

# 시맨틱 웹 기술을 이용한 온톨로지 기반 호텔 검색 시스템

## An Ontology-based Hotel Search System Using Semantic Web Technologies

유동희(Donghee Yoo)\*, 서용무(Yongmoo Suh)\*\*

### 초 록

현재, 호텔 검색 엔진들은 여행객들의 호텔 검색을 돕고 있다. 하지만 검색 엔진을 통한 호텔에 대한 검색 결과는 여행객들을 만족시키지 못하고 있다. 그 이유는 검색 엔진이 다양하고 모호한 용어들로 표현되는 여행객의 기호를 정확하게 이해하고 처리할 수 없기 때문이다. 본 논문에서는 현재 사용 가능한 시맨틱 웹 기술인 RDF, OWL, SWRL을 이용하여 온톨로지를 구축하고, 구축된 온톨로지를 기반으로 검색 엔진이 어떻게 여행객들의 기호에 적합한 호텔을 찾는가를 보여주었다. 이를 위해, 기존의 호텔 관련 온톨로지들을 분석하였고 Q&A 커뮤니티들에 올라온 호텔 검색과 관련된 용어들을 조사하였다. 조사된 결과를 바탕으로, 세 개의 하위 온톨로지인 객관적 개념 온톨로지, 보편적 인지 개념 온톨로지, 평가 개념 온톨로지 구성된 호텔 도메인 온톨로지를 구축하였다. 구축된 온톨로지를 호텔 검색에 이용하는 것을 보여주기 위해 시맨틱 호텔 검색 시스템을 구현하였다.

### ABSTRACT

Currently, hotel search engines may help travelers find hotels, but the returned set of information is usually not satisfactory to them. It is because the engines do not understand what travelers want exactly and cannot deal with the travelers' interest which is expressed in various terms, even including some ambiguous ones. The objective of this research is to build hotel ontology using currently available semantic web technologies such as RDF, OWL and SWRL and to show how it can be used to help travelers find hotels of their interest. To that end, we analyzed available hotel-related ontologies and investigated typical terms which are used when searching for hotels in the Q&A communities. Based on the results of the analysis and investigation, we designed hotel domain ontology which consists of Objective Concepts Ontology(OCO), Universal Concepts Ontology(UCO), and Evaluation Concepts Ontology(ECO). To demonstrate the use of the ontology for a hotel search, we developed a Semantic Hotel Search System (SHSS).

**키워드** : 온톨로지, 시맨틱 웹, 호텔 검색 시스템  
Ontology, Semantic Web, Hotel Search System

---

\* 교신저자. 고려대학교 경영학과 석박사통합과정

\*\* 고려대학교 경영학과 교수

2008년 11월 6일 접수, 2008년 8월 19일 심사완료 후 2008년 10월 31일 게재확정.

## 1. 서 론

웹의 등장으로 여행객들이 직접 호텔 관련 정보를 검색하고 자신의 기호에 적합한 상품들을 구매할 수 있게 되어, 이전에는 여행사를 통하여 제공받았던 호텔 관련 상품들이 이제는 여행객을 중심으로 설계되고 있다. Cardoso와 Lange는 여행객들이 여행사에서 판매하는 여행상품보다 본인이 설계한 여행상품을 선호하고 있다고 하였다[5]. 이러한 사용자들의 행동 양식 변화에 따라 전 세계적으로 온라인을 통한 호텔 예약 수입이 증가하고 있다. 최근 미국의 경우, 호텔 및 기타 숙박업소의 매출 중 46%가 온라인을 통해 발생하였다[20]. 하지만 현재의 호텔 검색 시스템에는 몇 가지 문제점이 있다. 첫째, 사용자가 찾고 싶어 하는 호텔 시설에 대한 다양한 검색 옵션이 제공되지 못한다. 예를 들어 Hotels.com의 경우, 9가지 호텔 시설에 관한 검색 옵션만을 제공하며 사용자는 직접 텍스트 형식으로 서술된 정보를 통해서 찾고자 하는 호텔 시설을 검색하게 된다. 둘째, 사용자는 자신이 인지하고 있는 정보, 예를 들어 ‘숙박료가 저렴한 호텔’ 또는 ‘호텔 주변에 있는 쇼핑몰’에 해당되는 정보를 찾기 위해서는 검색을 반복하여야 한다. 그 이유는 검색 시스템이 사용자를 대신하여 ‘저렴한’ 또는 ‘주변’과 같은 개념들의 의미를 이해할 수 없기 때문이다. 셋째, Niemann 등은 사용자의 호텔 선택에 있어서 표준화된 평가 기준을 기반으로 한 사용자들의 평가가 중요한 역할을 한다고 하였으나[17], 대부분의 사이트에서는 표준화된 평가 기준을 기반으로 평가된 호텔 평가 정보를 제공하지 않고 있다.

현재 Expedia.com과 Orbitz.com의 경우, 호텔에 관한 사용자 평가를 제공하지만 서로 다른 기준으로 호텔을 평가하고 있기 때문에 사용자는 평가 결과에 대한 높은 신뢰성을 가질 수 없다. 또한 해당 호텔을 사용해 본 경험자의 평가를 바탕으로 관련 정보가 제공되기 때문에, 사용자로부터 평가를 받지 못한 호텔이 있을 경우 해당 호텔에 대한 평가 정보를 제공할 수 없는 실정이다.

본 연구에서는 이러한 문제점을 해결할 수 있는 방안으로 시맨틱 웹(Semantic Web) 기술을 활용하여 시맨틱 호텔 검색을 위한 온톨로지(ontology)의 구축을 첫 번째 목적으로 하고 있다. 온톨로지란 기계가 자동으로 정보의 의미를 이해할 수 있게 도와주는 개념의 집합[10]을 말하며 시맨틱 웹에서의 핵심 기술이라 말할 수 있다[7]. 시맨틱 웹이란 웹 상의 정보를 컴퓨터(에이전트)가 이해할 수 있는 형태로 변환하여 인간 대신 컴퓨터가 자동으로 웹의 정보를 처리하는 차세대 웹을 말한다[2, 3]. 시맨틱 웹 환경에서 시맨틱 호텔 검색이 가능하기 위해서는 호텔 검색을 위해 동원되는 모든 개념을 표준화된 언어를 이용하여 일관적인 형태로 표현한 온톨로지가 필요하다. 온톨로지에는 1) 호텔 시설을 포함한 호텔 관련 개념, 2) 개별 사용자들이 보편적으로 인지하고 있는 검색 관련 개념, 3) 호텔 평가 항목 및 그에 대한 평가 관련 개념 등이 정의되어 있어야 한다. 예를 들어 ‘숙박료가 저렴한 호텔’이란 검색어를 기계가 이해하기 위해서는 ‘숙박료’와 같은 호텔 관련 개념과 각 개념들 간의 관계가 온톨로지에 정의되어야 한다. 또한, ‘저렴하다’라는 개념은 사용자마다 다르게 인지될 수 있으므로

사용자들이 보편적으로 인지하고 있는 검색 관련 개념이 온톨로지에 표현되어야 한다. 그리고 모든 호텔에 동일하게 적용 가능한 표준화된 호텔 평가 개념을 온톨로지에 정의하여 신뢰성 있는 평가 정보를 사용자에게 제공할 수 있어야 한다. 이렇게 구축된 온톨로지와 현재 사용 가능한 시맨틱 웹 기술들을 활용하여 시맨틱 호텔 검색 시스템을 구현하는 것이 본 연구의 두 번째 목적이다.

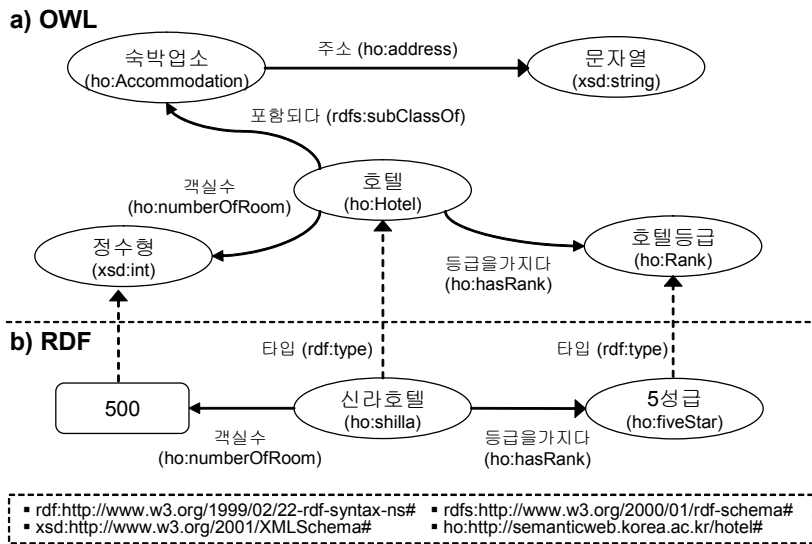
본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장에서는 시맨틱 호텔 검색에서 사용되는 온톨로지를 구축하기 위한 대표적인 기술들을 소개하였고, 제 3장에서는 지금까지 설계되었던 호텔 관련 온톨로지들에 대해 조사하였다. 제 4장에서는 호텔 검색 기능을 제공하는 국내외 온라인 Q&A 사이트들에 올라온 호텔 검색 질의에 사용된 용어들을 조사하였다. 이와 같은 조사를 바탕으로 제 5장에서는 시맨틱 호텔 검색을 지원하기 위한 호텔 온톨로지의 구성 및

내용을 기술하였다. 제 6장에서는 온톨로지 기반의 시맨틱 호텔 검색 시스템의 구현에 관하여 언급하였다. 마지막으로 제 7장에서는 논문의 요약과 함께 설계된 온톨로지를 이용하여 향후 어떻게 실용적인 시맨틱 호텔 검색 사이트를 구현할지에 대하여 간략하게 설명하였다.

