

# 시맨틱 웹서비스를 위한 시맨틱 어노테이션 기술 동향

Technical Trends of Semantic Annotation for Semantic Web Services

문애경 (A.K. Moon)    서비스융합연구팀 선임연구원  
박유미 (Y.M. Park)    서비스융합연구팀 책임연구원  
김상기 (S.G. Kim)    서비스융합연구팀 책임연구원

## 목 차

- .....
- I . 서론
  - II . 시맨틱 웹서비스 기술 개요
  - III . 시맨틱 어노테이션 기술
  - IV . 시맨틱 웹서비스 모델링 사례
  - V . 결론

\* 본 논문은 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 차세대 통신네트워크 산업원천기술 개발과제(2009-F-048-01)로 수행되었음.

인터넷의 발전 과정에서 데이터 중심의 시맨틱 웹 기술과 서비스 중심의 웹서비스 기술은 시맨틱 웹서비스라는 융합기술로 발전하고 있다. 본 고에서는 시맨틱 웹서비스 실현의 핵심인 시맨틱 어노테이션(annotation) 기술을 소개하고, 접근 방식에 따라 톱다운 방식과 바텀업 방식으로 분류한 어노테이션 기술들을 비교 분석한다. 그리고 어노테이션 기술 중 WSMO 기반의 어노테이션을 이용하여 시맨틱 웹서비스를 모델링하는 사례를 보임으로써 시맨틱 웹서비스 실현의 가능성과 그 시기를 가늠해보고자 한다.

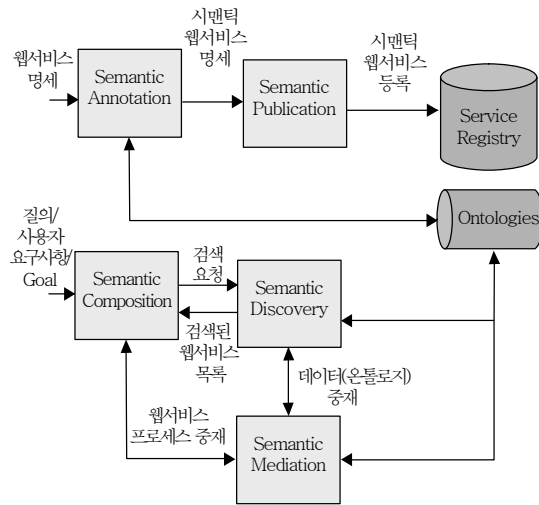
## I. 서론

지난 수 년간, 시맨틱 웹서비스 기술의 개념 정의에 논란이 있었지만, 현재는 ‘웹서비스 기술에 시맨틱 웹 기술을 결합한 기술’로 그 의미가 정착되고 있다. 웹서비스와 시맨틱 웹은 웹을 기반으로 하는 기술이지만 지향하는 목표에는 차이가 있다. 웹서비스는 SOA를 실현하는 대표적인 기술로서, 서비스 정의를 위한 WSDL, 서비스 검색을 위한 UDDI, 서비스 보안을 위한 WS-security 그리고 WS-\* 표준 기술들을 이용하여 분산 컴퓨팅 지원을 목표로 하는 소프트웨어 기술이다[1]. 시맨틱 웹은 기존의 정보 중심의 웹에 온톨로지 개념 모델을 도입하여 의미에 기반하여 사람과 컴퓨터가 보다 잘 협력하여 의사소통할 수 있도록 하는 표준화된 차세대 웹 체계이며, 의미 메타데이터 작성을 통해 문서에 포함된 의미들을 좀 더 명확히 정의할 수 있고, 이를 통하여 정보의 지식화 및 공유화를 목표로 하는 기술이다.

본 고에서는 시맨틱 웹서비스 실현의 핵심인 시맨틱 어노테이션(annotation) 기술을 소개하고, 접근 방식에 따라 톱다운(top-down) 방식과 바텀업(bottom-up) 방식으로 분류한 어노테이션 기술들을 비교 분석하고 사례를 통해 실현 가능성을 가늠해보고자 한다.

## II. 시맨틱 웹서비스 기술 개요

인터넷의 발전 과정에서 데이터 중심의 시맨틱 웹 기술과 서비스 중심의 웹서비스 기술이 시맨틱 웹서비스라는 하나의 패러다임으로 진화하고 있으며, 시맨틱 웹서비스는 차세대 웹을 위한 핵심 요소 기술로 인식되고 있다. 시맨틱 웹서비스 기술의 궁극적인 목적은 웹서비스 검색과 조합을 자동화하는 것이다. 이를 위해서 시맨틱 웹서비스는 온톨로지를 활용하여 서비스를 기술하고, 온톨로지의 의미적 상호운용성을 이용해서 서비스 검색, 조합, 중재 기능을 자동화 한다. (그림 1)은 유럽 연합의 DERI 연구



(그림 1) 시맨틱 웹서비스 기술 구성도

소를 중심으로 연구된 SESA 프레임워크[2]를 바탕으로 정리한 시맨틱 웹서비스의 기술 구성도로 주요 기술은 다음과 같다.

