

# 온톨로지 데이터를 위한 새로운 ebXML 레지스트리 정보 모델의 설계\*

<sup>0</sup>노요한<sup>1</sup> 김항규<sup>1</sup> 김학수<sup>2</sup> 윤정희<sup>3</sup> 손진현<sup>2</sup> 김영호<sup>1</sup>

<sup>1</sup>한국과학기술원 전자전산학과

<sup>2</sup>한양대학교 컴퓨터공학과

<sup>3</sup>한국전산원

<sup>1</sup>{yhroh<sup>0</sup>, hkkim, mhkim}@dbserver.kaist.ac.kr

<sup>2</sup>{hskim, jhson}@cse.hanyang.ac.kr

<sup>3</sup>yunjh@nca.or.kr

## Designing a New ebXML Registry Information Model for Ontology Data

<sup>0</sup>Yohan Roh<sup>1</sup>, Hangkyu Kim<sup>1</sup>, Hak Soo Kim<sup>2</sup>, Junghee Yun<sup>3</sup>, Jin Hyun Son<sup>2</sup>, MyoungHo Kim<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Electrical Engineering and Computer Science, Korea Advanced Institute of Science and Technology

<sup>2</sup>Department of Computer Science and Engineering, Hanyang University

<sup>3</sup>National Computerization Agency

### 요 약

OASIS의 ebXML 레지스트리는 e-비즈니스 콘텐츠 및 이에 대한 표준화된 메타-데이터를 안전하게 저장 및 관리하는 정보 시스템이다. ebXML 레지스트리 내의 e-비즈니스 정보에 대한 메타-데이터의 스키마는 OASIS 표준문서에 미리 정의되어 있으며, 이를 ebXML 레지스트리 정보 모델(RIM: Registry Information Model)이라 한다. 한편, 전자상거래 환경에서 시맨틱 정보 처리 기술을 도입하여 보다 효율적이고 원활한 상거래를 지원하기 위한 노력의 일환으로, 기존 ebXML 레지스트리에 온톨로지 기반의 시맨틱 정보를 관리 혹은 처리하는 기능을 추가하려는 연구에 많은 관심이 집중되고 있다. 이에 본 연구에서는, OWL 시맨틱 정보 구성자(semantic construct)로 표현된 온톨로지 데이터가 ebXML 레지스트리 내에 관리될 수 있도록 새로운 ebXML 레지스트리 정보 모델, 즉 시맨틱 정보 모델(SIM: Semantic Information Model)을 제시한다. 이를 기반으로 ebXML 레지스트리 내에서 온톨로지 정보의 추론을 이용한 지능형 정보 처리가 가능해진다. 본 논문에서는 온톨로지 데이터를 위한 새로운 ebXML 레지스트리 정보 모델을 제안하며, 아울러 온톨로지 정보 추론을 활용한 지식 처리의 예를 제시한다.

### 1. 서론

시맨틱 웹은 실세계 혹은 가상세계에 존재하는 임의의 객체에 대한 여러 가지 지시어를 동일한 의미로 해석하여 처리할 수 있도록 지원하는 차세대 지능형 웹이다. 전자상거래 환경에서 시맨틱 웹 기술을 도입하여 보다 효율적이고 원활한 상거래를 지원하기 위한 노력이 진행 중에 있으며, 이러한 노력의 일환으로 온톨로지 기반의 시맨틱 정보를 관리 및 처리할 수 있는 ebXML 레지스트리, 즉 시맨틱 ebXML 레지스트리에 관한 연구에 많은 관심이 집중되고 있다[1,

2, 3].

이와 관련한 대표적인 활동으로, 표준화 단체 OASIS에서는 ebXML Registry Semantic Content Management SubCommittee라는 기술위원회를 조직하여 시맨틱 정보 관리 기능을 추가한 새로운 표준인 ebXML Registry 4.0을 구성하고자 한다[4]. 그리고, European Commission Project인 SATINE에서는 시맨틱 정보 관리에 대한 연구 및 시맨틱 ebXML 레지스트리와 관련된 연구들을 수행하고 있다[1, 5, 6].

본 논문에서는 이러한 흐름에 맞추어, ebXML 레지

\*본 연구는 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 육성·지원 사업(IIITA-2005-C1090-0302-0016) 및 과학기술부 21세기 프론티어사업 인간기능 생활지원 지능로봇 기술개발 사업단의 지원으로 수행되었음.