## 2. 온톨로지 구축을 위한 시맨틱 웹 기술

W3C(World Wide Web Consortium)에서 제안하고 있는 온톨로지 구축을 위한 대표적인 시맨틱 웹 기술에는 OWL(Web Ontology Language), RDF(Resource Description Framework), SWRL(Semantic Web Rule Language) 등이 있다.

OWL은 클래스(class)와 속성(property)을 이용하여 개념의 의미를 정의하도록 한다[1, 16].



〈그림 1〉 OWL과 RDF로 표현된 호텔 정보

클래스란 동일한 속성을 지닌 개체(individual)들의 그룹을 나타낸다. <그림 1>의 (a)는 OWL 에서의 클래스와 속성을 이용하여 호텔 관련 개념을 그래프 형식으로 표현하고 있다. 하위 클래스와 상위 클래스 간의 계층관계는 포함되다(*rdfs : subclassOf*) 속성으로 정의된다. 숙박업소 클래스의 하위 클래스로 호텔 클래스를 정의하였다.

OWL의 속성은 크게 오브젝트형 속성과 데이터형 속성으로 구분된다. 오브젝트형 속성은 클래스 간의 관계를 표현할 때 사용하는 속성이며, <그림 1>의 (a)에서 등급을가지다(*ho : hasRank*) 속성은 오브젝트형 속성으로 호텔 클래스와 호텔등급 클래스 간의 관계를 나타낸다. 데이터형 속성은 어떤 클래스에 속한 속성의 값이 특정 데이터형인 것을 나타낸다. 예를 들어 <그림 1>의 (a)에서 호텔 클래스에 속한 객실수(*ho : numberOfRoom*) 속성의 값은 정 수형임을 나타낸다. <그림 1>의 (a)를 OWL로 표현하면 다음과 같다.

```

<owl : Class rdf : ID = "Accommodation"/>
<owl : Class rdf : ID = "Rank"/>
<owl : Class rdf : ID = "Hotel">
  <rdfs : subclassOf rdf : resource
    = "#Accommodation"/>
</owl : Class>
<owl : ObjectProperty rdf : ID = "hasRank">
  <rdfs : domain rdf : resource = "#Hotel"/>
  <rdfs : range rdf : resource = "#Rank"/>
</owl : ObjectProperty>
<owl : DatatypeProperty rdf :
  ID = "numberOfRoom">
  <rdfs : domain rdf : resource = "#Hotel"/>
  <rdfs : range rdf : resource = "&xsd:int"/>
</owl : DatatypeProperty>
<owl : DatatypeProperty rdf : ID = "address">
  <rdfs : domain rdf : resource

```

```

= "#Accommodation"/>
<rdfs : range rdf : resource
  = "&xsd:string"/>
</owl : DatatypeProperty>

```

RDF는 웹 상의 자원들의 관계성을 기술하기 위해 사용되는 표준화된 서술방식이다[13, 14]. RDF는 OWL의 개념을 이용하여 웹 상의 자원들 간의 관계를 트리플(triple) 형태, 즉 <주어부(*subject*) - 서술부(*predicate*) - 목적부(*object*)>로 표현한다. <그림 1>의 (b)에서 ‘신라호텔의 호텔등급은 5성급이며, 객실의 수는 500개이다’라는 서술문을 두 개의 트리플 형태인 <신라호텔 - 등급을가지다 - 5성급>과 <신라호텔 - 객실수 - 500>으로 표현하였다. 여기에서 신라호텔과 5성급은 타입(*rdf : type*) 속성을 이용하여 각각 호텔 클래스와 호텔등급 클래스의 개체임을 정의하였다. <그림 1>의 (b)를 RDF로 표현하면 다음과 같다.

```

<rdf : Description rdf : ID = "shilla">
  <rdf : type rdf : resource = "#Hotel"/>
  <hasRank rdf : resource = "#fiveStar"/>
  <numberOfRoom rdf : datatype
    = "&xsd:int">500</numberOfRoom>
</rdf : Description>
<rdf : Description rdf : ID = "fiveStar">
  <rdf : type rdf : resource = "#Rank"/>
</rdf : Description>

```

SWRL은 특정 도메인에서 사용할 수 있는 규칙을 정의할 때 사용하는 기술이다. SWRL은 Horn clause로 표현된 규칙을 수용할 수 있도록 OWL을 확장시킨 기술로서 OWL의 클래스와 속성을 이용하여 도메인 규칙(domain rule)을 정의할 때 사용한다[11, 12]. 도메인 규칙의

형태는 전제(*antecedent*)→결과(*consequent*)로 표현되는데, 전제는 클래스와 속성으로 표현되는 하나 이상의 요소(atom)들의 논리곱으로 구성되며, 결과는 하나의 요소로 구성된다. 예를 들어, '5성급 호텔 중에 객실수가 500개 이상이면 웅장한 호텔(*splendid hotel*)이다'라는 도메인 규칙을 표현하면 다음과 같다.

$$\begin{aligned}
 &Hotel(?a) \wedge hasRank(?a, fiveStar) \wedge \\
 &\quad numberOfRoom(?a, ?b) \wedge \\
 &\quad swrlb : greaterThanOrEqual(?b, 500) \\
 &\rightarrow Splendid\_Hotel(?a)
 \end{aligned}$$

전제의 *Hotel(?a)*는 변수 *?a*의 클래스가 호텔임을 나타낸다. *hasRank(?a, fiveStar)*는 호텔 *?a*의 호텔등급이 5성급임을 나타내며, *numberOfRoom(?a, ?b)*는 호텔 *?a*의 객실수가 *?b*임을 나타내고, *swrlb : greaterThanOrEqual(?b, 500)*은 변수 *?b*가 500보다 큰 값을 가짐을 나타낸다. 결과의 *Splendid\_Hotel(?a)*는 앞서 정의된 조건들을 만족하는 호텔 *?a*가 있을 경우, 이 호텔은 *Splendid\_Hotel* 클래스에 속하게 됨을 의미한다. 앞서 살펴 본 웅장한 호텔에 관한 규칙을 SWRL로 표현하면 다음과 같다.

```

<swrl : Variable rdf : ID = "a"/>
<swrl : Variable rdf : ID = "b"/>
<ruleml : Imp>
  <ruleml : body rdf : parseType = "Collection">
    <swrl : ClassAtom>
      <swrl : classPredicate rdf : resource =
        "#Hotel"/>
      <swrl : argument1 rdf : resource = "#a"/>
    </swrl : ClassAtom>
  <swrl : IndividualPropertyAtom>

```

```

<swrl : propertyPredicate rdf : resource =
  "#hasRank"/>
<swrl : argument1 rdf : resource = "#a"/>
<swrl : argument2 rdf : resource =
  "#fiveStar"/>
</swrl : IndividualPropertyAtom>
<swrl : DatavaluedPropertyAtom>
  <swrl : propertyPredicate rdf : resource =
    "#numberOfRoom"/>
  <swrl : argument1 rdf : resource = "#a"/>
  <swrl : argument2 rdf : resource = "#b"/>
</swrl : DatavaluedPropertyAtom>
<swrl : BuiltinAtom>
  <swrl : builtin rdf : resource =
    "&swrlb ; greaterThanOrEqual"/>
<swrl : arguments>
  <rdf : List>
    <rdf : first rdf : resource = "#b"/>
    <rdf : rest>
      <rdf : List>
        <rdf : first rdf : datatype =
          "&xsd:int" > 500
        </rdf : first >
        <rdf : rest rdf : resource =
          "&rdf ; nil"/>
      </rdf : List>
    </rdf : rest>
  </rdf : List>
</swrl : arguments>
</swrl : BuiltinAtom>
</ruleml : body>
<ruleml : head rdf : parseType = "Collection">
  <swrl : ClassAtom>
    <swrl : classPredicate rdf : resource = "#
      Splendid_Hotel"/>
  <swrl : argument1 rdf : resource = "#a"/>
  </swrl : ClassAtom>
</ruleml : head>
</ruleml : Imp>

```

### 3. 호텔 관련 기존 온톨로지 조사

호텔과 관련된 온톨로지는 주로 여행 분야

에서 연구되어 왔다. 여행 분야의 온톨로지를 적용 범위를 기준으로 구분하면, 여행 전반의 광범위한 개념을 정의한 온톨로지와 숙박시설을 중심으로 자세한 개념을 정의한 온톨로지 로 나눌 수 있다.

여행 전반에 대한 개념이 정의된 온톨로지로는 OTA 명세서와 Harmonise 온톨로지가 있다. OTA(Open Travel Alliance : <http://www.opentravel.org/>) 명세서는 호텔을 비롯한 항공, 선박, 철도, 여행사 등에서 사용되는 표준화된 용어들을 XML(eXtensible Markup Language) Schema로 정의하고 있다. OTA 명

세서를 이용하는 조직들 간에는 데이터 장애가 없는 정보 교환이 가능하다. Harmonise 온톨로지(<http://www.harmonise.info/>)는 서로 다른 조직의 여행관련 정보를 조직 데이터의 구조변화 없이 통합하기 위해 설계되었으며[6, 8], 여행 전반에 관한 다양한 이벤트 활동과 호텔을 포함한 숙박시설에 관한 개념을 RDF Schema[4, 14]로 정의하고 있다.