- 시맨틱 어노테이션 기술: 인터페이스와 입출력 위주로 명세된 기존의 WSDL로는 의미적인 해석에 필요한 정보가 부족하기 때문에, 온톨로지를 이용한 서비스의 기능적(functional), 비기능적(non functional) 정보들을 표준 명세에 추가하는 기술이다. 추가된 정보들은 시맨틱 검색(discovery) 및 조합(composition)에 활용되므로, 어노테이션 기술은 시맨틱 웹서비스 기술의 가장 기본적인 기술이라 할 수 있다.
- 시맨틱 공개(publication)와 서비스 레지스트리(registry): 시맨틱 정보가 부가적으로 기술된 웹서비스 명세를 레지스트리에 등록하는 기술로, 시맨틱 서비스 검색을 위해 선행되어야 하는 기술이다.
- 시맨틱 검색: 시맨틱 정보가 부가적으로 기술된 웹서비스 명세를 대상으로 의미적인 서비스 검색을 수행하는 기술로, 키워드 매칭에서부터 자연어 질의를 만족하는 서비스 검색까지 다양한 수준의 의미 검색 기술이 존재한다.
- 시맨틱 조합: 인터넷 사용자의 요구가 다원화 되

면서, 모든 요구를 만족하는 하나의 웹서비스를 만들기 보다는, 재사용과 효율성 측면에서 여러 서비스들을 조합하여 사용자 요구사항을 만족시키는 방식이 부각되고 있다. 시맨틱 서비스 조합은 요구사항을 의미적으로 분석함으로써 작은 단위의 요구사항으로 나누고 각 요구사항에 만족하는 서비스를 검색하여 서비스 실행의 순서와 로직을 만들어 주는 기술이다. 이 기술은 시맨틱 어노테이션, 시맨틱 검색, 시맨틱 중재 기술을 모두 활용한 기술로 시맨틱 웹서비스 기술이 추구하는 최종 목표 기술이라 할 수 있다.

- 시맨틱 중재(mediation): 웹서비스 명세에 기술된 기본 정보와 부가 정보들은 서로 비슷한 개념이라 하더라도 분야마다 다른 용어와 타입을 사용하므로, 서비스들이 조합되어 실행될 경우 용어와 타입의 불일치로 원활한 서비스 실행이 어렵다. 이를 해결하기 위한 기술로서 서비스와 데이터 간의 중재 기술이 필요하다.
- 온톨로지(ontology): 시맨틱 웹서비스 검색, 중재, 조합을 위해 필요한 시맨틱 정보를 표현하는 방법으로, 데이터와 데이터 간의 다양한 관계를 기술함으로써 관계 속에서 의미를 찾는 데 유용한 기술이다. 온톨로지 기술 모델로 W3C에서 표준으로 정의된 RDF, OWL 등이 있으며, ESSI WSMML 워킹 그룹에 의해 제안된 WSMML[3]이 있다.

### Ⅲ. 시맨틱 어노테이션 기술

본 절에서는 시맨틱 웹서비스의 가장 기본기술로서, 시맨틱 웹서비스를 모델링하기 위한 시맨틱 어노테이션 기술 동향을 살핀다. 시맨틱 어노테이션 기술은 접근 방식에 따라 톱다운과 바텀업 방식으로 구분할 수 있다[4],[5]. 톱다운 방식은 웹서비스와는 별개로 시맨틱 웹서비스를 정의하는 것으로 새로운 시맨틱 웹서비스를 설계할 때 적합한 방식이다. 바텀업 방식은 기존의 웹서비스 명세에 시맨틱 정보

를 추가하는 것으로 WSDL 기반의 웹서비스가 이미 존재할 때 이의 시맨틱 서비스화를 위해 사용하기에 유용한 방식이다. 본 절에서는 기존의 시맨틱 어노테이션 기술을 톱다운과 바텀업 방식으로 분리하여 정리하고 이들을 여러 가지 관점에서 비교 분석한다.

#### 1. 톱다운 방식

본 절에서는 톱다운 방식의 대표적인 OWL-S[6]와 WSMO[7]를 설명한다.

##### 가. OWL-S

OWL-S는 표준 웹 온톨로지 언어인 OWL을 개발한 미국의 DAML 컨소시엄에 의해 W3C 표준으로 제안된 시맨틱 웹서비스 온톨로지이다. OWL-S 온톨로지는 서비스 개요를 기술하는 서비스 프로파일(profile)과 서비스 실행과 연관된 프로세스 정보를 제공하는 프로세스 모델(process model), 서비스 매핑을 담당하는 서비스 그라운드링(grounding) 등 3가지 구성요소를 포함하고 있다.

- 서비스 프로파일: 서비스 제공자에 대한 정보와 서비스의 특성을 기술한다. 기능적 명세는 IOPE, 즉 서비스에 의해 요구되는 입력(inputs), 생성되는 출력(outputs)에 대한 정보, 서비스 실행에 필요한 조건(preconditions)과 서비스 실행에 의한 효과(effects)로 기술하며, 비 기능적 명세는 서비스 이름, 서비스 제공자 정보 등을 기술한다. 이러한 서비스 프로파일 정보는 주로 서비스 검색에 이용된다.
- 프로세스 모델: OWL-S 프로세스 모델은 프로세스 단위에서 서비스 조합을 위한 정보를 기술하는 것으로 다른 서비스와의 조합과 실행과정에 이용된다.
- 서비스 그라운드링: OWL-S의 서비스 그라운드링 부분은 실제 웹서비스의 WSDL과의 매핑(mapping) 정보를 포함하는 부분이다. 즉, 서비스 그라운드링 정보를 통해 통신 프로토콜, 사용 포트, 메시지

형식 등 컴퓨터 프로그램이나 에이전트가 실제로 해당서비스에 접근할 수 있는 방법을 구체화한다.

