1. **씨멘틱 서치**
2. **온톨로지**
3. **토핑맵**
4. **Web Ontology Language**
5. **Linked Data And The Semantic Web**

I. Semantic search란?

보다 적합한 결과를 얻기 위하여, 웹과 같은 dataspace에서, 탐색자의 의도와 용어의 문맥적 의미를 이해하여 탐색의 정확성을 높이기 위한 탐색을 말한다. Semantic search systems 에서는 적합한 탐색결과를 제공하기 위하여, 다양한 방법 즉, context of search, location, intent, variation of words, synonyms, generalized and specialized queries, concept matching and natural language queries를 사용한다. Google과 Bing 같은 Major web search engines은 semantic search의 몇 가지 요소를 통합하여 사용하고 있다..

two major forms of search: navigational and research.

(1) navigational search,

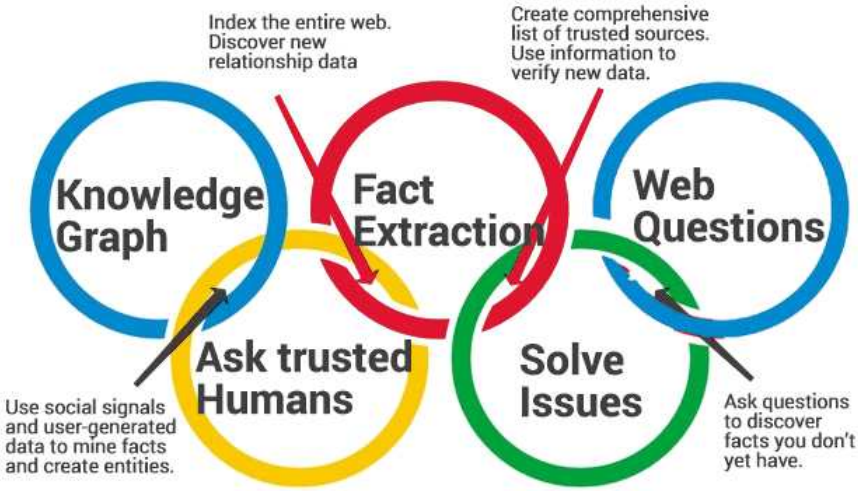
the user is using the search engine as a navigation tool to navigate to a particular intended document. Semantic search is not applicable to navigational searches.

9

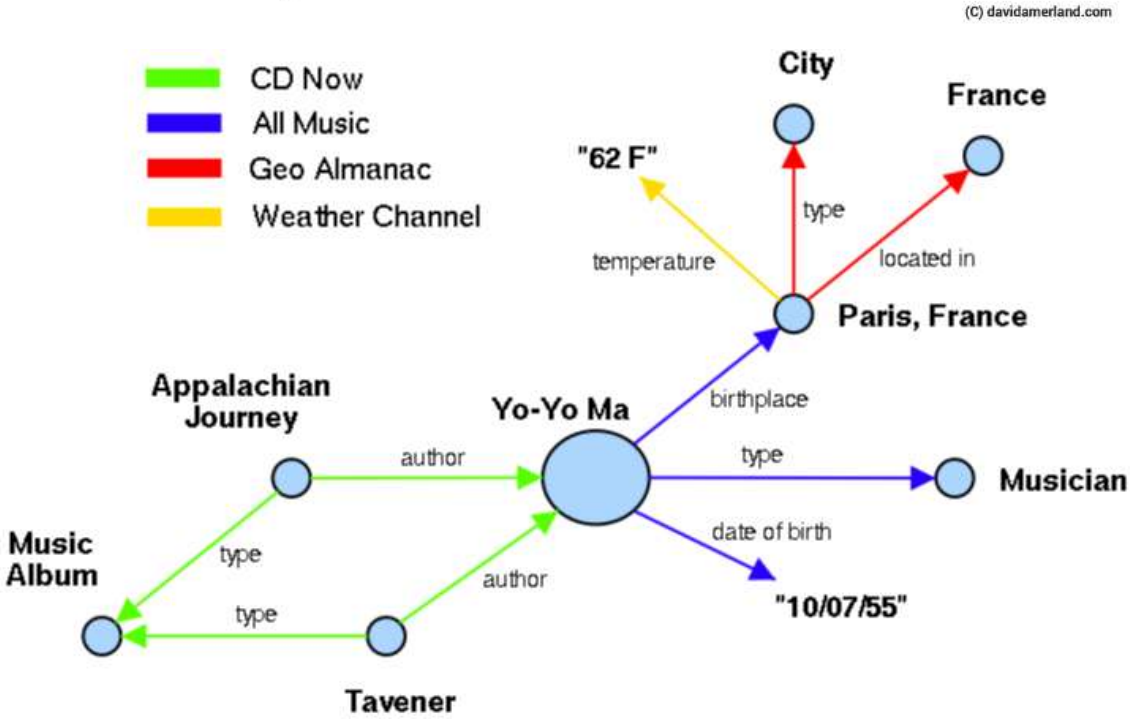
(2) research search,

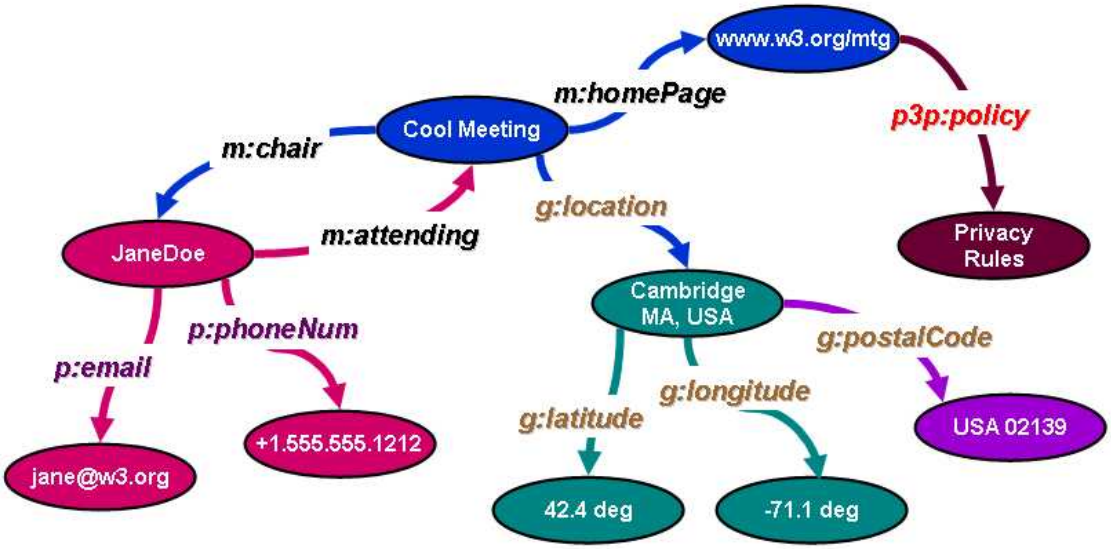
the user provides the search engine with a phrase which is intended to denote an object about which the user is trying to gather/research information. There is no particular document which the user knows about and is trying to get to. Rather, the user is trying to locate a number of documents which together will provide the desired information. Semantic search lends itself well with this approach that is closely related with **exploratory search**.

The 5 Steps of Google's Semantic Search

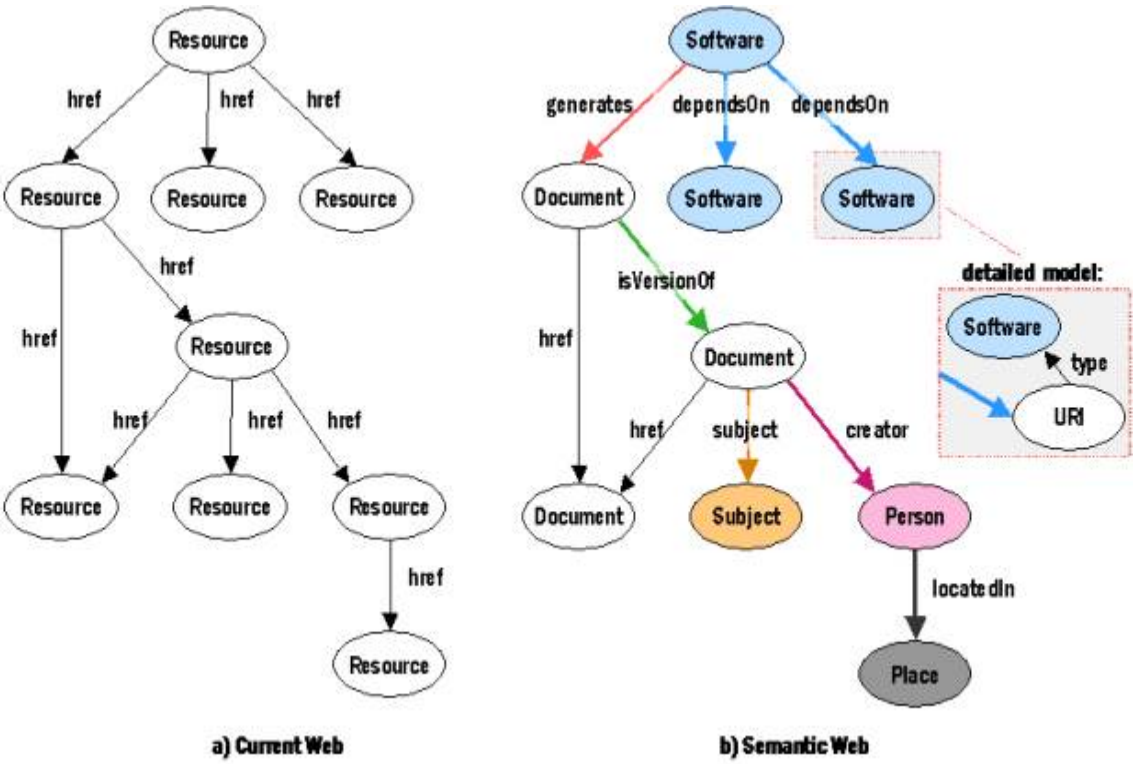


Each step leads to a more semantic web





<www.w3/org>



a) Current Web

b) Semantic Web

II. 온톨로지란?

온톨로지는 일종의 지식표현(knowledge representation)으로, 컴퓨터는 온톨로지로 표현된 개념을 이해하고 지식처리를 할 수 있게 된다. 프로그램과 인간이 지식을 공유하는데 도움을 주기 위한 온톨로지는, 정보시스템의 대상이 되는 자원의 개념을 명확하게 정의하고 상세하게 기술하여 보다 정확한 정보를 찾을 수 있도록 하는데 목적이 있다. 온톨로지는 시맨틱 웹을 구현할 수 있는 도구로서, 지식개념을 의미적으로 연결할수 있는 도구로서 RDF, OWL, SWRL 등의 언어를 이용해 표현한다. 온톨로지는 일단 합의된 지식을 나타내므로 어느 개인에게 국한되는 것이 아니라 그룹 구성원이 모두 동의하는 개념이다. 그리고 프로그램이 이해할 수 있어야 하므로 여러 가지 정형화가 존재한다.

