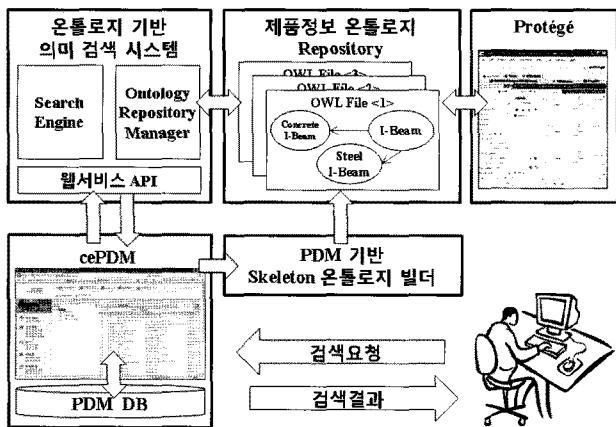


그림 1 PDM의 의미검색 제공을 위한 OBSSS 연계

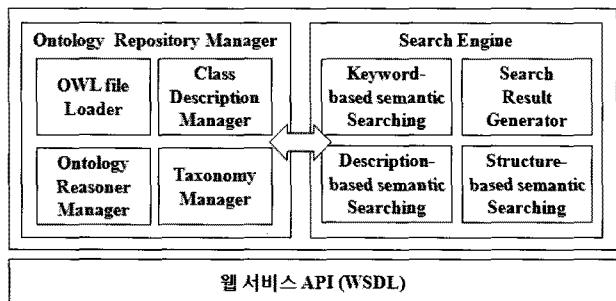


그림 2 온톨로지 기반 의미검색 시스템의 세부 구성항목

구에서 제안하고 있는 PDM-OBSSS 시스템에서는 검색어에 대한 의미검색 결과로 얻어진 유사한 의미의 용어들이 PDM 검색에 이용되기 때문에 협업 환경에서 정보공유를 원활하게 할 수 있게 한다.

앞서 언급하였듯이 OBSSS는 분산 환경에 적합하도록 웹 서비스 형태로 설계하였으며, 크게 온톨로지 저장소 관리기 (Ontology Repository Manager)와 검색엔진(Search Engine)으로 구성되어 있다. 그림 2는 OBSSS의 세부 구성항목들을 보여주고 있다.

Ontology Repository Manager는 OWL file Loader와 Taxonomy Manager, Class Definition Manager 및 Ontology Reasoner Manager로 구성되어 있다. OWL file Loader는 지정한 위치에 OWL파일이 있는지 확인하고 구문 오류가 없이 정상적으로 작성되어 있는지 확인하여 로드하는 기능을 제공하며, Taxonomy Manager는 로드된 OWL 파일을 읽고 파싱을 하여 클래스와 클래스 간의 상·하위 구조를 추출하여 메모리상에서 관리한다. Class Description Manager는 각 클래스의 명세를 추출해서 메모리상에 관리하며, 그리고 Ontology Reasoner Manager는 온톨로지 추론기를 호출하고 추론 결과를 반환하는 기능을 제공한다.

Search Engine의 경우 검색에 필요한 온톨로지 정보를

Ontology Repository Manager로부터 불러와서 검색을 수행하게 되는데, 온톨로지로부터 검색 키워드와 유사한 의미를 가지고 있는 클래스를 찾아주는 Keyword-based Semantic Searching과 사용자가 입력한 검색어 정보 중 명세에 대하여 온톨로지 베이스에 존재하는 클래스의 명세와 비교를 수행하는 Description-based Semantic Searching, 클래스의 상위 및 하위 클래스와 사용자가 입력한 상위·하위개념을 구조 정보비교를 수행하는 Structure-based Semantic Searching, 마지막으로 각각에서 얻은 결과를 종합하여 최종 검색결과를 도출하는 Search Result Generator가 있다. Search Engine의 구체적인 검색과정은 3.3절에서 살펴보기로 한다.

3.2 제품 온톨로지 베이스의 구축

제품 온톨로지 베이스를 구축하기 위해서는 먼저 구축하려는 온톨로지의 도메인을 설정하여야 한다(Gruber, 1993). 본 연구에서는 협업 환경에서 PDM을 이용한 제품 설계시 제품정보의 원활한 공유가 가능하도록 OBSSS의 PDM연계를 목표로 하고 있기 때문에, 온톨로지의 도메인을 PDM에 저장되어 있는 아이템 정보로 지정을 하였다. 그림 3은 PDM의 아이템 데이터베이스로부터 OWL형태의 온톨로지를 구축하는 과정을 보여주고 있다. 이 접근은 CAD, ERP 등의 제품정보 온톨로지 구축에도 적용가능하다.

