



온톨로지를 이용한 식품첨가물 정보 지식의 구축

Construction of a Knowledge Schema for Food Additive Information Using Ontology

김은경 · 김용기[†]
Eun-Kyoung Kim and Yong-Gi Kim[†]

경상대학교 컴퓨터과학과 및 공학연구원
Department of Computer Science and Engineering Research Institute(ERI),
Gyeongsang National University

요약

다양한 분야에서 온톨로지 기술을 이용하여 효율적인 정보 검색과 정보자원을 재사용을 위한 연구가 진행되고 있다. 본 논문에서는 식품의약품안전처와 식품안전정보포털에서 제공하는 식품첨가물 정보를 소비자에게 제공하기 위한 온톨로지를 구축하였다. 식품첨가물은 Protégé를 이용하여 OWL(Web Ontology Language)기반의 지식으로 표현하였다. 식품첨가물명, 기원, 목적, 기본정보를 제공하기 위한 클래스, 속성, 관계를 정의하였다. 구축한 온톨로지를 이용하여 식품첨가물의 정보를 검색하기 위해 679개의 인스턴스를 구축하고 DL Query 질의를 통하여 결과를 확인하였다. 본 논문에서 보이는 식품첨가물 온톨로지를 이용하면 향후 관련 분야의 정보 검색 시스템 통합 및 개선에 있어서 도움이 될 수 있을 것이다 기대한다.

키워드 : 온톨로지, 도메인 온톨로지, 지식표현, Protégé, 식품첨가물

Abstract

Studies for efficient information retrieval and reuse of information resources using the ontology techniques are being in progress in various fields. In this paper, we build an ontology to provide a food additive information for consumers given by the KFDA and food safety information portal. Food additives were represented in OWL based knowledge using Protégé. We defined Class, Property, Relationships for providing food additives names, origins, purposes and basic information. In order to retrieve the information of the food additive, we built 679 instances with an ontology, and confirmed the results through DL Query queries. We can expect that the food additives ontology shown in this paper will help the integration and improvement of the information retrieval systems of the related fields in future.

Key Words : Ontology, Domain Ontology, Knowledge Representation, Protégé, Food Additive

Received: Aug. 23, 2016
Revised: Jan. 20, 2017
Accepted: Jan. 23, 2017
[†]Corresponding authors
ygkim@gnu.ac.kr

1. 서론

사회 환경의 많은 변화가 일어나고 식품 산업과 관련된 기술이 발전함에 따라 식생활에도 변화가 일어났다. 식량의 생산량이 증대되고 가공식품의 종류와 형태가 다양해지면서 가공식품의 소비는 날로 급증하고 있다[1]. 식품 산업의 발달은 식품의 영양적 측면을 강조하기보다는 식품의 기호성이나 편의성을 강조하게 되었고, 그에 따라 가공식품의 공정, 조리, 포장, 운송, 저장 등을 위해 첨가되는 식품첨가물의 종류와 양도 다양해지고 증가하고 있다. 식품첨가물은 식품을 조리하고 가공할 때 잘 사용하면 이롭지만 잘못 사용하면 우리의 건강을 해칠 수도 있기 때문에 그 안전성에 소비자의 관심은 더욱 높아지고 있다[2]. 소비자들이 선택한 식품에 대한 정보를 얻을 수 있는 방법은 식품 포장지에 인쇄되어 있는 내용을 확인하거나, 관련기관에서 인터넷을 통해 배포하고 있는 자료를 획득하는 방법이 있다. 하지만 식품 포장지의 원재료명에 인쇄되어 있는 식품첨가물 용어들은 이해하기 어려울 뿐만 아니라, 인터넷을 통해 검색을 한다 해도 넘쳐나는 정보 속에서 효율적으로 정보를 찾기가 쉽지가 않다.

사용자가 원하는 정보를 빠르고 정확하게 찾아 활용할 수 있도록 2001년 팀 버너스 리(Tim Berners-Lee)는 '시맨틱 웹'을 제안하였다[3]. 시맨틱 웹이란 "의미론적 웹"이라는 뜻으로 인터넷에

이 연구는 2015년도 경상대학교 발전기금재단 재원으로 수행되었음
This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

존재하는 다양한 형태의 정보와 자원 사이의 관계를 정의하여 컴퓨터가 사람을 대신하여 정보를 읽고 이해하고 가공하여 새로운 정보를 만들어 낼 수 있는 차세대 지능형 웹을 말한다. 시맨틱 웹이 실현되면서 인터넷 상에 존재하는 수많은 정보를 자동으로 처리할 수 있게 되었고, 데이터의 통합과 정보의 재사용이 가능해졌다. 시맨틱 웹을 구현하기 위한 핵심 기술로 온톨로지를 들 수 있다. Tom Gruber는 온톨로지를 “개념의 명세화”로 정의하였다[4]. 온톨로지는 사물이나 개념에 대해 컴퓨터에서 다룰 수 있는 형태로 표현한 모델로, 개념에 대한 정형화되고 명시적인 명세를 정의한 기술이다[4]. 정보시스템의 대상이 되는 자원의 개념을 명확하게 정의하고 상세하게 기술함으로써 컴퓨터와 인간이 지식을 공유하는데 도움을 주고, 정확한 정보를 찾을 수 있도록 하는 것이 목적이다. 온톨로지는 주석화 된 웹 정보 자원을 형성하여 인터넷의 분산된 정보 자원들을 의미적으로 통합하는 거대한 지식베이스를 구축하여 웹 기반의 지식을 처리하거나 응용 프로그램 사이의 지식을 공유하고 재사용 할 수 있다.

