

# 연구과제회의를 위한 온톨로지 구축

권미수<sup>1</sup>, 류호연<sup>2</sup>, 김건희<sup>3</sup>, 하성도<sup>4</sup>  
한국과학기술연구원 시스템 연구부<sup>1 2 3 4</sup>  
{misoo<sup>1</sup>, hoyeon<sup>2</sup>, kani<sup>3</sup>, s.ha<sup>4</sup>}@kist.re.kr

## Design of OWL Ontology in R&D Project Management Meeting

Misoo Kwon<sup>1</sup>, Hoyeon Ryu<sup>2</sup>, Gunhee Kim<sup>3</sup>, Sungdo Ha<sup>4</sup>  
Systems Technology Division, KISTI<sup>1 2 3 4</sup>

### 요약

온톨로지는 시맨틱 웹의 핵심 기술 요소로서 지식을 개념화하고 명세화해서 의미론적 지식체계를 구축한다. 온톨로지는 개념적 모델링(Conceptual Modeling)을 통해 실제 세계의 지식(Real World Knowledge)을 표현하는 중요한 수단으로 제안되었고, 수많은 정보에 대한 지식관리를 효과적으로 수행할 수 있는 토대를 제공한다.

본 연구에서는 연구과제회의를 대상으로 온톨로지를 설계 및 구축한다. 과제 진행에 수반되는 다양한 회의와 관련자료는 과제의 성공적인 수행을 위해 반드시 관리되어야 한다. 일반적으로 회의에서 참석자들 사이에 정보 공유 및 자료 검색이 어렵고 회의일정 조정이 번거로우며 회의자료 관리가 체계적이지 못하다. 따라서 연구과제 진행과정의 회의와 관련자료들을 분석/분류해서 개념적 모델링을 통해 연구과제회의 온톨로지를 구축하고자 한다. 향후 이를 활용하여 지능형 반응 공간에서 회의 관리 및 서비스 제공을 할 수 있다.

Keyword: Domain Analysis, Ontology, OWL, Protégé, 연구과제회의, 정보서비스

## 1. 서론

시맨틱 웹의 등장으로 사람과 컴퓨터가 웹 자원을 공유하고 이해할 수 있는 기반이 구축되었다. 시맨틱 웹은 사용자의 요구에 대해 의미기반 검색이 가능하도록 해주고, 더 나아가 사용자의 의사결정을 지원할 수 있는 자동화된 지능형 서비스에도 활용될 수 있다. 온톨로지는 시맨틱 웹의 핵심 기술 요소로서 특정 도메인에서 지식을 개념화하고 이를 명세한 것으로 의미론적 지식체계를 제공한다. 온톨로지는 개념적 모델링(Conceptual Modeling)을 통해 실제 세계의 지식(Real World Knowledge)을 표현하는 중요한 수단으로 제안되었고, 수많은 정보에 대한 지식관리를 효과적으로 수행할 수 있다.

과제의 수행에 필수적으로 수반되는 과제회의에서는 그 횟수가 거듭될수록 회의록, 발표자료와 같은 가공데이터는 물론이고 그러한 자료를 만들기 위해서 수집한 무수히 많은 원시정보들이 쌓이게 된다. 이러한 데이터는 과제의 진행과정에 따라서 수정되거나 다시 분류되기도 하며 새로운 과제의 생성과 진행에 있어서 참고자료로 활용되기도 한다. 이러한 과정이 효율적으로 관리 진행된다면 양질의 연구성과나 생산성을 기대할 수 있을 것이다.

본 연구에서는 연구과제회의 도메인에서 활용되는 개념이나 용어들 간의 관계를 식별하는 온톨로지를 구축하고자 한다. 연구과제 진행과정에서 수반되는 다양한 회의와 관련 자료들을 분석/분류하여 연구과제회의 온톨로지를 설계 및 구축하고자

한다. 시맨틱 웹의 핵심기술인 온톨로지는 자원을 지식화해서 정보의 효율적 검색, 통합, 응용 프로그램 사이의 지식공유, 재사용들을 가능하게 해주는 중요한 요소이다. 따라서 개발된 연구과제회의 온톨로지는 도메인에 있는 수많은 정보 및 지식에 대한 관리를 효율적으로 수행할 수 있도록 해 줄 것이다.