PDM으로부터 아이템정보를 추출하기 위해서는 PDM이 관리하고 있는 아이템 테이블의 이름 및 스키마를 파악하여 이로부터 아이템 명을 추출해 내야 한다. 따라서 PDM에서 아이템 목록을 추출해 낼 수 있는 프로그램이 필요하며, 본 연구에서는 그림 3에서와 같이 “PDM 아이템 Skeleton 온톨로지 빌더”가 그 역할을 하게 된다. PDM 아이템 Skeleton 온톨로지 빌더는 PDM의 아이템 테이블로부터 아이템을 추출하여 OWL Skeleton 파일을 생성하게 되는데, 이 OWL Skeleton파일은 아이템 이름으로부터 생성된 클래스의 목록을 담고 있다. 이렇게 생성된 OWL Skeleton파일은 클래스의 명세나 클래스간의 상·하위 관계와 같은 정보가 없기 때문에 이용 가능한 온톨로지라고 보기 어렵다. 따라서 추가적인 온톨로지 정보를 입력할 필요가 있으며, 이를 위하여 온톨로지 편집기로 널리 사용되고 있는 Protégé를 이용하여 추가 온톨로지 정보를 작성한다(Horridge, 2004). Protégé는 스텝포드 대학교에서 만든 공개소스 프로그램으로 OWL형태의 온톨로지 작성 시 유용하게 사용할 수 있다. 그림 3에서 “Protégé-OWL편집”과정은 이러한 추가 편집 과정을 설명하고 있으며, 이 과정을 마치면 PDM이 관리하고 있는 아이템에 대한 제품 온톨로지 베이스의 구축이 완료된다. 그림 3에서 기존의 OWL Skeleton파일

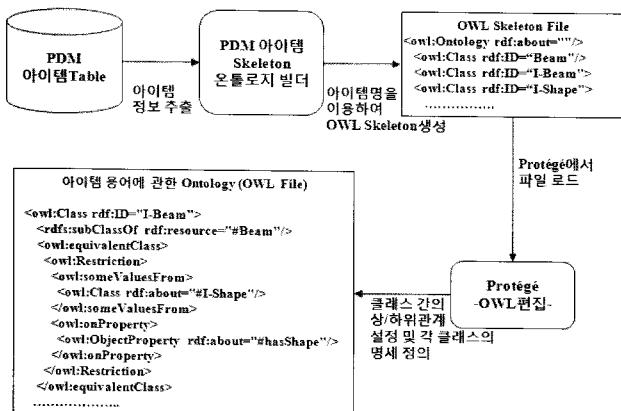


그림 3 제품 온톨로지의 구축 과정

은 클래스의 목록을 담고 있지만 편집을 거친 OWL파일은 상·하위 클래스 정보 및 명세를 담고 있는 것을 확인할 수 있다.

3.3 온톨로지 추론 기반 검색 프로시저

본 연구에서의 온톨로지 추론 기반 검색 프로시저는 온톨로지 맵핑 기반 검색에 관한 연구(Jung, 2007)에서 제시한 프레임워크의 검색메커니즘을 참조하였다.

검색 프로시저는 사용자의 입력 정보가 검색키워드, 검색키워드의 상위개념, 검색키워드의 하위개념, 검색키워드의 명세의 4가지로 구성되어 있다고 가정을 한다. 예를 들어, 검색키워드가 “I-Beam”이라고 했을 때 상위개념의 예로는 “Beam”이 될 수 있으며, 하위개념은 “Steel I-Beam”이 될 수 있다. 검색키워드의 명세 예는 “hasShape I-shape(I 형태의 모양을 갖는다는 의미)”라고 입력할 수 있다. 입력의 4 가지 구성 요소 중 검색 키워드는 필수 입력 사항이며 나머지 3가지 구성요소는 선택 가능한 입력사항이다.