OWL-S를 지원하기 위해서는 OWL-S 에디터, WSDL2OWL-S 변환기, 시맨틱 검색을 위한 OWL-S/UDDI Matchmaker[8], 시맨틱 서비스 실행 환경인 OWL-S Virtual Machine 등의 도구들이 필요하고, 이들은 시맨틱 웹 공개 도구 제공 사이트인 Sem-WebCentral[9]에서 쉽게 찾을 수 있다.

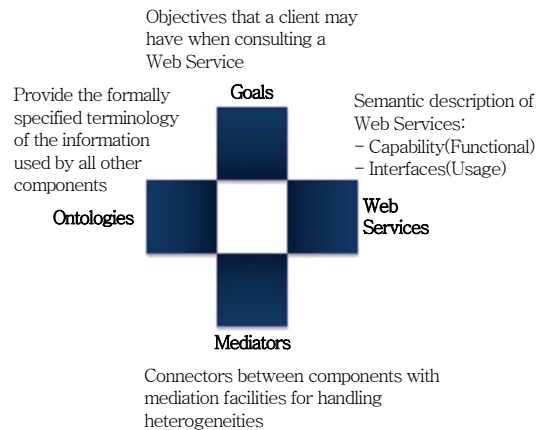
## 나. WSMO

### 1) WSMO 구성요소

DERI 연구소에서 제안된 WSMO는 시맨틱 웹서비스의 다양한 측면을 서술하기 위한 개념 모델로 시맨틱 웹서비스의 핵심 요소를 온톨로지 형태로 정의한 명세서이다. WSMO는 시맨틱 웹서비스가 웹서비스와 시맨틱 웹 기술의 융합으로 인식하고 두 기술을 효과적으로 융합하기 위하여 6가지 설계 원칙을 설정하고, 이를 바탕으로 (그림 2)와 같이 4가지 구성요소(ontologies, goals, web services, mediation)를 정의하였다.

- WSMO 온톨로지(ontologies): WSMO ontologies는 WSMO 전반에서 사용할 데이터 모델을 정의하는 데 활용된다.
- WSMO goals: WSMO goals은 서비스 요청자가 필요로 하는 웹서비스의 기능을 명시하는 것으로 키워드 매칭 및 DL 검색, 인스턴스 기반 검색 등 WSMO 검색 알고리즘을 통하여 사용자가 명시한 goal에 가장 적합한 서비스를 찾는 데 이용된다.
- WSMO 웹서비스: WSMO에서는 웹서비스의 세 가지 주요 측면을 고려한 서비스 기술 방식을 정의한다[10].
  - 비기능 특징: 서비스의 일반 특성과 QoS 정보 등을 기술하고 서비스 검색 및 관리 등에 필요한 정보로 활용된다.

- 수행능력(capability): 웹서비스의 기능적 내용을 서술하고, 레지스트리에 서비스 등록 및 서비스 검색에 이용된다.
- 서비스 인터페이스(interface): 인터페이스는 주어진 웹서비스 기능이 어떻게 수행되는가를 정의한다. Orchestration과 choreography의 두 가지 수행형태가 있다.
- WSMO 중재자(mediators): 웹서비스 명세와 관련된 온톨로지 명세에서 도메인에 따라 구조적, 의미적 불일치가 발생한다. 중재자는 이러한 불일치 문제를 해결하기 위한 것으로, 예를 들면, 온톨로지 간의 이질성 해결을 위해서 OO 중재자(ontology-ontology mediator)를 사용한다.



(그림 2) WSMO의 구성요소

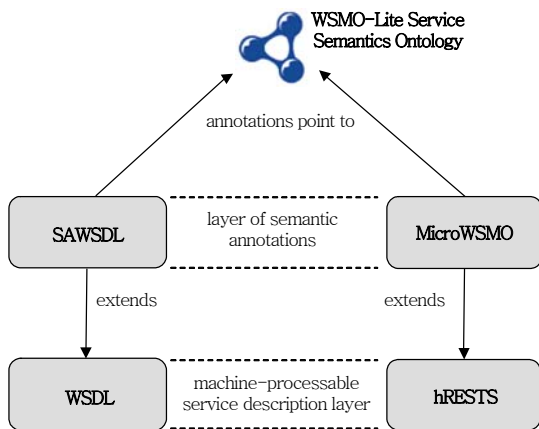
### 2) WSMO 표현 언어

WSML은 WSMO를 표현하기 위한 언어로써, DL, FOL, LP 등 시맨틱 웹서비스에서 광범위하게 활용되고 있는 논리체계를 기반으로 한다. 현재 WSML 워킹그룹은 WSML-Core, WSML-Flight, WSML-Rule, WSML-DL과 WSML-Full 등 5종류의 논리언어를 제안하고 있다. WSML-Flight와 WSML-Rule은 WSML의 기본인 WSML-Core를 LP 관점에서 확장한 것이다. WSML-DL은 WSML-Core를 DL의 관점에서 확장한 것이고, WSML-Full은 WSML-

DL과 WSMML-Rule을 FOL 관점에서 확장, 통합한 것이다. 다양한 수준의 시맨틱 언어를 제안하는 것은 시맨틱 웹서비스 응용 시스템의 지원 수준에 따라 적합한 언어의 제공을 목적으로 한다[10].

