

시맨틱 웹 서비스를 위한  
Topic Maps 기반의 온톨로지 언어\*

황윤영\*\*, 유정연, 유소연, 이규철\*\*\*  
충남대학교 컴퓨터공학과

Ontology Language based on Topic Maps  
for Semantic Web Service

Yun-Young Hwang, Jeong-Youn Yu, So-Youn Yu, Kyu-Chul Lee  
Computer Engineering Dept.  
Chungnam National University

Abstract

The Semantic web service is able to intelligently discover, execute, composite and monitor the Web Service. It constructs the ontology on Web Service and describes the Semantic Markup in the machine-readable form. The currently developing technologies of the Semantic Web Service discovery are DAML-S matchmaker in Carnegie Mellon University, Process Handbook in MIT and etc. In this paper, we propose the ontology language based on Topic Maps that supports the benefits and solves the problems of the Semantic Web Service discovery technologies.

*Key Word* : Semantic web service, DAML-S, MIT Process Handbook, Topic Maps, TM-S

---

\* 본 연구는 한국과학재단 지정 충남대학교 소프트웨어연구센터(SOREC)와 정보통신부의 대학 IT 연구센터(ITRC) 지원을 받아 수행되었습니다.

\*\* 충남대학교 컴퓨터공학과 석사과정

\*\*\* 충남대학교 컴퓨터공학과 교수

## 1. 서론

현재 W3C에서 표준화 작업이 진행 중에 있는 웹 서비스(Web Service)는 서로 다른 플랫폼에서 사용자나 프로그램이 필요로 하는 다른 프로그램과 상호호환 되는 것을 목적으로 한다[5]. 그 목적을 달성하기 위해서는 사용자나 프로그램이 필요로 하는 다른 프로그램을 지능적으로 찾아주는 기능이 필요하다. 하지만 웹 서비스의 정보를 기술하는 WSDL(Web Service Description Language)은 논리 제약조건을 기술하는 능력을 제공하고 있지 않으며, 서비스 정보를 저장하고 있는 UDDI(Universal Description, Discovery and Integration) 레지스트리는 키워드 기반의 검색을 지원하고 있기 때문에 지능적인 웹 서비스 검색이 어렵다. 따라서 웹 서비스의 이러한 문제점을 해결하기 위해서 웹 서비스에 시맨틱 웹을 접목시킨 시맨틱 웹 서비스(Semantic Web Service)가 제안되었다.

시맨틱 웹 서비스는 웹 서비스 분야에서 이용되는 데이터들에 대한 온톨로지(Ontology)를 구축하고 기계가 처리할 수 있는 형태로 인코딩함으로써 지능적인 웹 서비스의 발견, 실행, 조합, 모니터링이 가능하도록 한 기술이다[1]. 현재 개발되고 있는 시맨틱 웹 서비스 발견 기술은 Carnegie Mellon 대학의 DAML-S (DARPA Agent Markup Language for Service) matchmaker, MIT(Massachusetts Institute of Technology)의 Process Handbook 등이 있다. 그러나 이들 대부분은 개발초기 단계이거나 지능적으로 웹 서비스를 발견하기에는 여러 가지 제약사항을 가지고 있다.

따라서 본 논문에서는 지능적인 웹 서비스 발견을 위해 체계적인 온톨로지 구축이

가능하며, DAML-S와 MIT의 Process Handbook의 장점을 모두 지원하면서 단점을 보완하는 Topic Maps 기반의 TM-S(Topic Maps for Service)를 제안하였다.

본 논문 2장에서는 서비스 발견에 필요한 질의들에 대해 알아보고, 그 질의들을 중심으로 DAML-S matchmaker와 MIT의 Process Handbook 온톨로지를 분석하였다. 3장에서는 2장의 내용을 기반으로 TM-S 기능 및 모델링 구조에 대해 정의하였다. 마지막으로 4장에서는 TM-S가 나아가야 할 방향에 대해 기술하였다.

## 2. 시맨틱 웹 서비스 발견 기술 분석

웹 서비스를 이용하고자 하는 사용자는 필요한 서비스를 발견하기 위해 다음과 같은 4가지 형태의 질의를 할 수 있다. 즉, 가장 간단한 질의인 서비스/프로세스 이름에 대한 키워드 기반의 질의, 서비스/프로세스의 의미 정보를 나타내는 뷰를 이용한 질의, 서비스/프로세스 입·출력 정보를 이용한 질의, 프로세스들간의 데이터 흐름 정보를 이용한 질의, 서비스/프로세스의 기능에 따른 사용자의 이용 범위를 이용한 질의로 나누어진다.