본 논문에서는 소비자들이 인터넷에서 가공식품의 식품첨가물에 대한 정보 찾자 할 때 식품첨가물의 정보를 제공하기 위한 식품첨가물 온톨로지를 설계하였다. 2장에서는 온톨로지와 식품첨가물에 관한 기존 연구들을 살펴보고, 3장에서는 식품첨가물 온톨로지 구축 과정을 소개하고 4장에서는 결론 및 향후과제를 서술한다.

2. 관련연구

2.1 온톨로지

온톨로지는 '어떤 관심 분야를 개념화하기 위해 명시적으로 정형화한 명세서(an explicit and formal specification of a conceptualization of a domain of interest)'이다[5]. 온톨로지는 특정 분야를 기술하는 데이터 모델로서 지식정보를 합의된 개념을 설계하고 개념과 개념 사이의 관계를 기술하는 것이다. 온톨로지는 포함하고 있는 개념의 일반성 수준에 따라 매우 일반적인 개념으로 기술하는 상위 온톨로지와 특정 도메인이나 구체적인 영역을 기술하는 도메인 온톨로지와 응용 온톨로지로 구분할 수 있다.

온톨로지의 구성요소는 클래스(Class), 인스턴스(Instance), 속성(Property), 관계(Relation), 제약조건(Constraints), 공리(Axiom)이다[6]. 클래스는 사물이나 개념(Concept)을, 인스턴스는 사물이나 개념의 구체적인 형태를 의미한다. 속성은 클래스나 인스턴스가 가지는 특정한 성질이나 성향들 나타내기 위해서 특정한 값이다. 관계는 개념들 사이의 관계를 말하는데 상하관계,

포함관계, 동등관계 등을 정의할 수 있다. 제약조건은 개념들 간의 관계나 속성을 제한하는 규정을 의미하는데 양(Quantifier), 수(Cardinality), hasValue 등의 제약조건이 있다. 공리는 논리의 전개나 추론의 근거가 되는 것으로 ‘참’으로 인정되는 문장을 의미한다.

온톨로지를 표현할 수 있는 대표적인 언어는 RDF(Resource Description Framework)와 OWL(Web Ontology Language) 이 있다. RDF는 W3C에서 발표한 메타데이터의 기술과 교환을 위한 국제 표준이다. RDF는 다양한 메타데이터간의 사용 운용을 위한 의미(semantics), 구조(structure), 구문(syntax)에 대한 공통적인 규칙을 제공한다[7]. RDF는 자원을 기술하기 위해 RDF 데이터 모형을 제공하는데, 이는 자원(resource), 속성 유형(property type), 진술문(statements)으로 구성된다. RDF 데이터 모형은 트리플(triple), 그래프, XML을 이용하여 표현할 수 있다. 트리플을 사용하여 주어(subject), 서술어(predicate), 목적어(object의 triple) 자원기술로 단순한 개념 또는 인스턴스 사이의 관계를 정의 할 수 있지만, 제약조건 설정과 추론에 대한 기술이 어렵다. 2004년 W3C가 발표한 웹 온톨로지 언어 OWL 은 XML, RDF 보다 풍부한 의미의 표현이 가능하다[8]. OWL은 표현력에 따라 OWL Lite, OWL DL, OWL Full로 구성된다[8]. OWL Lite는 클래스 계층과 간단한 제약 사항만을 제공하고 있어 분류체계나 시소러스 구성에 적합하며, OWL DL은 기술 논리(Description Logic)에 기반을 둔 언어이다. OWL Full는 RDF의 모든 문법을 사용할 수 있으며 최대한의 표현력을 제공한다[9].

온톨로지는 국내외에서 검색[10][11], 의료[12], 국방[13], 지능형 로봇[14], 헬스케어[15] 등의 다양한 분야에서 적용되고 있다. 그 중에서 FoodWiki(Ontology-Driven Mobile Safe Food Consumption System)[15]는 건강상의 이유로 음식섭취에 주의를 기울여야 하는 소비자들을 돕기 위한 목적을 가지고 있다. 특히 환자들에게 포장된 제품을 구입할 때 제품이 함유하고 있는 식품 성분의 정보와 영양정보를 제공하여 개인의 건강에 위협을 일으키는 요인을 피할 수 있도록 자세한 정보를 제공하고 도움을 주고자하는 것이다. FoodWiki는 OWL 기반의 온톨로지로서 Food ontology Knowledge base는 person, disease, product, food ingredients/compounds의 4개의 메인 클래스와 58개의 서브 클래스, 32개의 object property, 12개의 data property, 1530개의 annotation property, 210개의 추론규칙으로 구성되어 있다. FoodWiki는 포장된 식품과 4가지 식품 알레르기에 대한 정보만을 제공하고 있다.