제 2 장에서는 연구과제회의 온톨로지 구축의 필요성과 온톨로지에 대해 살펴보고, 3 장에서는 도메인 분석과 실제 온톨로지 설계 프로세스 및 구축에 대해 살펴본다. 4 장에서는 구축된 온톨로지의 활용방안에 대해 살펴보고 5 장에서는 구축된 온톨로지 평가 및 향후 연구방향에 대하여 간략하게 정리하고자 한다.

## 2. 연구 배경

### 2-1 연구과제회의 온톨로지 필요성

연구소에서는 많은 과제들을 수행하며 이러한 과제의 수행에 필수적으로 수반되는 것이 과제회의이다. 과제회의의 결과는 문서로 작성되어 보관되며, 경우에 따라서는 동영상이나 그림등의 형식으로 보관되기도 한다. 과제를 수행하는데 필수적으로 수반되는 다양한 회의관련 자료는 과제의 성공적인 수행을 위해 반드시 관리되어야 한다.

과제회의는 그 횟수가 거듭될수록 회의록, 발표자료와 같은 가공데이터는 물론이고 그러한 자료를 만들기 위해서 수집한 무수히 많은 원시정보들이 쌓이게 된다. 이러한 데이터는 과제의 진행과정에 따라서 수정되거나 다시 분류되기도 하며 심지어는 새로운 과제의 생성과 진행에 있어서 참고자료로 활용되어 과제 책임자로 하여금 많은 시간과 비용을 덜어주는 경우도 있다. 이러한 과정이 효율적으로 관리 진행된다면 양질의 연구성과나 생산성을 기대할 수 있을 것이다.

과제회의 프로세스를 살펴보면, 회의 전에는 회의실 예약, 회의일정 공지 및 회의 자료 준비 등이 필요하고, 회의 중에는 회의 의제를 중심으로 다양한 의견들이 제시되어 대안이 도출되는 과정을 거친다. 회의 후에는 회의록이 작성되어 회의

결과를 공유하게 된다. 이 일련의 과정 속에서 많은 인적자원과 물적자원이 유기적으로 연결되어 있고, 다양한 형태의 자료들을 저장, 공유 및 추출할 필요가 있다. 그러나 이 과정들을 효과적으로 관리 및 진행 처리하기가 쉽지 않다.

이를 위해 과제회의의 지식정보를 체계적으로 분류/분석하고 이를 활용하는 지능 에이전트를 유기적으로 설계/구축할 필요가 있다. 따라서 본 연구에서는 연구과제회의에 대한 온톨로지를 설계 및 구축하고자 한다. 온톨로지는 개념적 모델링(Conceptual Modeling)을 통해 실제 세계의 지식(Real World Knowledge)을 표현하는 중요한 수단으로 제안되었고, 수많은 정보에 대한 지식관리를 효과적으로 수행할 수 있다. 지식을 표현하는 온톨로지는 의미기반 검색의 기반이 되고 데이터베이스 디자인 개발의 초석이 될 수 있다.

### 2-2 온톨로지

온톨로지는 시맨틱 웹의 핵심기술 요소로서 특정 도메인에서 지식을 개념화하고 이를 명세한 것으로 개념과 개념간의 관계를 정의함으로써, 계층구조와 추론규칙을 포함한 의미론적 지식체계를 제공한다[2][3]. 온톨로지는 일정한 체계에 의한 어휘 사전이나 용어의 확보할 수 있으며, 특정 영역(Specified Domain)뿐만 아니라 보편 영역(Generic Domain)의 기본 개념에 대한 정의와 그들간의 관계에 대한 명세화가 가능하다. 즉, 개념, 관계, 속성들의 유기적인 집합을 정의하여 전산적 처리가 가능하도록 구조화하고 구체화 시킴으로써 지식의 공유와 재사용이 가능하도록 한다.