### ① 키워드 기반의 질의

A. "충남대 전자 서점"이라는 이름을 가진 서비스/프로세스를 찾아라.

### ② 서비스/프로세스 뷰를 이용한 질의

A. 도서 구매 분야에 해당하는 서비스/프로세스들을 찾아라.

B. 전자 상점[sell how?]에서 책[sell what?]을 판매하는 서비스들 중에 핸드폰 결제가[pay what type of medium?] 가능한 서비스를 찾아라.

### ③ 서비스/프로세스 입·출력 정보를 이용

한 질의

A. 고객의 id와 password(input)를 입력 받아 그 사람의 비행기 번호와 예약 번호(output)를 출력하는 항공 예약 서비스/프로세스를 찾아라.

B. 25세 이상의 사람(input constraint)만이 결제가 가능하고 결제 내역을 e-mail로 보내주는(effect) 도서 구매 서비스/프로세스를 찾아라.

④ 데이터 흐름 정보를 이용한 질의

A. 회원이입 절차 없이 물품 주문 후 결제 할 수 있는 서비스를 찾아라

⑤ 서비스의 이용 범위를 이용한 질의

A. 책을 사고자 하는 사람을 대상으로 제공되는 도서 구매 서비스/프로세스를 찾아라.

위의 질의들은 사용자가 웹 서비스를 발견을 위해 기대되는 질의들이며, 지능적으로 서비스 발견을 위해서는 위의 질의들을 모두 지원 할 수 있어야 한다. 하지만 현재 개발되고 있는 DAML-S나 MIT의 Process Handbook은 위의 질의를 모두 지원하기에는 아직은 부족한 점이 많다. 다음 2.1절과 2.2절에서는 위의 질의들을 기반으로 DAML-S와 MIT의 Process Handbook 온톨로지를 분석하였다.

## 2.1 DAML-S [3]

개발되고 있는 시맨틱 웹 서비스 발견 기술 중 대부분은 DAML-S를 기반으로 개발되고 있다. DAML-S는 DARPA(Defense Advanced Research Projects Agency)에서 웹 서비스를 위한 마크업 언어로 개발한 것으로 Service Profile, ServiceModel, ServiceGrounding으로 서비스를 분류하여 작업하고 있다. ServiceProfile은 서비스

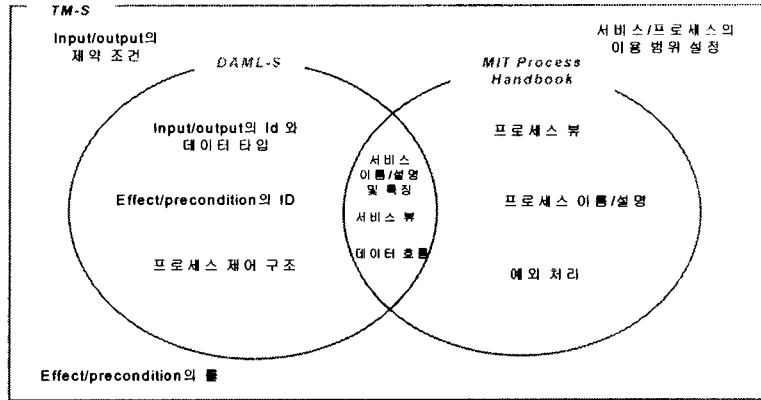
를 발견하는데 필요한 정보들을 기술하는 부분으로서, 서비스 제공자/요구자 정보, 서비스 기능, 서비스 특징을 정의한다. 또한, 서비스의 기능에 대한 상세 정보들은 ServiceModel을 이용하여 발견할 수 있다.

앞의 질의를 기반으로 DAML-S를 분석해보면, ServiceProfile에 정의된 서비스 이름과 설명 정보에 대한 키워드 기반의 질의(① 질의)와 Profile 기반의 계층 정보를 통해 서비스에 대한 의미 정보(②-A질의)들을 발견할 수 있다. 또한, 입·출력 파라미터 정보를 이용한 질의(③-A 질의)도 지원 가능하다. 하지만 서비스를 구성하는 프로세스들에 대한 의미 정보(②-B 질의)와 입·출력 파라미터의 제약 조건(③-B 질의), 특정 사용자에게 대한 서비스 이용 범위 설정(⑤ 질의)에 대한 정의가 없다. 그리고, 현재 프로세스들간의 데이터 흐름 정보는 정의되어 있으나, 프로세스들간의 의미 정보가 없어 이를 이용한 질의(④ 질의)가 불가능하다.