정보시스템의 대상이 되는 분야에 존재하는 개체와 개념에 대한 명세로서, 사람과 컴퓨터간에 공유되는 지식을 개념화한 구체적인 형식이며, 개념화와 개념화간의 관계를 표현하는 것이다. 온톨로지는 단어와 관계들로 구성된 일종의 사전으로서 생각할 수 있으며, 그 속에는 특정 도메인에 관련된 단어들이 계층적으로 표현되어 있고, 추가적으로 이를 확장할 수 있는 연관관계가 포함되어 있어, 웹 기반의 지식 처리나 응용프로그램 사이의 지식 공유 등이 가능하도록 되어 있다. 즉, 시맨틱 웹의 목적인 자동적인 실행과 추론을 하기 위해 온톨로지는 가장 핵심적인 개념이라고 할 수 있다.

온톨로지의 구성 요소: 클래스(class), 인스턴스(instance), 관계(relation), 속성(property)

►클래스(Class)
클래스는 일반적으로 우리가 사물이나 개념 등에 붙이는 이름을 말한다고 설명할 수 있다. "키보드", "모니터", "사랑"과 같은 것은 모두 클래스라고 할 수 있다.

►인스턴스(Instance)
인스턴스는 사물이나 개념의 구체물이나 사건 등의 실질적인 형태로 나타난 그 자체를 의미한다. 즉, "LG전자 ST-500 울트라슬림 키보드", "삼성 싱크마스터 Wide LCD 모니터", "로미오와 줄리엣의 사랑"은 일반적으로 인스턴스라 볼 수 있다. 이와 같은 클래스와 인스턴스의 구분은 응용과 사용목적에 따라서 매우 달라질 수 있다. 즉, 같은 표현의 개체가 어떠한 경우에는 클래스가 되었다가 다른 경우에는 인스턴스가 될 수 있다.

►속성(Property)
속성은 클래스나 인스턴스의 특정한 성질, 성향 등을 나타내기 위하여 클래스나 인스턴스를 특정한 값(value)와 연결시킨 것이다. 예를 들어, "삼성 싱크마스터 Wide LCD 모니터는 XX 인치이다."라는 것을 표현하기 위하여, hasSize와 같은 속성을 정의할 수 있다.

►관계(Relation)
관계는 클래스, 인스턴스 간에 존재하는 관계들을 칭하며, 일반적으로 taxonomic relation과 non-taxonomic relation으로 구분할 수 있다.

►►Taxonomic Relation은 클래스, 인스턴스들의 개념분류를 위하여 보다 폭넓은 개념과 구체적인 개념들로 구분하여 계층적으로 표현하는 관계이다. 예를 들어, "사람은 동물이다"와 같은 개념간 포함관계를 나타내기 위한 "isA" 관계가 그것이다.

►►Non-taxonomic relation은 Taxonomic Relation이 아닌 관계를 말한다. 예를 들어, "운동으로 인해 건강해진다"는 것은 "cause" 관계(인과관계)를 이용하여 표현한다.

The Web Ontology Language (OWL)란?

owl은 온톨로지의 제작에 사용되는 지식표현언어의 한 종류이다. Ontologies는 taxonomies와 classification networks와 같은 다양한 도메인에서 지식의 구조를 기술하기 위한 공식적인 방법이다: 사물의 class를 표현하는 명사와 그 사물 같의 관계를 표현하는 동사를 사용하여.

OWL languages의 특징은 공식적으로 의미를 표현하기 위한 것이며, Resource Description Framework (RDF)라는 W3C XML standard에 맞춰 만들어진다는 것이다.

OWL은 DAML+OIL과 매우 유사한 언어이다. 실제로, OWL을 위한 구문은 DAML+OIL로부터 약간 수정, 보완되었고, OWL의 추상 구문은 DAML+OIL에서의 추상 구문으로써 보여 질 수도 있다.

또한 온톨로지 언어로써 필요로 되는 세 가지 필수 요소를 만족해야 하는데 OWL의 표준화와 관련하여 그 요소를 살펴보면 다음과 같다.

- 보편적인 표현(Universal Expressivity) : 데이터 형식은 어떠한 데이터의 품도 충분히 표현할 수 있어야 한다.
- 구문론적 상호작용(Syntactic Interoperability) : 데이터는 어플리케이션 또는 파서에 의하여 쉽게 판독될 수 있어야 하고, 데이터의 표현은 쉽게 할 수 있어야 한다.
- 의미론적 상호작용(Semantic Interoperability) : 기계가 데이터의 의미를 이해할 수 있어야 하고, 정의되어지지 않은 용어들은 정의된 용어들에 의하여 표현될 수 있어야 한다.

시맨틱 웹을 구현하기 위한 계층적인 구성은 RDF(S), XML등이 시맨틱 웹 언어의 하부구조를 이루고 있고 추론을 기반으로 하는 높은 시맨틱을 갖는 웹 온톨로지 언어들은 RDF(S), XML 등을 하부 구조로 이용하여 확장하여야 한다는 사실에 근거하여, 하부 구조의 표준화가 먼저 선행되어야 한다.

현재 OWL은 W3C에서 표준 온톨로지 언어로 지정한 상태이다. 이에 따라 OWL을 기반으로 수 많은 연구가 진행중이며 OWL을 확장하여 OWL이 표현하지 못하는 지식을 표현하는 프로

젝트가 제시되고 있다.

Example)

```
<owl:Ontology rdf:about="#soju">
  <rdfs:comment>soju is one of the delicious drink</rdfs:comment>
  <owl:priorVersion rdf:resource="http://iis.korea.ac.kr/goods/soju"/>
</owl:Ontology>

<owl:DeprecatedClass rdf:ID="Lemon soju">
  <rdfs:comment>it will give you a nice smell</rdfs:comment>
  <owl:equivalentClass rdf:resource="#Lemon taste soju"/>
</owl:DeprecatedClass>

<owl:DeprecatedProperty rdf:ID="hasCap">
  <rdfs:comment>lemon soju has a cap</rdfs:comment>
</owl:DeprecatedProperty>
```

III. 토픽 맵이란?

토픽맵 은 차세대 웹인 시맨틱 웹 (Topic Maps) 1) 구현을 위한 등장한 개념체계인 온톨로지 2)를 표현하기 위한 전용 언어 중 하나이다 온톨로지를 구축하려면 개념화 구조를 정확하게 표현해야 하는데 은 개념의 특성이나 상호 , XML 관계를 표현하는 데는 미흡하므로 이를 대신하여 RDF/RDFS, DAML, OWL, 토픽맵 등 온톨로지 전용 언어가 개발되었다.

그 중 토픽맵은 국제표준화기구 에서 제정된 온톨로지 생성 언어로 (ISO) W3C의 과 상호 보완 및 경쟁 관계에 있으며 원래 용어집 시소러스 색인집 등 용어의 의미적 구조를 다루는 목적으로 되었다 그러나 현재는 정보자원을 의미적 관계를 표현하고 의미적 검색이 가능하도록 하는 시맨팀 웹의 핵심기술로 인정받고 있다.

토픽맵 관련 표준으로 ISO/IEC 13250 국제 표준이 있다 처음에는 토픽맵 표준 규격으로 구조와 언어 SGML(Standard Generalized Markup Language) HyTM 였으나 2001년 TopicMaps.org에서 개발한 XTM(XML TopicMaps)으로 통합되면서 현재는 이 표준 규격이 되었다

토픽 맵은 collection of **topics**으로 구성되며, 각각의 토픽은 특정 개념을 나타낸다. 토픽은 서로서로 **associations**에 의해 연계된다. 여기서 associations는 토픽들의 n-ary combination의 형태를 의미한다. 또한 토픽은 그 자신의 **occurrences**에 의해 몇 가지의 resoureces와 연계될 수도 있다.

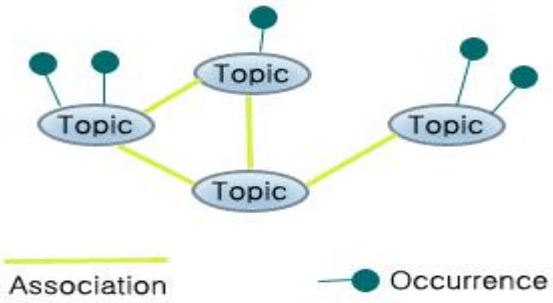


Figure 1. Topics, associations, and occurrences

최고의 효율을 자랑하는 Topic Map 정보검색시스템은 어떠한 검색 질의어에 대해서도 지능화된 의미검색 결과를 찾아 준다. 일반적인 검색방식인 키워드 매칭(keyword matching)의 검색은 대개 검색결과가 너무 많거나 정확도가 낮은 문제가 있었다. 그러나 토픽맵(Topic Map) 기반의 정보검색시스템은 토픽맵을 이용한 의미 기반의 검색으로 검색 효율이 높을 뿐만 아니라 이용자가 원하는 정보를 정확히 출력하고, 나아가 뜻하지 않았던 지식과 정보까지 보여줌으로써 이용자의 편의성과 만족도를 극대화 해준다.

