융복합 서비스를 위한 시맨틱 웹 서비스 기술

Semantic Web Services Technologies Towards Future Converged Services

박유미 | 문애경 | 유현경 | 정유철
한국전자통신연구원

요 약

인터넷의 발전 과정에서 데이터 중심의 시맨틱 웹 기술과 서비스 중심의 웹 서비스 기술은 시맨틱 웹 서비스라는 융합기술로 발전하고 있다. 본 고에서는 시맨틱 웹 서비스의 핵심 기술인 어노테이션, 발견, 조합, 실행, 중재 기술에 대해 소개하고, 산업계와 학계의 연구 동향을 분석한다. 더불어 시맨틱 웹 서비스 기술이 융복합 서비스 발전에 미치는 영향을 간략히 고찰하고자 한다.

I. 서 론

시맨틱 웹 서비스란 인터넷에 개발된 수많은 웹 서비스를 보다 의미적으로 활용하기 위해 시맨틱 기술을 도입한 웹 서비스를 의미하며, 시맨틱 웹 서비스 기술이란 웹 서비스에 다양한 정보를 부가함으로써 의미 검색과 자동 서비스 조합을 목적으로 하는 기술이다[1]. 즉, 시맨틱 웹 서비스 기술을 이용하면, 인터넷의 수많은 웹 서비스 중 사용자의 의도와 목적에 맞는 서비스를 손쉽게 찾을 수 있고, 나아가 그 결과들을 이용하여 사용자의 목적에 맞는 서비스를 자동으로 만들어 낼 수 있다. 예를 들어, 저렴한 호텔을 선호하는 서비스 사용자가 '지금 동경으로 출장을 가려면 뭘 해야 하지' 라는 요구사항을 제시하면, 시맨틱 서비스 조합 기술은 그 사용자의 프로화일 (직업, 선호도 등)에 따라 '(오늘 출발하는) 동경 행 비행기 예약 + (저렴한) 동경의 호텔 예약 + 동경의 국제 공항에서 예약된 호텔로 이동하는 (가장 빠른) 대중 교통 수단' 을 하나의 서비스로 조합하여 사용자에게 제공할 수 있다. 현재는 꿈 같은 시나리오 이지만 멀지 않은 미래에 그 꿈을 이루게 할 기술이 바로 시맨틱 웹 서비스 기술이다.

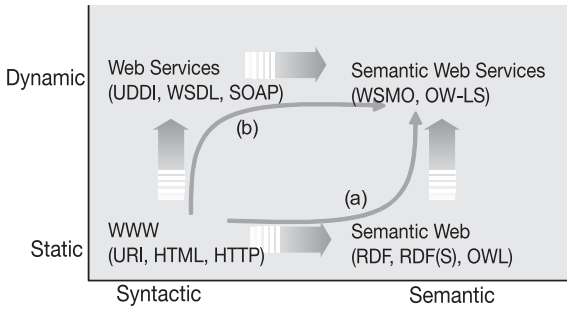
이에 본 고에서는 시맨틱 웹 서비스의 근간이 되는 웹 서비스 기술과 시맨틱 웹 기술의 배경을 살피고, 시맨틱 웹 서비스의 핵심 기술인 어노테이션, 발견, 조합, 중재 기술에 대해 소개한 후 각 기술들의 연구 동향을 설명한다. 마지막으로 시맨틱 웹 서비스 기술이 융복합 서비스 발전에 미치는 영향을 고찰하며 결론을 맺고자 한다.

II. 시맨틱 웹 서비스 개념

시맨틱 웹 서비스 등장 배경의 이해를 돕기 위해 웹과 웹 서비스 기술의 발전 방향을 그림 1에 도식화하였다. 가로축은 기술이 다루고자 하는 정보의 깊이로서 외부로 드러난 구문 정보 (syntactic) 로부터 그 정보가 내포한 의미까지 활용하고자 하는 시맨틱(semantic)기술로 진화하고 있다. 세로축은 다루는 정보의 특성에 따라 정적(static) 정보를 다루는 기술과 동적(dynamic) 정보를 다루는 기술로 구분하여

본 논문은 지식경제부 및 산업기술평가관리원의 차세대 통신 네트워크 산업 원천 기술 개발 과제로 수행하였음[KI002076, 네트워크 기반 수요자 지향 융합서비스 공통 플랫폼 개발]

표현하였다.