본 연구에서 제시하고 있는 프로시저는 앞의 3.1절에서 언급하였듯이, Keyword-based Semantic Searching(키워드를 바탕으로 한 의미검색 과정), Structure-based semantic Searching(상·하위 개념을 바탕으로 한 구조 정보 검색과정), 그리고 Description-based Semantic Searching(명세를 바탕으로 한 검색과정)의 3가지 과정을 통해 검색결과를 제공하게 된다.

그림 4는 Keyword-based semantic searching(키워드를 바탕으로 한 의미검색 과정)을 보여주고 있다. Character matching with Classes in Repository에서는 사용자가 입력한 검색키워드와 일치하는 이름을 가진 클래스가 라이브러리에 있는지 확인한다. 확인이 된 클래스 및 클래스 명세(온톨로지 명세)를 이용하여 Ontology Reasoning단계에서는 해당 클래스에 대한 상위개념, 하위개념, 그리고 동등한 개념을

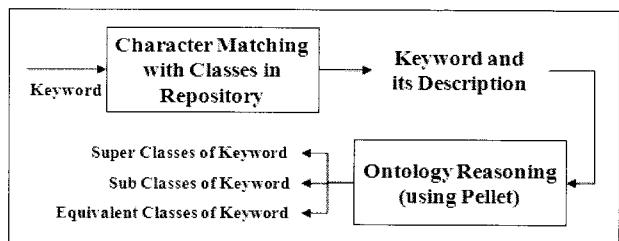


그림 4 Keyword-based Semantic Searching

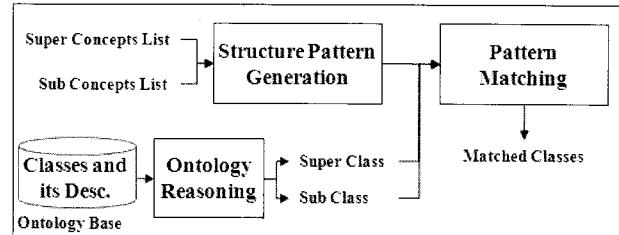


그림 5 Structure-based Semantic Searching

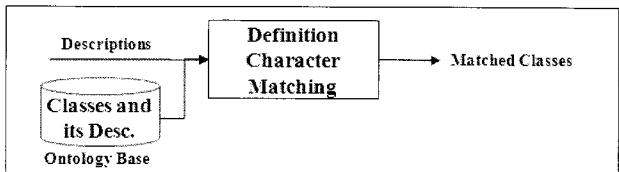


그림 6 Description-based Semantic Searching

찾아낸다. 본 연구에서는 Pellet이라는 오픈소스 온톨로지 추론엔진을 이용하여 추론을 수행한다.

그림 5는 Structure-based Semantic Searching(상·하위 개념을 바탕으로 한 의미검색 과정)을 보여주고 있다. 예를 들어, 사용자가 입력한 상위 개념이 A, B이고, 하위 개념이 a, b라고 했을 때 Structure Pattern Generation과정에서는 [A, a], [A, b], [B, a], [B, b]의 4개의 패턴을 생성한다. 한편, Classes and its Description은 온톨로지 베이스에 저장되어 있는 각 클래스와 온톨로지 명세이며, 이를 바탕으로 Ontology Reasoning과정을 통해 각 클래스의 상위 클래스와 하위 클래스를 구한다. Pattern Matching에서는 사용자가 입력한 상·하위 개념으로부터 생성된 패턴과 온톨로지 추론을 통해 얻어낸 상·하위 클래스를 비교하여 패턴과 일치되는 상위·하위 클래스를 가지고 있는 클래스를 결과 값으로 제공한다.

그림 6은 Description based Semantic Searching(명세를 바탕으로 한 의미검색 과정)을 보여주고 있다. 사용자가 검색 정보로 입력한 명세에 대하여 온톨로지 라이브러리의 각 클래스의 명세와 일치하는 클래스를 결과로 반환한다. 이때 사용자가 입력한 명세와 온톨로지 클래스의 명세가 동일하면 의미가 같다고 가정한다.

온톨로지 추론 기반 검색 프로시저는 위에서 언급한 각각

의 검색과정을 통해 얻어진 결과물을 통합한 후 중복을 제거하여 검색 결과를 제공한다. 4장의 검색 예제를 통해 사용자가 입력한 검색정보로부터 각 검색과정에 의해 어떠한 검색 결과가 제공되는지 알 수 있다.