한국식품연구원[16]에서는 한국전통식품 온톨로지 기반 정보관리시스템을 구축하는 연구를 진행하고 있다. 식품 영양성분 함량, 식재료 정보, 생리활성 물질 정보, 생리활성 물질에 따른

관련 질병 정보를 기반으로 한식과 그 성분의 연관성을 구성한 온톨로지이다. 한국전통식품 온톨로지 기반 정보관리시스템에는 발효식품의 정보를 제공하기 위한 것으로 식품첨가물에 대한 정보를 제공하지 않는다.

2.2 식품첨가물

식품첨가물에 대한 정의는 식품첨가물에 대한 규정을 제시한 국가나 단체에 따라 약간의 차이가 있다. 국내 식품위생법 제 2조에서 정의한 식품첨가물이란 식품을 제조, 가공 또는 보존하는 과정에서 식품에 넣거나 섞는 물질 또는 식품을 적시는 등에 사용되는 물질을 말한다[17]. 국제식품규격 위원회 CODEX에서 정의한 식품첨가물(CODEX STAN 192-1995)은 일반적으로 그 자체를 식품으로서 섭취하지 않고, 영양적 가치에 상관없이 식품의 일반 성분으로서 사용되지 않는 물질을 의미하며 식품의 제조, 가공, 조리, 처리, 포장 및 보관 시에 기술적인 목적을 달성하기 위해 식품에 첨가하여 효과를 나타내거나, 직접 또는 간접적으로 식품에 효과를 나타낼 것으로 기대되거나, 그 부산물이 식품의 구성성분이 되거나, 식품의 특성에 영향을 끼칠 수 있는 물질을 말한다[17].

식품위생법 제 7조 1항에서는 식품첨가물의 제조, 가공, 사용법, 보존방법에 관한 규격을 정하고 있다. 이에 따라 식품첨가물공전은 식품첨가물의 제조기준, 일반사용기준, 품목별 규격 및 기준, 일반시험법, 시약, 시액, 용량분석용 표준용액, 표준용액에 관한 규격과 식품 첨가물과 관련한 용어들을 정의하고 있다.

현재 식품의약품안전처에서는 식품첨가물에 대한 기준과 규격을 볼 수 있는 식품첨가물공전과 함께 식품첨가물에 대한 다양한 정보를 제공하고 있다. 국내에서는 2015년 10월 기준으로 식품첨가물을 제조하는 방법에 따라 혼합제제를 제외한 식품첨가물공전에 408품목의 화학적합성품과 197품목의 천연첨가물이 지정되어, 총 605품목이 지정되어 있다. 식품의약품안전처 식품안전정보포털에서 식품첨가물공전에 대한 정보를 제공하고 있으며, 모바일 앱 '식품첨가물 스마트인포'를 통해서도 식품첨가물에 대한 기본적인 설명과 식품첨가물의 유래, 사용기준 등의 정보를 찾을 수 있다.

식품첨가물 정보를 제공하기 위한 연구는 다음과 같다. 소비자를 대상으로 식품첨가물에 대한 인식을 바로 잡고 공신력 있는 정보를 제공하기 위한 교육용 홈페이지 '식품첨가물 바로알기'사이트 구축에 관한 연구[18], 초등학교 자녀를 둔 학부모들을 대상으로 식품첨가물에 대한 객관적이고 과학적인 정보를 제공하는 교육용 스마트폰 앱을 개발하여 활용하고자 한 김선아의 연구[19]가 있다. 장대자의 연구[20]에서는 가공식품 라벨표시 정보를 활용한 식품품질평가 모바일 서비스 앱 개발에서

식품의 원재료, 첨가물, 영양성분 등을 데이터베이스화하여 모바일 서비스를 제공하고자 하였다.

안전먹거리 LOD[21]는 분산되어 있는 다양한 안전먹거리 정보를 통합하여 사용자가 손쉽게 정보를 탐색할 수 있는 서비스를 제공하고자 2016년 11월 완료를 목표로 개발 중에 있다. 축산물안전관리인증원의 안전인증정보, 업체, 농장정보와 식품의약품안전처의 식품 원재료 및 첨가물 등에 대한 데이터를 기반으로 FRESH(Food Report on Safety of HACCP)서비스를 제공하겠다는 계획이다.

Food Additive Vocabularies[22]는 유럽식품안전청(EFSA : European Food Safety Authority)에서 승인을 얻은 식품첨가물에 대한 어휘 온톨로지이다. Food Additive Vocabularies는 유럽의 허가된 식품첨가물이 가지고 있는 E-number를 통해 식품첨가물에 대한 사용 목적과 기원을 정의하였다.

3. 식품첨가물 온톨로지 구축

본 논문에서 보이는 식품첨가물 관련정보는 식품의약품 안전처에서 제공하는 식품첨가물 공전, 교육자료, 홍보자료로 제공하고 있는 자료와 식품안전정보포털에서 제공하고 있는 식품첨가물 품목별 기본 정보를 기반으로 온톨로지를 구축하였다. 본 논문에서 보인 식품첨가물 온톨로지는 Protégé5.0을 이용하여 구축하였다. Protégé는 미국 스탠포드대학교에서 개발하여 무료로 제공되고 있으며, 온톨로지 제작뿐만 아니라 SPARQL, DLQuery와 같은 질의 언어와 다양한 API를 제공하고 있다.