(그림 1) 웹과 웹 서비스 기술의 발전 방향

(그림 1)의 왼쪽 하단에 위치한 웹(WWW) 기술은, 인터넷 브라우저를 통해 웹 상의 임의의 데이터에 접근하기 위한 기술로서, 확보한 데이터의 의미를 파악하는 일은 이를 활용하려는 사람 또는 프로그램의 몫이었다. 이에 비해 최근 웹 2.0[2]등으로 가시화 되고 있는 시맨틱 웹 기술은, 데이터 중심의 웹에 시맨틱 컴퓨팅 기술을 적용한 기술이다. 시맨틱 컴퓨팅 기술은 컴퓨터가 웹의 데이터와 그들 간의 관계를 유추하여 의미를 찾아냄으로써 최종 사용자에게 전달되기 전에 데이터의 활용가치를 높이려는 기술이다. 이렇듯 사람 대신 컴퓨터가 데이터의 의미를 파악하기 위해서는 일반 웹 컨텐츠 표현 방식인 HTML이상의 부가 정보 표현 방법과 이를 처리하는 기술이 필요하다.

한편 웹에 존재하는 정적인 데이터 보다는 이를 다룰 수 있는 서비스 또는 인터페이스를 다루는 기술로서 웹 서비스 기술이 2000년대 초반부터 부상하게 되었다. 웹 서비스 기술은 SOA (Service Oriented Architecture)를 실현하기 위한 대표적인 기술로서 이기종 플랫폼 위에 구축된 응용 또는 서비스 들 간에 오퍼레이션을 공개하여 오퍼레이션이 제공하는 입출력 메시지만을 교환함으로써 원격지에 있는 서비스 객체를 손쉽게 상호 연동할 수 있도록 하는 기술이다[3].

마지막으로 시맨틱 웹 서비스 기술은 (그림 1)을 기준으로 두 가지 발전 방식이 존재한다. 시맨틱 웹에서 시맨틱 웹 서비스로의 발전 (a)과 웹 서비스로부터 시맨틱 웹 서비스로의 발전 방식(b)이다. (a)는 시맨틱 웹의 서비스화를 의미하고, (b)는 웹 서비스에 시맨틱 기술의 도입을 뜻한다. 두 가지 발전 방향의 최종 목적은 시맨틱 웹 서비스이지만 접근 방식이 달라 시맨틱 웹 서비스의 개념 정립에 혼란을 초래하기도 했었다. 그러나 현재는 후자의 방식으로 보편적으로 이해되고 있다. 요약하면, 시맨틱 웹 서비스란 웹 서비스에 시맨틱 웹 기술을 접목시킨 기술로서 온톨로지를 활용하여 웹 서비스의 비기능적/기능적/정보적/행위적 특성을 부가적으로 명세 (description)함으로써 궁극적으로 웹 서비스 발견, 조합, 실행, 중재 과정을 자동화, 정교화하기 위한 기술로 요약될 수 있다[1].

III. 관련 연구

시맨틱 웹 서비스 연구는 W3C의 SWSI(Semantic Web Services Initiative)와 유럽의 DERI(Digital Enterprise Research Institute)를 양대 산맥으로 활발히 연구되고 있으며, 이와 더불어 본 장에서는 미국 조지아텍 (Georgia Tech)의 METEOR-S 프로젝트도 함께 소개하고자 한다.

SWSI는 서비스 온톨로지 언어 OWL-S(Semantic Markup for Web Services)를 중심으로 한 시맨틱 웹 서비스 프레임워크를 개발하고 있다. OWL-S는 표준 웹 온톨로지 언어인 OWL을 개발한 미국의 DAML(DARPA Agent markup Language) 컨소시엄에 의해 W3C 표준으로 제안되었다[4]. 반면 DERI에서는 웹 서비스 모델링 프레임워크 (Web Service Modeling Framework)를 실현하기 위해 시맨틱 웹 서비스 모델인WSMO (Web Service Modeling Ontology), 시맨틱 웹 서비스 모델링 언어인 WSML(Web Service Modeling Language), 서비스 실행 환경인 WSMX (Web Services Execution Environment)를 연구하고 있다[1,5,6]. Georgia Tech의 METEOR-S 프로젝트 [7]에서는 기존의 웹 서비스에 시맨틱을 추가하는 어노테이션(annotation)에 관한 연구를 집중적으로 수행하였으며, 이에 기반한 웹 서비스 발견(discovery) 및 웹 서비스 조합 (composition) 등에 관련된 프로토타입을 구현하였다.