논리적 추론이 가능한 온톨로지는 복잡한 도메인에서의 개념들을 정의하고 정보검색을 하는데 효율적으로 사용된다.

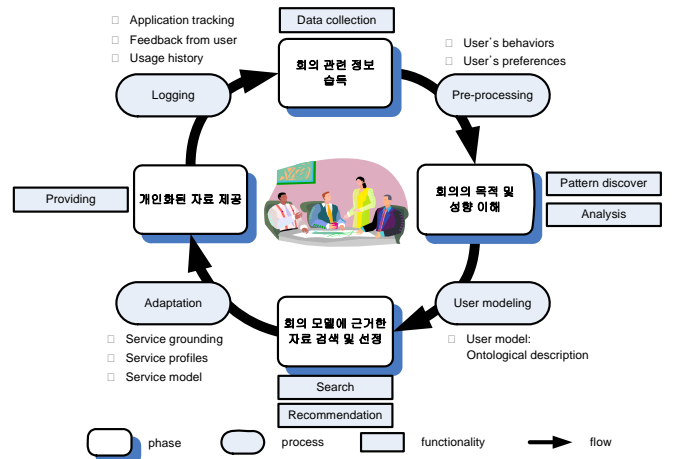
### 3. 연구 과제 회의 온톨로지 구축

연구과제 진행과정의 회의와 관련자료들을 분석/분류해서 개념적 모델링을 통해 연구과제회의 온톨로지를 구축하고자 한다. 구축된 연구과제회의 온톨로지는 의미기반 검색 및 자동화된 지능형 서비스를 제공하는 연구과제회의 관리 시스템에서 활용될 수 있다. 먼저 연구과제회의의 프로세스를 분석하여 온톨로지 도메인을 정의하고, 클래스와 속성 정의 및 클래스 사이의 관계 정의 등을 수행한다. 온톨로지 설계가 끝나면, 온톨로지 개발도구인 Protege2000 을 사용하여 W3C 에서 제정한 표준 온톨로지 Mark-Up 언어인 OWL 로 온톨로지를 구축한다. OWL 은 XML 어휘를 제공하며 많은 관계를 표현할 수 있고 추론 능력을 가지고 있다.

#### 3-1 도메인분석

연구과제회의를 Project Manager 의 관점에서 살펴보면 Project Management, Organization Management, Document Management, Resource Management, Schedule Management, 회의자체 관리 등의 개념이 포함된다. 또한 연구과제회의를 회의 전, 회의 중, 회의 후로 구분하여 각 단계별로 필요한 프로세스, 기능요소 및 관련기술로 나누어 분석해 보았다. 과제회의는 회의 전에는 회의실 예약, 회의일정 공지 및 회의자료 준비 등이 필요하고, 회의 중에는 회의 의제를 중심으로 다양한 의견들이 제시되어 대안이 도출되는 과정을 거친다. 회의 후에는 회의록이 작성되어 회의 결과를 공유하게 된다. 이 일련의 과정 속에서 많은 인적 자원과 물적자원이 유기적으로 연결되어 있고, 다양한 형태의 자료들을 저장, 공유 및 추출할 필요가 있다. 이를 바탕으로 [그림 1]과 같이 연구과제회의 도메인에서 프로세스와 기능을 4 단계로 나누어 도메인 모델을 정의하였다.

온톨로지 설계에서 개발하려고 하는 온톨로지의 범위와 목적을 확정하는 것이 중요하므로 도메인 분석을 통해 이들을 결정한다.