Topic Maps in Detail

1) Topics
토픽은 사람, 개체(entity), 개념 등 현실의 주제를 표현한 것으로 특정 주제가 기계가 이해하고 처리할 수 있는 객체(object)로 전환된 것을 말한다.
A topic is a machine-processable representation of a concept. The Topic Maps standard does not restrict the set of concepts that can be represented as topics in any way.

2) Associations
연계는 토픽맵 안에 정의된 토픽 간의 관계를 설정하는데 사용된다.
Associations are the general form for the representation of relationships between topics in a topic map.

3) Occurrences
어커런스는 토픽을 정보 자원과 연결시키는 역할을 한다. 토픽과 자원 간의 관계는 일대다의 관계는 성립될 수 있으나 다대다 관계는 성립되지 않는다. 어커런스는 토픽과 자원을 연결하는 URI(Uniform Resource Identifier) 값 또는 문자열('resourceData' 태그) 값을 가지는데, 이를 통해 인터넷에서 참조할 수 있는 모든 자원을 토픽의 어커런스의 값으로 사용할 수 있다.
Occurrences are used to represent or refer to information about a concept represented by a topic.

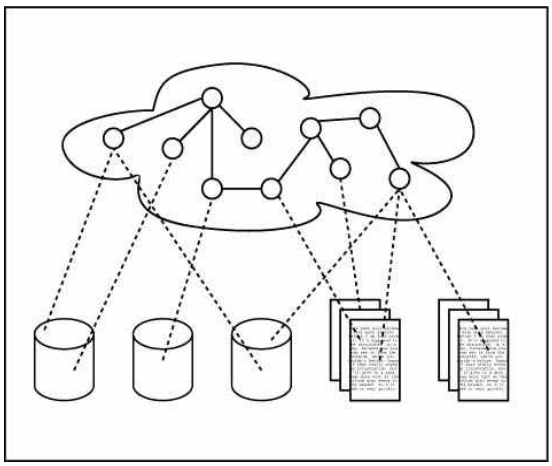
4) Scope
Scope is the term used in the topic map standard to refer to a constraint or a context in which something is said about a topic.

Interchange and the XTM Syntax

ISO Topic Maps standard에서는 두 가지의 표준 교환 문법을 정의하고 있다: 하나는 SGML-based 이고 다른 하나는 XML-based 이다. A simple example of a topic map in XTM syntax is shown below.

<https://www.xml.com/pub/a/2002/09/11/topicmaps.html>

What Topic Maps Do
XML이 소개되었을 때, 대체로 2가지의 목적 중의 하나를 위해 사용되었다: 1) 기관의 문서를 구조화하기 위하여, 2) 기관의 어플을 다른 어플과 대화할 수 있도록 하기 위하여.
그러나 XML은 찾고자 하는 정보를 찾는데 도움을 주지 못하였다. XML이 가져다 준 변화는 문서처리가 더욱 더 통제적으로 이루어지고 과거보다 더 많이 자동화할 수 있다는 것이었다. 그러나 이것은 조직 내의 주요 개념을 수집하여 그것들을 한데 묶을 수 있는 큰 그림을 그리지는 못하였다.



이것이 바로 토픽 맵을 도입하게 된 결정적 요인이 되었다. 토픽 맵을 가지고 우리는 위의 그림에서처럼, 해당 정보의 외부에 존재하는 정보 색인을 만들 수 있다. 토픽 맵(위의 그림에서는 구름으로 표현)은 문서(작은 사각형)과 데이터베이스(작은 깡통)에 들어 있는 정보를 URI(직선)를 사용하여 링킹함으써 기술할 수 있다.

토픽 맵은 데이터베이스와 문서에서 기술된 주요 개념들을 가져온 다음에, 색인정보에서 그것

들에 대해 언급하고 있는 것과는 별도로 그것들을 서로 연결한다. 그러므로 어떤 문서가 “part X의 유지관리 절차는 다음과 같은 단계로 이루어진다 ...”라고 말할 때, 그것의 토픽 맵에서는 “Part X는 type Q이며 parts Y와 Z에 포함되고 그것의 유지관리 절차는 문서 W에 들어 있다”라고 말할 수 있다. 이것은 상세함에서부터 뒤로 물러나는 조치로 나무보다는 숲에 초점을 맞춘다는 의미이다. 또는 다른 방법으로 말하면, 이것은 정보 그 자체보다는 정보의 의미를 관리한다는 것을 의미한다.

이것의 결과는 우리가 정보를 쥐어짜기 위해 사용해 온 전통적인 계층적 굴레에서 벗어난 정보 구조이다. 토픽 맵은 일반적으로 “Part X는 프로시져 V에서 매우 중요하다”와 같이 어의적인 상호-링크들로 풍부한 여러 가지의 중첩된 계층을 포함한다. 이것은 정보를 훨씬 더 쉽게 찾게 만든다. 왜냐하면 우리는 더 이상 우리가 기대했던 디자이너처럼 행동할 필요가 없기 때문이다: 그것에는 우리를 동일한 해답으로 이끌 복수의 풍부한 navigation paths가 존재하므로. 우리는 심지어 navigation을 위한 훌륭한 출발점으로 점프하기 위하여 searches를 사용할 수 있다.

지금 토픽맵의 가장 일반적인 용도는 이것의 정보찾기 이점을 충분하게 실현시키기 위하여 토픽 맵에 의해 전적으로 운영되는 웹 사이트 만드는 것이다. 토픽 맵은 사이트의 구조를 제공하며 페이지 콘텐트는 부분적으로 토픽 맵 그 자체에서 가져 온다. 이러한 solution은 모든 종류의 포털, 카탈로그, 사이트 색인 등에 완벽한 것이다. 토픽 맵은 그것에서 기술하고 있는 사물에 대한 지식을 표현하기 위한 것이므로 토픽 맵은 또한 지식관리도구로서 이상적인 것이다.

그렇지만 이것은 모든 토픽 맵이 사용될 수 있다는 것을 결코 의미하진 않는다.
(This is by no means all topic maps can be used for, however.) 이것들은 또한 컨텐트 관리 시스템에서 컨텐트를 조직하는데도 사용될 수 있다(오늘날 종종 사용되는 간단한 폴더 계층구조와 속성-값 메타데이터 대신에). 이것들은 전문가 시스템 등등을 발전시킬 수 있다.

How topic maps work

이제 우리는 이 모든 것이 어떻게 작동할까 아마도 궁금할 것이다. 이것의 해답은 놀랍게도 간단하다. 토픽 맵의 중심에는 토픽들이 있다(도형에서 이것들은 원으로 표시되어 있다). 토픽이란 토픽 맵이 정의하는(about)하는 사물(things)을 표현한 것이다. 예를 들어, about XML에 관한 토픽 맵에서, 누구나 'the XML Recommendation', 'the W3C', 'Tim Bray'를 표현하고 있는 토픽들을 찾을 수 있으리라 기대할 수 있다.

다음 단계는 토픽 맵에서는 association(토픽들 간의 직선)를 가지고 모델화한 토픽들 간의 관계이다. associations에는 여러 유형(typed)이 있는데, 예를 들어 the XML Recommendation 과 the W3C 간의 관계를 우리는 ‘publishing' 관계라고 부르지만, Recommendation 과 Tim Bray 간의 관계는 ’authorship' 관계라 부를 수 있기 때문이다.

association은 한 가지 이상한 특징(feature)을 갖고 있다. association에 포함된 각 토픽은 그것의 역할 타입에서 정의한 역할을 한다고 말한다. 그래서 ‘authorship' association에서, Tim Bray는 ’author'의 역할을 하지만 the XML Recommendation은 ‘work'의 역할을 한다. 이것이 의미하는 것은 ’Tim Bray가 the XML Recommendation을 작성했다' 와 'the XML Recommendation은 Tim Bray에 의해 작성됐다'라는 두 문장은 토픽 맵에서 똑같은 문장이라는 것이다. the other를 말하지 않으면서 동시에 the one을 말하는 것은 불가능하지만, association은 어느 쪽 방향으로도 가로지를(traversed) 수가 있다. association은 두 개의 토픽들로만 엄격하게 제한되진 않는다. 'Tim Bray represents Textuality in the W3C' 와 같은 관계는 3가지의 역할을 하는 한 개의 association을 사용하여 표현할 수 있으므로, 보다 간단한 association을 표현하는 것은 더 이상 어렵지 않다.

토픽 맵의 마지막 중요한 특징은 토픽에 적절한 정보자원들인 occurences라는 것이다. ‘Tim Bray"와 관련해서, occurences는 그의 홈페이지, 인물사진, CV(Curriculum Vitae) 등일 수 있다. occurrences 또한 유형을 가질 수 있으므로, 이러한 여러 종류의 자원들을 차별화할 수 있다. 이것이 의미하는 것은 이용자가 토픽에 접근해서 그것에 대한 더 많은 정보를 원할 때, 그 이용자는 한 세트의 링크들뿐만 아니라 각 링크의 관심 대상이 무엇인지도 알게 된다는 것이다.

마지막으로 주목할 것은 토픽들 또한 유형을 가질 수 있다는 것이다. 예제 토픽들을 위한 합리적인 유형들은 'standard', 'standards body', 'person' 일 수 있다. 그렇지만 토픽 맵에서 유형들은 그 자체가 토픽들이다. 이것이 의미하는 것은 토픽 맵을 만드는 누구나 자신들이 사용하기 원하는 topic types, association과 role types, 그리고 occurrence types을 선택할 수 있다는 것이다. 결과적으로 이 모델은 무한정으로 확대될 수 있으며 적용될 수 있고 어떠한 종류의 정보도 얻을 수 있다(capture).