(그림 1)의 시맨틱 웹 서비스 발전 방향에서 위 세 연구 방향을 고찰하면, SWSI는 (a) 접근 방법을 따른 반면, DERI와 조지아텍에서는 (b)의 접근 방법을 따랐다고 할 수 있다.

IV. 시맨틱 웹 서비스 기술 동향

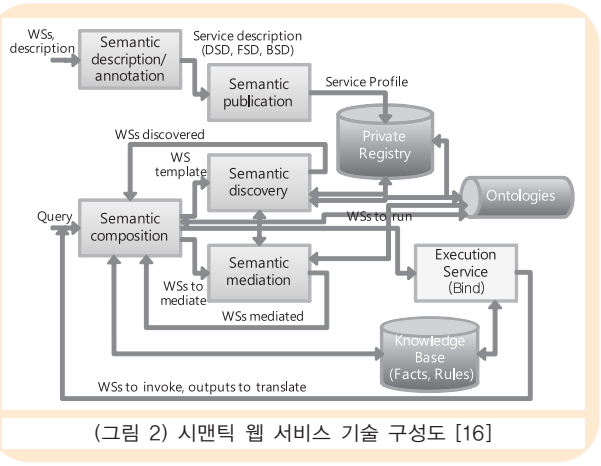
시맨틱 웹 서비스 기술을 가장 활발히 구현하고 있는 DERI 연구소가 최근 그들의 개발 경험을 기술한 저서[1]에서 시맨틱 웹 서비스 기술의 기본적 요구사항으로서 웹 서비스를 기술하는 프레임워크, 온톨로지 기반의 데이터 모델, 웹 서비스 프로세스의 자동화를 위한 시맨틱 기술을 제시하고 있다. (그림 2)는 이러한 요구사항을 만족하기 위한 시맨틱 웹 서비스 핵심 기술의 구성을 도시하였고, 본 장에서는 CMU의 OWL-S 프로젝트, DERI의 WSMO 프로젝트, 조지아텍의 METEOR-S 프로젝트에서 수행되고 있는 (그림 2)의 핵심 기술 연구 동향을 설명한다.

1. 시맨틱 어노테이션 (annotation) 기술

시맨틱 어노테이션 기술은 웹 서비스의 기능적/비기능적 의미들을 표준 명세에 부가하는 기술이다. 기존의 웹 서비스 표준 명세(WSDL)에 기술된 인터페이스와 입출력만으로는 의미적인 컴퓨팅이 어렵기 때문에 다양한 정보들을 부가적으로 명세하는 것이 필요하게 되었다. 어노테이션 정보들은 시맨틱 서비스 발견 (discovery) 및 조합 (composition)에 직접 활용되기 때문에 시맨틱 웹 서비스 기술들에 있어 기본적이고도 핵심적인 기술이라 할 수 있다.

시맨틱 어노테이션 기술은 접근 방식에 따라 하향식(Top-down)과 상향식 (Bottom-up) 방식으로 구분할 수 있다[8]. 하향식 방식은 기 개발된 웹 서비스와는 별개로 시맨틱 웹 서비스를 모델링하는 것으로 새로운 시맨틱 웹 서비스를 설계할 때 적합한 방식이다. 반면, 상향식 방식은 기존의 웹 서비스 명세에 시맨틱 정보를 추가하는 것으로 WSDL 기반의 웹 서비스가 이미 존재할 때 이의 시맨틱 서비스화에 유용한 방식이다.