[그림 1] 도메인 모델 정의

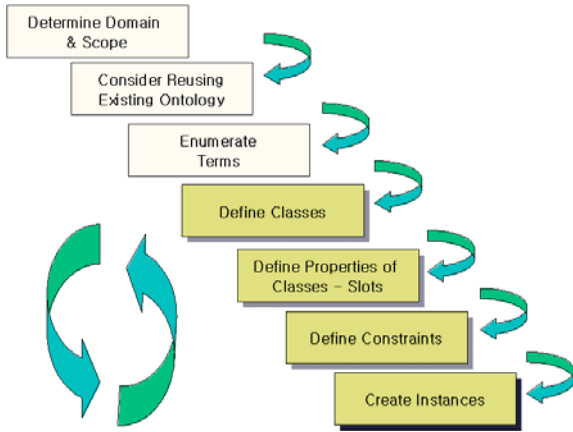
#### 3-2 온톨로지 설계 및 구축

온톨로지는 어떤 특정 영역에서 체계화된 지식을 형식화하고 명세화해서 표시하는 것에 초점이 맞추어져 있다. 하지만 현재 온톨로지 개발을 위한 방법론의 표준화가 이루어지지 않았다. 실제적으로 온톨로지 개발은 다음을 포함한다.

- 온톨로지에 포함될 클래스를 정의
- 분류적 계층구조로 클래스들을 재배열
- 클래스의 속성(Slot)을 정의
- 이들 Slots 에 허용된 값을 기술
- Instance 를 만들기 위해 Slot 에 값을 채움

클래스의 속성값 및 추가적인 Slot 제한 정보를 채워서 클래스 인스턴스를 정의함으로써 지식베이스(Knowledge Base)를 만들 수 있다.

온톨로지 설계는 온톨로지 구축에 있어서 중요한 작업이다. Noy 와 McGuinness 는 설계 프로세스를 [그림 2]와 같이 7 단계로 제안하였다[1]. 개발하려고 하는 온톨로지의 범위와 목적을 확정하는 것이 중요한데 Noy 등이 제안한 설계 프로세스의 첫 단계도 도메인 및 범위의 결정이다. 이 과정은 도메인 분석을 통해 결정하였다. 또한 Competency Question 를 통해 관련 용어들을 추출할 수 있다.

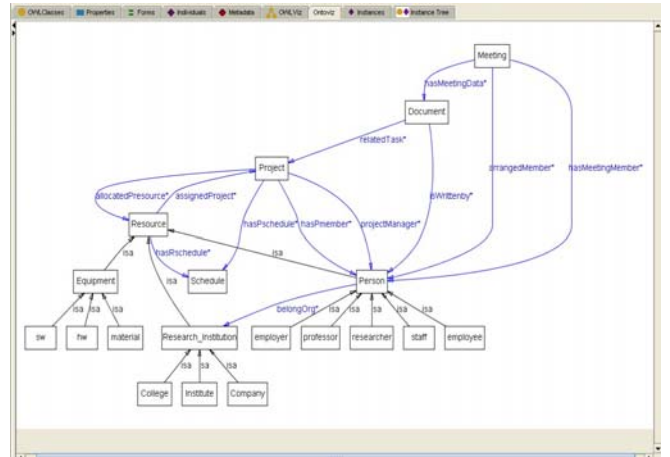


[그림 2] Process for developing an ontology

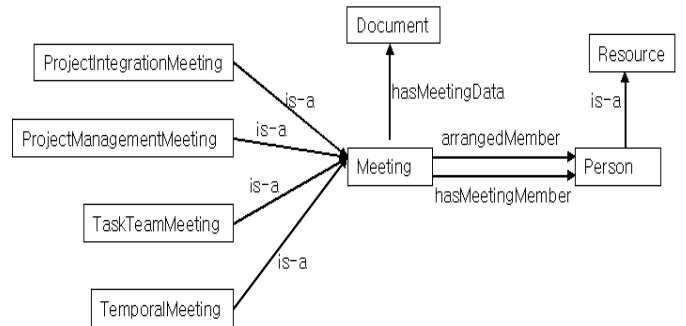
추출된 용어들 중 개념(Concept)을 추려내어 클래스로 정의한다. 클래스 계층 개발에는 세가지 접근방법이 있다. 가장 일반적인 개념 정의에서 시작하여 구체적인 개념정의로 진행되는 Top-down 방식, 반대로 가장 구체적인 클래스의 정의를 시작으로 더 범용적인 개념을 정의해 나가는 Bottom-up 방법, 중간층의 클래스를 정의하고 이를 시작점으로 일반적인 개념과 구체적인 개념을 찾아 양 방향으로 클래스를 정의해 나가는 Combination 방법이 있다.