## 2. 바텀업 방식

본 절에서는 바텀업 방식의 SAWSDL[11], WSMO-Lite[5],[12], MicroWSMO[13]를 설명한다. (그림 3)은 SAWSDL, WSMO-Lite, MicroWSMO의 개념도를 나타낸다.



(그림 3) SAWSDL, WSMO-Lite, MicroWSMO 개념도

### 가. SAWSDL

SAWSDL은 WSDL로 명세된 기 개발 웹서비스의 기능 명세에 시맨틱 정보를 추가할 수 있는 방법으로써, 2007년 8월 W3C 권고안으로 채택되었다. 다음의 세 가지 프로퍼티를 사용하여 WSDL에 시맨틱 정보를 추가한다.

- modelReference: WSDL 혹은 XML 스키마에 시맨틱을 추가한다. 다음과 같이 WSDL 인터페이스, 오퍼레이션, XML 스키마 타입 정의 등을 어노테이션하기 위해 사용된다.

```

<wsdl:operation name="order" pattern="http://www.w3.org/ns/wsdl/in-out"
  sawsdl:modelReference="http://www.w3.org/2002/ws/sawSDL/spec/ontology/purchaseorder#RequestPurchaseOrder">
  <wsdl:input element="OrderRequest"/>
  <wsdl:output element="OrderResponse"/>
</wsdl:operation>
    
```

- loweringSchemaMapping: 시맨틱 데이터를 XML에 매핑하기 위해 사용된다.
- liftingSchemaMapping: XML을 시맨틱 데이터에 매핑하기 위해 사용된다.

### 나. WSMO-Lite & MicroWSMO

WSMO-Lite는 DERI 연구소에서 개발한 WSMO 계열의 어노테이션 방식으로, OWL-S, WSMO 등의 톱다운 방식과는 달리, SAWSDL 문법을 이용하여 기 개발된 웹서비스의 WSDL에 시맨틱 정보를 추가하는 바텀업 방식이다. 하지만, SAWSDL과 달리 WSMO-Lite는 IBNF의 네 가지 시맨틱 메타레벨을 정의하고 이를 RDF(S)로 표현한다. 그리고, MicroWSMO는 RESTful 웹서비스의 시맨틱 어노테이션을 위한 방법으로, RESTful 웹서비스를 명세한 hREST[13]에 시맨틱 정보를 추가한다.

## 3. 비교 분석

본 절에서는 시맨틱 어노테이션 방법을 비교 분석한다. 각 모델링 기술마다 부가하는 정보의 종류와 방법이 다르므로 <표 1>과 같이 다양한 관점에서 비교하고자 한다. 일례로, WSMO는 OWL-S에 비하여 goal과 서비스 기능 명세를 분리함으로써 서비스 제공자와 사용자간 관점을 분리할 수 있고, 이 질적으로 개발된 온톨로지, 서비스 등을 통합하기 위한 중재자 기능을 제공함으로써 통합에 효율성을 갖는다[14],[15]. WSMO와 같은 기관에서 연구된 WSMO-Lite의 경우, WSMO와는 달리 SAWSDL을 이용하여 표현 방식이 단순하면서도, IBNF의 4

〈표 1〉 시맨틱 어노테이션 방식 비교

	톱다운 방식		바텀업 방식		
	OWL-S	WSMO	SAWSDL	WSMO-Lite	MicroWSMO
시맨틱 어노테이션 방식	WSDL 문서와 별도의 시맨틱 어노테이션 문서 있음	WSDL 문서와 별도의 시맨틱 어노테이션 문서 있음	WSDL 문서에 시맨틱스 추가	WSDL 문서에 시맨틱스 추가	hRESTS로 기술된 RESTful 웹서비스 문서에 추가
시맨틱스 표현언어	OWL	WSML 계열	RDF, OWL	RDF(S)	RDF(a)
중재 기능	명시적으로 제공하지는 않지만, 연구중임 [16]	이질성을 핸들링 하기 위한 데이터, 프로세스, 프로토콜 mediator 제공	XML schema와의 매핑정보를 통하여 제한된 중재기능 제공	XML schema와의 매핑정보를 통하여 제한된 중재기능 제공	제공하지 않음
호출되는 웹서비스 형태	SOAP 기반 WSDL 웹서비스	SOAP 기반 WSDL 웹서비스	SOAP 기반 WSDL 웹서비스	SOAP 기반 WSDL 웹서비스	RESTful 웹서비스
비기능 명세	제공(사용자 임의 비기능 명세 가능)	제공(사전에 정의된 비기능 프로퍼티만 가능, 제공<표 2> 참조)	명시적으로 정의하지는 않았으나, 제한은 없음	제공(단, 웹서비스 인스턴스에 대해서만 제공)	명시적으로 정의하지는 않았으나, 제한은 없음

〈표 2〉 WSMO의 비기능 명세 프로퍼티

Dublin Core Metadata Set	Contributor, Coverage, Creator, Description, Format, Identifier, Language, Publisher, Relation, Rights, Source, Subject, Title, Type
Quality of Service	Accuracy, NetworkRelatedQoS, Performance, Reliability, Robustness, Scalability, Security, Transactional, Trust
그 외	Financial, Owner, TypeOfMatch, Version

가지 시맨틱스에 대한 메타레벨을 정의하여 표현력을 강화한다. <표 2>는 WSMO의 비기능 명세 프로퍼티를 정리한 표이다.