하향식 방식의 대표적인 OWL-S[4]와 WSMO(Web Service Modeling Ontology)[1,5]이 있다. OWL-S는 서비스 개요를 기술하는 서비스 프로파일, 서비스 실행과 연관된 프로세스 정보를 제공하는 프로세스 모델, 서비스 매핑을 담당하는 서비스 그라운딩(Grounding)의 3가지 구성 요소를 포함한다. 서비스 프로파일은 서비스 제공자에 대한 정보와 서비스의 특성을 기술하는 부분으로 서비스 검색에 이용된다. 프로세스 모델은 프로세스 단위에서 서비스 조합을 위한 정보를 기술하기 위한 것으로 서비스 조합과 실행과정에 이용된다. 서비스 그라운딩은 실제 웹 서비스 WSDL과 매핑 정보를 표현한다.

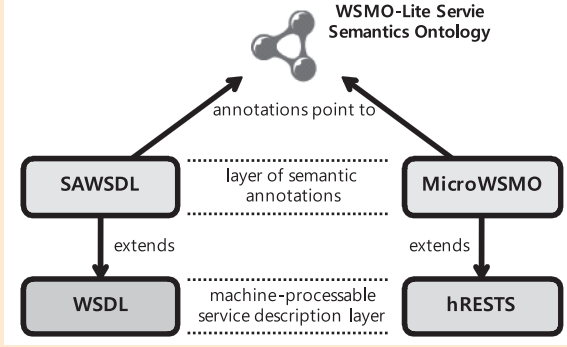


(그림 2) 시맨틱 웹 서비스 기술 구성도 [16]

WSMO는 DERI 연구소에서 시맨틱 웹 서비스의 다양한 측면을 서술하기 위하여 4가지 구성요소(Ontologies, Goals, Web Services, Mediation)로 시맨틱 웹 서비스를 모델링하기 위하여 개발한 것이다. 서비스 프로파일 정보만을 정의하는 OWL-S와 달리, WSMO는 사용자가 필요로 하는 웹 서비스의 기능을 명세하는 목표(Goal)과 서비스 제공자 측면의 서비스 프로파일을 정의하는 웹 서비스(Web Services)를 분리하여 정의할 수 있는 모델이다. 또한, 이질적으로 개발된 온톨로지, 서비스 등을 통합하기 위한 중재(Mediation) 기능을 명시적으로 제공한다[5].

상향식 방식의 SAWSDL(Semantic Annotations for WSDL)[9], WSMO-Lite[10], MicroWSMO[11]가 있고, (그림 3)은 이들의 관계도를 나타낸다. SAWSDL은 WSDL로 명세된 기개발 웹 서비스의 기능 명세에 시맨틱 정보를 추가할 수는 방법으로서 2007년 8월 W3C에 권고안으로 채택, 3가지 (model Reference, lowering Schema Mapping, lifting Schema Mapping) 속성을 사용하여 WSDL 문서에 시맨틱 정보를 추가한다. WSMO-Lite는 DERI 연구소에서 개발한 WSMO 계열의 어노테이션 방식으로, SAWSDL 문법을 이용하여 기 개발된 웹 서비스의 WSDL에 시맨틱 정보를 추가하는 상향식 방식이다. 하지만 SAWSDL과 달리 WSMO-Lite는

IBNF(Information semantics, NonFunctional semantics, Behavior semantics, Function semantics)의 4가지 시맨틱스를 정의한다. MicroWSMO는 RESTful 웹 서비스의 시맨틱 어노테이션을 위한 방법으로 RESTful 웹 서비스를 명세한 hREST[11]에 시맨틱 정보를 추가한다.



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

2. 시맨틱 서비스 발견(discovery) 기술

시맨틱 웹 서비스 발견은 웹 상에 존재하는 수많은 웹 서비스들 중 목적(Goal)을 만족하는 웹 서비스를 검색해내는 작업으로서, 그 세부 과정은 크게 검색(search)과 선택(selection)의 과정으로 나뉜다.

웹 서비스 검색(search)은 기본적으로 키워드 기반 매칭[12]을 사용하고, 보다 적합도 높은 웹 서비스를 찾기 위해서는 명시적이고 잘 정의된 시맨틱 어노테이션에 입각한 추론이 필요하다.