토픽 맵 시도의 장점 중 한 가지는 일반적으로 우리가 기존의 데이터 세트(문서나 데이터베이스)용인 토픽 맵을 만들 때 우리는 수 많은 중요한 개념들이 실재로 그것들 자체의 identities를 고려하지 않고, 관련 데이터 세트에서 다루고 있다는 것을 발견하게 된다는 것이다. 이것의 한 가지 예로 우리가 topic map the W3C web site에 있었을 수도 있다는 것이다. 매우 잘 조직화된 사이트이지만, 우리가 XML Base에 관한 정보를 찾고 있다고 해 보자. 우리는 쉽게 그것의 스펙을 찾을 수 있으며, 탐색도구를 사용하면 그것을 언급하고 있는 다양한 페이지를 찾을 수 있다. 바로 그게 다다. 또 한편으로 토픽 맵에서 우리는 'XML Base' 이 개념을 표현하는 토픽을 갖고 있어야 한다. 이 토픽에서는 'XML Base is an XML vocabulary' (topic type), 'XML Base uses XML namespaces' (association), 'XML Base is used by XHTML' (association), 'the XML Base specification is here' (occurrence), 등등과 같은 정보를 우리에게 제공할 것이다. 이것은 우리가 찾고자 하는 것을 보다 쉽게 찾도록 하며, 우리가 일단 찾았던 것에 대하여 보다 쉽게 알게 만든다.

Making a topic map

우리가 실습하기 전에, 약간의 배경지식이 필요하다. 토픽 맵은 2000년에 ISO/IEC 13250로

출판된 ISO 표준이다. 이 표준에서는 기본적인 모델과 그것의 SGML 구문법을 정의하고 있으며, linking용으로 HyTime(Hypermedia/Time-based Structuring Language)을 사용하고 있다. TopicMaps.Org에서 XML과 URIs에 근거한 토픽 맵 구문법을 만들고 있다.

TopicMaps.Org 에서는 2001년 초에 XML Topic Maps (XTM) 1.0 specification, ISO 13250을 출판하였으며, 오늘날 XTM은 주요한 토픽 맵 구문법으로 모든 토픽 맵 도구에서 사용되고 있다. 아래의 예제도 구문법으로 XTM을 사용하였다.

토픽 맵을 작성하기 위하여, 3개의 토픽 타입(Person, Standards body, Standard)을 위한 토픽은 다음과 같이 정의한다:

```
<topicMap xmlns="http://www.topicmaps.org/xtm/1.0/"
          xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink">

  <topic id="person">
    <baseName>
      <baseNameString>Person</baseNameString>
    </baseName>
  </topic>

  <topic id="standards-body">
    <baseName>
      <baseNameString>Standards body</baseNameString>
    </baseName>
  </topic>

  <topic id="standard">
    <baseName>
      <baseNameString>Standard</baseNameString>
    </baseName>
  </topic>

</topicMap>
```

이것은 우리의 토픽 맥에서 토픽 타입으로 사용할 수 있는 3개의 토픽들을 우리에게 제공한다. baseName 요소는 토픽을 디스플레이하기 위해 사용하는 토픽 이름을 제공한다. [다음 단계는 occurrence type으로 사용할 하나의 토픽을 추가하여 우리의 3가지 instance 토픽들이 이름과 occurences를 갖도록 한다=The next step is to add one topic to be used as an occurrence type and our three instance topics, complete with names and

occurrences]. (아래의 fragment는 위의 topicMap 요소 안으로 삽입되어야 한다. 토픽 맥에 있는 토픽 요소들의 순서는 관련이 없다).

```
<topic id="xml-rec">
  <instanceOf>
    <topicRef xlink:href="#standard"/>
  </instanceOf>
  <baseName>
    <baseNameString>The XML Recommendation</baseNameString>
  </baseName>
</topic>

<topic id="tim-bray">
  <instanceOf>
    <topicRef xlink:href="#person"/>
  </instanceOf>

  <baseName>
    <baseNameString>Tim Bray</baseNameString>
  </baseName>
</topic>


<topic id="homepage">
  <baseName>
    <baseNameString>Homepage</baseNameString>
  </baseName>
</topic>

<topic id="w3c">
  <instanceOf>
    <topicRef xlink:href="#standards-body"/>
  </instanceOf>

  <baseName>
    <baseNameString>World Wide Web Consortium</baseNameString>
  </baseName>

  <occurrence>
    <instanceOf>
      <topicRef xlink:href="#homepage"/>
```

```
      </instanceOf>
      <resourceRef xlink:href="http://www.w3.org"/>
    </occurrence>

  </topic>
```

첫 번째 두 개의 토픽 요소들은 일찍이 우리가 정의했던 "standard" and "person" topic types의 instances를 만들어, the XML Recommendation과 Tim Bray용인 토픽들을 만든다. class를 제공하기 위한 instanceOf의 사용방법과 topicRef가 class를 정의하는 토픽을 지적하기 위하여 사용된다는 것에 주목하라. 그런 다음 우리는 occurrence type “homepage”를 정의한 다음에 최종적으로 type “standards-body”인 W3C용 토픽을 정의한다. 이것은 “homepage” occurrence를 갖고 있다. occurrence 내부에 있는 resourceRef 요소는 occurrence인 resourec의 URI를 제공하고 있다.

최종적으로, 우리는 association과 role types를 위한 토픽들을 만든 다음에, 토픽 맵을 완성하기 위하여 상응하는(corresponding) associations를 만들 준비가 되어 있다. 아래의 fragment는 이러한 것을 보여주고 있다.

```
  <topic id="authorship">

   <baseName>
      <baseNameString>Authorship</baseNameString>
    </baseName>
  </topic>

  <topic id="author">
    <baseName>
      <baseNameString>Author</baseNameString>
    </baseName>
  </topic>

  <topic id="work">
    <baseName>
      <baseNameString>Work</baseNameString>
    </baseName>
  </topic>

  <association>
    <instanceOf>
      <topicRef xlink:href="#authorship"/>
```

```
    </instanceOf>

    <member>
      <roleSpec>
        <topicRef xlink:href="#author"/>
      </roleSpec>
      <topicRef xlink:href="#tim-bray"/>
    </member>

    <member>
      <roleSpec>
        <topicRef xlink:href="#work"/>
      </roleSpec>
      <topicRef xlink:href="#xml-rec"/>
    </member>
  </association>
```

적당한 길이로 이 예제를 유지하기 위하여, 첫 번째 association 만 여기서 제공하였다. 이것은 type “authorship”에 관한 것이며, “author”(Time Bray) 역할을 하는 한 개의 토픽과 “work”(the XML Recommendation) 역할을 하는 또 다른 것이 있다. association에 참여하고 있는 토픽들은 member element type를 사용하여 표현하고 있으며 role types는 roleSpec으로 정의하고 있다. 참여하고 있는(participating) 토픽은 member 내부에서 직접적으로 topicRef에 의해 지정(pointed)되고 있다.

이게 실재적으로 전부 다. 이것은 비록 간단하지만 완전한 토픽 맵이다. 토픽 맵 브라우저를 사용하면, 우리는 실재로 브라우징할 수 있으며, 쿼리를 사용할 수 있다. 이것은 완전한 버전이다.

How to Use Topic Maps

두 가지 질문이 존재한다: “어떻게 토픽 맵을 만들 것인가?” 그리고 “일단 나의 토픽 맵이 있다면 어떻게 어플리케이션을 구축할 것인가?” 토픽 맵을 만들기 위한 중요한 4가지 어프로치가 있다:

humans author가 수작업으로 토픽 맵을 작성하도록 한다. 이것은 일반적으로 대우 높은 품질과 풍부한 토픽 맵을 제공하지만, 인건비가 비싸다. 이러한 방법은 어떤 프로젝트에서는 적당하지만 다른 것에서는 엄청나게 비싼 방법이다.

기존의 소스 데이터로부터 자동적으로 토픽맵을 생산하는 방법이 있다. 만일 기존 데이터가 잘 조직되어 있다면, 이것은 매우 좋은 결과를 얻을 수 있다. 만일 그렇지 않다면, 다양한 자연어 처리 도구들의 도움을 받아야 할 것이다.

XML, RDBMSs, LDAP servers, and more specialized applications과 같은 정형화된 소스 데이터로부터 자동적으로 토픽 맵을 생산하는 방법이다..

이 모든 것이 매우 환상적인 것처럼 들리지만, 간단한 토픽 맵을 생산하기 위하여 우리는 텍스트 에디터 이외에는 어떠한 것도 필요하지 않으며, 자동 생산을 위하여 XSLT stylesheets를 완벽하게 잘 사용하면 된다. 이것이 물론 모든 용도에 충분하지 않을 것이므로 토픽 맵 편집과 토픽 맵의 자동 생산을 위한 전문 소프트웨어가 존재한다.

The next step is the question of where the topic map is going to live, that is, be stored and maintained. For simpler applications storing XTM documents in files suffices, but for most real applications some form of database storage will be necessary. Most topic map implementations support some form of database storage, using various approaches.

Generally, the heart of every topic map application is what is known as the topic map engine, which is roughly equivalent to an RDBMS database engine, but designed for topic maps. This component knows how to import and export XTM (and other topic map syntaxes), store, update, and query topic maps, and so on. The engine will handle the storage, and any updates will happen through it. For example, applications that implement a topic map-driven portal will sit on top of the engine and use it to access the topic map. More advanced topic map implementations have special frameworks that simplify the work of creating such applications.

But Wait, There's More

There are three additional features in topic maps that you really need to know about. The first of these is scope, which can be attached to any name, occurrence, or association in a topic map. Basically, scope ca be attached to anything you can say in a topic map. Scope allows you to qualify a statement, but still express it.

Imagine you are making a topic map about languages, and basing it on the ISO 639 and Ethnologue lists of language codes. In that case you might want to record that ISO 639 assigns English to the Germanic language group, while Ethnologue considers it a West Germanic language. This can be done by scoping the association between English and Germanic with a topic representing ISO 639, and the association between English and West Germanic with a topic representing Ethnologue. Similarly, one might use scope to record that what Ethnologue calls Maldivian, ISO 639 calls Divehi.