스트리 내에 시맨틱 정보를 표현할 수 있도록 기존의 OASIS ebXML 레지스트리 정보 모델을 확장한 새로운 ebXML 레지스트리 정보 모델, 즉 *시맨틱 정보 모델(SIM: Semantic Information Model)*을 제시한다. 본 논문에서 시맨틱 정보는 현재 시맨틱 웹 환경에서 표준으로 사용되고 있는 OWL 웹 온톨로지 언어 [8](OWL DL 하위언어)로 작성되어 있다고 가정한다. 본 논문에서 제안하는 시맨틱 정보 모델을 이용하여, OWL DL 언어 내의 시맨틱 정보 구성자(semantic information construct)를 ebXML 레지스트리 내에 저장되게 함으로써, 시맨틱 정보 표현의 궁극적인 목표인 지능적 정보 처리가 실현될 수 있다.

### 1.1. 시맨틱 ebXML 레지스트리 지원 방안

시맨틱 ebXML 레지스트리를 지원하는 방식은 크게 두 가지로 구분될 수 있다[1].

첫 번째 방식은 기존의 ebXML 레지스트리 정보 모델을 그대로 유지하면서, ebXML 레지스트리 구성자를 사용하여 OWL에서 정의된 시맨틱 정보 구성자를 표현하는 방법이다. 이 방법은 기존의 ebXML 레지스트리 구조 및 구현 시스템의 변경 없이 시맨틱 정보 관리를 지원할 수 있다는 장점이 있다. 그러나, 완전한 시맨틱 정보 처리를 위해서는, ebXML 레지스트리를 이용하는 응용 프로그램에서 추가적인 처리 절차가 필요하다는 단점이 있다. 이러한 단점을 부분적으로 해결하기 위해 OWL 시맨틱을 처리할 수 있는 저장 프로시저를 ebXML 레지스트리에 미리 정의하여 내재시키는 방법이 있을 수 있다.

두 번째 방식은 OWL 시맨틱을 완전히 지원할 수 있도록 ebXML 레지스트리 정보 모델을 새롭게 구성하는 방법이다. 이 방법의 대표적인 장점은 OWL에 대한 완전한 시맨틱 정보 처리가 지원 가능하다는 것이다. 반면, 기존의 ebXML 레지스트리의 구조가 변경되어야 하므로 기존의 시스템과 호환이 어렵고 새로운 표준을 정의해야 한다는 부담이 있다.

기존 연구는 첫 번째 방식에 근간을 두고 있으며 [1], 본 논문에서 제안하는 방법은 두 번째 방법을 사용한다.

### 1.2. 본 연구의 지원 방식

앞서 살펴본 바와 같이, 시맨틱 ebXML 레지스트리를 지원하는 첫 번째 방식은 기존의 ebXML 레지스트리 정보 모델을 그대로 유지하면서 ebXML 레지스트리 구성자를 사용하여 OWL에서 정의된 시맨틱 정보 구성자를 표현하는 것이다.

그러나, 기존의 ebXML 레지스트리에서의 시맨틱 정보 처리 지원 방식과 OWL의 시맨틱 정보 처리 방식에는 차이점이 존재하여, 첫 번째 방식은 시맨틱 ebXML 레지스트리를 지원하는 방법으로 적절하지 않다고 판단된다. 그 대표적인 차이점으로 ebXML 레지스트리에서는 단일 상속만을 지원하지만, OWL에서는 다중 상속을 지원한다는 점이 있다. 그리고, 첫 번째 방식에 근간을 둔 기존 연구 [1]에서는 OWL에 존재하는 *differentFrom*, *disjointWith*, *transitiveProperty*

등의 구성자를 새로운 Association 타입을 정의하여 표현하고 있지만, 각 구성자의 구체적인 시맨틱의 처리 방법은 제시하지 않고 있다. 즉, OWL 구성자의 시맨틱 의미를 수용한 지식 처리 방안을 제안하고 있지 않다. 또한, OWL에서 제공하는 다양한 제약 (*allValuesFrom*, *someValuesFrom*, *hasValue*, *minCardinality*, *maxCardinality* 등)의 의미를 수용하는 데 제한이 있다. 그리고, 무엇보다 OWL 추론을 통하여 이러한 OWL 구성자의 의미를 처리하여 새로운 지식을 생성할 수 있어야 하는데 이에 대한 기능이 부족하다.

이상과 같은 기존 연구에 대한 분석 내용을 바탕으로, 본 연구에서는 두 번째 방식인 OWL 시맨틱을 완전히 지원할 수 있도록 ebXML 레지스트리 정보 모델을 새롭게 구성하는 방법을 채택한다.