본 연구에서는 Top-Down 방식을 사용한다. 즉 범용적인 개념을 추려내어 상위 클래스를 만들고 상대적으로 구체적인 개념을 추려 하위 클래스를 정의한다. 클래스를 정의한 후, 클래스의 속성(Properties of Class, Slots) 정의를 통해 개념들의 내부구조를 기술한다. 상위 클래스에 속한 모든 서브클래스들은 상위클래스의 속성을 계승한다. 따라서 속성은 그 속성을 가질 수 있는 가장 상위 클래스에 놓여야 한다. 클래스의 속성은 일반 데이터 유형의 값을 갖는 Data Type Property 와 다른 객체와의 관계를 기술하는 Object Property 가 있다.

[그림 3]은 구축된 연구과제회의 온톨로지에 있는 상위레벨 클래스들과 클래스들 사이의 관계를 표현한 것이다. 보통 상위클래스와 하위클래스는 is-a 혹은 kind-of 의 의미적 관계를 갖는다. 연구과제회의 온톨로지에 있는 상위레벨의 클래스 중 Meeting Class 의 계층구조와 다른 Object 들과의 관계를 살펴보면 [그림 4]와 같다.



[그림 3] 연구과제회의 온톨로지의 클래스 관계도



[그림 4] Meeting Class 의 계층구조 및 관계

[표 1] Internal Structure of class Meeting

<p><b>Meeting(meeting_ID, agenda, heldDate, hasMeetingMember, hasMeetingData, meetingRoom, arrangedDate, arrangedMember)</b></p> <p><b>ProjectIntegrationMeeting ()</b></p> <p><b>ProjectManagementMeeting ()</b></p> <p><b>TaskTeamMeeting ()</b></p> <p><b>TemporalMeeting ()</b></p>
---

[표 1]은 Meeting Class 의 내부 구조를 표현한 것으로 4 개의 서브클래스가 있음을 알 수 있다.

위와 같이 설계된 연구과제 회의 온톨로지는 Protege2000 을 사용하여 표준 온톨로지 언어인 OWL 로 구축되었다.

[표 2]는 Meeting 클래스와 하위클래스들을 OWL 로 기술한 것이고, 표 3 은 이들 클래스의 속성을 OWL 로 표현한 것이다.

[ 표 2 ] Meeting class represented by OWL

```

<owl:Class rdf:ID="ProjectIntegrationmeeting">
  <rdfs:subClassOf>
<owl:Class rdf:ID="Meeting"/>
</rdfs:subClassOf>
<owl:Class rdf:ID="TemporalMeeting">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Meeting"/>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="TaskTeamMeeting">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Meeting"/>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="ProjectManagementMeeting">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Meeting"/>
</owl:Class>

```

[ 표 3 ] Properties of Meeting Class in OWL

```

<owl:DatatypeProperty rdf:ID="heldDate">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Meeting"/>
</owl:DatatypeProperty>
<owl:DatatypeProperty rdf:ID="agenda">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Meeting"/>
</owl:DatatypeProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="hasMeetingMember">
  <rdfs:range rdf:resource="#Person"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Meeting"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="hasMeetingData">
  <rdfs:range rdf:resource="#Document"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Meeting"/>
</owl:ObjectProperty>

```

#### 4. 활용 방안

본 연구에서는 연구과제회의 도메인에서 활용되는 개념이나 용어들 간의 관계를 식별하는 온톨로지를 구축하였다. 구축된 연구과제회의 온톨로지는 컴퓨터로 구현되는 사이버 공간과 연구과제회의를 융합하여 인간과 정보환경 사이의

Communication 한계를 극복하는 지능형 반응 공간(Intelligent Responsive Space)을 구현하기 위한 요소 기술로서 사용될 수 있다.