Users can then choose to see all information in all scopes, or only those in particular scopes, basically tailoring their view of the world as they want to see it. One common use of scope is to create topic maps where the topics have names in

multiple languages, allowing topic maps to be converted between languages at the press of a button.

Another interesting feature of topic maps is the use of URIs to identify subjects. A topic may have any number of subject identifiers (URIs) which identify the subject the topic is about. These URIs should point to resources which describe the subject to a human; the resources are known as subject indicators. This allows subjects to be uniquely identified across topic maps and the entire web. For example, the URI http://www.topicmaps.org/xtm/1.0/core.xtm#superclass-subclass uniquely identifies the subclassing association type.

This unambiguous identification of subjects is used in topic maps to merge topics that, through these identifiers, are known to have the same subject. Basically, what happens is that two topics with the same subject are replaced by a new topic that has the union of the characteristics (names, occurrences, and associations) of the two originals. There is in fact a well-defined procedure for automatically merging topic maps based on this rule. The combination of globally unique identifiers and the merging procedure makes integration of diverse information sources and reuse of information very much easier.

One aspect related to this is the published subjects activity of OASIS, which is developing guidelines for how to create, publish, and maintain subject indicators intended for wide usage. One example of this is well-known URIs for all the countries in the world (based on the ISO 3166 country codes), which will allow us to tell that when you say 'Norway' in one topic map and I say 'Norge' in another, we mean the same thing. More on this in a future article.

Putting Topic Maps in Context

A question you may be asking yourself at this point is how something like topic maps fits into the larger family of XML standards. As I hinted at the beginning, topic maps are really an add-on to XML, something that adds extra value beyond what XML itself can do. You can in fact use topic maps without using XML at all. In a very real way, the two standards are similar without competing. They both have data models, interchange syntaxes, query languages, schema languages, and so on. Being developed for different purposes and doing different things well they can peacefully coexist and complement one another.

The relationship between RDF and topic maps is less obvious, however. Structurally, they are very similar, and their semantics are very close, although the distinctions in topic maps between base names, occurrences, and associations

do not exist in RDF. At first glance it may appear that they are nearly the same, but on closer inspection it turns out that their respective communities think of the technologies in very different ways, and that features such as scope and merging actually make them rather different after all. Again, the conclusion seems to be that they are good for different things, and that there is room for both.

So what should be used where? Generally, use XML for interchange and document contents, RDF for fine-grained metadata, and topic maps for making information findable and anything that is mostly about relationships.

Conclusion

So, to sum up, topic maps make information findable by giving every concept in the information its own identity and providing multiple redundant navigation paths through the information space. These paths are semantic, and all points on the way are clearly identified with names and types that tell you what they are. This means you always know where you are, which prompted Charles Goldfarb to call topic maps "the GPS of the information universe."

Topic maps also help by making it possible to relate together information that comes from different sources through merging and published subjects. A future article will discuss this.

V. Linked Data And The Semantic Web

<http://www.linkeddatatools.com/semantic-web-basics>

Linked Data와 Semantic Web이란 무엇인가?
원칙적으로 Semantic Web은 Web 3.0 이다; 즉, 시스템들 또는 엔티티(entities) 끼리 서로 데이터를 링크하는 방법이다.

SW는 HTML 다큐멘트에 포함되어 있는 데이터를 사람이 읽는 것이 아니라, 컴퓨터가 읽을 수 있어야 한다는 사고의 전환에서 비롯되었다. 다시 말해서, 컴퓨터가 인간을 위해 좀 더 많은 사고적(thinking) 업무를 수행할 수 있어야 한다는 생각에서 개발되었다.

1. Graph Data

SW은 그렇게 잘 알려진 분야가 아니다. 초보자가 SW의 정의와 그것의 작동원리를 잘 이해하려 한다면, 먼저 그것의 데이터 저장방법 모델인 graph database에 대해 알아야 한다.

여러분이 전통적인 IT 분야에 지식을 갖고 있고, 계층형(for example XML) 또는 관계형 데이터베이스(for example MySQL, MS SQL)의 데이터저장방법에 대하여 알고 있겠지만, Resource Description Framework(RDF)에 대해선 잘 알지 못할 수도 있다.

RDF란 SW 커뮤니티에서 사용하는 일반적인 두문자어이며, 시멘틱 데이터의 웹을 제작하는데 필요한 기본적인 빌딩블록들 중의 한 요소이다. 또한 이것이 define(정의)하는 것은 여러분이 익숙하지 않은 데이터베이스의 유형인 **graph database** 이다.

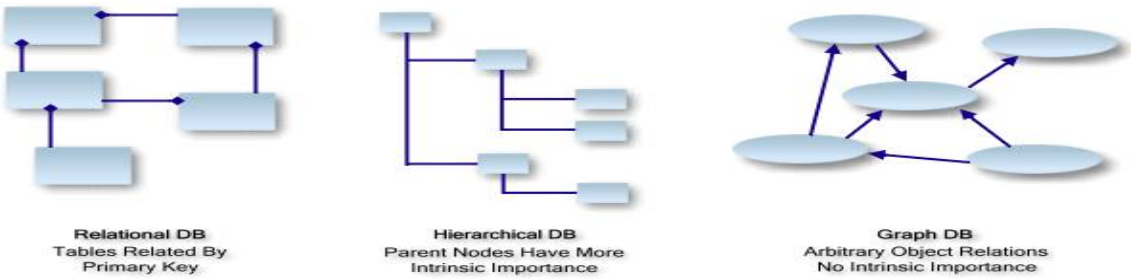
2) define이란?
- To state the precise meaning of (a word or sense of a word, for example).

비록 이런 데이터베이스에 대해 여러분이 생소하더라도, 이것이 바로 전 세계적으로 SW을 제작하는데 사용하는 데이터베이스의 한 종류 이다.

이제 graph database가 무엇이고, 어떻게 RDF가 그것을 정의하는지, 그리고 graph database를 시각화하는 방법이 무엇인지에 대하여 알아보자.

먼저 hierarchical, relational, 그리고 graph databases를 비교하여 이것들이 서로 어떻게 다른지를 살펴보기로 하자:

대부분의 데이터 저장 유형들에서는, 자신들의 여러 가지 데이터 요소(elements) 중에는 다른 것보다 보다 더 많은 precedence나 importance를 갖고 있는 몇 가지의 요소들(예를 들어, data nodes 또는 data tables)에 대한 개념을 정의하고 있다.



예를 들어, XML 다큐멘트를 보자. 전형적으로 XML 다큐멘트에는 한 개의 parent node와 함께 여러 개의 정보 노드를 사용하고 있다. 따라서 이러한 다큐멘트의 root는 최상위의 노드이며, 이 노드는 어떠한 부모 노드도 갖지 않는다.

위의 그림을 살펴보자. 맨 오른쪽의 data graph에는 어떠한 roots(또는 계층)도 존재하지 않으며, 서로 연결된 자원들로만 구성되어 있다. 또한 이 그래프의 어떠한 자원도 특별하게 다른 자원보다 본질적으로(intrinsic) 더 중요하지 않다는 것을 나타내고 있다.

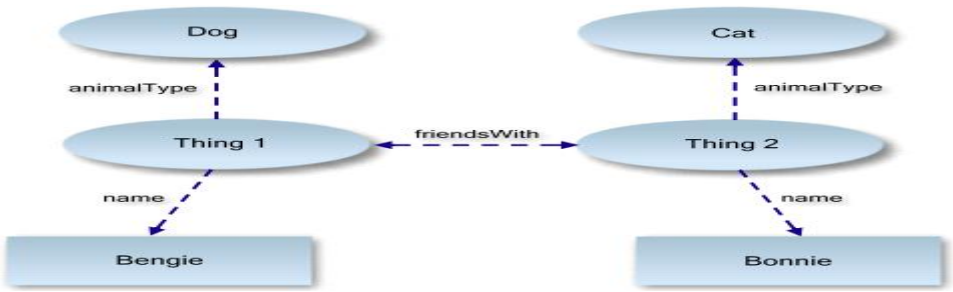
1.1 Example Of A Data Graph

사물들(things)이 서로 어떤 관계를 갖고 있는지를 기술하고 있는 지시문(statements)과 그 속에 있는 관계들을 RDF로 표현하는 방법을 알아보기에 앞서서, 먼저 그래프로 사물간의 관계를 시각화해 보자. 이것은 매우 쉽다.

먼저 아래의 개(벤지)와 고양이(보니) 간의 관계를 설명하는 지시문을 살펴보자:

▪ Bengie는 개다. ▪ Bonnie는 고양이다. ▪ Bengie와 Bonnie는 친구이다.

위의 간단한 3개의 지시문을 데이터 그래프로 그려보면, 아래와 같다:



위의 그래프에 나타나 있는 관계를 살펴보면, 타원으로 표시된 “Thing 1" 과 "Thing 2" 라는 두 개의 사물과 사물의 속성이름이 하나는 ”animalType“이고 또하나는 ”friendsWith“라는 것을 알 수 있다.

또한, "Thing 1"'의 속성 이름의 값은 사각형으로 표시된 "Bengie"이고, "Thing 2"의 속성 이름의 값이 "Bonnie"이며, "Thing 1"은 개를, "Thing 2"는 고양이를 의미한다는 것도 알 수 있다. 끝으로, 이 두 개의 사물은 서로 친구(속성 "friendsWith"가 화살표로 양 방향 모두를 가리키고 있음)라는 것도 알 수 있다.

핵심 포인트 - 위의 그래프에서 화살표는 속성(properties)을 나타낸다: 때론, 이것을 RDF 용어(terminology)로는 predicates라 한다.