본 연구는 OWL DL 언어로 표현된 시맨틱 정보를 표현할 수 있도록, ebXML 레지스트리 정보 모델을 확장한다. 기존 연구들은 OWL Lite에 대한 저장 및 관리만을 지원하고 있다. 그러나, OWL Lite는 OWL 표준문서에서 언급된 바와 같이, 완전한 시맨틱 정보 표현 및 처리에 적합하지 않다. 완전한 시맨틱 정보 처리를 지원하기 위해서는 OWL DL을 지원할 필요가 있다. OWL DL은 술어 논리(Description Logic)에 기반을 두고 있으며, 핵심 추론 문제(예를 들어, *class satisfiability*, *subsumption*)에 대한 계산학적 완전성(*computational completeness*) 및 결정가능성(*decidability*) 이 보장된다는 장점을 가진다[8].<sup>2</sup>

본 논문에서는 기존 ebXML 레지스트리 정보 모델 표준과 호환성을 유지하는 시맨틱 정보 모델을 제안한다. 본 연구에서는 기존 ebXML 레지스트리 정보 모델을 그대로 유지하면서, 시맨틱 정보를 관리할 수 있는 시맨틱 정보 모델을 추가하는 방식을 이용함으로써 기존 시스템과의 호환성 유지를 도모한다. 앞서 언급된 바와 같이, ebXML 레지스트리 정보 모델을 새롭게 구성하는 방법은 ebXML 레지스트리의 구조가 변경되어야 하므로, 기존의 시스템과 호환이 어렵고 새로운 표준의 구성에 대한 부담이 높다는 단점이 있다. 그러나, 기존 ebXML 레지스트리 정보 모델을 유지하고 시맨틱 정보를 관리할 수 있는 새로운 정보 모델을 추가하는 방식을 이용함으로써, 시맨틱 ebXML 레지스트리는 기존의 시스템과 호환이 가능해진다. 시맨틱 정보 모델은 시맨틱 정보 처리가 필요한 시맨틱 ebXML 레지스트리에서만 선택적으로 사용되도록 한다.

### 1.3. 논문의 구성

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2절에서는 관련 기술을 소개한다. 3절에서는 OWL 시맨틱 정보 모델을 제시한다. 그리고, 4절에서 시맨틱 정보 모델의 활용 예제를 소개한다. 마지막으로, 5절에서는 논문의 결론 및 추후 연구 방향을 제시한다.

<sup>2</sup> 계산학적 완전성은 모든 결론이 계산될 수 있다는 특성이요, 결정가능성은 모든 계산이 유한한 시간 안에 끝난다는 특성이다.

2. 관련 기술

이 절에서는 본 연구의 기반 기술인 OWL 및 ebXML 레지스트리 정보 모델을 간략히 소개한다.

**OWL (Web Ontology Language)**

2004년 2월에 W3C 표준으로 발표된 웹 온톨로지 언어인 OWL은 온톨로지 정보를 기술하기 위해 제안되었다[8, 9, 10, 11]. OWL은 DAML+OIL을 확장한 언어이며, RDFS보다 정교한 온톨로지 생성을 지원한다. 또한, OWL은 기존의 Semantic Network, Frame, Description Logic 등 인공지능 분야에 이론적 배경을 두고 있으며, 논리적 추론을 지원한다. 이러한 OWL 언어는 OWL Lite, OWL DL, OWL Full 크게 3 가지의 하위 언어로 구성된다[8].

OWL Lite는 클래스 분류 및 간단한 제약 사항 표현을 제공한다. OWL Lite는 상대적으로 간단하여 온톨로지를 빠르고 손쉽게 구성하는 데 적합하다. OWL DL은 OWL Lite에 비해 복잡한 온톨로지를 기술할 수 있게 해주며, 앞서 언급한 바와 같이 계산학적 완전성 및 결정가능성을 갖는다. 참고로, OWL Full은 OWL Lite나 OWL DL에 비해 보다 자유롭게 온톨로지를 기술할 수 있으나 현재는 계산학적 완전성 및 결정가능성이 보장되지 않아 현실적인 응용에 사용되는 어렵다.

**ebXML 레지스트리 정보 모델**

2005년 5월에 OASIS 표준으로 발표된 ebXML 레지스트리 정보 모델(RIM: Registry Information Model, Version 3.0)은 레지스트리 내에 존재하는 메타-데이터의 스키마를 표현하는 클래스들과 그들 간의 관계를 정의한다[12, 13]. 즉, 메타-데이터의 스키마를 정의한다. ebRIM은 다음의 8 개 하위 그룹으로 구성된다 [12].