숙박시설을 중심으로 정의된 온톨로지로는 OnTour 온톨로지, Travel 온톨로지, Accommodation 온톨로지가 있다. OnTour 온톨로지 (<http://e-tourism.deri.at/ont/>)는 DERI(Digital

〈표 1〉 기존 호텔 관련 온톨로지의 개념들

온톨로지	구 성	개 념
OTA	Element	AirSchedule, AirSeatMap, CruiseCategoryAvail, CruiseSpecialServiceAvail, GolfCourseSearch, HotelDescriptionInfo, HotelRoomList, HotelStats, HotelStayInfo, RailBook, etc.
Harmonise	Class	Site, Address, PriceRange, Location, Event, Facility, Cost, Category, Profile, Service, TelecomNumber, etc.
	Property	id, organisation, reservation, site, name, description, profile, facility, service, location, documentation, priceRange, unit, belongsTo, relatedTo, url, etc.
OnTour	Class	Accommodation, Activity, DateTime, Event, Location, Room, etc.
	Object Property	hasRoom, hasSeason, canBeDoneAt, hasContactData, hasPostalAddress, hasGPSCoordinates, hasTimePeriod, hasOpeningHours. etc.
	Data Type Property	hasWebsite, hasEMail, hasParking, hasHandicapAccessibility, hasSafe, hasName, offersCrib, hasType, hasStarRating, offersChildCare, offersCot, hasBaggageRoom, hasFitnessRoom, hasTelephone, hasTVSet, hasBed, etc.
Travel	Class	Site, Place, Busiess, Means of Travel, Hotel, Room, Additional Service, Additional Facilities, etc.
	Property	size, view, balcony, air-con, phone, number of beds, cable TV, cocktail cabinet, toilet, shower, treatment of some kind, beauty and healthcare, casino, gym, sauna, disco, jacuzzi, swimming pool, etc.
Accommodation	Class	Accommodation, AccommodationDestination, Attraction, StarRating, Category, Chain, AccommodationFacilities, etc.
	Object Property	hasDestinationClassification, hasFacility, hasCategory, hasStarRating, hasAccommodationFacility, etc.
	Data Type Property	hasEmail, hasBusinessName, hasFax, hasAddress, hasTelephone, hasURL, etc.

Enterprise Research Institute)의 e-Tourism 워킹 그룹이 여행에 관한 시맨틱 포털을 구축하기 위해 OWL로 설계한 온톨로지이다. On Tour 온톨로지에는 숙박시설을 중심으로 관련된 개념들이 정의되어 있다. 현재, 시맨틱 여행 포털의 구현에 좀더 적합한 온톨로지를 만들기 위하여 추가적인 영역의 개념들을 온톨로지에 포함하는 작업이 진행 중이다. Gordon 등이 제시한 Travel 온톨로지는 RDF Schema로 설계된 온톨로지이며 여행 관련 웹 사이트들로부터 호텔에 관한 개념들이 조사되었다[9]. 현재 Travel 온톨로지를 레스토랑, 예약, 오락 온톨로지와 같은 다른 영역의 온톨로지들과 통합하는 작업이 진행 중이다. McGrath와 Abrahams가 제안한 AcOntoWeb 시스템에서는 OWL로 구현한 Accommodation 온톨로지를 이용하여 호텔에 관한 메타 데이터를 호텔 홈페이지에 추가하는 서비스를 제공하고 있다[15]. Yoo 등의 연구에서는 앞서 살펴본 기존의 호텔 관련 온톨로지들에서 사용된 개념들을<표 1>과 같이 요약하였다[21].

기존의 온톨로지들은 주로 용어 표준화 작업 및 온톨로지 기반의 시스템 통합을 목적으로 설계되었다. 하지만 이 온톨로지들은 사용자의 호텔 검색을 목적으로 설계되지 않았기 때문에 실제 검색에 사용될 수 있는 다양한 개념들을 충분히 표현하지 못한 한계를 지니고 있다. 예를 들어, *기둥이 있는 침대*, *윙플욕조*, *유기농 아침 식사* 등과 같은 개념들은 기존 온톨로지들에 표현되어 있지 않다. 또한 호텔 검색 시스템을 이용하는 사용자들 이 인지하고 있는 *저렴한*, *가까운*, *비싼* 등과 같은 개념들과 표준화된 평가 기준에 입각한 *깨끗함*, *친절함*, *편안함* 등과 같은 호텔 평가에 관

한 개념을 온톨로지에 정의하여 사용한 연구는 찾기 힘든 상태이다. 따라서 기존의 온톨로지들을 이용할 경우 실제 호텔 검색에 필요한 다양한 정보뿐만 아니라 사용자의 인지 개념과 호텔 평가와 관련된 정보를 검색할 수 없다.

본 연구에서는 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 사용자의 호텔 검색을 보다 정확하게 지원할 수 있는 호텔 도메인 온톨로지를 구현하였다. 호텔 도메인 온톨로지에 사용될 개념들은 1) 앞서 살펴본 기존의 호텔 관련 온톨로지서 사용된 개념들과 2) 실제 유명 호텔 검색 사이트에서 사용된 사용자들의 질의를 분석하여 호텔 검색에 자주 쓰이는 용어들을 조사하였다. 이렇게 수집된 호텔 관련 개념들과 질의어들을 바탕으로 시맨틱 호텔 검색에 유용한 호텔 도메인 온톨로지를 구현하였다. 또한 사용자들의 인지 개념과 평가 개념을 온톨로지화 하였으며 이를 이용하여 보다 정확한 시맨틱 호텔 검색을 가능하게 하였다.

#### 4. 호텔 검색 용어 조사

먼저, 실제 호텔 검색에 사용된 사용자들의 질의를 수집하기 위해 국내외 Q&A 사이트들을 조사하였다. 대표적인 Q&A 사이트인 Yahoo! Answers, WikiAnswers, 그리고 Naver 지식iN에서 키워드 ‘호텔(hotel)’과 ‘추천(recommend)’을 이용하여 사용자의 질의를 수집하였다. 수집된 질의 중에서 중복된 질의 및 호텔 검색과 관련성이 없는 질의를 제외하고 총 1,028개의 질의를 분석한 결과, 호텔 검색에 사용되는 용어들을 <표 2>와 같이 분류하였다.

〈표 2〉 호텔 검색 용어 분류

분류 기준	용어의 범주	용어의 예(해당 용어가 사용된 질의 수/전체 질의 수×100)
객관적 용어	기본 정보	위치(97.57), 객실가격(25.19), 등급(6.42), 이름(1.46), 주소(0.88), 홈페이지(0.68), 전화번호(0.58), 이메일(0.10), 객실수(0.10) 등
	객실 시설	일반침대(3.21), 인터넷(2.43), 에어컨(0.78), TV(0.68), 온풍기(0.68), 부엌(0.58), 냉장고(0.39), 개인금고(0.39), 냉온수기(0.39), 기둥이 있는 침대(0.29), 일반욕조(0.29), 큰 욕조(0.10), 월풀 욕조(0.10), 큰 침대(0.10) 등
	부대 시설	수영장(3.99), 사우나(1.26), 세탁실(0.68), 헬스장(0.58), 카지노(0.58), 어린이 수영장(0.49), 비즈니스 센터(0.49), 컨퍼런스 홀(0.29), 무선 인터넷(0.29), 체육관(0.19), 목욕탕(0.19), 마사지사(0.10), 일광욕실(0.10) 등
	서비스	일반 조식(3.70), 셔틀버스(1.46), 어린이 프로그램(1.07), 렌터카(0.88), 관광가이드(0.58), 공항 픽업(0.49), 주차(0.29), 애완동물허용(0.29), 세탁(0.29), 룸서비스(0.29), 컨시어지(0.19), 환전(0.19), 통역(0.19) 등
	스포츠	스노클링(0.58), 골프(0.39), 낚시(0.29), 스킨 스쿠버(0.29), 스노보드(0.19), 요가(0.10), 당구(0.10), 수상스키(0.10), 윈드서핑(0.10) 등
	주변 시설	쇼핑센터(4.67), 바다(3.98), 공원(1.46), 해변(1.36), 나이트 클럽(1.17), 박물관(0.78), 타워(0.78), 광장(0.78), 호수(0.68), 강(0.58), 백화점(0.58), 컨벤션센터(0.58), 산(0.49), 수상공원(0.49), 오페라하우스(0.39) 등
	교통 시설 및 거리	공항(7.49), 도보(3.60), 버스 정류장(2.92), 몇 분거리(2.53), 지하철역(1.17), 기차역(0.68), 항구(0.19), 고속버스 정류장(0.10) 등
주관적 인지 용어	객실 가격	싼 가격(12.74), 적당한 가격(10.31), 비싼 가격(5.54)
	호텔 크기	작은 호텔(1.07), 큰 호텔(0.88)
	주변 거리	가까운 거리(28.40), 먼 거리(2.04)
호텔 평가 용어	호텔 평가	깨끗함(13.91), 안전함(5.54), 편안함(3.99), 로맨틱함(2.72), 친절함(2.14), 외국인에게 친숙함(1.17), 럭셔리함(1.07), 장식이 좋음(0.78)

사용자 질의를 분석해 본 결과 사용자는 호텔을 검색할 때 객관적 용어, 주관적 인지 용어, 그리고 호텔 평가 용어를 사용하는 것을 알 수 있었다. 객관적 용어란 용어의 의미에 대해 일반 사용자들이 동일하게 받아들이는 특성을 지닌 것으로서 호텔에 관한 정보를 표현하는 용어를 말한다. 호텔에 관한 정보는 위치, 객실가격, 이름과 같은 호텔의 기본 정보, 객실 시설, 부대 시설, 서비스, 스포츠, 주변 시설, 교통 시설 및 거리와 관련된 용어로 구분된다. 주관적 인지 용어란 사용자마다 용어의 의미가 약간의 차이를 보이는 것으로서

호텔 검색을 할 때 사용되는 사용자의 주관적 인식이 포함된 용어를 말한다. 검색에 사용되는 주관적 인지 용어의 범주는 객실의 가격, 호텔의 크기, 그리고 주변 거리에 관한 생각과 관련된 용어로 분류된다. 호텔 평가 용어란 호텔에 관한 평가를 바탕으로 의미가 정의되는 용어로 대표적으로 깨끗함, 친절함, 편안함 등이 있다. 조사 결과에 의하면, 호텔 검색을 목적으로 하는 호텔 온톨로지를 설계하기 위해서는 온톨로지에 객관적 용어, 주관적 인지 용어, 그리고 호텔 평가 용어가 모두 수용되어야 사용자들의 호텔 검색을 원활하게 지



원할 수 있음을 알 수 있다.