1.2 Graph Model 지시문의 예

http://dbpedia.org/resource/Billie_Jean has a **singer** whose value is **Michael Jackson**

- Subject: http://dbpedia.org/resource/Billie_Jean (URI)
- Predicate: http://www.example.com/terms/singer (URI)
- Object: Michael_Jackson (Literal)

이제 RDF에 대해 알아보기 전에, 다음과 같은 간단한 예를 먼저 맛을 보자:

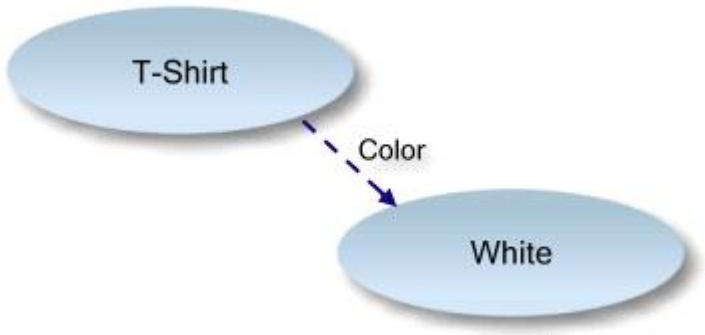
1.3 Example Of RDF

```
01. <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
02.
03. <rdf:RDF
04.       xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
05.       xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/"
06.       xmlns:region="http://www.country-regions.fake/">
07.
08.     <rdf:Description rdf:about="http://en.wikipedia.org/wiki/Oxford">
09.           <dc:title>Oxford</dc:title>
10.           <dc:coverage>Oxfordshire</dc:coverage>
11.           <dc:publisher>Wikipedia</dc:publisher>
12.           <region:population>10000</region:population>
13.           <region:principaltown rdf:resource="http://www.country-regions.fake/oxford"/>
14.     </rdf:Description>
15.
16. </rdf:RDF>
```

지금 위의 내용에 대해 걱정하지 마라. 우리는 나중에 이것을 다시 검토할 것이다. 지금은 단지 위와 같은 것이 RDF/XML - the XML form of RDF라는 것만을 이해하면 된다. RDF를 레코딩하는 여러 가지 방법들이 있지만, 우리는 단지 RDF/XML만을 살펴볼 것이다.

위의 콘텐트에서 붉은 색으로 표시한 RDF/XML(<rdf:Description> tags 사이)를 RDF 지시문, 또는 때때로 RDF triple이라 부른다. 이 두 가지 이름 중에서 triple이 우리가 RDF를 이해하는데 가장 도움이 되는 용어이데, 그 이유는 이것이 지시문을 3가지의 요소로 지시문이 구성되어 있다는 것을 의미하기 때문이다: 즉, 지시문 구성요소인 주체(subject), 속성(predicate), 그리고 객체(object).

그래프의 형태로 이 3가지의 구성 용어를 사용하여, 티-셔츠의 색깔을 표현하고 있는 데이터 그래프의 예는 다음과 같다:



■ 주체: T-shirt; ■ 속성: color; ■ 객체: white.

핵심 포인트 - RDF는 SW의 데이터 구조를 정의하는 토대이지만, 데이터에 숨어있는 어의나 의미를 스스로 기술하지는 못한다. 이것은 나중에 RDFS(RDF Schema)와 OWL(Web Ontology Language)에서 다루기로 한다.

이번에는 간단한 RDF/XML 지시문을 통해, 이 구성요소들에 대하여 알아보자:

```
01 .<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
02.
03. <rdf:RDF
04.      xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
05.      xmlns:feature="http://www.linkeddatatools.com/clothing-features#">
06.
07.      <rdf:Description rdf:about="http://www.linkeddatatools.com/clothes#t-shirt">
08.
09.           <feature:color rdf:resource="http://www.linkeddatatools.com/colors#white"/>
10.
11.      </rdf:Description>
12.
13. </rdf:RDF>
```

이 콘텐트에서 여러분은 먼저 위의 RDF에서 주체, 속성, 객체가 어떻게 정의되고 기술되는지에 대해 감을 잡아야 한다.

2. Introducing RDF/XML

graph data model이 SW에서 데이터를 저장하는 모델이라면, RDF는 그것을 만드는 포맷이다. 이미 여러분은 RDF에서 주체, 속성, 그리고 객체로 표현되는 지시문의 정의방법에 대해 알았으며, subject->predicate->object relationship를 triple이라 부른다는 것도 알았고, RDF가 시멘틱 데이터의 웹을 구축하는 기본 포맷이라는 것도 알았다.

이제 간단한 예를 가지고 RDF 지시문에 대해 한 단계씩 알아보기로 한다.

2.1 Building An RDF document

>Add The RDF document Root Tag

먼저, RDF root node를 다음과 같이 추가해 보자:

```
1. <rdf:RDF
2.       xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#">
3.
4.        <!-- Body Code Omitted -->
5.
6. </rdf:RDF>
```

위의 예에 있는 두 번째 줄에서, 여러분은 표준화된 W3.org namespace인

http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#

라는 URI를 보게 될 것이다. 이 namespace는 다른 컴퓨터 리더(reader)에게 이 태그로 봉해져 있는(enclosing) 다큐멘트가 RDF 다큐멘트라는 것과 여기서 사용된 rdf:RDF tag들이 이 namespace에 포함되어 있다는 것을 알려주는 것이다.

1) 컴퓨팅에서 namespace란 여러 종류의 사물을 조직하기 위하여 사용되는 심볼의 세트를 말한다. 따라서 이러한 사물들은 이름으로 참조(referred to)될 수 있다.

Namespaces는 일반적으로 다른 환경에서도 그 이름을 재사용할 수 있도록 계층구조를 갖는다. 하나의 추론으로, 각각의 사람은 올바른 이름뿐만 아니라 자신들의 친척과 공유하고 있는 가족이름을 갖고 있는 인명 시스템을 생각해 보자. 만일, 각 가족에서 가족 이름이 고유한 것이라면, 각각의 사람은 이름과 가족이름의 결합에 의해 유일하게 식별될 수 있다. 다시 말해서, 비록 많은 Janes이 있더라도 Jane Doe는 단지 한명 뿐이다; Doe라는 성의 namespaces에서, 단지 "Jane"은 이 사람을 확실하게 설명하는데 충분하지만, 모든 사람의 "global" namespace에서는 full name이 사용되어야만 한다.

위의 다큐멘트에서 namespace를 표현하고 있는 RDF node가 바로 이 RDF 다큐멘트의 roots node이다.

>Add A Statement

RDF 다큐멘트에는 하나 이상의 지시문이 포함될 수 있다. 간단하게 우리는 하나를 추가할 것이다. RDF/XML에서 주체(subject)를 정의하는 방법은 <rdf:Description> tag를 사용하는 것이다. 다음과 같이 붉은 색 지시문을 추가해 보자:

```
01. <rdf:RDF
02.      xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#">
03.
04.      <rdf:Description rdf:about="http://www.linkeddatatools.com/clothes#t-shirt">
05.
06.           <!-- Statement Code Omitted -->
07.
08.      </rdf:Description>
09.
10. </rdf:RDF>
```

위에서 붉은 색으로 표현된 <rdf:Description> tag의 의미는 간단하게 말해서 다음과 같다: "나는 주체 t-shirt에 대하여(about) 정의(describe)하며, 그것의 유일한 ID는 http://www.linkeddatatools.com/clothes#t-shirt 이다."

하나 더 주목!!! <rdf:Description>은 about 속성에 의해 지정된 resource에 대한 URI 정보를 갖고 있는 container 이다. 다음의 예에서 각각의 resources는 books이고, 그것의 식별자(URI)는 서명이다. 그리고 각각의 책에는 한명의 저자와 페이지 수만 표현되어 있다.

Book Source Example

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<rdf:RDF
      xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
      xmlns:lib="http://www.zvon.org/library">

     <rdf:Description about="Matilda">
        <lib:creator>Roald Dahl</lib:creator>
        <lib:pages>240</lib:pages>
     </rdf:Description>

!!! 위이 <rdf:Description />의 또 다른 표기법:
     <rdf:Description about="Matilda" lib:creator="Roald Dahl" lib:pages="240" />

     <rdf:Description about="The BFG">
        <lib:creator>Roald Dahl</lib:creator>
        <lib:pages>208</lib:pages>
```

```
    </rdf:Description>

    <rdf:Description about="Heart of Darkness">
      <lib:creator>Joseph Conrad</lib:creator>
      <lib:pages>110</lib:pages>
    </rdf:Description>

    <rdf:Description about="Lord Jim">
      <lib:creator>Joseph Conrad</lib:creator>
      <lib:pages>314</lib:pages>
    </rdf:Description>

    <rdf:Description about="The Secret Agent">
      <lib:creator>Joseph Conrad</lib:creator>
      <lib:pages>249</lib:pages>
    </rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

위의 다큐멘트의 결과는 다음과 같다:

Author	Title	Pages
Roald Dahl	Matilda	240
Roald Dahl	The BFG	208
Joseph Conrad	Heart of Darkness	110
Joseph Conrad	Lord Jim	314
Joseph Conrad	The Secret Agent	249

좀 이해가 됐나요? 계속 배워봅시다.

>Add Predicates

여러분이 주체에 대해 정의하면서 그것의 고유한 ID를 지정해 놓았지만, 그 주체의 특성에 대해서는 아무 것도 정의하지 않았다. RDF 지시문에서는 속성(predicates)을 사용하여 해당 주체의 특성들을 정의한다.

간단하게, T-shirt의 속성 중 하나인 size를 다음과 같이 추가해 보자:

```
01. <rdf:RDF
02.      xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
03.      xmlns:feature="http://www.linkeddatatools.com/clothing-features#">
04.
05.      <rdf:Description rdf:about="http://www.linkeddatatools.com/clothes#t-shirt">
```

```
06.
07.            <feature:size>12</feature:size>
08.
09.      </rdf:Description>
10.
11. </rdf:RDF>
```

위의 7번째 줄을 보자. 간단하게 말해서 이 주체는 <feature:size> 태그이름으로 기술된 한 개의 속성을 갖고 있으며, 이 속성의 문자 값은 12이다. RDF 전문용어로 이것이 바로 지시문(statement)이다.

그리고 3번째 줄에 이 속성이름뿐만 아니라 이 객체에서 사용되는 속성이름의 namespace에 대한 URI가 표시되어 있다는 것을 확인하라.