- 핵심 정보 모델(Core Information Model): 정보 모델 내에서 공통적으로 사용되는 기본 클래스들의 정의를 포함한다.
- 연관 정보 모델(Association Information Model): 정보 모델 내의 클래스들의 상호관계를 기술하는 클래스들의 정의를 포함한다.
- 분류 정보 모델(Classification Information Model): 1 레벨 분류뿐만 아니라 다중 레벨 분류에 이용되는 클래스들의 정의를 포함한다.
- 소유 정보 모델(Provenance Information Model): 정보 모델 내의 클래스 인스턴스들의 소유자가 누구인가를 기술하는 클래스들의 정의를 포함한다.
- 서비스 정보 모델(Service Information Model): 서비스가 어떠한 데이터와 관련되어 있으며, 어느 주소에서 호출 가능한가 등 각 서비스를 기술하는 클래스들의 정의를 포함한다.
- 이벤트 정보 모델(Event Information Model): 사용하는 정보 모델 내의 클래스 인스턴스들의 변화(예를 들어, 변경 혹은 삭제)가 발생하면 이를 위한 적절한 처리가 이루어지길 원할 수 있다. 사용자가 관심을 가지고 있는 인스턴스들의 변

화(즉, 이벤트)와 이벤트 발생 시 어떠한 처리가 이루어져야 하는지를 정의할 수 있는 클래스들의 정의가 포함된다.

- 협력 레지스트리 정보 모델(Cooperating Registries Information Model): 여러 개의 레지스트리들이 서로 협력하여 동작할 수 있도록 해주는 클래스들의 정의가 포함된다.
- 접근 제어 정보 모델(Access Control Information Model): 클래스 인스턴스들에 대한 접근 제어(access control) 방식을 기술하는 클래스들의 정의를 포함한다.

3. 시맨틱 정보 모델의 설계

본 논문에서는 OWL로 표현된 온톨로지 정보가 ebXML 레지스트리 내에서 저장 및 관리될 수 있도록 새로운 ebXML 레지스트리 정보 모델, 즉 시맨틱 정보 모델(SIM: Semantic Information Model)을 설계하는 데 초점을 둔다.

시맨틱 정보 모델을 설계하는 과정은 i) OWL DL 언어에서 사용되는 시맨틱 정보 구성자들을 분석하는 단계와, ii) 이들을 수용할 수 있는 SIM에서의 클래스 및 클래스 사이의 관계를 정의하는 단계로 구성된다. OWL DL 언어 내의 시맨틱 정보 구성자들은 시맨틱 정보 모델 내의 클래스 및 클래스 내의 애트리뷰트로 표현되어 ebXML 레지스트리 내에 수용되며, 이로써 ebXML 레지스트리 내에서의 지능적 정보 처리의 기반이 마련된다.

3.1. OWL DL 시맨틱 정보 구성자의 분석

시맨틱 정보 모델을 설계하는 첫 번째 과정으로, 본 연구에서는 OWL DL 시맨틱 정보 구성자들을 그 의미 및 용례에 따라 그림 1과 같이 6가지 범주(category)로 분류한다.

- OWL Ontology 범주: OWL 문서와 온톨로지 선언과 관련된 헤더 정보(Header Information)를 묘사하는 구성자들이다. 온톨로지 명, 버전 정보, 그리고 네임스페이스 정보 등 온톨로지와 관련된 일반적인 정보를 표현하는 데 사용된다.
- OWL Class 범주: 온톨로지 상의 개념을 표현하는 구성자들로서, 비슷한 특징을 가지는 자원(resource)들의 그룹을 정의하는 메커니즘을 제공한다. OWL Class 범주는 클래스 정의, 클래스 사이의 관계 표현(예를 들어, 클래스 사이의 동일함 혹은 상이함), 관련 온톨로지 지정 및 관련 속성 지정 등에 사용된다. OWL Class 범주에서 클래스를 정의하는 방식으로는 i) 클래스 이름과 클래스 속성을 명시하여 정의하는 방식과 ii) 아래에서 소개 되는 OWL Class Factory 범주를 사용하여 클래스의 이름이 명시되지 않은 클래스 즉, 익명 클래스(anonymous class)를 정의하는 방식이 있다.
- OWL Property 범주: 온톨로지 상의 개념의 특징(property)을 표현하는 데 사용되는 구성자들이다. 이 범주는 클래스의 구성원들이 가지는 공통적



그림 1 OWL DL 시맨틱 정보 구성자의 분석 및 분류

인 속성을 표현한다. OWLProperty 범주는 속성 정의, 속성 사이의 관계 표현(예를 들어, 속성 사이의 동일함(equivalence) 혹은 역(inverse)), 관련 클래스 지정 등에 사용된다.