4. 시스템의 구현·적용과 검색 예제

4.1 온톨로지 기반 의미검색 시스템의 구현

온톨로지 기반 의미검색 시스템(OBSSS)은 JAVA EE 5 SDK(JAVA EE 5 SDK Features, 2008)로 작성되었으며, JAVA프로그램 개발 환경을 제공하는 Eclipse(Eclipse Resources, 2008)를 이용하여 개발하였다. 또한 OWL파일을 관리할 수 있는 OWL API 2.2.0(The OWL API, 2008)과 Pellet 엔진을 다루는 Pellet API 1.5.2 라이브러리(Pellet, 2008)를 사용하여 구축하였다.

그림 7에서 웹서비스 형식으로 개발된 OBSSS는 웹애플리케이션 서버인 Tomcat 서버에 배포되며, PDM 또는 외부에서 WSDL정보를 바탕으로 SOAP 메시지를 보내어 접근을 할 수 있다. 즉, OBSSS 웹서비스의 서비스 명세가 WSDL(Web Services Description Language)로 기술되어 UDDI페이지 트리에 등록 되며, PDM 시스템은 UDDI에 등록된 WSDL정보를 바탕으로 SOAP(Simple Object Access Protocol) 메시지를 보내 해당 서비스에 접근할 수 있다(김민수, 2004).

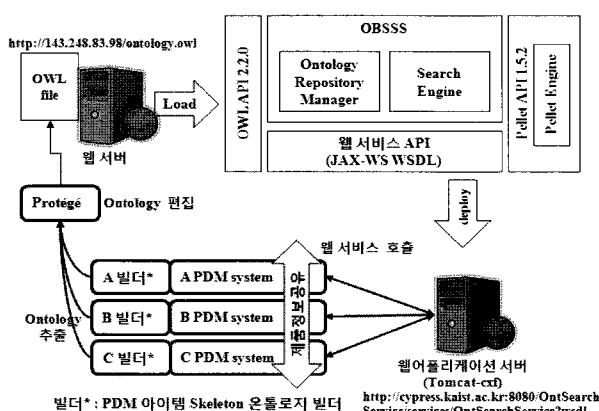


그림 7 OBSSS 웹서비스의 구현

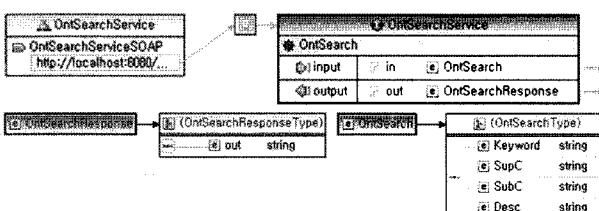


그림 8 OBSSS 웹서비스 인터페이스

그림 8은 Eclipse에서 WSDL 에디터로 본 OBSSS 웹서비스의 인터페이스 모습이다. OBSSS 웹서비스의 입력 변수는 Keyword(키워드), SubC(상위개념), SubC(하위개념), Description(명세)로 모두 문자열 형식이며, 출력변수는 out(검색결과)으로 문자열 형식이다.

한편, A PDM, B PDM, 및 C PDM의 데이터를 기반으로 구축된 온톨로지는 도메인 전문가의 추가 편집을 거쳐 각각 OWL파일 형태로 웹서버에 등록이 되며, PDM에서 OBSSS 웹서비스를 호출하여 의미검색을 수행할 때에 이를 이용하게 된다. 여기서 A PDM, B PDM, C PDM간의 설계 정보 공유는 각 PDM으로부터 생성된 OWL파일을 통합하여 OBSSS에 로드함으로써 가능해 진다. 단, 온톨로지의 통합을 위해서는 각각의 온톨로지는 동일한 분류체계와 명세로 작성되어져야 한다.

이처럼 의미검색 기능을 PDM에 연계하는 과정은 OBSSS 웹서비스의 호출로 간단하게 이루어지므로 PDM의 독립성을 보장해 준다. 동시에 PDM간의 데이터 공유 또한 통합된 온톨로지를 이용하여 검색을 수행하면 되므로 분산된 협업 설계 환경에서 제품정보의 공유가 가능하도록 지원한다.

4.2 cePDM과 OBSSS 연계 및 검색 예제

그림 9의 테이블은 cePDM의 아이템 정보를 Description Logic(Baader, 2003)기반으로 표현한 제품정보 온톨로지의 클래스 및 클래스 명세이다. 각 클래스의 명세는 Protégé 편집기를 이용해 OWL파일에 저장되며, 그림 9의 우측에는 명세 정보 입력과정 후에 얻어진 클래스 간의 상·하위 구조를 Protégé의 클래스 익스플로러에서 캡처한 모습이다.