## 5. 호텔 온톨로지

### 5.1 호텔 온톨로지의 구성

<표 1>에 제시된 기존 호텔 관련 온톨로지들에서 사용된 개념들과 <표 2>에 제시된 Q & A 사이트들로부터 수집한 객관적 용어, 주관적 인지 용어, 호텔 평가 용어를 중심으로 다음과 같이 3개의 하위 온톨로지로 구성된다. 시맨틱 호텔 검색에 적합한 호텔 온톨로지를 설계하였다.

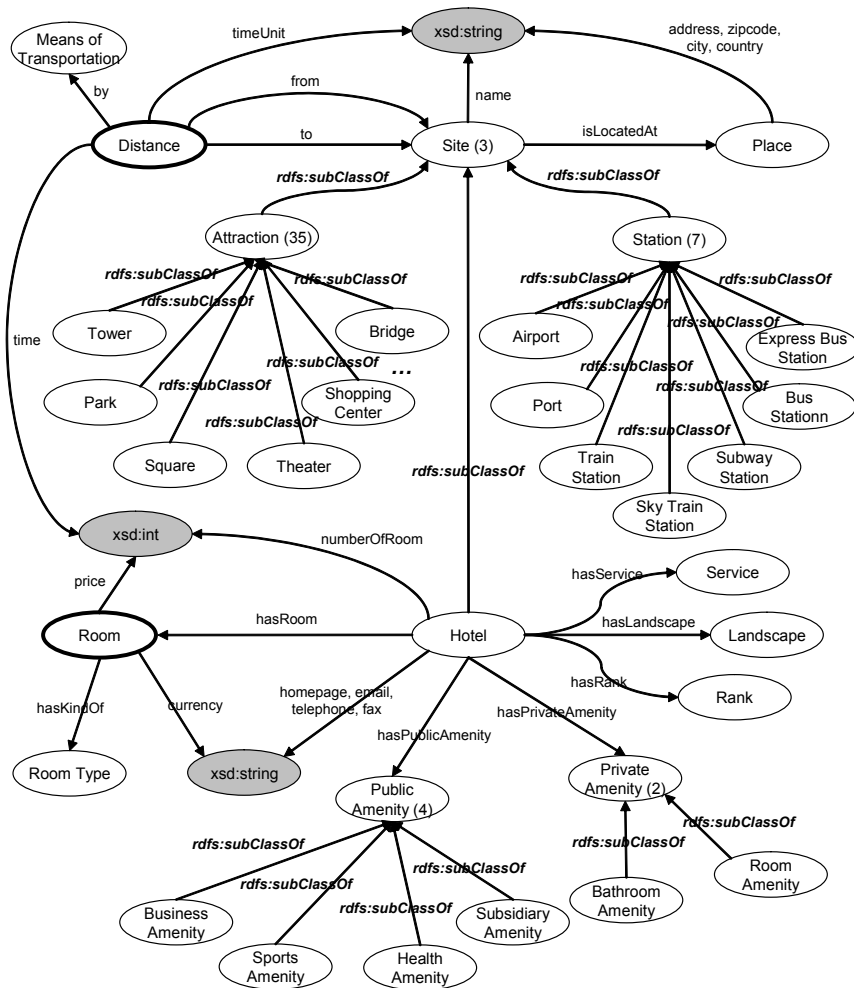
- **객관적 개념 온톨로지** : 기존 호텔 관련 온톨로지들에서 사용된 개념들(<표 1> 참조)과 Q&A 사이트들에서 수집한 객관적 용어를 개념화한 온톨로지
- **보편적 인지 개념 온톨로지** : 객관적 개념 온톨로지를 활용하여 주관적 인지 용어를 개념화한 온톨로지
- **평가 개념 온톨로지** : ‘호텔업 등급평가 기준’의 평가 항목을 개념화한 평가 항목 온톨로지와 이를 중심으로 검색에서 사용된 호텔 평가 용어를 개념화한 평가 용어 온톨로지로 구성

OWL의 종류에는 표현력(expressiveness)의 정도에 따라 OWL Lite, OWL DL, OWL Full로 구분된다. 현재 추론 엔진들이 OWL Lite와 OWL DL에 대한 결정가능성(decidability)만을 보장하기 때문에, 두 개의 OWL 중에서

표현력이 좋은 OWL DL을 이용하였다. 따라서, 객관적 개념 온톨로지와 평가 항목 온톨로지는 OWL DL(Description Logic)을 이용하여 구현하였다. 또한, 보편적 인지 개념 온톨로지와 평가 용어 온톨로지는 SWRL을 이용하여 구현하였다. 호텔 온톨로지를 구현하기 위해 Protégé v3.3(<http://protege.stanford.edu/>) 개발도구를 이용하였다.

### 5.2 객관적 개념 온톨로지

객관적 개념 온톨로지는 기존 호텔 관련 온톨로지들에서 사용된 개념들과 실제 호텔 검색에 사용된 객관적 용어들의 의미가 정의된 온톨로지이다. 객관적 용어와 각 용어들의 관계를 OWL DL의 기본요소인 클래스와 속성으로 표현하였다. <그림 2>에서는 객관적 개념 온톨로지를 간략하게 표현하였다. 클래스 이름 옆의 숫자는 해당 클래스의 하위 클래스 수를 나타내며, 클래스 간의 계층관계는 *rdf:s:subClassOf* 속성으로 표현된다. 예를 들어, *Site* 클래스의 하위 클래스에는 *Hotel* 클래스, *Attraction* 클래스, 그리고 *Station* 클래스가 있다. 오브젝트형 속성은 객관적 개념 온톨로지서 정의된 클래스 간의 관계를 나타내고 있다. 예를 들어, *hasService* 속성은 *Hotel* 클래스와 *Service* 클래스 간의 관계를 설명하며, *isLocatedAt* 속성은 *Site* 클래스와 *Place* 클래스 간의 관계를 표현한다. 데이터형 속성의 값을 표현하기 위하여 XML 스키마에서 정의된 클래스인 *xsd:string*과 *xsd:int*를 이용하였다. <그림 2>에서 *Hotel* 클래스의 *numberOfRoom* 속성과 *homepage* 속성처럼 XML 스키마의 데이터형 클래스를 가리키는



〈그림 2〉 객관적 개념 온톨로지

속성이 데이터형 속성이다. <표 2>의 객관적 용어의 범주들을 중심으로 클래스가 정의되었고 호텔의 기본 정보를 나타내는 용어들을 중심으로 데이터형 속성을 정의하였다.

OWL DL을 이용한 호텔 관련 정보는 트리플 형태로 표현된다. 이러한 트리플 형태는 이진 관계(binary relations)로 나타내는데, 만약 그 이상의 관계(n-ary relations)로 표현되는 정보가 있을 경우 표현의 어려움이 발생한다.

다. 이와 같은 표현의 어려움을 해결하기 위하여, Noy와 Rector는 임의의 관계 인스턴스 (relation instance)를 이용하여 다항 관계의 정보를 이진 관계로 표현하는 방법을 제안하였다[18]. 객관적 개념 온톨로지에서도 임의의 관계 인스턴스를 이용하여 다항 관계의 정보를 이진 관계로 표현하였다. <그림 2>의 *Distance* 클래스와 *Room* 클래스는 임의의 관계 인스턴스들을 개념화한 클래스를 나타낸다.

### 5.3 보편적 인지 개념 온톨로지

보편적 인지 개념 온톨로지는 호텔 검색에 사용되는 주관적 인지 용어의 보편적 의미를 SWRL을 이용하여 정의한 온톨로지이다. SWRL의 규칙표현에 있어서 전제에는 주관적 인지 용어에 대한 사용자의 인식을 표현할 수 있게 하였고, 결과에는 주관적 인지 용어를 정의하였다. 여기에서 전제를 표현하기 위해 사용되는 요소들은 앞서 정의한 객관적 개념 온톨로지를 활용하였다.

#### 5.3.1 보편적 인지 개념 온톨로지의 초기 정의

호텔 검색에 사용되는 주관적 인지 용어에 관한 사용자들의 보편적 인식을 정의하기 위

하여 설문조사를 실시하였다. 설문 내용은 <표 2>에 있는 주관적 인지 용어를 중심으로 구성하였다. 설문조사는 여행의 경험이 있는 성인남녀 214명을 대상으로 실시하였으며 설문기간은 2007년 7월 1일부터 8월 11일까지 총 6주 동안 진행되었다. 설문 분석을 통하여 주관적 인지 용어에 대한 사용자들의 생각을 규칙으로 정의하였다. 각 주관적 인지 용어의 의미를 묻는 설문 항목에 대한 응답 중, 50% 이상의 사용자들이 공통적으로 인지하고 있는 것을 보편적 인지 개념으로 표현하였다. <표 3>은 설문조사를 바탕으로 SWRL을 표현하기 위해 작성된 보편적 인지 개념 온톨로지의 주관적 인지 용어에 대한 규칙들을 보여준다.