- OWLClassFactory 범주: OWLClassFactory 범주는 익명 클래스를 정의하는데 사용된다. 이 범주는 다시 속성의 제약에 의해 클래스를 정의하는 OWLRestrictionClassConstruct와 이미 정의된 클래스 사이의 집합 연산(and, or, complement)에 의해 새로운 클래스를 정의하는 OWLComplexClassConstruct로 구분된다.

■ OWLRestrictionClassConstruct 범주: 익명 클래스를 정의하는 구성자들로서 특정 속성에 대한 제약을 만족하는 인스턴스들로 구성된 클래스를 정의할 수 있게 해준다. 이 범주는 제약 속성을 지정하고, 제약 사항을 정의하는 데 사용된다. 이 때 제약 방법으로는 속성이 가질 수 있는 값 지정, 값의 개수(예를 들어 최대, 최소 혹은 정확한 개수)를 지정하는 것 등이 있다.

■ OWLComplexClassConstruct 범주: 익명 클래스를 정의하는 구성자들로서 기존에 정의된 클래스들에 대한 집합 연산(and, or, complement)을 결과를 새로운 클래스로 정의하거나, 클래스가 가질 수 있는 인스턴스들을 열거하여 새로운 클래스를 정의하는 데 이용된다. 이 범주는 새로운 클래스 정의에 이용되는 집합 연산, 피연산자 클래스, 그리고 클래스를 정의하는데 이용되는 ebXML RegistryObject 리스트 등의 정의에 사용된다.

- OWLIndividual 범주: 지금까지 OWL DL 시맨틱 정보 구성자들 중 온톨로지 레벨, 그리고 클래스 혹은 속성 레벨의 시맨틱 정보 구성자들을 표현하는 범주들을 살펴보았다. OWLIndividual 범주는

인스턴스(instance) 레벨의 OWL DL 시맨틱 정보 구성자들을 표현한다. 이 범주는 인스턴스 사이의 관계(예를 들어, 동일함)를 지정하거나 OWLComplexClassConstruct에서 사용되는 인스턴스들을 정의하는데 사용된다.

### 3.2. 시맨틱 정보 모델의 클래스 및 관계 정의

시맨틱 정보 모델을 설계하는 두 번째 과정으로, 본 연구에서는 OWL DL 시맨틱 정보 구성자의 분석 내용에 기반하여 시맨틱 정보 모델 내의 클래스 및 클래스 간의 관계를 정의한다. 시맨틱 정보 모델은 6개의 클래스 즉, OWLOntology, OWLClass, OWLProperty, OWLRestrictionClassConstruct, OWLComplexClassConstruct, OWLIndividualAssociation으로 구성된다. 온톨로지 수준의 OWL 구성자 즉, OWLOntology 범주 구성자들은 OWLOntology 클래스에 대응되며, 클래스 혹은 속성 수준의 OWL 구성자 즉, OWLClass 범주, OWLProperty 범주, OWLRestrictionClassConstruct 범주와 OWLComplexClassConstruct 범주는 OWLClass 클래스, OWLProperty 클래스, OWLRestrictionClassConstruct 클래스, OWLComplexClassConstruct 클래스에 각각 대응된다. 그리고, OWL Individual 수준의 OWLIndividual 범주는 OWLIndividualAssociation 클래스에 대응된다.

위의 시맨틱 정보 모델 클래스들은 OWL DL 시맨틱 정보 구성자를 표현하는 애트리뷰트를 가진다. 클래스 애트리뷰트들은 각 클래스를 고유하게 정의하며, 클래스들 사이의 관계를 기술한다.

#### 시맨틱 정보 모델 클래스 관계 정의

본 연구에서는 시맨틱 정보 모델 내 클래스 사이의 관계를 그림 2와 같이 정의하였다. 그림 2는 시맨틱 정보 모델 클래스들 사이의 관계 조망(relationship view), 즉 UML(Unified Modeling Language)[14] 클래스 다이어그램에서의 Has-A 관계를 보여준다. 그림 2에서 박스는 클래스를 의미하며, 클래스 내 상단의 박