## 2.2 MIT의 Process Handbook [4]

MIT는 비즈니스에 관한 지식 공유 및 개발을 목적으로, 1993년부터 Process Handbook 프로젝트를 개발하여 왔다. 이 프로젝트는 프로세스의 역할과 관계를 정의하는 프로세스 모델링 언어를 기반으로 서비스를 정의하였으며, 프로세스에 대한 분해 정보, 의존 관계, 상세화 정보를 구조적인 개념을 이용하여 기술하고 분류하였다.

Process Handbook 프로젝트에서는 키워드 기반의 질의(① 질의)는 물론, 프로세스들에 대해 계층적으로 분류 정보를 정의한 온톨로지를 이용하여 의미 정보(② 질의)에 대한 발견이 가능하도록 하고 있다. 또한,



<그림 1> DAML-S, MIT의 Process Handbook, TM-S의 포함 관계

프로세스들간의 의존 관계 정의를 통해 데이터들간의 흐름 정보(④ 절의)를 기술한다. 그러나, 프로세스들에 대한 입·출력 파라미터 정보(③ 절의)와 특정 사용자에 대한 서비스 이용 범위(⑤ 절의)는 정의하고 있지 않다.

### 3. TM-S

시맨틱 웹 서비스 발견 기술은 특정한 기능을 수행하는 서비스의 발견은 물론, 통합된 서비스들을 개발하는 조합 기술에도 적용된다. 그러므로, 지능적인 발견을 위해서는 서비스의 일반적인 특징은 물론, 조합 기술에 사용하기 위해 필요한 서비스 정보들을 정의해야 할 뿐 아니라, 관점에 따라 다르게 서비스 정보들을 분류하고 이들 정보들간의 연관성을 잘 표현 할 수 있는 온톨로지의 구축이 필요하다. 이것은 Topic Map 기술을 이용하여 해결할 수 있다.

Topic Maps은 정보 자원을 분류하고 체계화하여 지식화하는 Ontology 기술로서, Topic, Association, Occurrence(TAO)의 3가지 기본 개념을 이용하여 지식 구조를 기술하고 정보 자원들간의 연관성을 정의한다. 즉, Topic Maps은 추상적인 개념들에 대해 실 세계의 모든 객체를 정의하는 Topic, 객체들간의 관계를 표현하는 Association, 객

체에 대한 정보 자원을 기술하는 Occurrence를 이용하여 표현한다. 그리고, scope을 이용하여 관점에 따른 객체의 이름, 정보 자원, 관계를 정의함으로써 객체에 대한 특징을 기술한다. 이 기술은 1993년 컴퓨터 문서 교환에 관한 연구에서 개발이 시작되어 왔으며, 최근에는 Web 기반의 응용을 개발하고 정보의 발견 및 관리의 향상을 목적으로 하는 XML기반의 Topic Maps(XTM)이 ISO 국제 표준으로 승인되었다[2].

본 논문에서는 XTM을 기반으로 한 웹 서비스 온톨로지를 TM-S(Topic Maps for Service)라고 정의하였으며, <그림 1>과 같은 기능들로 구성되어 있다. 이 TM-S는 DAML-S와 MIT의 Process Handbook 온톨로지에 정의된 기능들을 모두 지원하면서 단점을 보완하는 구조를 가진다.

#### 3.1 TM-S을 이용한 서비스 모델링

<표 1>은 DAML-S 및 MIT의 Process Handbook 온톨로지와 비교하여 본 연구에서 제공하는 TM-S의 기능에 대해 XTM을 이용하여 모델링하는 방법을 정의한 것이다. TM-S는 DAML-S와 MIT의 Process Handbook에서 제공하는 기능 외에, XTM의 scope을 이용하여 서비스/프로세스 이름, 뷰 정보, 이용 범위에 대해 관점에 따라 다른 정보들을 정