온톨로지를 구축하는 방법론에는 TOVE, METHONTOLOGY, CYC, OTK, Ontology Development 101 등이 있다. TOVE는 기업 간에 모델링의 지원하기 위한 통합 온톨로지를 개발하기 위해 개발되었으며 기업이 사용하는 정형화된 어휘를 제공하고자 하였다[23]. METHONTOLOGY는 소프트웨어 공학과 지식 공학 분야의 방법론에서 영향을 받아 온톨로지 개발을 위한 프로세스와 점진적인 프로토타입 기반의 생명주기 각 단계에서 필요한 특정 기술들을 제공하는 포괄적인 방법론을 제공하고 있다[24]. CYC는 지식의 표현, 지식의 체계화, 지식의 추천의 과정을 통해 일반적인 수준의 개념들을 기계가 이해할 수 있는 온톨로지를 개발하는 방법론을 제시하였고[25], OTK는 지식 프로세스와 지식 메타 프로세스를 중심으로 지식을 개발하고 관리하는 방법론을 제공한다[26]. Ontology Development 101은 온톨로지 구축이 많은 실제 응용 도메인을 위한 온톨로지를 구축 방법론을 제공한다.

이 중에서 Ontology Development 101[27]은 온톨로지

구축방법을 자세하고 실질적으로 기술한 가이드라인으로서 비교적 소규모의 온톨로지 단독으로 개발하고 중립적인 일반적 수준의 개발지침을 제공하고 있다. 또한 다른 방법들과 달리 개체 중심적 온톨로지를 구축하는 것이 가능하다. 식품첨가물 온톨로지는 대용량의 온톨로지가 아니고 개체 중심의 온톨로지로서 구축해야 하므로 Ontology Development 101 기반으로 식품첨가물 온톨로지를 구축하는데 적합하다고 판단하였다.

3.1 온톨로지의 도메인과 범위의 결정

온톨로지를 구축하기 위한 첫 단계는 온톨로지의 도메인과 범위를 결정하는 것이다. 구축하고자 하는 범위를 설정하고, 사용하고자 하는 목적과 제공하고자 하는 목적, 사용 대상은 누구인지 명확히 결정하여야 한다. 포함하고자 하는 영역에 따라 참조해야 하는 지식베이스가 변동될 수 있으며, 사용되는 목적과 장소에 따라 온톨로지의 구성과 복잡성이 변동될 수 있기 때문이다. 그리고 제공하는 정보의 종류에 따라 온톨로지의 표현력과 복잡도가 달라지고 사용하는 사람이 누구냐에 따라 어휘 선택이나 개념 분류 시 선택의 범위가 달라질 수 있다. 따라서 온톨로지 구축에 있어서 도메인과 범위의 결정은 가장 기본적인 과정이라고 할 수 있다.

식품첨가물 데이터는 단편 키워드 검색에는 불편함이 없으나 관련 연관 정보 검색에는 한계가 있다. 식품첨가물 정보의 대부분은 식품개발업체, 식품소비자, 유관기관의 관리부서들에게 꼭 필요한 정보이다. 식품 제조기업체는 개발하는 식품을 위해 허가품목, 국제규격, 성분규격, 소요기술, 사용기준, 사용목적, 정량시험법, 순도시험법, 정량법 등의 정보가 필요하고, 소비자에게는 허가품목, 기원, 이명, 간략명, 사용기준, 사용목적, 사용대상 등의 정보가 필요하다. 본 논문에서 식품첨가물 온톨로지서 구축의 범위는 소비자에게 정보를 제공하기 위한 목적에 중점을 두고, 소비자가 검색하는 식품첨가물 이름과 관련된 정보를 제공하기 위해 사용 목적에 따른 분류와 기원에 따른 분류를 적용하였다.

3.2 온톨로지 구축 - 재사용 가능 여부 고려

온톨로지 구축의 두 번째 단계에서는 기존의 온톨로지를 살펴보고 재사용이 가능한 온톨로지가 있는지 고려해 보는 단계이다. 재사용이 가능한 온톨로지를 사용하게 되면 공유된 개념 및 어휘를 사용함으로써 다른 온톨로지와의 상호작용을 극대화할 수 있고 지식표현의 명확성을 확보할 수 있다. 하지만 기존의 온톨로지를 사용할 경우 기존 온톨로지의 구성을 파악하고 설계자의 의도를 충분히 파악하여 하고 이해해야 재사용이 가능하다. 또한 구축하고자 하는 온톨로지와의 연관성이

없는 부분이 포함될 수 있으므로 충분히 확인 후 사용여부를 고려해야 한다.

국내에서 식품첨가물에 대한 온톨로지 구축은 본 논문이 처음 시도하는 것이며, 국외에서는 구축된 식품첨가물 온톨로지로는 Food Additive Vocabularies가 있다. FoodWiki, Food Product Ontology[28], Open Food Fact[29]의 연구는 식품 온톨로지서 서브 클래스로 식품첨가물 클래스를 정의하고 있다. 하지만 모두 유럽에서 승인을 받은 식품첨가물을 대상으로 하고 있다. FoodWiki는 터키에서 생산된 식품에 대해서만, Food Product Ontology는 러시아에서 생산된 제품에 대해서만 정보를 제공하고 Open Food Fact는 150개국 이상에서 생산된 제품에 대한 온톨로지를 구축하였다. Food Additive Vocabularies가 본 논문에서는 구축하고자 하는 도메인의 범위와 가장 유사하지만 Food Additive Vocabularies는 유럽에서 승인을 받은 식품첨가물들을 대상으로 하고 있고, 식품첨가물명, 식품첨가물의 용도, 천연/합성의 구분만을 제공하고 있다. 여기에는 국내에서 승인된 식품첨가물의 항목이 없거나, 유럽에서는 승인되었으나 국내에서는 사용할 수 없는 항목이 있어 그대로 국내에 적용하기는 어렵다. 본 논문에서는 Food Additive Vocabularies를 참고로 하여 국내 실정에 맞는 온톨로지를 설계하였으며, 국제 분류번호, 정의, 이명, 간략명에 대한 정보를 제공할 수 있도록 설계하였다.