#### IV. 시맨틱 웹서비스 모델링 사례

본 절에서는 톱다운 방식의 대표적인 WSMO 기반의 시맨틱 웹서비스를 모델링하는 사례를 설명한다. 이를 위하여 WSMO 시맨틱 웹서비스를 모델링

하기 위해서 먼저 유즈케이스를 설명하고, WSMO의 WSMO 개발환경인 WSMT[10], WSMX[11]에 대하여 설명한다. 그리고, WSMT를 이용하여 WSML로 표현된 goal, 도메인 온톨로지 및 웹서비스 구현 내용을 설명하고, WSMT를 이용하여 검색결과를 보여 준다.

#### 1. 유즈케이스(Use case)

(그림 4)와 같이 마이크로 블로깅 기반 고객 관리를 위한 응용을 개발하고자 하는 응용개발자와 응용개발자가 쉽게 서비스를 찾을 수 있도록 시맨틱 검색을 제공하는 시맨틱 서비스 제공자가 있다고 가정하자. 여기서 마이크로 블로깅이란 140자 내외로 자신의 상태나 감정을 표현함과 동시에 다른 사람의 글을 필터링해서 볼 수 있는 서비스로서, Twitter가 대표적이다. 응용개발자가 만들고자 하는 마이크로 블로깅 기반 고객 관리 응용이란 Twitter 등의 마이크로 블로깅을 통한 사용자 제품 문의 및 의견을 검색하는 서비스와 제품 담당자에게 음성, 메시징 등의 통신 수단을 통해서 검색한 내용을 전달하고자 하는

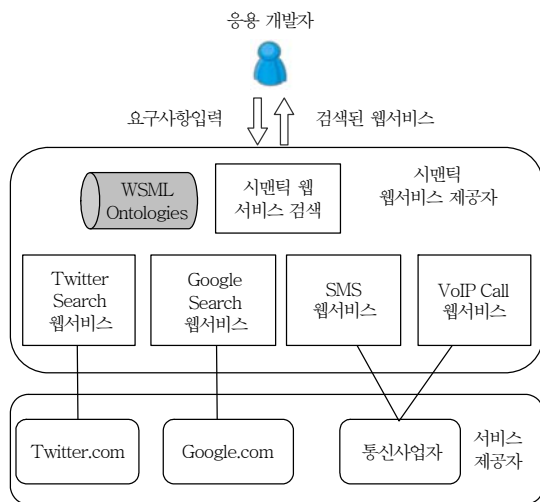


서비스로 구성될 수 있다. 이를 위하여 응용 개발자는 '마이크로 블로깅에서 제공하는 고객 의견 필터링 서비스'와 '통신 수단을 제공하는 웹서비스'를 인터넷 상에 제공하는 수많은 서비스 중에서 시맨틱 기반 검색을 통하여 신속하게 찾을 수 있어야 한다. 이를 위해, 시맨틱 웹서비스 제공자는 서비스제공자들이 제공하는 서비스에 시맨틱 정보를 추가함으로써, 응용 개발자가 의미에 기반하여 적절한 서비스를 효율적

으로 찾을 수 있도록 하는 기능을 제공해야 한다.

## 2. WSMO 개발 환경

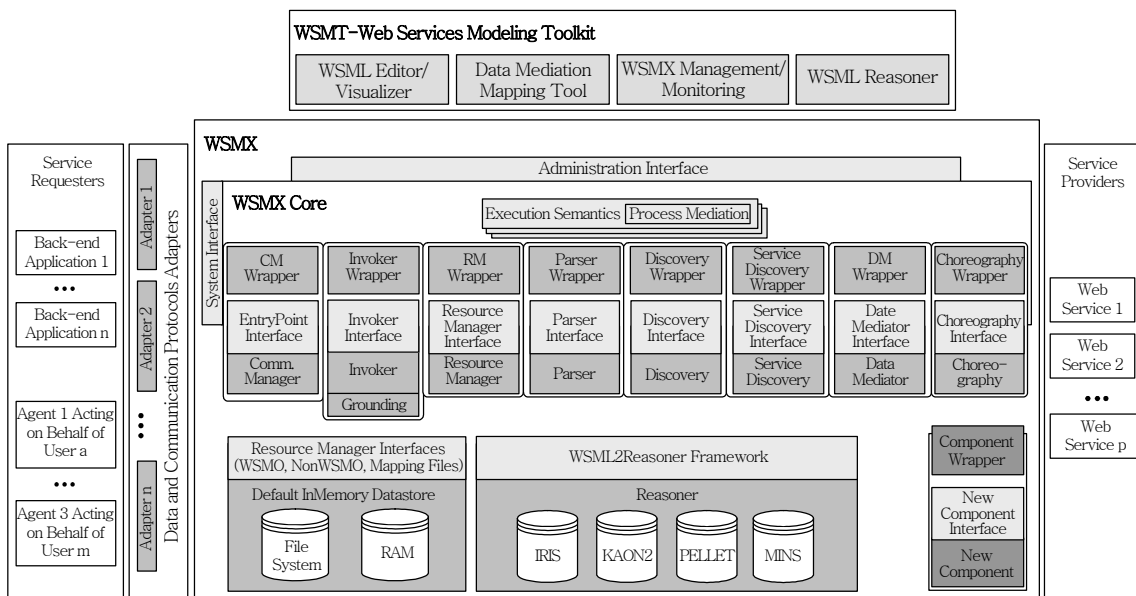
WSMO를 위한 개발 도구들로는 WSMO 편집을 위한 WSMO Studio 및 WSMT[17]와 Java 기반의 WSMO API인 WSMO4J, 그리고 WSML Validator 등이 현재 발표되어 있으며, WSMO 기반의 시맨틱 웹서비스 실행환경으로 WSMX[18]가 제공되고 있다. 본 고에서는 WSMO 기반 시맨틱 웹서비스를 모델링 사례 제시를 위하여 WSMO 관련도구 중 WSMX와 WSMT를 이용한다.