웹 서비스 선택(selection)은 웹 서비스 검색 과정으로부터 획득된 여러 개의 후보 서비스들 중 사용자의 선호도(preference)를 최대한 만족시키는 하나의 서비스를 선택하는 과정이다. 특히 서비스의 비기능적 특성 (예: 위치, 온도, 가용성, 가격, 지불, 할인, 권한, 신뢰도 등에 이르는 기능적/행위적 특성이 아닌 것)을 도입한[14] 서비스 랭킹(ranking)이 그 특징이다. 즉, 랭킹 리스트에서 상위에 위치한 k(top-k)개를 추출한 후 서비스 요청자에게 전달하면 최종적으로 사용자가 선택할 수 있는 과정이 포함된다.

기존의 UDDI레지스트리에서는 단순 키워드로 서비스를 발견한 데 반해, OWL-S에서는 기존의 UDDI 레지스트리를 확장하여 온톨로지에 존재하는 개념 간의 상하 관계를 통한 추론이 가능하다. WSMO 기반의 SESA 프레임워크[1]에서는 입출력 정보, 기능적/행위적 특성, 비기능적 특성 등을 활용하여 키워드 매칭으로부터 보다 적합도 높은 웹 서비스 발견을 위한 메커니즘을 계속 연구하고 있다. METEOR-S 프로젝트에서는 웹 서비스 발견 인프라스트럭처 (MWSDI)내에 UDDI를 구축하여 웹 서비스 발견에 한층 강화된 시맨틱 정보를 활용하기 위해 WSDL-S 및 SAWSDL 표준을 채용하고 있다[7].

3. 시맨틱 서비스 중재 (mediation) 기술

웹 서비스 명세에 기술된 기본 정보와 부가 정보들은 서로 비슷한 개념이라 하더라도 분야마다 다른 용어와 타입을 사용하므로, 다양한 서비스들이 조합되어 실행될 경우 용어와 타입의 불일치로 서비스 상호운용성을 보장하기 어렵다. 이를 해결하기 서비스와 데이터 간의 중재 기술이 필요하다.

WSMO에서는 WSMO의 핵심 요소인 중재자(mediator)를 이용하여 데이터, 프로토콜, 프로세스 레벨에서 중재 기능을 제공하고 있다[1,15]. WSMO의 데이터 중재기능은 설계 시점에 소스 웹 서비스의 온톨로지와 타겟 웹 서비스의 온톨로지 간의 매핑 규칙을 생성하고, 실행 시점에 이를 이용한다. 예를 들어, 소스 온톨로지는 섭씨 온도 체계를 사용하고 있고 타켓 온톨로지는 화씨 온도 체계를 사용하고 있을 때 두 온톨로지의 연동을 위해서는 단위 간에 환산이 필요하고 이를 규칙으로 생성하여 데이터 중재에 활용한다.

WSMO의 프로세스 중재기능은 소스 서비스와 타겟 서비스 간의 메시지 교환 패턴에서 불일치를 파악하여 메시지 송수신 동작을 원활히 중재함으로써 동작 중재 (behavioral mediation)라고도 불린다. 예를 들어 서비스 제공자는 항공권 예약 서비스와 호텔 예약 서비스를 별도로 제공하고 있고, 서비스 이용자는 두 서비스를 하나의 요청으로 처리하고자 하는 경우 프로세스 중재 기능은 요청 메시지를 분기하여 처리하는 역할을 한다. 프로토콜 중재 기능은 소스와 타겟 웹 서비스에서 사용하는 서로 다른 통신 프로토콜간의 중재를 수행한다.

OWL-S에서는 서비스 중재를 위한 별도의 컴포넌트는 없지만 웹 서비스 개발자가 직접 알고리즘이나 웹 서비스 형태로 데이타 중재 기능을 제공할 수 있다[4].

SAWSDL에서는 웹 서비스의 입출력 파라메터와 서비스

온톨로지에 구축된 개념 간에 상호 연동을 위한 데이터 매핑에 중점을 두고 있다. 이때 웹 서비스의 입출력 파라메터를 온톨로지 개념으로 매핑하는 것을 리프팅 스키마 매핑(lifting schema mapping)이라 하고, 반대로 온톨로지 개념을 웹 서비스의 입출력 파라메터로 매핑하는 것을 로우어링 스키마 매핑 (lowering schema mapping)이라고 한다[8].