그림 10은 cePDM과 OBSSS를 연계하여 구현한 모습을 보여주고 있다. 연계를 위해 cePDM의 아이템 검색은 일반 검색과 OBSSS에서 제공하는 온톨로지 기반 의미검색 중 사용자가 택할 수 있게 하였다. 또한 사용자가 의미검색 기능을 이용할 때, 그림 8의 웹서비스 인터페이스에 맞는 입력

Class Name	Description
C-Beam	Beam $\cap \forall \text{hasShape} \text{ C-Shape}$
I-Beam	Beam $\cap \forall \text{hasShape} \text{ I-Shape}$
I-Girder	Beam $\cap \forall \text{hasShape} \text{ I-Shape}$
L-Girder	Beam $\cap \forall \text{hasShape} \text{ L-Shape}$
Wood_I-Girder	I-Girder $\cap \forall \text{hasMaterial} \text{ Wood} \cap \forall \text{hasShape} \text{ I-Shape}$
Steel_I-Girder	I-Girder $\cap \forall \text{hasMaterial} \text{ Steel} \cap \forall \text{hasShape} \text{ I-Shape}$
:	:

우측에는 제품정보 온톨로지 구축 예제로, Protégé 편집기에서 캡처한 OWL파일의 내용을 보여줍니다.