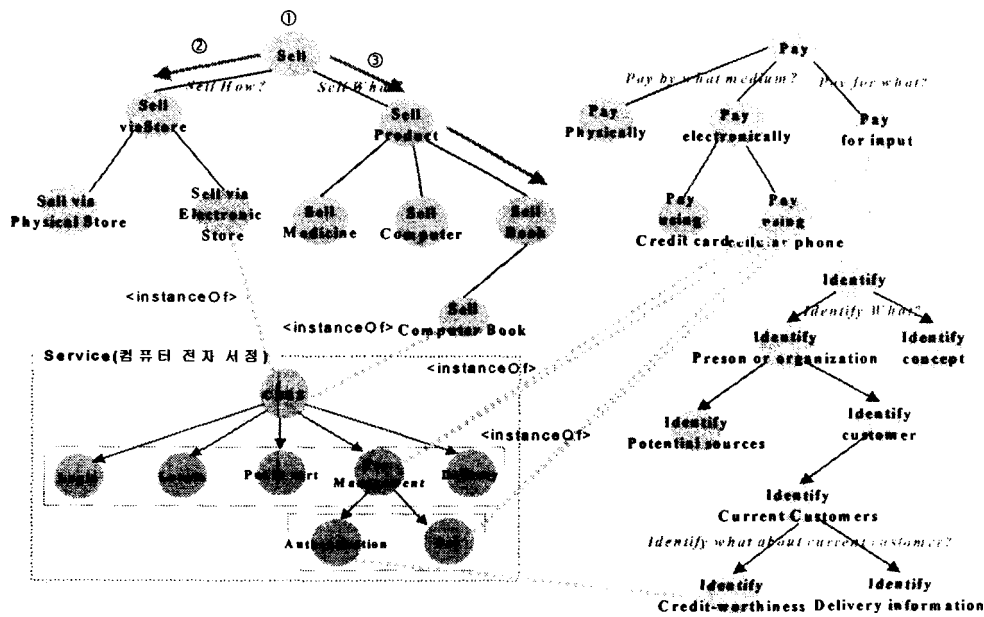
<표 1> DAML-S, MIT의 Process Handbook, TM-S의 모델링 정의 비교

	DAML-S	MIT Process Handbook	TM-S
서비스 이름/ 설명	<ul style="list-style-type: none"> <li>Service Profile의 Service Name</li> <li>Service Profile의 Service Description</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entity의 'Name' attribute와 'value'를 이용하여 정의</li> <li>Entity의 'Description' attribute와 'value'를 이용하여 정의</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>이름: 서비스 Topic의 basename (scope를 이용한 여러 개의 이름 표현)</li> <li>설명: 서비스 Topic의 Occurrence (Occurrence에 대한 Scope 정의)</li> </ul>
서비스의 의미 정보	<ul style="list-style-type: none"> <li>여러 개의 Profile-based class hierarchy를 정의</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>프로세스에 대한 여러 개의 view 정의</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>view 정의: association에 대한 scope으로 정의</li> <li>서비스와의 관계: Topic에 대한 instanceOf로 정의</li> </ul>
서비스의 이용 범위	<ul style="list-style-type: none"> <li>없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>서비스 기능: association에 대한 scope으로 정의</li> </ul>
프로세스 정의 및 의미 정보	<ul style="list-style-type: none"> <li>Service Profile: 없음</li> <li>Process Model</li> <li>Class의 id로 프로세스 정의</li> <li>프로세스에 대한 의미적인 정보 정의가 없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>subProcess에 대한 여러 개의 view 정의</li> <li>subProcess에 대해 attribute와 'value'를 이용하여 정의</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>프로세스 이름: Topic의 basename (scope를 이용한 여러 개의 이름 표현)</li> <li>view 정의: association에 대한 scope으로 정의</li> <li>프로세스와의 관계: Topic에 대한 instanceOf로 정의</li> </ul>
인터페이스 (파라미터)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Service Profile/Process Model</li> <li>Input/output에 대한 데이터 타입 정의</li> <li>Input/output에 대한 constraint 가 없음</li> <li>Effect/Precondition에 대한 rule 정의 없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>input/output에 대한 정의 없음</li> <li>input/output에 대한 constraint가 없음</li> <li>Effect/precondition에 대한 정의 없음</li> <li>Effect/precondition에 대한 rule 정의 없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>input/output, Effect/Precondition에 대한 Topic 정의</li> <li>Constraint 및 rule 정의: DataType Topic 정의 및 rule 정의를 이용</li> </ul>
데이터 흐름	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dataflow 파일 정의</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Relationship(input port/output port)를 이용하여 정의</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>프로세스들간의 association 정의와 통한 Dataflow 정의</li> </ul>
프로세스 제어 구조	<ul style="list-style-type: none"> <li>Process Model의 Control structure 정의 (sequence, split, fork+join . .)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>control structure의 구성 원본: Topic으로 정의</li> <li>원본들간의 관계 association으로 정의</li> </ul>
예외 처리	<ul style="list-style-type: none"> <li>없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>프로세스의 fail 경우와 이를 fail에 대한 회피, 예방, 발견에 관련된 방법 정의</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>fail 및 회피, 예방, 발견에 대한 정의: Topic으로 정의</li> <li>처리 방법: rule 정의를 이용</li> </ul>