<표 3> SWRL을 표현하기 위해 작성된 보편적 인지 개념 온톨로지의 규칙

용어	규칙 표현
Cheap Hotel	$Hotel(?a) \wedge Room(?b) \wedge hasRoom(?a, ?b) \wedge hasKindOf(?b, twinRoom) \wedge price(?b, ?c) \wedge currency(?b, "USD") \wedge swrlb : lessThanOrEqual(?c, 100) \rightarrow Cheap\_Hotel(?a)$
Expensive Hotel	$Hotel(?a) \wedge Room(?b) \wedge hasRoom(?a, ?b) \wedge hasKindOf(?b, twinRoom) \wedge price(?b, ?c) \wedge currency(?b, "USD") \wedge swrlb : greaterThanOrEqual(?c, 200) \rightarrow Expensive\_Hotel(?a)$
Reasonably Priced Hotel	$Hotel(?a) \wedge Room(?b) \wedge hasRoom(?a, ?b) \wedge hasKindOf(?b, twinRoom) \wedge price(?b, ?c) \wedge currency(?b, "USD") \wedge swrlb : greaterThanOrEqual(?c, 50) \wedge swrlb : lessThan(?c, 150) \rightarrow Reasonably\_Priced\_Hotel(?a)$
Big Hotel	$Hotel(?a) \wedge numberOfRoom(?a, ?b) \wedge swrlb : greaterThanOrEqual(?b, 100) \rightarrow Big\_Hotel(?a)$
Small Hotel	$Hotel(?a) \wedge numberOfRoom(?a, ?b) \wedge swrlb : lessThanOrEqual(?b, 50) \rightarrow Small\_Hotel(?a)$
Near By	$Distance(?a) \wedge Site(?b) \wedge Site(?c) \wedge from(?a, ?b) \wedge to(?a, ?c) \wedge by(?a, "walk") \wedge time(?a, ?d) \wedge timeUnit(?a, "minute") \wedge swrlb : lessThanOrEqual(?d, 10) \rightarrow nearby(?b, ?c)$

#### 5.3.2 보편적 인지 개념 온톨로지의 갱신

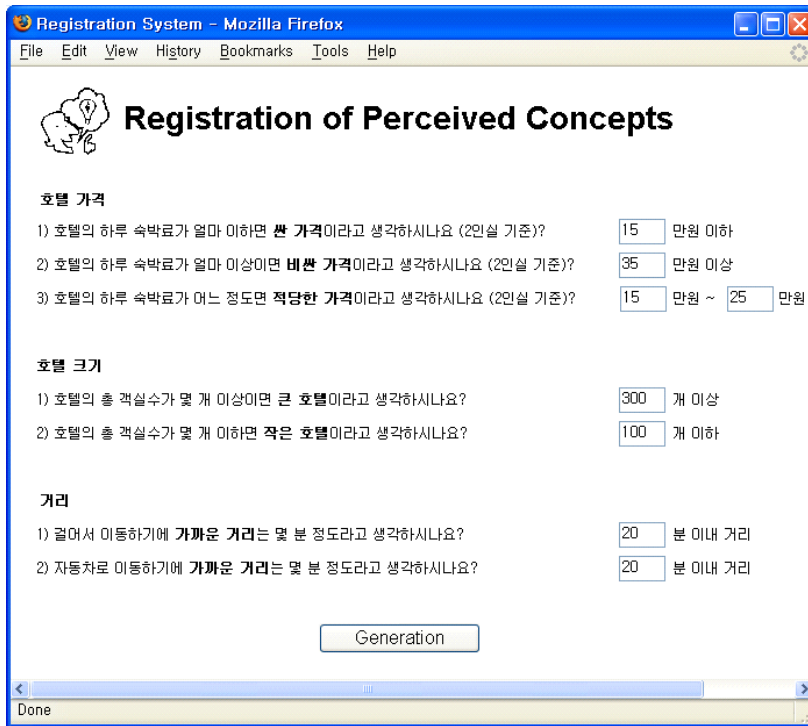
Yoo 등은 제한된 수의 여행자들을 대상으로 인지 개념을 수집하여 보편적 인지 개념 온톨로지를 정의하였다[21]. 그들은 한번 정의된 보편적 인지 개념을 활용하여 호텔 검색에 사용하였다. 이 경우 새로운 여행자들의 인지

개념을 추가적으로 수집되더라도 정의된 보편적 인지 개념의 내용에 반영되지 않는다. 이와 같이 제한된 수의 여행자들로부터 수집된 인지 개념을 다수의 여행자들의 보편적 인지 개념이라고 정의하기에는 부족하다. 따라서 본 논문에서는 보편적 인지 개념의 정의를 위해 새로

사용자들의 인식을 조사하여 온톨로지에 반영하는 시스템을 구현하였다(<그림 3> 참조). 사용자는 시스템을 이용하여 자신이 생각하고 있는 **싼 가격, 비싼 가격, 적당한 가격, 큰 호텔, 가까운 거리** 등과 같은 인지 개념에 대한 정의를 쉽게 할 수 있으며, 그렇게 정의된 정보는 자동으로 SWRL로 변환된다.

다수의 사용자들이 개별적으로 인지 개념

을 등록할 경우, 등록된 정보들은 설문 조사를 바탕으로 수집된 보편적 인지 개념 온톨로지에 반영된다. 사용자의 주관적 인지 개념 정보를 통하여 다수(50% 이상)가 생각하는 보편적 인지 개념 온톨로지가 새롭게 정의된다. 많은 수의 사용자들이 인지 개념을 등록할수록 보편적 인지 개념에 대한 내용이 보다 정확하게 반영된다.



<그림 3> 주관적 인지 개념 등록 시스템

### 5.4 평가 개념 온톨로지

본 연구에서는 호텔 평가에 대한 신뢰성 있는 정보를 사용자에게 제공하기 위해, 현재 국내 호텔을 평가할 때 사용하는 표준화된 평가 기준인 ‘호텔업 등급평가기준’을 온톨로지

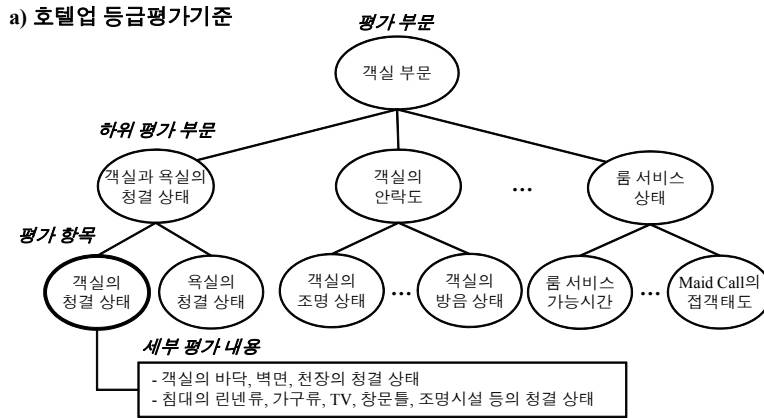
화하여 평가 개념 온톨로지를 정의하였다. 평가 개념 온톨로지는 ‘호텔업 등급평가기준’의 평가 항목을 기반으로 정의된 평가 항목 온톨로지와 이 온톨로지를 이용하여 호텔 평가 용어를 규칙 정보로 표현한 평가 용어 온톨로지 구성된다.

### 5.4.1 평가 항목 온톨로지

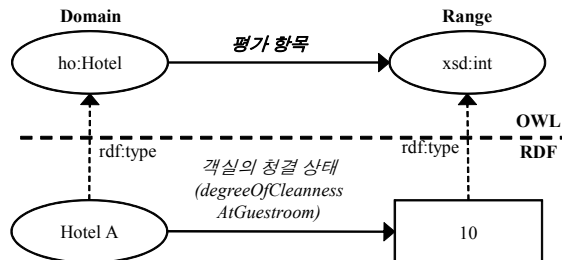
현재 호텔의 등급평가에 관한 기준은 각 나라마다 국내법에 의거한 서로 다른 표준을 사용하고 있다. 유럽의 경우 AA 등급을 사용하고 있고, 북미의 경우 AAA 다이아몬드 등급을 사용하고 있다. 한편, 국내의 경우 문화관광부에서 고시한 ‘호텔업 등급평가기준’에 의거하여 한국관광협회중앙회와 한국관광호텔협회에서 호텔에 관한 등급결정을 시행하고 있다. <그림 4>의 a)는 ‘호텔업 등급평가기준’을 구성하는 10개의 평가 부문 중에서 객실부분의 예를 나타낸다. 객실부분의 하위 평가 부문으로 객실과 욕실의 청결 상태, 객실의 안락도, 룸 서비스 상태 등이 있다. 각각의 하

위 평가 부문들은 평가 항목들로 구성된다. 예를 들어, 객실과 욕실의 청결 상태의 경우 평가항목으로 객실의 청결 상태와 욕실의 청결 상태가 있다. 평가 항목에 대한 평가는 세부 평가 내용을 고려하여 우수, 양호, 보통, 미흡으로 평가되며, 각각의 평가된 결과는 10, 8, 6, 4점으로 표기된다. 예를 들어, 특정 호텔의 객실의 청결 상태가 우수로 평가되면 10점으로 표기된다.

여기에서 평가 항목들의 점수를 합산하면 하위 평가 부문의 점수가 되며, 하위 평가 부문들의 점수를 합산하면 평가 부문의 점수가 된다. 이렇게 합산된 모든 평가 부문들의 총합을 이용하여 호텔의 등급이 확정된다. 예를



### b) 평가 항목 온톨로지



<그림 4> 호텔업 등급평가기준과 평가 항목 온톨로지

들어, 특정 호텔의 평가 결과의 총합이 900~1000점 사이일 경우 특 1등급(5성급) 호텔로 등급이 결정되고 총합이 800~899점 사이일 경우 특 2등급(4성급) 호텔로 등급이 결정된다.