(그림 4) 유즈케이스 실현을 위한 전체구조

### 가. WSMX

WSMX는 시맨틱 웹서비스의 실행 환경으로써 WSML로 구현된 goals, 온톨로지, 서비스를 대상으로 서비스 검색, 선택, 중재, 모니터링 등의 기능을 제공한다. 즉, WSMX는 웹서비스의 검색 선택, 중재 및 모니터링 등의 시맨틱 웹서비스 운영에 필요한 실행 환경을 제공하는 것으로 여러 기능 컴포넌트들을 합성하는 SOA 형태를 취하고 있다. (그림 5)는 현재 제시된 WSMX의 구조이다.



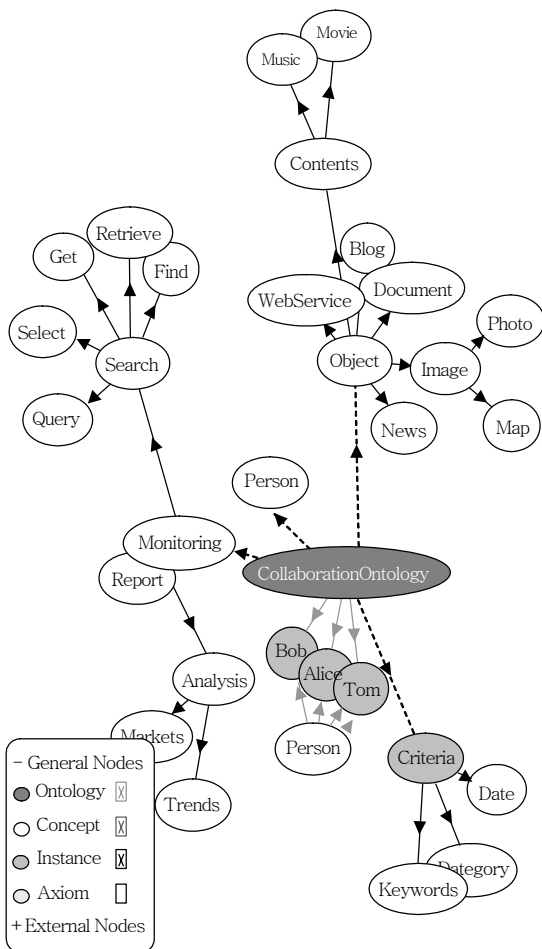
(그림 5) WSMX 구조

나. WSMT

(그림 5)의 WSMX 환경 중 최상단에 도시된 WSMT는 WSML을 활용하여 시맨틱 어노테이션 환경을 제공하는 도구로 WSML 에디트 뷰, 시맨틱 검색 뷰, 추론 뷰 등을 제공한다.

3. 시맨틱 웹서비스 구현

본 절에서는 WSMO를 활용하여 앞서 설명한 유즈케이스 실현을 위한 시맨틱 웹서비스 구현 내용을 설명한다. (그림 4)의 응용 개발자의 요구사항을 만족하기 위해서는 다음과 같이 시맨틱 웹서비스의 구성 요소를 정의해야 한다. 그리고 모델링한 내용은



(그림 6) 협업 및 마이크로 블로깅 도메인 온톨로지

WSMT에서 제공하는 WSML 에디터를 이용하여 구현한다.

- WSMO 온톨로지: 협업 및 마이크로 블로깅 도메인을 표현한 온톨로지(그림 6) 참조 및 통신 도메인 온톨로지
- WSMO goals
  - (1) 협업을 목적으로 마이크로 블로깅 사이트의 내용을 필터링하는 서비스를 찾기 위한 goal을 모델링한다(<표 3> 참조).

<표 3> 마이크로 블로깅의 필터링 서비스를 찾기 위한 Goal

```

wsmVARIANT_ "http://www.wsmo.org/wsmo/wsmo-syntax/wsmo-dl"
namespace { "_http://npt.etri.re.kr/goals#"
collaboration_ "http://npt.etri.re.kr/ontologies#"
dc_ "http://purl.org/dc/elements/1.1#"
discovery_ "http://wiki.wsmx.org/index.php?title=DiscoveryOntology#"
}
goal Find_Search
nonFunctionalProperties
  dc#title hasValue collaboration#Search
  subject hasValue collaboration#Search
  version hasValue "Search"
  domain hasValue {"Collaboration", "MicroBlogging", "Unified Communication"}
endNonFunctionalProperties
importsOntology {collaboration#collaborationOntology}

capability Find_Search_Capability
nonFunctionalProperties
  discovery#discoveryStrategy hasValue discovery#LightweightDLDiscovery
  discovery#discoveryStrategy hasValue discovery#NoPreFilter
endNonFunctionalProperties

sharedVariables ?x
postcondition Find_Search_Post
definedBy
?x memberOf collaboration#Search.
    
```

- (2) 담당자에게 알리기 위한 통신 수단 제공 서비스 검색을 목적으로 하는 goal을 모델링한다 (<표 4> 참조).