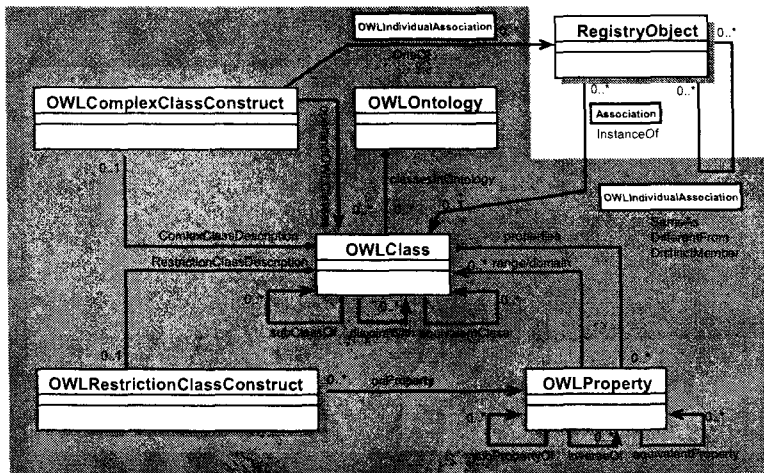


그림 2 시맨틱 정보 모델 클래스 관계 조망 (relationship view)

스 내에는 클래스 명이 표기된다. 그림 2에서 클래스 간의 관계(relationship)는 UML에서 정의된 다음의 방식으로 표현하였다.

- 연관 관계(association relationship)는 화살표로 표기되며, 클래스들 사이의 역할(role)과 카디널리티(cardinality) 등의 특징을 표현한다.
- 집합 연관 관계(aggregation relationship)란 흰다이아몬드를 포함한 링크로 표기되며, 한 클래스가 다른 클래스를 포함하는 관계 즉, 전체와 부분 관계를 표현한다. 흰 다이아몬드가 위치한 클래스가 전체를 의미한다. 예를 들어, 회사와 부서의 관계를 생각할 수 있다.
- 복합 연관 관계(composition relationship)는 집합 연관 관계의 한 형태로서, 검정 다이아몬드를 포함한 링크로 표기된다. 집합 연관 관계의 경우에 부분이 여러 개의 전체에 의해 공유될 수 있는 반면에 복합 연관 관계는 전체에 대해 부분이 강한 소속감을 가지고 (부분은 여러 개의 전체에 의해 공유되지 않으며) 전체와 동일한 생명 주기를 가짐을 표현한다. 검정 다이아몬드가 위치한 클래스가 전체를 의미한다. 예를 들어, 창(window)과 창틀(frame)의 관계를 생각할 수 있다.

시맨틱 정보 모델 클래스들 사이의 주요 관계는 다음과 같다. 클래스 정의는 클래스 이름과 클래스 속성을 명시하여 정의될 수 있다. 이는 그림 2에서 OWLClass 클래스와 OWLProperty 클래스 사이의 복합 연관 관계로 표현하였다. 그리고, 클래스 정의는 속성의 제약에 의해 기술하거나 복합 클래스(complex class)의 정의에 의해 기술할 수 있다. 이는 그림 2에서 OWLClass 클래스와 OWLRestrictionClassConstruct 클래스 사이의 연관 관계와 OWLClass 클래스와 OWLComplexClassConstruct 클래스 사이의 연관 관계로 표현하였다. 속성과 관련하여, 속성 사이의 상속 관계, 역 관계 혹은 동일 관계가 존재할 수 있으며, 이는 그림 2에서 OWLProperty 클래스의 루프로 나타내어진 연관 관계로 표현하였다. ebXML 레지스트

리 내의 하나의 객체인 RegistryObject는 OWLClass 클래스의 한 인스턴스가 될 수 있다. 이는 그림 2에서 OWLClass와 RegistryObject 사이의 InstanceOf 타입의 Association 클래스로 나타내어진 연관 관계로 표현하였다. 또한, RegistryObject는 클래스 인스턴스들을 열거하여 새로운 클래스를 정의하는 데 이용될 수 있다. 이는 그림 2에서 OWLComplexClassConstruct 클래스와 RegistryObject 사이의 OneOf 타입의 OWLIndividualAssociation 클래스로 나타내어진 연관 관계로 표현하였다. RegistryObject 사이에는 동일 관계 혹은 상호 이질 혹은 상호 배타적 관계가 있을 수 있다. 이는 그림 2에서 SameAs 혹은 DifferentFrom 혹은 DistinctMember 타입의 OWLIndividualAssociation 클래스로 나타내어진 연관 관계로 표현하였다<sup>3</sup>.