그림 9 제품정보 온톨로지 구축 예

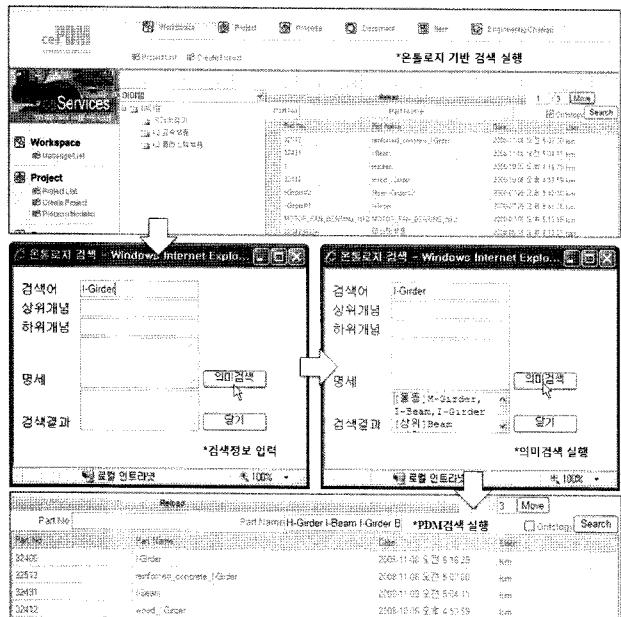


그림 10 cePDM과 OBSSS웹서비스 연계 및 Keyword-based Semantic Searching 결과

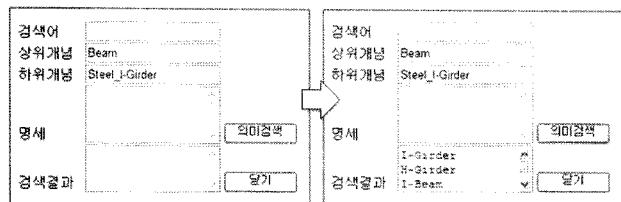


그림 11 Structure-based Semantic Searching 결과

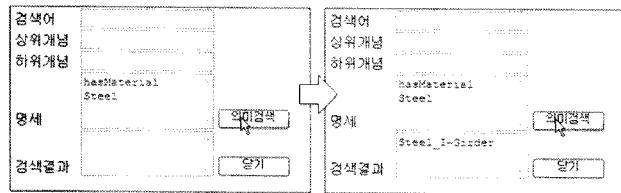


그림 12 Description-based Semantic Searching 결과

변수 데이터를 사용자로부터 입력 받기 위한 웹 화면을 팝업 창으로 구성하였다. 이러한 팝업 창의 사용은 PDM시스템의 설정을 최소화하면서 새로운 기능을 덧붙이는 방법으로 적절하다. 사용자가 팝업 창에 검색 정보를 입력하여 검색버튼을 누르면 OBSSS 웹서비스가 호출되어 앞서 구축한 온톨로지를 이용한 의미 기반 검색 결과를 얻게 된다. 검색 방법은 3.3절에서 기술한 세 가지 방법으로 검색이 가능하다. 예를 들어, 그림 10에서는 "I-Girder"라는 검색어 정보만 입력해주었다. "I-Girder"에 대하여 키워드를 바탕으로 한 의미검색 과정을 통해 얻은 결과는, I-Girder 명세를 바탕으로 얻은 같은 개념인 "H-Girder, I-Beam", 상위 개념인 "Beam"을, 하위 개념인 "wood_I-Girder, steel I-Girder 등"이다. 의미검색을 통해 얻어진 용어를 바탕으로 cePDM의 검색기능

을 수행하면 해당 품명을 가진 아이템이 검색되는 것을 확인할 수 있다.

그림 11에서는 상 · 하위 개념을 바탕으로 한 의미검색 과정의 검색 결과를 보여주고 있다. 사용자가 검색어를 입력하지 않고 상위개념에 Beam, 하위개념에 Steel I-Girder라고 검색 정보를 준 후, 의미검색을 수행하면 3.3절에서 설명한 "상 · 하위 개념을 바탕으로 한 의미검색 과정"을 통해 사용자가 입력한 개념을 상위 · 하위 클래스로 가지는 클래스(용어)가 검색결과로 나온다. 온톨로지의 정의에 의하여 "I-Girder, H-Girder, I-Beam"이 의미검색의 결과로 얻어진 것을 확인할 수 있다. 그림 12는 "명세를 바탕으로 한 의미검색 과정"의 결과를 보여주고 있다.

사용자가 스텀을 재질로 가지고 있는 아이템을 찾고자 할 때에 명세에 "hasMaterial Steel"라고 입력하고 의미검색을 수행하면, 3.3절에서 언급한 "명세를 바탕으로 한 의미검색 과정"을 통해 이를 명세로 가지는 클래스를 온톨로지 베이스에서 찾아내어 검색 결과를 제공한다. 그림의 예제에서는 "Steel_I-Girder"가 나온 것을 확인할 수 있다.

5. 결 론

본 연구에서는 온톨로지 기반 의미검색 시스템(OBSSS) 및 PDM과 연계하여 활용하는 방법을 제안하였다. OBSSS는 온톨로지 베이스를 관리하는 부분과 검색을 수행하는 부분으로 나눌 수 있으며, 의미검색의 수행은 온톨로지 추론을 기반으로 하여 이루어진다. 또한 OBSSS는 분산 환경에서 각 시스템이 쉽게 접근하여 이용할 수 있도록 웹서비스 형식으로 설계 및 구현되었다. 마지막으로 OBSSS와 PDM을 연계하여 검색을 수행하는 과정을 보임으로써, 의미검색을 통한 설계 정보 공유 방법을 제시하였다.

협업 환경의 제품정보를 공유하기 위한 방안으로 본 연구에서는 온톨로지를 활용하였다. 한 도메인에 대한 온톨로지의 작성은 시간과 비용이 많이 들어가는 작업이고 온톨로지 전문가와 도메인 전문가가 함께 작성을 해야 하기 때문에 초기 비용과 노력이 큰 편이다. 따라서 온톨로지의 작성을 자동화하는 방안에 대한 연구가 필요하다. 또한 온톨로지가 방대해 졌을 경우 의미검색 시스템의 검색 속도 향상과 검색 능력의 향상을 위한 연구가 수행되어져야 할 것이다.

감사의 글

본 연구는 국방과학연구소 지원에 의하여 수중운동체특화 연구센터(과제관리번호 SM-12)주관으로 수행된 과제 내용

의 일부를 정리한 것입니다. 연구비 지원에 깊은 감사를 드립니다.