최근 들어 네트워킹과 무선통신의 발달에 힘입어 유비쿼터스(Ubiquitous)로 대변되는 인간중심적인 컴퓨터 환경 구축에 많은 관심이 모아지고 있다. 또한 컴퓨터에 의해 생성된 가상 공간과 사용자가 실재하는 실제공간을 통합하는 새로운 형태의 지능형 반응 공간(Intelligent Responsive Space)개념에 대한 연구도 활발히 진행되고 있다. 지능형 반응 공간에서 이루어지는 연구과제회의는 다양한 상황정보들에 기초하여 사용자의 요구와 주변 환경에 능동적으로 반응할 수 있을 것이다. 온톨로지 라이브러리에 의한 정보 공유를 통하여 회의 참가자들에게 회의와 관련한 다양한 정보를 실시간으로 제공하며 회의일정관리, 회의자료 준비, 회의록 작성, 프로젝트 일정 관리등과 같은 회의 지원 업무를 효과적으로 수행할 수 있을 것이다.

#### 5. 결론

연구과제를 수행하는데 수반되는 다양한 회의와 관련자료는 과제의 성공적인 수행을 위해 반드시 관리되어야 하며 이를 위해 온톨로지 구축과 의미 기반 검색 및 이를 활용할 수 있는 인터페이스의 개발이 필요하다. 본 연구에서는 연구과제회의 도메인에서 활용되는 개념이나 용어들 간의 관계를 식별하는 온톨로지를 구축하였다. 온톨로지를 통해 도메인에 존재하는 데이터들은 의미적으로 연결될 수 있도록 구성되며 따라서 이들 자료에 대한 컴퓨터의 의미적 지식 처리가 가능하게 되었다.

자원을 지식화함으로써 정보의 효율적 검색, 통합, 응용 프로그램 사이의 지식공유, 재사용들이 가능하게 되었다. 결국 연구과제회의 도메인에 존재하는 수 많은 정보에 대한 지식관리를 효과적으로 수행할 수 있는 틀이 마련되었다고 할 수 있다.

## 후 기

본 연구는 한국과학기술연구원 기관고유사업 과제인 “Intelligent Responsive Space 기술 개발” 과제의 지원에 의한 것입니다.

## 참 고 문 헌

- [1] Noy, N. F. and McGuinness, D. L. “Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology,” Stanford Knowledge Systems Laboratory Technical Report KSL-01-05 and Stanford Medical Informatics Technical Report SMI-2001-0880, Stanford University, 2001.
- [2] Gruber, T. “Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing,” Technical Report KSL-93-04, Knowledge Systems Laboratory, Stanford University, 1993.
- [3] Lassila, O., van Harmelen, F., Horrocks, I., Hendler, J. and McGuinness, D.L. “The Semantic Web and its Languages. Intelligent Systems,” IEEE, vol. 15 Issue: 6, pp.67-73, 2000.
- [4] Noy, N. F., and Hafner, C. D. “The State of the Art in Ontology Design: A Survey and Comparative Review,” AI Magazin, Vol. 18(3), pp. 53-74, 1997
- [5] 신효필. “지식기반으로서의 온톨로지와 시맨틱웹,” 정보처리학회지 제 11 권 2 호, 2004.
- [6] Gruber, T. R. “What is an ontology?,” <http://www-ksl.stanford.edu/kst/what-is-an-ontology.html>, Department of Computer Science, Stanford University, 1993.
- [7] W3C. “OWL Overview,” <http://www.w3.org/TR/2003/CR-owl-features-20030818/>
- [8] 이진중. “온톨로지 기반 지능형 검색 시스템,” 석사 학위 논문, 원광대학교 교육대학원, 정보 컴퓨터 교육 전공, 2003.
- [9] Uschold, M. and Gruninger, M. “Ontologies: Principles, methods and applications,” The knowledge Engineering review, vol. 11, no.2, pp. 92-136, 1996.

[10] Goez-Perez, A., and Corcho, O. “Ontology Languages for the Semantic Web,” Intelligent Systems, vol. 17 issue: 1.