앞서 살펴본 ‘호텔업 등급평가기준’을 평가 항목 온톨로지로 변환하기 위해 ‘호텔업 등급평가기준’의 평가 항목을 OWL DL의 데이터형 속성으로 변환하였다. 본 연구에서는 ‘호텔업 등급평가기준’의 여러 평가 항목들 중에서

호텔 검색에 필요하다고 판단된 평가 항목 23개를 선별하여 평가 항목 온톨로지를 정의하였다. 예를 들어, <그림 4>의 b)는 ‘호텔업 등급평가기준’의 평가 항목인 *객실의 청결 상태*를 평가 항목 온톨로지로 변형한 것을 보여준다. 만약, *Hotel A*가 *객실의 청결 상태*의 평가 결과로 우수(10점)로 평가되었다면 평가항목 온톨로지의 표현에 따라 <*Hotel A-객실의 청결 상태-10*>의 RDF 형태로 표현된다.

<표 4> SWRL을 표현하기 위해 작성된 평가 용어 온톨로지의 규칙

용어	규칙 표현
Clean Hotel	$Hotel(?a) \wedge degreeOfCleannessAtRestroom(?a, ?b) \wedge degreeOfCleannessAtStair(?a, ?c) \wedge degreeOfCleannessAtCorridor(?a, ?d) \wedge degreeOfCleannessAtGuestroom(?a, ?e) \wedge degreeOfCleannessAtBathroom(?a, ?f) \wedge degreeOfCleannessAtRestaurant(?a, ?g) \wedge swrlb : add(?sum, ?b, ?c, ?d, ?e, ?f, ?g) \wedge swrlb : divide(?average, ?sum, 6) \wedge swrlb : greaterThanOrEqual(?average, 8) \rightarrow Clean\_Hotel(?a)$
Safe Hotel	$Hotel(?a) \wedge degreeOfSafeServiceInFrontDesk(?a, ?b) \wedge degreeOfSecurityInGuestroom(?a, ?c) \wedge securityInParkingLot(?a, ?d) \wedge swrlb : add(?sum, ?b, ?c, ?d) \wedge swrlb : divide(?average, ?sum, 3) \wedge swrlb : greaterThanOrEqual(?average, 8) \rightarrow Safe\_Hotel(?a)$
Kind Hotel	$Hotel(?a) \wedge degreeOfKindnessOfLobbyEmployee(?a, ?b) \wedge degreeOfKindnessOfRoomservice(?a, ?c) \wedge degreeOfKindnessOfRestaurantEmployee(?a, ?d) \wedge swrlb : add(?sum, ?b, ?c, ?d) \wedge swrlb : divide(?average, ?sum, 3) \wedge swrlb : greaterThanOrEqual(?average, 8) \rightarrow Kind\_Hotel(?a)$
Comfortable Hotel	$Hotel(?a) \wedge degreeOfComfortInLobby(?a, ?b) \wedge harmoniousInteriorOfGuestroom(?a, ?c) \wedge illuminationConditionOfGuestroom(?a, ?d) \wedge soundproofingConditionOfGuestroom(?a, ?e) \wedge swrlb : add(?sum, ?b, ?c, ?d, ?e) \wedge swrlb : divide(?average, ?sum, 4) \wedge swrlb : greaterThanOrEqual(?average, 8) \rightarrow Comfortable\_Hotel(?a)$
Friendly-to-Foreigners Hotel	$Hotel(?a) \wedge foreignLanguageSkillOfFrontDeskEmployee(?a, ?b) \wedge foreignLanguageSkillOfRestaurantEmployee(?a, ?c) \wedge foreignFriendlyBookingService(?a, ?d) \wedge swrlb : add(?sum, ?b, ?c, ?d) \wedge swrlb : divide(?average, ?sum, 3) \wedge swrlb : greaterThanOrEqual(?average, 8) \rightarrow FriendlytoForeigner\_Hotel(?a)$
Well Decorated Hotel	$Hotel(?a) \wedge hotelExternalAppearance(?a, ?a) \wedge interiorConditionOfLobby(?a, ?b) \wedge interiorConditionOfRestaurant(?a, ?c) \wedge interiorConditionOfGuestroom(?a, ?d) \wedge swrlb : add(?sum, ?b, ?c, ?d, ?e) \wedge swrlb : divide(?average, ?sum, 4) \wedge swrlb : greaterThanOrEqual(?average, 8) \rightarrow Well\_Decorated\_Hotel(?a)$
Luxury Hotel	$Hotel(?a) \wedge hasRank(?a, fiveStar) \wedge interiorConditionOfGuestroom(?a, ?b) \wedge degreeOfKindnessOfLobbyEmployee(?a, ?c) \wedge degreeOfKindnessOfRoomservice(?a, ?d) \wedge swrlb : add(?sum, ?b, ?c, ?d) \wedge swrlb : divide(?average, ?sum, 3) \wedge swrlb : greaterThanOrEqual(?average, 8) \rightarrow Luxury\_Hotel(?a)$
Romantic Hotel	$Hotel(?a) \wedge hotelExternalAppearance(?a, ?b) \wedge interiorConditionOfGuestroom(?a, ?c) \wedge degreeOfKindnessOfLobbyEmployee(?a, ?d) \wedge degreeOfKindnessOfRoomservice(?a, ?e) \wedge swrlb : add(?sum, ?b, ?c, ?d, ?e) \wedge swrlb : divide(?average, ?sum, 4) \wedge swrlb : greaterThanOrEqual(?average, 8) \rightarrow Romantic\_Hotel(?a)$

#### 5.4.2 평가 용어 온톨로지

호텔 검색을 할 때 사용하는 호텔 평가 용어는 앞서 정의한 객관적 개념 온톨로지와 평가 항목 온톨로지를 이용하여 SWRL로 표현하였다. 객관적 개념 온톨로지로부터 *Hotel* 클래스를 이용하였다. 평가 항목 온톨로지로부터 특정 평가 용어와 관련된 평가 항목들을 이용하였다. 예를 들어, 깨끗함과 관련된 평가 항목으로 1) 레스토랑의 깨끗함, 2) 계단의 깨끗함, 3) 복도의 깨끗함, 4) 객실의 깨끗함, 5) 화장실의 깨끗함을 이용하였다.

SWRL을 표현하기 위한 규칙에서는 특정 평가 용어와 관련된 평가 항목들에 대한 전문가 평가점수의 평균이 8점(양호) 이상일 경우, 해당 호텔 평가 용어를 만족한다고 정의하였다. 예를 들어, 깨끗함과 관련된 평가 항목들의 평가점수의 평균이 8점 이상이면 깨끗한 호텔이라 정의하였다. <표 4>는 평가 결과를 바탕으로 SWRL을 표현하기 위해 작성된 평가 용어 온톨로지의 호텔 평가 용어에 대한 규칙들을 보여준다.

## 6. 시맨틱 호텔 검색 시스템

사용자가 기존의 검색 시스템을 이용하여 ‘환전 서비스와 사우나 시설을 제공하는 호텔 중 주변에 지하철역이 있는 친절한 호텔’을 찾기 위해서는 먼저 특정 호텔들을 검색한 뒤 검색된 호텔에서 텍스트로 제공되는 호텔 서비스, 호텔 시설, 그리고 주변 지하철역에 관한 정보를 일일이 살펴봐야 한다. 다음으로 자신이 찾은 호텔이 친절한 호텔인지 아닌지

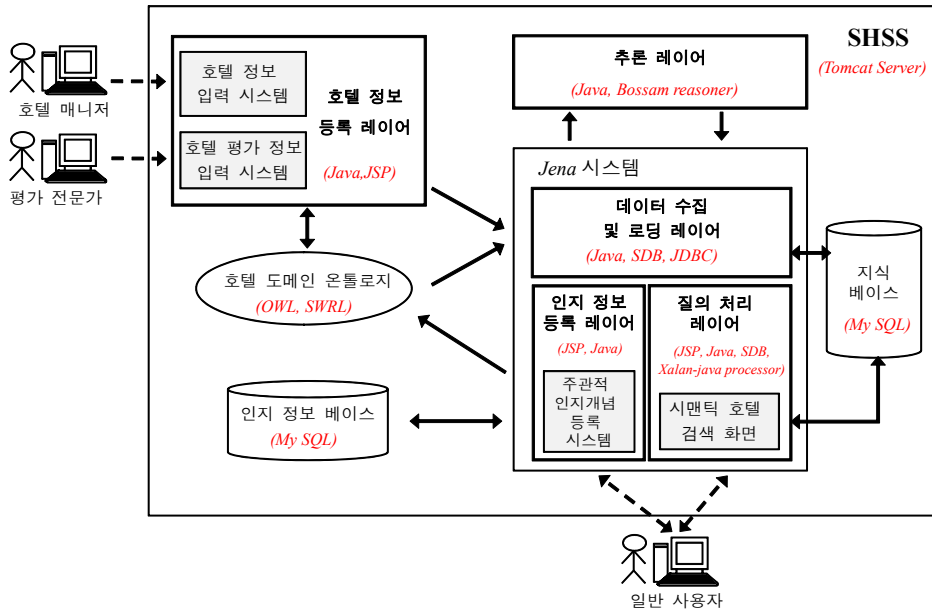
를 확인하기 위하여 온라인 여행사에서 제공하는 평가 정보나 TripAdvisor(<http://www.tripadvisor.com/>)와 같이 평가 정보를 공유하는 사이트를 추가적으로 활용하여야 한다. 그러나, 특정 호텔에 대한 평가 정보를 찾을 수 없는 경우가 발생하며, 경우에 따라서 평가 결과의 차이가 서로 상이한 호텔도 있어 평가 결과를 신뢰할 수 없는 상황도 발생하게 된다.

본 연구에서 정의한 호텔 온톨로지를 이용할 경우, 검색 시스템은 사용자를 대신하여 사용자의 질의에 적합한 호텔을 검색할 수 있으며 표준화된 평가 항목으로 정의된 평가 용어 온톨로지를 참고하여 모든 호텔에 대한 신뢰성 있는 평가 정보를 사용자에게 제공하게 된다. 또한 사용자가 찾고 싶어 하는 다양한 호텔 시설 및 서비스의 검색을 지원한다.