참 고 문 헌

- 김경영, 서효원 (2004) CPC 환경을 위한 Product 온톨로지 기반 의미 공유 접근법, 한국CAD/CAM학회논문집, 9, pp.192~202.
- 김민수, 김훈태, 김동수 (2004) 웹서비스를 이용한 비즈니스 통합 플랫폼의 구현, 한국전자거래학회지, 9, pp.183~201.
- 이재현, 서효원 (2007) 상위 온톨로지와 OWL 표현 기반 제품 온톨로지 개발 연구, 한국 CAD/CAM학회 학술발표회 논문집.
- 정민, 서효원 (2006) 온톨로지 매핑 기반 엔지니어링 정보 검색, 한국정밀공학회 06 춘계학술대회 논문집, pp.617~618.
- Baader, F., Sattler, U. (2000) An Overview of Tableau Algorithms for Description Logics, *LuFG Theoretical Computer Science*.
- Baader, F., Calvanese, D., McGuinness, D. L. , Nardi, D., Patel-Schneider, Peter F. (2003) The Description Logic Handbook: Theory, Implementation and Applications, CAMBRIDGE university press
- Balabanovic, M., Shoham, Y. (1997) Content based collaborative recommendation, *Communications Of the ACM*, 40, pp.66~72.
- Borst, W. N. (1997) Construction of Engineering Ontologies for knowledge sharing and reuse, PhD thesis, University of Twente, Enschede.
- cePDM Introduction (2008) <http://cypress.kaist.ac.kr/pdm.html>, CELab. IEsys Eng. Dept. of Korea Advanced Institute of Science and Technology.
- Dong, BL, Qi, GN, Gu, XJ. (2008) Web service-oriented manufacturing resource applications for networked product development, *ADVANCED ENGINEERING INFORMATICS*, 22, pp.282~295.
- Eclipse Resources (2008) <http://www.eclipse.org>, The ECLIPSE foundation.
- Falkman, Nielsen, Lennartson, von Euler-Chelpin (2008) Generation of STEP AP214 Models From Discrete Event Systems for Process Planning and Control, *Automation Science and Engineering*, 5, pp.113~126.
- Fang, W. D., Zhang, L., Wang, Y. X., Dong, S. B. (2005) Toward a semantic search engine based on ontologies, *Proc. of the Fourth International Conference on Machine Learning and Cybernetics, Guangzhou*, 3, pp.1913~1918.
- Fox, M. S. (1992) Tove Ontology Project, <http://www.eil.utoronto.ca/enterprise-modelling/tove/index.html>, Enterprise integration Laboratory, University of Toronto.
- Gruber, L. T. (1993) Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing, *International Workshop on Formal Ontology*.
- Guarino, N. (1998) Formal Ontology and Information Systems, *Proc. FOIS'98, Trento, Italy, Amsterdam, IOS Press*, pp.3~15.
- Horrigege, M., Knublauch, H., Rector A., Stevens R., Wroe C. (2004) A Practical Guide To Building OWL Ontologies Using The Protégé-OWL Plugin and CO-ODE Tools, *The University of Manchester*.
- Java EE 5 SDK Feature (2008) <http://java.sun.com/javaee/sdk/features.jsp>. A Sun Developer Network Site
- Jung, M., Lee, J. H., Nam, J. H., Suh H. W. (2007) Ontology mapping-based search with multi-dimensional similarity and bayesian network, 7th IJCC Japan-Korea CAD/CAM Workshop
- OMG PLM Services (2007) Product Lifecycle management Specification-PLM Services v2.0, OMG
- OWL Overview (2004) www.w3.org/TR/owl-features/, W3C Recommendation.
- Patil, Lalit, Dutta, Debasish, Sriram, Ram (2005) Ontology-Based Exchange of Product Data Semantics, *IEEE TRANSACTIONS ON AUTOMATION SCIENCE AND ENGINEERING*, 2.
- Pellet (2008) <http://clarkparsia.com/pellet>, Clark & Parsia
- PROSTEP AG-OpenPDM (2007), The solution for PLM system integration, <http://www.prostep.com/our-products/openpdm>
- Protegé Homepage (2008) <http://Protege.stanford.edu>, Stanford Center for Biomedical Informatics Research
- RacerPro (2005) <http://semanticweb.org/wiki/RacerPro>
- STEP part44 Product Structure Configuration, IS 10303-44
- Stojanovic, N. (2005) On the query refinement in the ontology-based searching for information, *Information Systems*, 30, pp.543~563.
- The OWL API (2008) <http://owlapi.sourceforge.net>
- Yang, J. S., Han, S. H., Grau, M., Mun D. H. (2007) OpenPDM-based product data exchange

among heterogeneous PDM systems in a distributed environment, International journal of Advanced Manufacturing Technology

Zhao, W., Liu, J. K. (2008) OWL/SWRL representation methodology for EXPRESS-driven product information model, *Computers in Industry*, 59, pp.580~589.