〈표 4〉 통신수단 제공 서비스 찾기 Goal

```
wsm:Variant _"http://www.wsmo.org/wsmo/wsmo-
syntax/wsmo-dl"
namespace { _"http://npt.etri.re.kr/goals#",
            uc _"http://npt.etri.re.kr/ontologies#",
            discovery
            _"http://wiki.wsmx.org/index.php?title=DiscoveryOntology#"
}

goal Find_Direct_Call
nonFunctionalProperties
  subject hasValue uc#DirectCall
  domain hasValue {"Collaboration", "MicroBlogging", "Unified
  Communication"}
endNonFunctionalProperties

importsOntology {uc#ucOntology}

capability Find_Direct_Call_Capability
nonFunctionalProperties
  discovery#discoveryStrategy hasValue discovery#Light-
  weightDLDiscovery
  discovery#discoveryStrategy hasValue discovery#NoPre-
  Filter
  subject hasValue uc#DirectCall
endNonFunctionalProperties

sharedVariables ?x
postcondition Find_Direct_Call_Post
  definedBy
    ?x memberOf uc#DirectCall.
```

- WSMO 웹서비스
  - Twitter search 서비스
  - SMS 서비스
  - VoIP call 서비스(〈표 5〉 참조) 등 다수

〈표 5〉 VoIPCall WSMO 웹서비스

```
wsm:Variant _"http://www.wsmo.org/wsmo/wsmo-
syntax/wsmo-dl"
namespace { _"http://npt.etri.re.kr/services#",
            uc _"http://npt.etri.re.kr/ontologies#",
            discovery
            _"http://wiki.wsmx.org/index.php?title=DiscoveryOntology#"
}

webService Make_a_VoIPCall
nonFunctionalProperties
  subject hasValue uc#VoIP
  domain hasValue "Unified Communication"
  url hasValue http://url.Make_a_VoIPCall
  code hasValue "http://code.Make_a_VoIPCall"
```

(뒤에 계속)

(계속) 〈표 5〉 VoIPCall WSMO 웹서비스

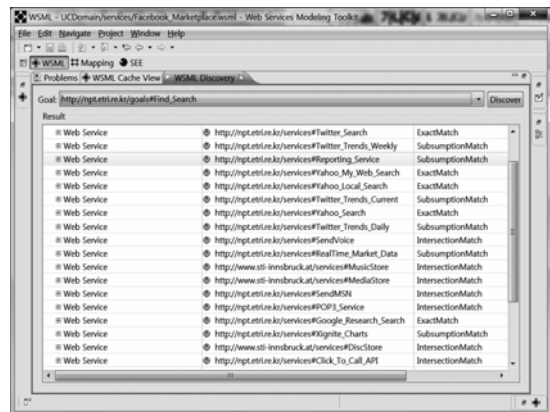
```
endNonFunctionalProperties

importsOntology {uc#ucOntology, uc#collaboration-
  Ontology}

capability Send_a_SMS_Capability
nonFunctionalProperties
  discovery#discoveryStrategy hasValue discovery#Light-
  weightDLDiscovery
  subject hasValue uc#Call
endNonFunctionalProperties

sharedVariables {?caller, ?callee, ?x}
precondition Make_a_VoIPCall_Precond
  definedBy
    ?caller memberOf uc#Person and
    ?callee memberOf uc#Person.

postcondition Make_a_VoIPCall_Postcond
  definedBy
    ?x memberOf uc#Call.
```



(그림 7) WSMT의 Goal에 대한 시맨틱 검색 결과 화면

(그림 7)은 WSMT 화면에 WSMO goal-(1)에 대한 시맨틱 서비스 검색 결과를 나타낸다. 정의한 WSMO 웹서비스에 대하여 goal에 정의한 온톨로지 와 WSMO 웹서비스의 Capability와 nonFunctionalProperties에 정의된 온톨로지를 바탕으로 매칭 한 결과이다. 검색 결과, WSMO 시맨틱 검색 기능이 제공하는 3단계(exact match, subsumption match, intersection match) 매칭 결과가 출력되었다. 이에 응용 개발자는 검색된 서비스 결과를 대상으로 새로운 응용을 개발하는 데 이용할 수 있다.

## V. 결론

본 고에서는 현재 학계와 산업계에서 활발히 논의되기 시작한 시맨틱 어노테이션 기술에 대해 조사하고 기술들을 비교 분석하였다. 그 중 시맨틱 서비스 모델링을 가장 체계적으로 접근한 WSMO 기술과 WSMO 개발 환경을 이용하여 시맨틱 서비스 어노테이션을 수행한 후 서비스 검색을 수행하는 사례를 보임으로써 시맨틱 어노테이션의 문제점과 실현 가능성을 파악해 보았다. WSMO 모델링이 비전문가에게는 다소 고난이도의 작업이었지만, 온톨로지를 이용한 goal 정의와 goal과 서비스 명세 등을 표현할 수 있도록 지원하는 도구들이 작업의 난이도를 줄여주고 있었다. 그러나 시맨틱 어노테이션 기술이 진정 시맨틱 웹서비스 세상을 견인하는 역할을 다하기 위해서는 시맨틱 정보를 어노테이션 하는 데 피할 수 없는 수작업을 줄이는 점이라 하겠다. 곧, 어노테이션 작업을 위한 자동 정보 수집/추출 기술들이 접목될 것으로 사료되며 이를 위해서는 기존의 웹서비스 또한 기능적/비기능적 명세 기술이 보강되어야 할 것으로 판단된다.