본 장에서는 현재 사용가능한 시맨틱 웹 기술들을 활용하여 구현된 시맨틱 호텔 검색 시스템에 대해 설명하고자 한다. 이 검색 시스템은 앞서 설명한 호텔 온톨로지를 기반으로 구현되었으며, 주요 기능으로 1) 호텔 정보 생성, 2) 추론을 통한 새로운 호텔 정보 생성, 그리고 3) 사용자 질의 검색을 지원한다. 먼저 시스템 아키텍처를 살펴 본 후 각각의 시스템의 주요 기능과 구현에 사용된 기술들에 대하여 살펴보도록 하겠다.

### 6.1 시스템 아키텍처

<그림 5>에서 보는 바와 같이 시맨틱 호텔 검색 시스템(Semantic Hotel Search System : SHSS)의 시스템 아키텍처는 5개의 레이어인 1) 호텔 정보 등록 레이어, 2) 데이터 수집 및 로딩 레이어, 3) 추론 레이어, 4) 인지 정



〈그림 5〉 시스템 아키텍처

보 등록 레이어, 그리고 5) 질의 처리 레이어로 구성된다. 각 레이어들의 주요 기능을 다음과 같다.

- 호텔 정보 등록 레이어 : 호텔 정보 입력 시스템과 호텔 평가 정보 입력 시스템을 이용하여 호텔 관련 정보를 호텔 도메인 온톨로지 기반의 RDF 형태인 시맨틱 호텔 정보로 변환해 주는 기능을 제공한다.
- 데이터 수집 및 로딩 레이어 : 호텔 정보 등록 레이어로부터 시맨틱 호텔 정보를 수집하여 추론 레이어로 전달한다. 수집된 정보와 추론 레이어로부터 추론된 정보를 지식 베이스에 저장하는 기능을 담당한다.
- 추론 레이어 : 호텔 도메인 온톨로지를 이용하여 입력된 호텔 정보에 대한 추론을 실행하고, 새로운 정보가 추론될 경우

추론된 결과를 데이터 수집 및 로딩 레이어로 전달한다.

- 인지 정보 등록 레이어 : 사용자들은 주관적 인지 개념 등록 시스템에 개인의 주관적 인지 정보를 입력하고, 입력된 정보는 인지 정보 베이스에 저장된다. 이렇게 등록된 정보들은 호텔 도메인 온톨로지의 보편적 인지 개념 온톨로지에 반영된다.
- 질의 처리 레이어 : 시맨틱 호텔 검색 화면은 사용자에게 시맨틱 호텔 검색을 지원하는 검색 화면을 제공한다.

## 6.2 호텔 정보 생성

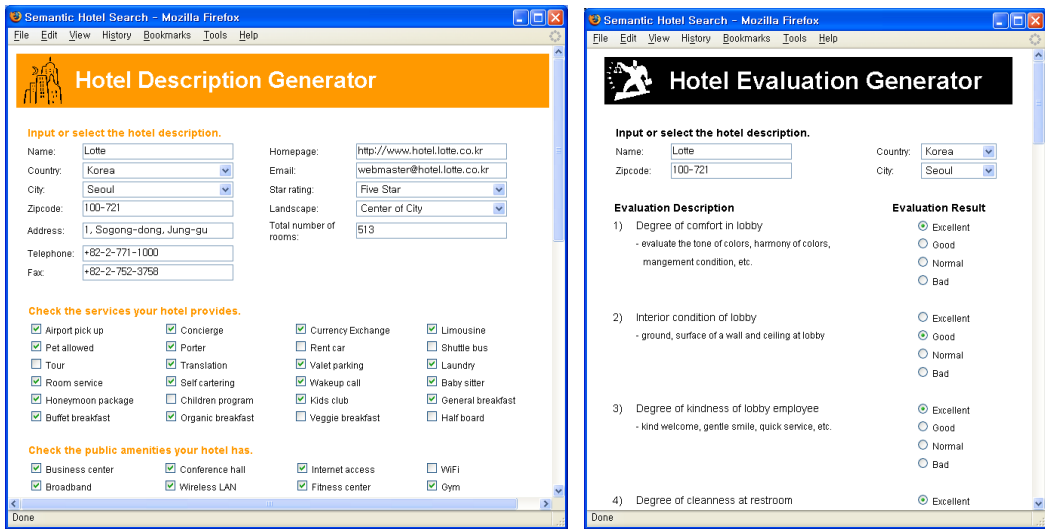
먼저, 시맨틱 호텔 검색이 가능하기 위해서는 개별 호텔의 정보가 호텔 온톨로지를 기반으로 한 RDF 형태로 표현되어야 한다. 본 연구에서는 이러한 시맨틱 호텔 정보를 각 호텔



의 매니저와 호텔 등급 심사위원으로부터 손쉽게 수집하기 위하여 <그림 6>과 같이 호텔 정보 입력 시스템과 호텔 평가 정보 입력 시스템을 구현하였다. 각각의 시스템을 이용하

여 호텔 매니저는 호텔 정보를 입력하고 호텔 등급 심사위원은 호텔의 평가 정보를 입력하게 되며, 입력 받은 정보들은 자동으로 RDF 형태로 변환된다.

<그림 6> 호텔 정보 입력 시스템과 호텔 평가 정보 입력 시스템



### 6.3 추론을 통한 지식 베이스 저장

개별 호텔에 관한 정보가 RDF 형태로 변환되면 지식 베이스(knowledge base)에 저장된다. 호텔 온톨로지에 정의된 다양한 규칙에 해당되는 호텔 정보를 추론하기 위하여 추론 엔진은 지식베이스에 저장된 개별 호텔의 정보를 읽어 추론 작업을 진행한다. 본 연구에서는 온톨로지 구현에 사용된 OWL DL과 SWRL의 추론을 지원하는 Bossam 추론 엔진(<http://bossam.wordpress.com/>)을 이용하였다. 추론 엔진으로부터 호텔에 관한 새로운 정보가 추론되면 추론된 호텔 정보 또한 지식 베이스에 저장된다. 예를 들어, “호텔 A에서 지하철 B까지 걸어서 7분이 소요된다”라는

개별 호텔 정보가 있을 경우, 추론 엔진은 호텔 온톨로지에 정의된 nearby 규칙을 참고하여 “호텔 A의 근처에 지하철 B가 있다”라는 새로운 호텔 정보를 추론하며, 추론된 정보는 자동으로 지식 베이스에 저장된다.

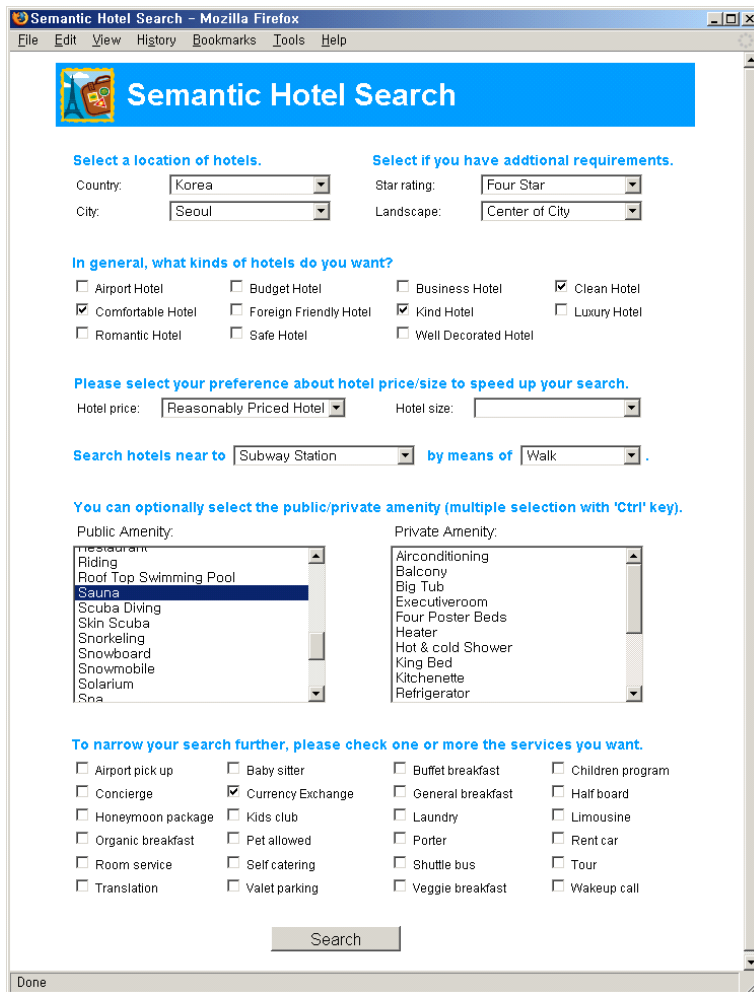
### 6.4 사용자 질의 검색

지식 베이스에 저장되어 있는 호텔 정보를 호텔을 검색하는 사용자에게 제공하기 위한 질의 언어로 SPARQL[19]을 이용하였다. SPARQL은 사용자가 찾고자하는 호텔에 관한 조건들을 트리플 구조로 질의할 수 있는 언어이다. 다시 말해, 지식 베이스에 있는 호텔 정보가 트리플 구조로 저장되어 있기 때

문에, SPARQL을 이용하여 사용자가 입력한 질의 조건에 해당되는 호텔들을 지식 베이스로부터 검색할 수 있다. 본 연구에서는 Jena (<http://jena.sourceforge.net/>)에서 제공하는 컴포넌트인 SDB를 이용하여 지식 베이스로 SPARQL을 전달하고 해당 결과를 검색하는 기능을 구현하였다. 여기에서 SPARQL 언어에 익숙하지 않는 사용자들의 호텔 검색을 지원하기 위한 시맨틱 호텔 검색 화면을 <그림

7>과 같이 개발하였다.