4. 시맨틱 서비스 조합(composition)과 실행 (Execution) 기술

인터넷에서 사용자의 요구가 다원화 되면서 모든 요구를 만족하는 하나의 웹 서비스를 만들기 보다는 여러 서비스들을 조합하여 요구사항을 만족시키는 방식이 재사용과 효율성 측면에서 부각되고 있다. 시맨틱 웹 서비스 조합 기술은 시맨틱 어노테이션된 웹 서비스들을 대상으로 사용자 요구사항에 만족하는 서비스들을 의미적으로 검색하여 자동으로 조합하기 위한 기술이다. 시맨틱 서비스 실행 기술은, 자동으로 조합된 서비스를 실행함에 있어 서비스 제어 흐름을 모니터링하고, 서비스가 제공되지 못하는 오류 상황에서 다른 적절한 서비스로 대체할 수 있어야 하며, 데이터 및 프로세스를 중재할 수 있어야 한다.

DERI에서는 WSMO기반의 시맨틱 웹 서비스 실행 환경을 구축하여 'execution semantics' 라는 기능을 통해 대해 두 가지 조합 서비스 모델인 오케스트레이션(orchestration) 모델과 코레오-그래피(choreography) 모델을 지원하고 있다[1]. 그 중 서비스들 간의 상호작용 시 실시간으로 통신 패턴을 분석하고 둘 사이의 커뮤니케이션 패턴을 맞춰주는 중재(mediation) 기능을 포함하는 코레오그래피 모델 연구 개발에 집중하고 있다.

반면, METEOR-S 프로젝트 [7]에서는 오케스트레이션 모델의 컴포지션 프레임워크 (METEOR-S Composition Framework, MWSCF)[17]을 통하여 하위 웹 서비스들 간의 협력에서 발생하는 워크플로우를 의미적으로 관리하려는 연구에 집중하였다. 그러나 서비스 실행에 있어서는 조합 결과를 BPEL4J 엔진을 이용하여 검증하는 정도에 그치고 있다.

V. 결 론

OWL-S, WSMO, METEOR-S 프로젝트를 통해 시맨틱 웹 서비스 기술의 발전 과정을 살펴본 결과, METEOR-S 프로젝트에서는 기존의 웹 서비스를 바탕으로 부분적으로 시맨틱 기술을 적응시키는 과도기적인 발전 방향을 추구하는 반면, OWL-S와 WSMO 연구들은 새로운 시맨틱 웹 서비스 생성을 위한 시맨틱 컴퓨팅 기술에 중점을 두며 웹 서비스의 혁신적인 발전을 시도하고 있다.

현재까지 어느 기술도 상용화되지는 않았지만, 멀지 않은 미래에 인터넷의 수많은 서비스 중 사용자의 의도와 목적에 꼭 맞는 서비스를 손쉽게 찾고 자동으로 조합하여 사용할 수 있는 서비스 환경의 도래에 시맨틱 웹 서비스 기술이 그 견인차 역할을 하게 될 것이다.

그러나 시맨틱 웹 서비스 기술이 도메인/서비스 온톨로지 구축, 정보 추론, 의미적 상호운용성, 수작업에 기초한 시맨틱 어노테이션, 인공 지능 기술에 기반해야 하는 자동 서비스 조합 등 웹 서비스 기술에 비해 고난이도 기술을 필요로 하고 있어 상용화까지는 많은 도전을 넘어야 할 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

[1] D. Fensel, M. Kerrigan, and M. Zaremba, Implementing Semantic Web Services, Springer, 2008.

[2] 전종홍, 이원석, 이강찬, 이승윤, "웹 2.0 기술 동향에 관한 연구," 정보처리학회, vol.13, no.2, 2006.

[3] 김창환, "웹 서비스 개념 및 응용 서비스 동향," 정보통신연구진흥원 주간기술동향 1395호, May 2009, pp. 13-26.

[4] Semantic Markup for Web Services (OWL-S), W3C Member Submission 22 November 2004, Available at http://www.w3.org/Submission/2004/SUBM-OWL-S-20041122/.