3.3 온톨로지 구축 - 주요 항목 열거

온톨로지 구축의 세 번째 단계에서는 온톨로지서 중요한 항목들을 열거하고 주요한 문장으로 나열함으로써 온톨로지서 말하고 싶은 것이 무엇인지, 항목이 가진 특성은 무엇인지, 어떤 용어에 관해 이야기하고 싶은 것이 무엇인지를 리스트로 나열하는 것이다.

소비자는 식품첨가물이 가지는 많은 특징들 중에서 식품의 포장지에 인쇄되는 원재료명에 안내되는 첨가물의 이름을 가장 먼저 마주하게 된다. 그러나 이름이 식품첨가물 공전에 표기된 이름이 아닌 여러 가지 형태를 가지고 있어 난해하다. 같은 식품첨가물이라고 하더라도 사용하는 업체마다 다른 이름을 사용한다. 예를 들면, 심황색소는 울금색소로 표기하기도 하며, 황산알루미늄칼륨은 황산알루미늄K, 황산Al·K, 칼륨명반, 명반, 소명반 등으로 표기한다. 또한 소비자는 특정 식품첨가물의 이름만 보고 어떤 목적으로 사용되는지, 어떤 식품에 사용할 수 있는 것인지 알 수가 없다. 소비자 지향적인 정보 제공에 초점을 맞추어 식품의약품안전청과 식품안전정보포털에서 수집된 정보를 통합하여 표 1과 같이 분류하였다.

표 1에서 "CAS No."란 "Chemical Abstract Service Registry Number"의 약어로서 화학물질의 명칭을 대체하여 사용할 수 있는

국제적으로 통용되는 분류번호이고, “INS No.”란 “International Numbering System Number”의 약어로서 식품첨가물의 명칭을 대체하여 사용할 수 있는 국제 분류번호이다. “E No.”란 유럽식품안전청에서 승인을 얻은 식품첨가물의 분류번호이다. 혼합제제는 2가지 이상의 식품첨가물이 혼합되어 만들어진 식품첨가물이며, 허가취소는 2016년 이전에는 사용되었으나, 현재 식품첨가물의 항목에서 지정취소 된 항목이다.

3.4 온톨로지 구축 - 클래스/계층/관계 정의

이 단계에서는 클래스, 클래스의 계층, 클래스의 관계를 정의하는 단계이다. 표1에서 생성한 주요항목 리스트로부터 공통적인 개념을 모아 클래스를 정의하고, 각 클래스의 계층 및 클래스 간의 관계를 정의함으로써 온톨로지를 구성한다. 클래스

간에 존재하는 상하관계, 포함관계, 부분관계 등을 정리하여 적절한 용어를 선택하여 제약조건을 통해 관계를 명확히 한다.

주요 항목들 중에서 중심이 되는 항목을 클래스로 정의 하면 표 2와 같다. Name, Label, Origin, Purpose 4개의 메인 클래스와 Name 클래스의 서브 클래스로 63개의 식품첨가물 클래스를 정의하였다. 정의된 클래스를 기반으로 클래스사이의 계층구조를 표현하면 그림 1과 같다.

온톨로지에서 개념과 자원 사이의 관계를 명확히 표현하기 위해 속성과 제약 조건을 설정할 수 있다. 속성은 Object Property 와 Data Property를 가지는데 Object Property는 클래스의 인스턴스를 다른 클래스에 속한 인스턴스와 관계를 연결하는 속성이며, Data Property는 클래스가 가지는 특정한 데이터 타입과 연결하는 속성이다.

식품첨가물 온톨로지는 표 3과 같이 Object Property 3개와 Data Property 10개를 정의하였다. 그림 2는 Protégé에서 Object Property의 제한 설정을 보여준다. 모든 식품첨가물은 1개 이상의 사용 목적을 가지고 있으므로 ‘hasPurpose min 1 Purpose’라는 제한을 정의하였다. 식품첨가물은 그 기원에 따라 천연,

표 1. 식품첨가물 용어의 분류
Table 1. Classification of Food Additive Term

Level 1	Level 2	Level 3
Food Additive	Name of Food Additive	Korean Name English Name Another Name Short Name
	Number of Food Additive	K No, INS No, CAS No, E No,
	Standard of Used	Main Purpose Usage Amount Purpose Restrictions
	Classification of Origin	Natural Additives Synthetic Chemical Mixed Formulation Permit Canceled

표 2. 메인 클래스의 정의
Table 2. The Definition of Main Class

Class Name	설 명
Name	Representation Class of Food Additive Name
Label	Representation Class of Food Additive Basic Information
Origin	Representation Class of Food Additive Origin
Purpose	Representation Class of Food Additive Purpose