### 용어해설

시맨틱 웹서비스(Semantic Web Services): 웹서비스에 시맨틱 웹을 접목시킨 기술로서, 온톨로지를 활용하여 웹서비스의 비기능적/기능적/정보적/행위적 특성을 부가적으로 명세(description)함으로써 궁극적으로 웹서비스 검색, 조합, 중재 과정을 자동화하기 위한 기술이다.

온톨로지: 원래 철학에서 나온 개념이지만, IT 분야에서는 특정한 영역(domain)을 표현하는 데이터 모델로서 특정한 영역에 속하는 개념과, 개념 사이의 관계를 기술하는 정형(formal) 어휘의 집합으로 정의한다. 가장 많이 인용되는 온톨로지에 대한 정의는 '어떤 관심 분야의 개념화를 위하여 명시적으로 정형화한 명세서(An ontology is an explicit and formal specification of a conceptualisation of a domain of interest. (Tom Gruber, 1993)' 이다.

### 약어 정리

DAML	DARPA Agent Markup Language
DERI	Digital Enterprise Research Institute

DL	Description Logic
ESSI	European Semantic Systems Initiative
FOL	First Order Logic
IBNF	Information semantics, NonFunctional semantics, Behavior semantics, Function semantics
LP	Logic Programming
OWL	Web Ontology Language
OWL-S	OWM based Web Service Ontology
RDF	Resource Description Framework
RDFS	RDF Schema
SAWSDL	Semantic Annotation For WSDL
SESA	Semantically Enabled Service-oriented Architecture
SOA	Service Oriented Architecture
UDDI	Universal Description and Integration
WSDL	Web Services Description Language
WSML	Web Services Modeling Language
WSMO	Web Services Modeling Ontology
WSMT	Web Services Modeling Toolkit
WSMX	Web Services Execution Environment

### 참고 문헌

- [1] 김창환, "웹서비스 개념 및 응용서비스 동향," 주간기술동향, 1395호, 2009.
- [2] D. Fensel, M. Kerrigan, and M. Zaremba, "Implementing Semantic Web Services," Springer, 2008.
- [3] WSML Working Group, "D16.1v1.0.WSML Language Reference," WSML Working Draft, 2008.
- [4] F. Fischer and B. Bishop, "D.3.2.1 Framework and APIs for Integrated Reasoning Support," SOA4All-FP7- 215219, 2008.
- [5] J. Kopecky and T. Vitvar, "WSMO-Lite: Lowering the Semantic Web Services Barrier with Modular and Light-weight Annotations," *IEEE Int'l. Conf. on Semantic Computing*, 2008, pp. 238-244.
- [6] D. Martin et al., "OWL-S: Semantic Markup for Web Services," Member Submission, W3C, <http://www.w3.org/Submission/OWL-S/>, 2004.
- [7] J. Bruijin et al., "Web Service Modeling Ontology(WSMO)," Member Submission, W3C, <http://www.w3.org/Submission/WSMO/>, 2004.

- www.w3.org/Submission/WSMO/, 2005.
- [8] [http://www.cs.cmu.edu/~softagents/daml\\_Mmaker/daml-s\\_matchmaker.htm](http://www.cs.cmu.edu/~softagents/daml_Mmaker/daml-s_matchmaker.htm)
- [9] <http://www.semwebcentral.org/>
- [10] 전양승, 정영식, 한성국, “시맨틱 웹서비스 기술 동향,” 정보과학회지, Vol.24, No.4, 2006, pp. 82-95.
- [11] J. Farrell and H. Lausen, “Semantic Annotations for WSDL and XML Schema,” Member Submission, W3C, <http://www.w3.org/TR/sawSDL/>, 2007.
- [12] J. Kopecky, T. Vitvar, and D. Fensel, “D3.4.2 WSMO-Lite: Lightweight Semantic Descriptions for Services on the Web,” SOA4All-FP7- 215219, 2009.
- [13] Jacek Kopecký et al., “D12V0.1, HRESTS & MICROWSMO,” CMG WG Working Draft, 2009.
- [14] I. Toma, N. Steinmetz, and J. Lorre, “D5.1.1 – State of the Art Report on Service Description and Existing Discovery Techniques,” SOA4All-FP7- 215219, 2008.
- [15] R. Lara, D. Roman, A. Polleres, and Dieter Fensel, “A Conceptual Comparison of WSMO and OWL-S,” ECOWS, LNCS 3250, 2004.
- [16] M. Paolucci, N. Srinivasan, and K. Sycara, “Expressing WSMO Mediators in OWL-S,” *Proc. of the Semantic Web Services Workshop(SWS) at Int’l Semantic Web Conf.(ISWC)*, CEUR Workshop Proc., Vol.119, 2004.
- [17] <http://sourceforge.net/projects/wsmf/>
- [18] <http://sourceforge.net/projects/wsmx/>