끝으로, T-shirt의 색깔인 color 속성을 하나 더 다음과 같이 추가해 보자:

```
01. <rdf:RDF
02.      xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
03.      xmlns:feature="http://www.linkeddatatools.com/clothing-features#">
04.
05.      <rdf:Description rdf:about="http://www.linkeddatatools.com/clothes#t-shirt">
06.
07.           <feature:size>12</feature:size>
08.           <feature:color rdf:resource="http://www.linkeddatatools.com/colors#white"/>
09.
10.      </rdf:Description>
11.
12. </rdf:RDF>
```

이 <feature:color> 속성의 표현은 <feature:size>와 다르다는 것을 알았을 것이다. 지난 번 속성에서는 문자 값 12가 있었던 반면에, 이번 것에는 또 다른 지시문의 subject(ID)를 참조하도록 지정해 놓았다. 이러한 표현이 옳은 것이다. RDF에서 객체는 다른 지시문에 있는 주체를 참조할 수 있다.

!!! 속성 rdf:resource는 다른 <rdf:Description> element에서 정의하고 있는 resource에 about한 정보를 입력하는데 사용될 수 있다. 다음의 Book Sample을 살펴보자:

Book Sample

```
<rdf:Description about="RD">
<lib:firstName>Roald</lib:firstName>
```

```
<lib:surname>Dahl</lib:surname>
</rdf:Description>

<rdf:Description about="JC">
<lib:firstName>Joseph</lib:firstName>
<lib:surname>Conrad</lib:surname>
</rdf:Description>

<rdf:Description about="Matilda">
<lib:creator rdf:resource='RD'/>
<lib:pages>240</lib:pages>
</rdf:Description>

<rdf:Description about="Heart of Darkness">
<lib:creator rdf:resource='JC'/>
<lib:pages>110</lib:pages>
</rdf:Description>
```

다시 본론으로 돌아가서, <feature:color> 속성은 3번째 줄의 xmlns:feature에 이미 포함되어 있다는 것도 이해하여야 한다. 다시 말해서, xmlns:feature의 이름 리스트에는 이미 size와 color라는 속성이름이 포함되어 있다는 것이다. 따라서 위의 T-shirt 지시문은 "이 주체는 ID가 http://www.linkeddatatools.com/colors#white인 지시문을 참조하고 있는 객체와 더불어 feature:color이라는 이름의 한 개의 속성을 가지고 있다"라고 말하고 있다.

2.2 Breaking Down The Statement

이제 간단한 예의 RDF 다큐멘트를 살펴보고, 우리가 배운 것을 근거로 지시문의 구성요소를 분석해 보면 다음과 같다:

```
1. <rdf:Description rdf:about="subject">
2.       <predicate rdf:resource="object" />
3.       <predicate>literal value</predicate>
4. <rdf:Description>
```

2.3 A More Thorough Example

이제 맨 처음에 지나 왔던 그래프 데이터에서 다루었던 복잡한 예로 되돌아가 보자:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>

<rdf:RDF
xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/"
xmlns:region="http://www.country-regions.fake/">

<rdf:Description rdf:about="http://en.wikipedia.org/wiki/Oxford">
<dc:title>Oxford</dc:title>
<dc:coverage>Oxfordshire</dc:coverage>
<dc:publisher>Wikipedia</dc:publisher>
<region:population>10000</region:population>
<region:principaltown rdf:resource="http://www.country-regions.fake/oxford"/>
</rdf:Description>