#### 4. 시맨틱 정보 모델의 활용 예제

온톨로지 정보를 활용한 지능적 정보 처리의 예제를 살펴보도록 하자. 첫 번째 시나리오로, 한 사용자는 여행(travel) 준비를 위해 특정 여행사 웹서비스를 사용할 것이다. 이 여행사 웹서비스는 비자발급, 항공 예약, 호텔예약, 그리고 연예예약을 위한 각각의 웹 서비스를 이용하며, ebXML 레지스트리 내에는 다음의 정보가 기술되어 있다고 가정하자.

비자발급웹서비스, 항공예약웹서비스, 호텔예약웹서비스, 연예예약웹서비스 클래스는 여행 온톨로지 OTA (Open-Travel™ Alliance) TravelWebService[15] 클래스의 subClass이다. isFollowedBy 속성은 owl:TransitiveProperty 특성을 갖는다. 비자발급웹서비스는 항공예약웹서비스와 isFollowedBy 관계를 갖는다. 항공예약웹서비스는 호텔예약웹서비스와 isFollowedBy 관계를 갖는다. 호텔예약웹서비스는 연예예약

<sup>3</sup> ebXML 레지스트리 정보 모델의 표기법에 따른 상세한 애트리뷰트(attribute) 설명은 지면관계 상 생략한다. OWL 시맨틱 구성자 분석 및 그림 2의 관계 조망을 참고로 상세한 애트리뷰트 설명 내용을 예상할 수 있다. 참고로, 시맨틱 정보 모델의 클래스들은 ebXML 레지스트리 객체 정보에 관한 기본적 메타-데이터를 수용하기 위한 목적으로, 기존 RM 핵심 정보 모델 내 RegistryObject 클래스의 애트리뷰트를 상속(inherit)받는다.

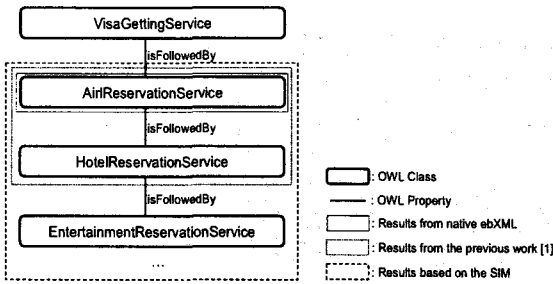


그림 3 시맨틱 정보 모델 활용 예

웹서비스와 isFollowedBy 관계를 갖는다.

이러한 상황에서 기존 ebXML 레지스트리 및 기존 연구 [1]은 isFollowedBy 속성에 내재된 전이 규칙(transitive rule)을 적절히 처리하여 주지 않는다는 문제점이 있다. (기존 연구는 전이 특성을 가지는 속성에 대하여 한 단계만 더 처리하여 준다.) 그러나, 온톨로지 정보에 대한 시맨틱 처리가 가능하다면, 그림 3에서와 같이 여행사 웹 서비스를 통해 특정 비자발급웹서비스를 이용하는 사용자에게 (해당 웹서비스와 관련된) 항공예약웹서비스, 호텔예약웹서비스, 그리고 연예예약웹서비스를 제공해 줄 수 있다.

이와 유사한 두 번째 시나리오에서는, ebXML 레지스트리 내에 다음의 정보가 기술되어 있다고 가정한다.

비자발급웹서비스, 항공예약웹서비스, 호텔예약웹서비스, 연예예약웹서비스 클래스는 여행 온톨로지 OTA TravelWebService 클래스의 subClass이다. isFollowedBy 속성은 owl:TransitiveProperty 특성을 갖는다. isFollowedBy 속성은 succeeds 속성과 owl:inverseOf 관계를 갖는다. 비자발급웹서비스는 항공예약웹서비스와 isFollowedBy 관계를 갖는다. 호텔예약웹서비스는 항공예약웹서비스와 succeeds 관계를 갖는다. 호텔예약웹서비스는 연예예약웹서비스와 isFollowedBy 관계를 갖는다.

이와 같은 상황에서 기존 ebXML 레지스트리 및 기존 연구 [1]은 isFollowedBy 속성에 내재된 전이 규칙(transitive rule) 및 succeeds 속성과 isFollowedBy 속성 사이에 정의된 역(inverse) 관계를 처리해 주지 못한다. 그러나, 온톨로지 정보의 완전한 시맨틱 처리가 가능하다면, 특정 비자발급웹서비스를 이용하는 사용자에게 OWL의 시맨틱을 처리하여 항공예약웹서비스, 호텔예약웹서비스, 그리고 연예예약웹서비스를 제공해 줄 수 있다.