의한다. 즉, 서비스/프로세스 이름에 대해 국가별 언어, 표준화된 표현법, 관용 표현 등에 따른 여러 가지의 이름들을 기술한다. 서비스/프로세스에 대한 뷰를 정의하는 온톨로지는 association을 이용하여 표현하며, 의미 있는 뷰 정보를 제공하기 위해서 scope을 이용하여 뷰에 대한 상황 정보를 제공한다. 또한, 서비스/프로세스가 제공하는 기능에 대해 scope을 이용하여 이용할 수 있는 사용자 정보를 정의함으로써 서비스/프로세스가 사용되는 범위를 기술한다. 그리고, 프로세스의 Input/output 파라미터가 가지는 데이터의 제약 조건, 프로세스의 성공적인 실행에 필요한 논리적인 조건인 Precondition과 실행 결과인 Effect간의 관계, 프로세스 실행의 실패에 대한 예방, 회피 등에 대해서 룰을 이용한 정의 방법을 제공한다. 다음 절에서는 TM-S가 지원하는 기능 중에 서비스/프로세스의 뷰 온톨로지 정의 및 이들 뷰를 이용한 실제적인 서비스/프로세스들의 의미 표현 방법에 대해 설명한다.

### 3.2 서비스/프로세스 뷰 온톨로지 정의 및 의미 표현

TM-S는 MIT의 Process Handbook 온톨로지 에서 정의한 것과 같이 'sell', 'pay', 'identify' 등의 여러 개의 뷰 정보들을 정의할 수 있으며, 이들 뷰 정보는 <그림 2>와 같이 계층 구조로 정의된다. 그리고, 'sell how?', 'sell what?', 'pay by what medium?' 등과 같은 상황 정보를 제공함으로써 의미 있는 뷰 정의를 제공한다. TM-S에서는 <그림 2>와 같이 실제 서비스/프로세스 정보들에 대해 뷰 온톨로지의 인스턴스로 정의함으로써 서비스/프로세스의 의미를 표현하며, 뷰에 대한 상황 정보를 이용하여 사용자 질의에 대한 지능적인 처리가 가능하도록 한다. 예를 들어, 서비스들 중에 로그인, 책 찾기, 장바구니 넣기, 지불 관리, 전송 프로세스들로 구성된 '컴퓨터 전자 서점' 서비스가 있다고 가정할 경우, '컴퓨터 전자 서점' 서비스에 대한 의미는 뷰 온톨로지에 정의된 'sell via Electronic Store'와 'sell Computer book'의 인스턴스로 정의함으로써 표현된



<그림 2> 서비스/프로세스 뷰 온톨로지 정의 및 의미 표현 방법

다. 이와 같은 뷰 온톨로지 정의와 서비스/프로세스의 의미 표현을 통해 2장에서 정의한 질의(② 질의)가 가능하다.

#### 4. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 지능적인 웹 서비스 발견을 위해 기존의 제안된 DAML-S와 MIT의 Process Handbook의 장점을 모두 지원하면서 단점을 보완하는 XTM 기반의 TM-S를 제안하였다. 이 TM-S는 실제적인 서비스 발견에 필요한 정보들을 제공하며, 정의된 정보들에 대한 체계적인 온톨로지 구축을 제공한다. 현재 본 연구는 서비스/프로세스의 뷰 정의 및 이름 등에 대한 온톨로지 구축이 완료되었으며, 룰을 기반으로 한 파라미터 정의 및 질의 언어를 설계하고 있다.

#### 참고 문헌

[1] James Hendler, "Agents and the Semantic Web", *IEEE intelligent Systems Journal*  
 [2] Steve Pepper, "The TAO of Topic

Maps", <http://www.ontopia.net/topicmaps/materials/tao.html>

[3] The DAML Services Coalition, "DAML-S: Semantic Markup for Web Services", <http://www.daml.org>

[4] Thomas W. Malone, "Tools for inventing organizations: Toward a handbook of organizational processes", <http://ccs.mit.edu/ph/>

[5] W3C, "Web Services Architecture Requirements", <http://www.w3.org/TR/2002/WD-wsa-reqs-20021114>

#### 저자 소개

황윤영(yyhwang@ce.cnu.ac.kr), 충남대 컴퓨터공학과 석사과정

유정연(jyyou@ce.cnu.ac.kr), 충남대 컴퓨터공학과 박사수료

유소연(syyou@ce.cnu.ac.kr), 충남대 컴퓨터공학과 석사과정

이규철(kclee@ce.cnu.ac.kr), 충남대 공과대학 컴퓨터공학과 교수

관심분야 : 데이터베이스, 전자상거래, 웹 서비스, 지능형 웹

주소 : 대전광역시 유성구 궁동 220 충남대학교 컴퓨터공학과

전화번호 : 042-821-6658, Fax : 042-822-4997