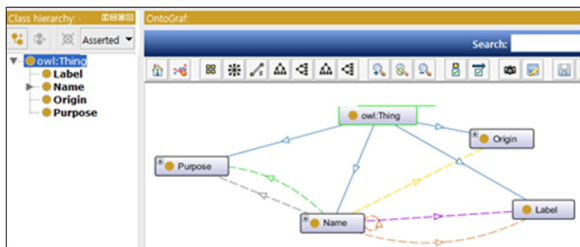


그림 1. Protégé 5.0에서 메인 클래스의 표현
Fig. 1. The Expression of Main Class in the Protégé 5.0

표 3. 클래스의 속성 정의
Table 3. Definition Property of Class

Relation	Domain	Range	Type
hasLabel	Name	Label	Object Property
hasOrigin	Name	Origin	
hasPurpose	Name	Purpose	
hasDefine	Name	xsd:string	Data Property
hasEngName	Name	xsd:string	
hasAnotherName	Name	xsd:string	
hasKnumber	Name	xsd:string	
hasINSnumber	Name	xsd:string	
hasCASnumber	Name	xsd:string	
hasENumber	Name	xsd:string	
hasLimit	Name	xsd:string	
hasOriginCategory	Name	xsd:string	
hasPurposeType	Name	xsd:string	

그림 2. Protégé 5.0에서 Object Property의 제한 설정
Fig. 2. The Restriction of Object Property in the Protégé 5.0

합성, 혼합제제, 허가취소의 범위 중에 오직 하나의 카테고리에 속하므로 'hasOrigin max 1 Origin'으로 정의하였으며, 식품첨가물이 여러 형태의 이름과 번호를 가지므로 'hasLabel some Label'로 정의하였다. 그림 2와 3은 Protégé5.0에서 Object Property와 Data Property의 제한 설정을 보여준다.

3.5 인스턴스 생성

온톨로지 구축의 마지막 단계는 인스턴스를 생성하는 단계이다. 식품의약품안전청에서 제공하는 원시자료에서 정보를 읽어 실제의 인스턴스를 구축하였다. 본 논문에서 679개의 인스턴스를 구축하였으며, 그림 4는 인스턴스 “개미산게라닐”의 작성 예를 보여준다.

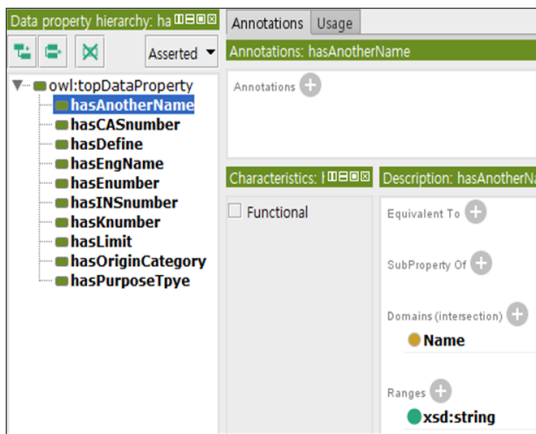


그림 3. Protégé 5.0에서 Data Property의 제한 설정
Fig. 3. The Restriction of Data Property in the Protégé5.0

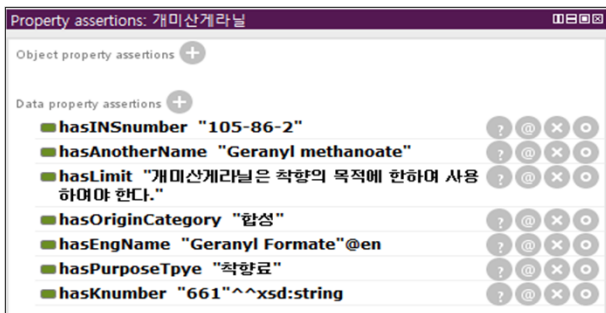


그림 4. 인스턴스의 예
Fig. 4. Example of Instance

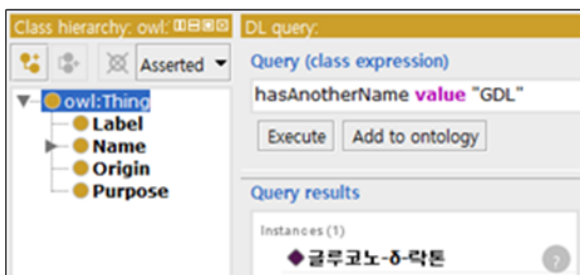


그림 5. 첫 번째 검색의 예
Fig. 5. A First Example of retrieval

3.6 구현 결과에 대한 검색의 예

구현된 온톨로지를 이용하여 표현된 식품첨가물에 대한 검색은 DL Query를 이용해 검색 가능하다. 식품의 포장지에 인쇄되는 원재료명에 안내되는 첨가물의 이름이 식품첨가물 공전에 표기된 이름이 아닌 여러 가지 형태를 가지고 있어 소비자에게 혼돈을 줄 수 있다. 또한 소비자는 특정 식품첨가물의 이름만 보고 어떤 목적으로 사용되는지, 어떤 식품에 사용할 수 있는 것인지 알 수가 없었다.