이 외에도 OWL의 전이 규칙(transitive rule), 역 규칙(inverse rule), 대칭 관계(symmetric rule)를 활용한 웹서비스 검색과 관련한 다양한 시맨틱 정보 모델 활용 예제가 있을 수 있다.

### 5. 결론 및 추후 연구 방향

본 논문에서는 ebXML 레지스트리 내에서 OWL 시맨틱 정보 구성자가 저장 및 관리될 수 있도록 새로운 ebXML 레지스트리 정보 모델, 즉 시맨틱 정보 모델(semantic information model)을 제안하였다. 이는 ebXML 레지스트리 정보 모델 내에 OWL 시맨틱 정

보 구성자가 수용됨을 의미하며, 나아가 OWL 추론 기반 웹 서비스 검색과 같은 ebXML 레지스트리 내에서의 지능형 정보 처리의 초석이 마련되었다는 의미를 가진다.

본 논문에서는 시맨틱 정보 모델을 OWL DL 구성자들을 수용할 수 있도록 디자인하였다. 이는 OWL Lite는 표준문서에서 언급된 바와 같이, 완전한 시맨틱 정보 표현 및 처리에 적합하지 않기 때문이다. OWL DL은 OWL Lite를 포함하므로, OWL DL을 수용할 수 있도록 정의된 시맨틱 정보 모델은 OWL Lite 온톨로지가 이용되는 상황과 OWL DL 온톨로지가 이용되는 상황에 모두 적절히 사용될 수 있을 것이라 기대된다. 아울러, 본 연구에서는 기존 ebXML 레지스트리 정보 모델을 그대로 유지하면서, 시맨틱 정보를 관리할 수 있는 시맨틱 정보 모델을 추가함으로써 기존 시스템과의 호환성 유지를 도모하였다.

앞으로 OWL 추론과 같은 지능형 지식 처리가 이루어지는 ebXML 레지스트리의 질의 관리자(Query Manager)의 구조 및 동작 과정에 관한 연구가 필요하다. 현재, 지능형 지식 처리 방안으로 OWL 추론엔진의 사용 혹은 OWL 시맨틱 처리 저장 프로시저(stored procedure)의 설계 및 활용이 고려된다.

### References

1. A. Dogac, Y. Kabak, G. Laleci, "Enhancing ebXML Registries to Make them OWL Aware", Distributed and Parallel Databases, 18, 9-36, 2005.
2. A. Dogac, Y. Kabak, G. Laleci, "Enriching ebXML Registries with OWL Ontologies for Efficient Service Discovery", 14th International Workshop on Research Issues on Data Engineering, Boston, USA, March 28-29, 2004.
3. A. Dogac, B. Gokce, G. Laleci, Y. Kabak, S. Unal, T. Beale, S. Heard, P. Elkin, F. Najmi, C. Mattocks, D. Webber, "Exploiting ebXML Registry Semantic Constructs for Handling Archetype Metadata in Healthcare Informatics", International Journal of Metadata, Metadata and Ontologies, Volume 1, No. 1, 2006.
4. OASIS: <http://www.oasis-open.org/>
5. SATINE: <http://www.srdc.metu.edu.tr/webpage/projects/satine/>
6. A. Dogac, Y. Kabak, G. Laleci, S. Sinir, A. Yildiz, S. Kirbas, Y. Gurcan, "Semantically Enriched Web Services for the Travel Industry", ACM Sigmod Record, Vol. 33, No. 3, September 2004.
7. D. Calvanese, D. McGuinness, D. Nardi, P. Patel-Schneider, "The Description Logic Handbook", Cambridge University press, 2003.
8. OWL Web Ontology Language Overview: [www.w3.org/TR/owl-features/](http://www.w3.org/TR/owl-features/)
9. OWL Web Ontology Language Guide: <http://www.w3.org/TR/owl-guide/>
10. OWL Web Ontology Language Reference: <http://www.w3.org/TR/owl-ref/>
11. OWL Web Ontology Language Semantics and Abstract Syntax: <http://www.w3.org/TR/owl-semantics/>
12. OASIS ebXML Registry Information Model Version 3.0, Sally Fuger, Farrukh Najmi, Nikola Stojanovic, OASIS Standard, 2 May, 2005.
13. OASIS ebXML Registry Services and Protocols Version 3.0, Sally Fuger, Farrukh Najmi, Nikola Stojanovic, OASIS Standard, 2 May, 2005.
14. J. Rumbaugh, I. Jacobson, G. Booch, "The UML Reference Manual", Addison-Wesley, 1999.
15. OTA (OpenTravel™ Alliance): <http://www.opentravel.org/>