사용자가 시맨틱 호텔 검색 화면을 이용하여 호텔을 검색하는 과정을 요약하면 다음과 같다. 먼저 사용자는 <그림 7>에서 보는 바와 같이 자신이 찾고자 하는 호텔에 해당되는 검색 옵션들을 선택한다. 선택이 완료되면 ‘Search’ 버튼을 클릭하여 검색을 실행한다. 사용자로부터 선택된 옵션들은 자동으로 SPARQL로 변형되어 SDB로 전달된다. SDB에서는 지식 베이스에 접



<그림 7> 시맨틱 호텔 검색 화면

근하여 사용자 질의에 해당되는 호텔들을 검색한다. 검색된 호텔들의 결과는 XML 형태로 제공된다. XML로 표현된 결과를 사용자가 이해하기가 어렵기 때문에, XSLT와 Xalan-Java processor(<http://xml.apache.org/xalan-j/>)을 이용하여 결과인 XML을 HTML로 자동 변환하는 기능을 구현하였다.

지금까지 살펴본 시맨틱 호텔 검색 시스템은 현재 사용 가능한 시맨틱 웹 기술들과 오픈 소스 시스템을 이용하여 구현하였다(<그림 5> 참조). 호텔 정보 입력 시스템, 호텔 평가 정보 입력 시스템, 주관적 인지 개념 등록 시스템 그리고 시맨틱 호텔 검색 화면은 JSP (Java Server Pages)로 구현하였다. 각 레이어의 주요 기능들은 Java와 Java기반의 시스템들을 활용하여 개발하였다. 웹 환경을 지원하기 위해 Tomcat 서버를 활용하였고 지식 베이스와 인지 정보 베이스는 MySQL로 구현하였다. 시맨틱 호텔 검색 시스템 사용에 관한 동영상 자료는 시맨틱 호텔 검색 사이트(<http://donghee.info/research/SHSS/>)에서 확인할 수 있다.

## 7. 결 론

현재의 호텔 검색 시스템들이 가지는 공통적인 문제점에는 검색 옵션의 불충분함, 주관적 인지 개념의 보편적 해석 불가, 그리고 신뢰할만한 호텔 평가 정보의 결여 등이 있다. 이와 같은 문제들을 해결하기 위한 방안으로, 본 연구에서는 호텔 영역에서의 관련 개념들을 온톨로지로 정의하여 호텔 검색 시스템에

사용할 것을 제안하였다.

본 연구가 호텔 검색과 관련하여 가지는 의미는 다음과 같이 요약할 수 있다. 첫 번째 의미는 호텔 온톨로지에 호텔을 검색하고자 할 때 사용할 수 있는 풍부한 객관적 용어들을 정의하였기에, 호텔 검색을 다양하게 해 볼 수 있는 기반이 조성되었다는 것이다. 또한, 호텔 검색을 하고자 하는 개인들마다 다르게 인지하고 있는 개념들을 보편화하여 정의하였으므로, 검색 결과에 대해 보다 많은 사람들이 수긍할 수 있는 호텔 검색을 가능하게 하였다는 것이 두 번째 의미라 할 수 있다. 세 번째 의미는 분야 전문가들의 객관적인 평가 정보를 바탕으로 호텔 검색이 가능 하도록 하여 보다 신뢰할 수 있는 검색 결과를 제공하게 되었다는 것이라 할 수 있다. 끝으로 구축된 호텔 온톨로지를 기반으로 시맨틱 호텔 검색 시스템을 구현하여 사용자의 호텔 검색을 지원하는 것을 보여 준 것을 본 논문의 마지막 의미라 할 수 있다.

현재 구축된 호텔 온톨로지를 바탕으로 보다 다양한 시맨틱 호텔 검색이 가능하도록 하려면, 계속적으로 더 많은 호텔 관련 개념들을 온톨로지에 포함시키려는 노력이 필요하다. 현재 시스템에서는 주관적 인지 용어에 대한 호텔 검색을 보편적 인지 개념 온톨로지를 이용하여 지원하고 있다. 향후 시스템에서는 개별 사용자의 인지 정보를 기반으로 표현된 개인적 인지 개념 온톨로지를 활용하여 보다 개인화된 시맨틱 호텔 검색 서비스를 지원해야 한다. 끝으로, 사용자를 대상으로 개발된 검색 시스템이 얼마나 이용하기 쉽고 배우기 편리한가를 알기 위한 사용성 평가가 추가적으로 요구된다.

---

 참고 문헌
 

---

- [1] Antoniou, G., and van Harmelen, F., "Web Ontology Language : OWL," In : S. Staab and R. Studer(eds.), *Handbook on Ontologies*, 2004, pp. 67-92.
- [2] Berners-Lee, T., *Weaving the Web*. San Francisco, Harper San Francisco, 1999.
- [3] Berners-Lee, T., Hendler, J., and Lassila, O., "The Semantic Web," *Scientific American*, Vol. 284, No. 5, 2001, pp. 34-43.
- [4] Brickley, D., and Guha, R. V., RDF Vocabulary Description Language 1.0 : RDF Schema. W3C Recommendation 10 February 2004.  
<http://www.w3.org/TR/rdf-schema/>.
- [5] Cardoso, J., and Lange, C., "A Framework for Assessing Strategies and Technologies for Dynamic Packing Applications in E-Tourism," *Information Technology and Tourism*, Vol. 9, No. 1, 2007, pp. 27-44.
- [6] Dell'Erba, M., Fodor, O., Höpken, W., and Werthner, H., "Exploiting Semantic Web Technologies for Harmonizing E-Markets," *Information Technology and Tourism*, Vol. 7, No. 3/4, 2005, pp. 201-219.
- [7] Fensel, D., *Ontologies : Silver Bullet for Knowledge Management and Electronic Commerce*. Berlin : Springer-Verlag, 2001.
- [8] Fodor, O., and Werthner, H., "Harmonise : A Step Toward an Interoperable E-Tourism Marketplace," *International Journal of Electronic Commerce*, Vol. 9, No. 2, 2004~2005, pp. 11-39.
- [9] Gordon, M., Kowalski, A., Paprzycki, M., Pelech, T., Szymczak, M., and Wasowicz, T., "Ontologies in a Travel Support System," In : D. J. Bem et. al.(eds.), *Internet 2005*, Technical University of Wroclaw Press, 2005, pp. 285-300.
- [10] Gruber, T. R., "A Translation Approach to Portable Ontology Specifications," *Knowledge Acquisition*, Vol. 5, No. 2, 1993, pp. 199-220.
- [11] Horrocks, I., Patel-Schneider, P. F., Bechhofer, S., and Tsarkov, D., "OWL rules : A proposal and prototype implementation," *Journal of Web Semantics*, Vol. 3, No. 1, 2005, pp. 23-40.
- [12] Horrocks, I., Patel-Schneider, P. F., Boley, H., Tabet, S., Grosf, b., and Dean, M., SWRL : A Semantic Web Rule Language Combining OWL and RuleML, W3C Member Submission 21, May, 2004.  
<http://www.w3.org/Submission/SWRL/>.
- [13] Klyne, G., and Carroll, J. J., Resource Description Framework(RDF) : Concepts and Abstract Syntax, W3C Recommendation 10 February 2004.  
<http://www.w3.org/TR/rdf-concepts/>.
- [14] McBride, B., "The Resource Description Framework(RDF) and its Vocabulary Description Language RDFS," In : S. Staab and R. Studer(eds.), *Handbook on Ontologies*, 2004, pp. 51-66.

- [15] McGrath, G. M. and Abrahams, B., "Ontology-Based Website Generation and Utilization for Tourism Services," *Information Technology in Hospitality*, Vol. 4, No. 2/3, 2006, pp. 93-106.
- [16] McGuinness, D. L., and Harmelen, F. V., OWL Web Ontology Language Overview, W3C Recommendation 10 February 2004. <http://www.w3.org/TR/owl-features/>
- [17] Niemann, M., Mochol, M., and Tolksdorf, R., "Improving Online Hotel Search-What Do We Need Semantics For?" Semantics 2006(Application Paper), Vienna, Austria, November, 2006.
- [18] Noy, N. F., and Rector, A., Defining N-ary Relations on the Semantic Web, W3C Working Group Note 12, April, 2006. <http://www.w3.org/TR/swbp-n-ary-Relations/>.
- [19] Prud'hommeaux, E., and Seaborne, A., SPARQL Query Language for RDF. W3C Recommendation 15, January, 2008. <http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/>
- [20] UNWTO World Tourism Barometer, Vol. 5, No. 1, 2007.
- [21] Yoo, D., Kim, G., and Suh, Y., "Hotel-Domain Ontology for a Semantic Hotel Search System," *Journal of Information Technology and Tourism*, Vol. 11, No. 1, 2009(Forthcoming).

## 저 자 소 개



유동희  
2002년  
2002~현재  
관심분야

(E-mail : dhyoo@korea.ac.kr)  
고려대학교 경영정보학과 (학사)  
고려대학교 대학원 경영학과 석박사통합과정  
시맨틱 웹, 온톨로지, 웹 2.0, e-비즈니스



서용무  
1978년  
1980년  
1992년  
1996년~현재  
관심분야

(E-mail : ymsuh@korea.ac.kr)  
서울대학교 수학교육 (학사)  
한국과학기술원 전산학 (석사)  
텍사스 오스틴 대학 경영정보 (박사)  
고려대학교 경영학과 교수  
웹기반 협업 시스템, 시맨틱 웹, 온톨로지,  
BPM(Business Process Management),  
데이터 웨어하우스, 데이터 마이닝 등