그림 5는 식품첨가물이 가지고 있는 다른 이름으로 검색을 한 것으로 'GDL'은 '글루코노-δ-락톤'이 가지고 있는 다른 이름이다. 식품 포장지 겉면에 인쇄되어 있는 다른 이름의 식품첨가물도 검색이 가능하다. 그림 6은 식품첨가물 중에서 혼합제제에 해당하는 항목을 검색한 예이다.

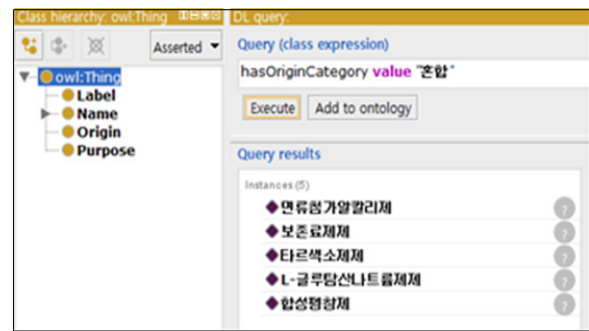


그림 6. 두 번째 검색의 예
Fig. 6. A Second Example of retrieval

4. 결론 및 향후 과제

오늘날 식품첨가물에 대한 정보는 소비자들의 의식 향상과 함께 중요한 정보로 인식되고 있다. 이에 따라 정부기관, 관련 업체, 각종 미디어 기관들이 인터넷을 통해 식품첨가물 정보를 공개하고 있다. 그러나 너무나 방대한 정보 속에 소비자들은 적재적소에 알맞은 정보를 찾기가 어려운 실정이고, 찾는다 해도 어려운 용어는 이해하기 어렵다. 따라서 본 논문에서는 가공식품에 사용되고 있는 식품첨가물에 대한 정보를 제공하기 위한 식품첨가물 온톨로지를 구축하였다. 식품첨가물 정보를 클래스를 통해 구조화하고 정보들 간의 관계 설정과 제약조건을 설정함으로써 기존의 키워드 방식의 정보 제공과는 달리 명확하고 손쉬운 정보검색이 가능하다는 장점이 있다. 또한 국내에서는 처음으로 식품첨가물에 대해 온톨로지를 구축을 시도하였다는 의미도 크다고 할 수 있을 것이다.

본 논문에서 작성한 식품첨가물 온톨로지는 Protégé5.0을 사용하여 OWL형식으로 기술되었기 때문에 기존의 정보와 달리

프로그래밍 언어에 관계없이 데이터를 활용할 수 있으며 시스템의 종류와 버전에 관계없이 사용할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 또한 다양한 기술 로직 기반의 질의 언어를 이용하면 지식을 추론할 수 있는 기반을 제공한다. 따라서 식품첨가물 온톨로지를 이용하면 향후 식품의약품안전청의 정보시스템 통합 및 개선에 있어서 정보 제공 방법의 기반이 될 수 있을 것이라 기대한다.

하지만 본 논문에서는 사용자가 보다 쉽게 정보를 검색할 수 있는 검색인터페이스의 제공이 되지 않아 이에 대한 보완이 필요하며, 식품첨가물을 사용하는 대상 식품에 대한 정보와 그 식품에 어떤 식품첨가물이 첨가되어 있는지 함께 제공함으로써 소비자에게 식품첨가물 사용에 대한 이해도를 높일 수 있는 연구가 필요하다. 따라서 본 논문에서 구축한 식품첨가물 온톨로지를 가공식품 데이터와 영양 정보 데이터, 식품첨가물에 따른 관련 질병 정보를 연동시켜 소비자에게 맞춤형 정보를 제공하는 시스템으로 확장시키는 연구를 진행하고자 한다.