[5] Web Service Modeling Ontology (WSMO), W3C

Member Submission 3 June 2005, Available at http://www.w3.org/Submission/WSMO/.

[6] R. Lara, D. Roman, A. Polleres, and Dieter Fensel, "A Conceptual Comparison of WSMO and OWL-S," In Proc. of ECOWS, LNCS 3250, 2004, pp. 254-269.

[7] Amit P. Sheth, K. Gomadam, and A. Ranabahu, "Semantics Enhanced Services: METEOR-S, SAWSDL and SA-REST," In Proc. of IEEE Data Eng. Bull., vol.31, no.3, 2008, pp.8-12.

[8] 문애경 외, "시맨틱 웹 서비스를 위한 시맨틱 어노테이션 기술 동향," 전자통신동향분석, vol.25, no.20, April 2010,pp.121-131.

[9] Semantic Annotations for WSDL and XML Schema (SAWSDL), W3C Recommendation 27 August 2007, Available at http://www.w3.org/TR/sawsdl/.

[10] J. Kopecky and T. Vitvar, "WSMO-Lite: Lowering the Semantic Web Services Barrier with Modular and Light-weight Annotations," In Proc. of IEEE Int. Conf. on Semantic Computing, 2008, pp. 238-244.

[11] D12V0.1, HRESTS & MICROWSMO, CMS WG Working Draft 10 March 2009, Available at http://cms-wg.sti2.org/TR/d12/v0.1/.

[12] R. Baeza-Yates and B. Ribeiro-Neto, Modern Information Retrieval, Addison-Wesley-Longman, 1999.

[13] C. Preist. "A Conceptual Architecture for Semantic Web Services," In Proc. of ISWC 2004, LNCS 3298, 2004, pp. 395-409.

[14] H. Q. Yu and S. Reiff-Marganiec, "Non-functional Property based Service Selection: A Survey and Classification of Approaches", Non Functional Properties and Service Level Agreements in Service Oriented Computing Workshop co-located with the 6th IEEE European Conf. on Web Services (ECWS), 2008.

[15] M. Paolucci, N. Srinivasan, and K. Sycara, "Expressing WSMO Mediators in OWL-S," In Proc. of the Semantic Web Services Workshop (SWS) at ISWC, CEUR Workshop Proceedings, vol. 119, 2004.

[16] S. Izza, L. Vincent, and P. Burlat, "A Unified Framework for Enterprise Integration: An Ontology-Driven Service-Oriented Approach," In Proc. of INTEROP-ESA' 2005, 2005, pp. 78-89.

[17] K. Sivashanmugam, J. A. Miller, et al., "Framework for Semantic Web Process Composition," Int. J. Electron. Commer. vol. 9, no. 2, Winter 2004-5, pp. 71-106.

약 력

박 유 미

1991년 숙명여자대학교 전산학과 이학사
1997년 충남대학교 컴퓨터과학과 이학석사
2010년 충남대학교 컴퓨터공학과 공학박사
1991년 ~ 현재 한국전자통신연구원 책임연구원
관심분야 : 상황인지 서비스 기술, 차세대 모바일 서비스 기술, SIP

문 애 경

1992년 영남대학교 전산공학과 공학사
1996년 영남대학교 컴퓨터공학과 공학석사
2000년 영남대학교 컴퓨터공학과 공학박사
2000년 ~ 현재 한국전자통신연구원 선임연구원
관심분야 : 분산/병렬 데이타베이스, 메시징 시스템, 개인화 기술, 상황인지 기술

유 현 경

2000년 충남대학교 정보통신공학과 공학석사
2000년 ~ 현재 한국전자통신연구원 선임연구원
관심분야 : 시맨틱 웹 서비스 기술, 위치 기반 서비스 기술

정 유 철

2003년 아주대학교 정보 및 컴퓨터공학과 공학사
2005년 한국과학기술원 디지털미디어전공 공학석사
2007년 한국과학기술원 전산학전공 박사수료
2009년 ~ 현재 한국전자통신연구원 연구원
관심분야 : 시맨틱 검색, 상식/액티비티 컴퓨팅, 상황인지 기술