References

- [1] Yong-Jae Cho, *Study on purchasing behavior of processed food and awareness of food additive*, Kyongin University, 2011.
- [2] Woon-Ju Kim, Bong-Hee Kim and Yang-Woo Park, "The Purchasing Acts for the Commercial Processed Foods and The Awareness for the Food Additives", *Journal of Human Ecology*, vol.3, pp. 71-80, 2000.
- [3] T. B. Lee, J. Hendler and O. Lasilla, *The Semantic Web*, *Scientific American*, 2001.
- [4] T. Gruber, "A Translation Approach to Portable Ontology Specifications", *Knowledge Acquisition*, vol. 5, no. 2, pp. 199-220, 1993.
- [5] Knowledge Systems Laboratory, *A Translation Approach to Portable Ontology Specifications*, KSL-9271, 1993.
- [6] O. Corcho, M. F. Lopez & A. G. Perez, *Onto Web Technical Road-map v1.0*, IST Programme of the Commission of the European Communities as Project No. IST-2000-29243, pp.10-11.
- [7] F. Manola, M. Eric and B. McBride, *RDF Primer*, W3C Recommendation, 2004.
- [8] D. L. McGuinness and F.V. Hamelen, *OWL Web Ontology Language Overview*, W3C Recommendation, 2004.
- [9] Whee Seo, "A Theoretical Study of Using Methods for OWL Vocabulary and Syntactics to Ontology Automatic Construction", *Korea Library And Information Science Society*, vol. 37, no. 2, pp. 191-216, 2006.
- [10] Se-Chan Hwang and Sin-Jae Kang, "Multi-level Mapping of Ontologies Based on Lexical and Structural Information", *Journal of Korean Institute of Intelligent Systems*, Vol. 22, No. 1, pp. 42-48, 2012.
- [11] Moon-Soo Chang and Sun-Mee Kang, "An Extraction of Property of Ontology Instance Using Stratification of Domain Knowledge", *Journal of Korean Institute of Intelligent Systems*, Vol. 17, No. 3, pp. 291-296, 2007
- [12] In-Keun Lee, Hwa-Sun Kim and Sung-Hee Lee, "Design of Knowledge Model of Nursing Diagnosis based on Ontology", *Journal of Korean Institute of Intelligent Systems*, Vol. 22, No. 4, pp. 468-475, 2012.
- [13] Woo-Hyuk Jang, "A Study on Ontology Modeling for Wepon Parts Development Information", *Journal of Korean Multimedia of Society*, Vol. 18, No. 7, pp. 873-885, 2015.
- [14] Ho-Cheol Jeon and Joong-Min Choi, "Ontology-based User Intention Recognition for Proactive Planning of Intelligent Robot Behavior", *Journal of Korean Institute of Intelligent Systems*, Vol. 21, No. 1, pp. 86-89, 2011.
- [15] D. Çelik, "FoodWiki: Ontology-Driven Mobile Safe Food Consumption System", *Hindawi Publishing Corporation e Scientific World Journal*, vol. 2015.
- [16] Korea Food Research Institute, Available : <http://www.kfri.re.kr/>, [Accessed : June 22, 2016]
- [17] Ministry of Food and Drug Safety, Available : <http://www.foodsafetykorea.go.kr/portal/board/boardDetail.do>, [Accessed : October 2, 2015]
- [18] Sang-Mi Kim, *Development of Risk Communication Strategy and Educational Homepage on Food Additives*, Seoul National University of Education, 2010.
- [19] Sun-A Kim, Ye-Jee Kim, Ji-Sun Kim, and Jeong-Weon Kim, "Development of a Mobile Application for Promoting Risk Communication on Food Additives Based on the Information Needs of Parents", *Journal of Food Hygiene*, vol. 30, No. 2, pp. 132-142, 2015.
- [20] Dai-Ja Jang, Hee-Jin Kim, Yu-Ra Kim, Yu-Jung Song, Seung-Yong Lee and Gun-Woong Jang, "Development of a Mobile Service Application for Assessing the Quality of

Food that uses the Information marked on the processed Food Labels”, *Journal of the Korea Contents Association*, vol. 13, no. 8, pp. 450-457, 2013.

[21] Food Report on Safety of HACCP, Available : <http://lod.ihaccp.or.kr/lod/lodIntro.do>, [Accessed : Jun 13, 2016]

[22] Food Additive Vocabularies, Available : <http://www.wurvoc.org/vocabularies/food-additives/>, [Accessed : Aug 2, 2016].

[23] TOVE Ontologies, Available : <http://www.eil.utoronto.ca/enterprise-modelling/tove/index.html>, [Accessed : Apr 9, 2015].

[24] M. Fernández, A. Gómez-Pérez and N. Juristo, “Methontology : From Ontological Art Towards Ontological Engineering”, *Working notes of the AAAI Spring Symposium on Ontological Engineering*, pp. 33-40, 1997.

[25] D. B. Lenat, “Cyc: A Large-Scale Investment in Knowledge Infrastructure”, *The Communications of the ACM*, vol. 38, no. 11, pp. 33-38, 1995.

[26] D. Fensel, F. van Harmelen, M. Klein and H. Akkermans “On-To-Knowledge : Ontology Based Tools for Knowledge Management”, *Proceedings of the eBusiness and eWork 2000 Conference*, pp. 18-20, 2000.

[27] N. F. Noy and D. L. McGuinness, *Ontology Development 101 : A Guide to Creating Your First Ontology*, Stanford University, 2001.

[28] M. Kolchin and D. Zamula, “Food Product Ontology: Initial Implementation of a Vocabulary for Describing Food Products”, *In Proceeding of the 14th Conference of Open Innovations Association FRUCT*, pp. 191-196, 2013.

[29] Open Food Facts, Available : <http://world.openfoodfacts.org/who-we-are> [Accessed : 4 September 2015]

[30] C. Snae and M. Bruckner, “FOODS: A Food-Oriented Ontology-Driven System”, *In Proceedings of the 2nd IEEE International Conference on Digital Ecosystems and Technologies*, pp. 168-176, 2008.

저자 소개



김은경(Eun-Kyoung Kim)

2000년 : 경상대학교 자연과학부 컴퓨터과학
전공(학사)
2002년 : 경상대학교 컴퓨터과학과 석사
2013년~현재 : 경상대학교 컴퓨터과학과
박사과정

관심분야 : 퍼지시스템, 온톨로지, 지능시스템
E-mail : elsa2013@gnu.ac.kr



김용기(Yong-Gi Kim)

1978년 : 서울대학교 공과대학 공학사
1987년 : University of Montana, 컴퓨터과학
박사
1991년 : Florida State University, 컴퓨터과학
박사

1992년~현재 : 경상대학교 컴퓨터과학과 교수

관심분야 : 소프트웨어, 지능시스템, 무인수중로봇
Phone : +82-55-772-1384
E-mail : ygkim@gnu.ac.kr