</rdf:RDF>
```

위의 예를 보고 자신의 이해력을 테스트하여 보완할 분야가 있는지를 알기 위하여, 다음의 질문에 답할 수 있는지를 스스로 확인해 봐라:

- Subject of the statement?
- Predicates of the statement(including whether they are resources or literals)?
- Objects referenced by the **resource** predicates?

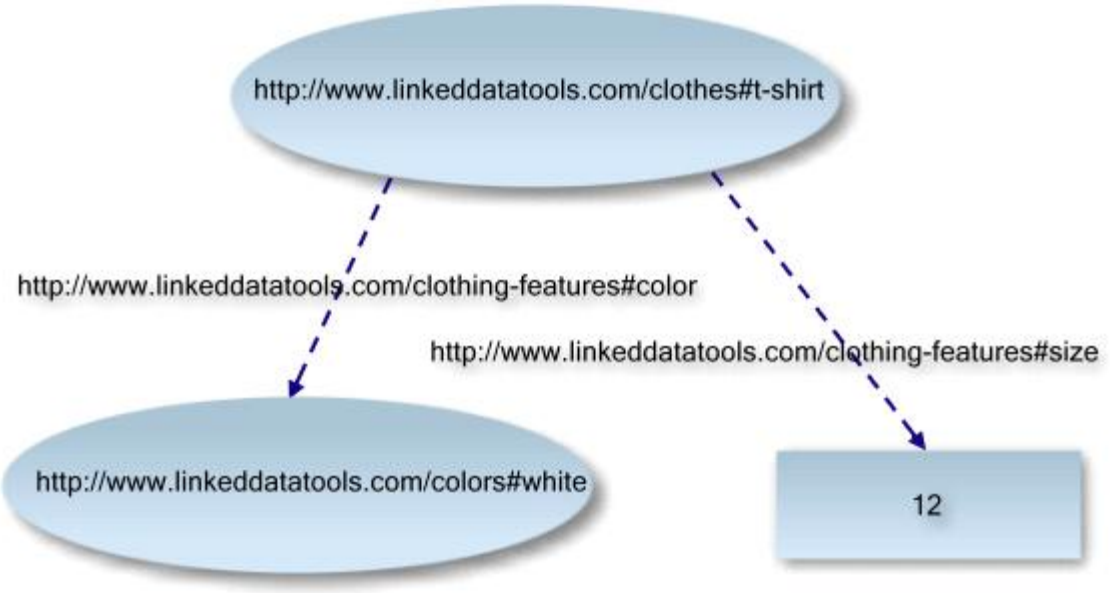
이제 RDF 다큐멘트를 이해했고, 그것이 데이터 그래프와 어떤 관계가 있는지를 알았다면, 여러분은 RDF graph data로 시멘틱즈를 모델링하는 방법에 대하여 알 준비가 끝났다.

이제 우리는 T-shirt RDF에서 완전하게 자격을 갖춘 URIs는 다음의 그래프와 같다고 말할 수 있다:

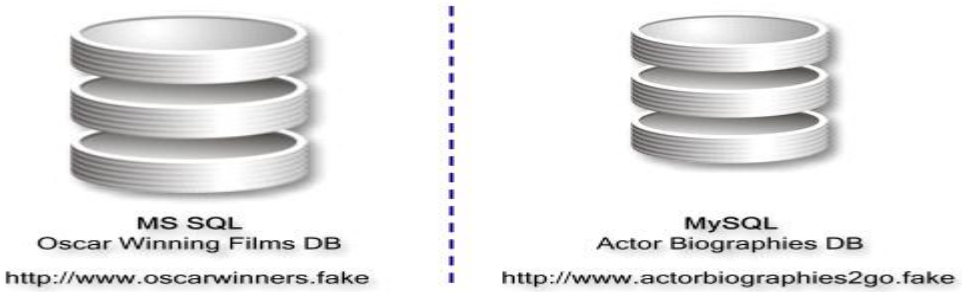
3. Semantic Modeling

RDF가 전 세계적으로 교환 가능한 데이터를 레코딩하기 위하여 유연하고 그래프-중심의 모델을 제공하는 반면에, 그것이 어떤 **어의나 의미**를 제공하지는 않는다. 이제 일반적으로 이용 가능한 데이터 모델을 검토해서 문제점이 무엇인지에 대해 알아보자.

3.1 Why Include Semantics In Data? Knowledge Integration



데이터에 시멘틱 의미를 추가하는 가장 중요한 이익들 중의 하나는 자동적으로 다양한 지식의 영역으로 가지를 뻗칠 수 있다는 것이다. 지식의 도메인(domains of knowledge)이란 무엇인가? 간단한 예로 살펴보자.



위의 예에서, 두 개의 웹 사이트들은 서로 독립적으로 출발하였다. 한 사이트는 현재와 과거의 Oscar 수상 영화에 대한 정보를 호스트하고 있으며, 다른 사이트는 할리우드 남녀 영화배우의 전기에 대한 대규모의 데이터베이스 이다.

그렇지만 둘 다 자신들의 웹 사이트 데이터베이스에 보완할 정보가 있다. 우리는 먼저 이들 사이트 간에 시멘틱의 사용 없이 어떻게 정보공유가 이루어지는지를 살펴보고 난 다음에, 시멘틱즈를 사용하여 동일한 정보를 두 사이트가 어떻게 서로 공유하는지에 대하여 알아보기로 한다.

1) Sharing Without Semantic Modeling

두 사이트 중에서 하나는 모든 오스카 수상영화에 대한 MS SQL database이고, 또 하나는

할리우드 배우에 대한 MySQL database이다. 이것들은 http://www.oscarwinners.fake 그리고 http://www.actorbiographies2go.fake에 각각 포함되어 있다. 그리고 이 두 사이트는 서로 독립적이며, 협력하지 않는다.

Oscar Winners 사이트는 그 이름처럼 과거에 제작된 모든 오스카 수상영화를 리스트하고 있으며, 또한 그것들에서 주연을 맡은 남녀 영화배우의 리스트도 갖고 있다. 그렇지만, 그 콘텐트에는 이들의 이름과 생일날짜 이외의 다른 정보는 소장하고 있지 않다.

Actor Biographies 사이트는 현재뿐만 아니라 과거의 많은 할리우드 배우들에 대하여 완전한 전기 리스트뿐만 아니라 그들이 출연한 영화 리스트도 가지고 있다. 그러나 이것의 콘텐트에는 해당 영화에 대한 어떠한 film-plots(영화구성), 또는 screen-shot(image)을 가지고 있지 않다.

이제 이 두 사이트가 최신의 데이터 모델보다 기존의 전통적인 데이터 모델을 사용하여 협력할 수 있는 방법에 대하여 살펴보자:

■분명하게 말해서, http://www.oscarwinners.fake의 이용자는 출연배우의 이름을 클릭하면, 그들에 대해 더 많은 정보를 찾을 수 있다는 이점이 있다. - 이 정보는 http://www.actorbiographies2go.fake의 MySQL database에 저장되어 있다.

■똑같이, http://www.actorbiographies2go.fake의 이용자가 출연배우들의 영화이름을 클릭하여 더 많은 정보를 얻을 수 있다. 이것은 http://www.oscarwinners.fake에 있는 MS SQL database에 저장되어 있다.

■두 사이트간의 어떠한 데이터 공유도 자신들의 데이터베어스에 있는 테이블을 결합(joining)시키지 못하고 있다. 그 이유는 먼저, 이것들은 처음부터 독립적으로 설계되었으므로, 두 데이터베이스에 있는 각각의 영화배우나 영화를 참조하는 primary key를 동기화(synchronized)시킬 수 없다. 이 문제를 해결하기 위하여 이것들은 mapped되어야 할 것이다. 그리고 또 하나의 문제는 이것들이 서로 호환성이 없는 데이터베이스 서버 시스템을 사용하고 있다는 것이다.

■자신들이 현재 사용하고 있는 데이터베이스의 협력을 위하여, 각 사이트의 소유자들은 공동으로 영화 및 배우에 대한 고유한 ID scheme을 만들어 정보를 공유할 수 있는 공동의 데이터 포맷을 결정해야 할 것이다. 예를 들어, 자신들의 웹사이트에서 서로의 필요에 따라 정보를 요구할 수 있는 안전한 XML 콘텐트를 만든다면, 이것이 가능할 것이다. 이런 방식으로 자신들의 정보 공유를 발전시킬 수 있다.

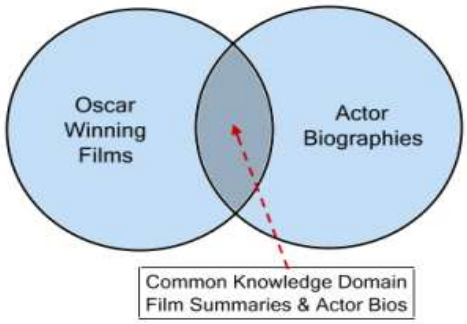
이제 RDF와 semantics을 소개하기로 한다. RDF와 SW를 사용하여 위와 같은 문제를 해결할 수 있는 방법에 대하여 알아보자 - 모든 것은 자동적으로 이루어지며, 수동적으로 이루어지진 않는다.

2) Sharing With The Semantic Web Model

시멘틱 모델링에서, 먼저 다음과 같은 중요한 용어에 대해 이해하여야 한다: Vocabulary 와 Ontology

■ Vocabulary – contexts 간에 정의가 잘 일치하는 용어들의 집합이다.
■ Ontology – 우리로 하여금 정의된 vocabulary 뒤에 숨어있는 contextual relationships 를 정의한다. 이것은 지식의 영역을 정의하는 cornerstone 이다. 온톨로지를 공식적으로 정의하기 위해 사용하는 언어는 OWL (Web Ontology Language)이며, 이것은 RDFS (RDF Schema)를 확장시킨 것으로 다음 강의에서 설명하기로 한다.

본론으로 돌아가서, 시멘틱 모델링을 사용하여 우리가 두 개의 사이트의 시나리오를 어떻게 모델화 하여야 하는가?



무엇보다도 먼저, 두 사이트들은 공동의 표준적인 vocabulary를 개발하여, 이것을 문맥상에서(contextually) 일치하는 자신들의 데이터를 기술하는데 적용하여야 한다. 예를 들어, 용어 'film title'은 두 사이트 모두에서 동일한 사물(thing)을 의미하여야 하며, 용어 'actor name'과 'actor birthdate'도 마찬가지 이다.

이러한 활동을 통해, vocabulary 용어로 데이터의 잠재적 의미를 표현할 수 있으며, 또한 쿼리에 의해서도 동일한 데이터를 얻을 수 있다. 똑같은 결과가 똑같은 ontology나 common vocabulary를 채택하고 있는 두 사이트에 의해 나타날 것이다. 최종적으로 이들 두 사이트는 웹에서 서로 교신(communicate)할 수 있다.

만일 이러한 표준 vocabulary가 적재적소에 사용된다면(in place):

■ 두 사이트는 동일한 용어로 서로에게 질의할 수 있다;

■ The Oscar Winning Movies site는 on-demand 방식으로 the Actor Biographies site의 배우 이름을 쿼리할 수 있으며, 그 영화에 출연한 특별한 남녀배우에 대하여 보다 자세한

정보를 얻을 수 있다.

■ The Actor Biographies site 역시 on-demand 방식으로 Oscar Winning Movies site에 있는 film plots을 이젠 쿼리할 수 있으며, 배우가 출연했던 영화들에 대하여 더 많은 자세한 정보를 얻을 수 있다.

■ 이용자는 이러한 링크용 표준용어(linked standard terminology)를 사용하여, 공식적인 웹 온톨로지에서 정의하고 있는 contextual relationships(문맥전후 연관성)을 이용하여 영화배우나 영화에 대한 촬영장소와 같은 추가적 연관 정보, 영화촬영과 같은 날에 일어난 다양한 뉴스, 배우의 생년월일, 또는 동일한 제작자에 의해 제작된 영화 등등의 부수적 정보를 얻을 수도 있으며, 처음에는 이러한 정보를 얻는다고 상상조차 하지 못 했다.

■ 이것은 두 사이트간에 이미 존재하고 있는 transformation, mapping, 또는 contracts와 같은 요구조건과 상관없이 이루어져야 한다. 결과적으로 이 사이트의 모든 정보는 바로 의미론(semantics)에 의해 생산된다.

우리는 다음 강의에서 SW 온톨로지의 구성(makeup)이 무엇이고, 여러분이 시멘틱 데이터베이스에서 어떻게 쿼리하는지, 그리고 심지어 그것에서 기계적 추론(machine inference)을 형성하는 방법에 대해 배울 것이다.

3.3 Metadata Initiatives

지식의 도메인에서 용어를 표현하는 표준 vocabularies, 또는 공식적 ontologies는 이미 다양한 주제 – 예를 들어, media terms, biomedical terms, scientific terms - 에 대한 표준 vocabularies를 만드는 여러 전문기관에서 무료로 이용할 수 있다. 몇 가지 예를 살펴보면 다음과 같다:

■ Dublin Core Metadata Initiative (DCMI) - 특히 공통적이고 일상적인 용어 그리고 미디어의 주요 용어에 특별하게 초점을 맞추면서 여러 주제에 대한 온톨로지를 만들고 있다.

■ Friend Of A Friend (FOAF) - 사람, 그들의 활동, 다른 사람과의 관계 등을 기술하고 있는 기계가독형 온톨로지 이며, RDF와 OWL을 사용하여 표현된 기술적 vocabulary 이다.

■ OpenCyc(오픈사이크) – 일상적인 상식을 수집해 놓은 세계 최대의 온톨로지 이다.
The OpenCyc Platform is your gateway to the full power of Cyc, the world's largest and most complete general knowledge base and commonsense reasoning engine. OpenCyc contains hundreds of thousands of Cyc terms organized in a carefully designed ontology.

이제 SW에서 온톨로지를 정의하는 방법과 SW 데이터베이스에서 정보를 쿼리하는 방법에 대한 보다 완벽한 기술적 내용을 알아보자:

4: Introducing RDFS & OWL

이제 의미론과 함께 RDF data models을 다루는데 필요한 실질적인 기술에 대해 알아보자. RDF data는 RDFS 그리고 OWL과 같은 두 가지의 구문법(syntaxes)을 사용하여 시멘틱 메타데이터와 함께 표현(encoded) 될 수 있다:

이제부터 우리는 semantic metadata를 가지고 RDF 데이터를 주해(annotate)하는데 사용되는 공식적인 구문법을 알아본 다음에, 이런 데이터를 출판하고 쿼리하는 방법에 대해 알아볼 것이다.

RDF 데이터는 두 가지의 중요한 구문법인 RDFS와 OWL을 사용하여 시멘틱 메타데이터와 함께 표현된다. RDFS와 OWL 둘 다 W3C specifications 이다.

4.1 A Starting Example

여러분이 보고 있는 것이 OWL의 예이다:

```
<rdf:RDF
xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/">

<!-- OWL Header Example -->
<owl:Ontology rdf:about="http://www.linkeddatatools.com/plants">
<dc:title>The LinkedDataTools.com Example Plant Ontology</dc:title>
<dc:description>An example ontology</dc:description>
</owl:Ontology>

<!-- OWL Class Definition Example -->
<owl:Class rdf:about="http://www.linkeddatatools.com/plants#planttype">
< rdfs:label>The plant type</rdfs:label>
<rdfs:comment>The class of plant types.</rdfs:comment>
</owl:Class>

</rdf:RDF>
```

위의 내용에 대해 지금 자세히 알려고 하지마라. 나중에 살펴보기로 하자. 그렇지만, 주목해야 하는 것은 예제인 RDF 다큐멘트의 header에 전에는 없었던 두 개의 새로운 namespaces가 포함되어 있다는 것이다:

1) 3번째 줄의 RDFS (RDF Schema, http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#),
2) 4번째 줄의 OWL (Web Ontology Language, http://www.w3.org/2002/07/owl#)

의 namespaces 이다.

한 가지 더 주목할 것은 RDF에서 온톨로지를 정의하는 방법이다. 물론, 온톨로지 역시 RDF 다큐멘트 이다.

이제 전통적인 온톨로지 문서를 분해해 보자. 예로서, plant varieties(식물의 종류)를 정의하고 있는 간단한 온톨로지를 살펴보자.

4.2 OWL Header

```
01. <rdf:RDF
02.   xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
03.   xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
04.   xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
05.   xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/">
06.
07. <!-- OWL Header Example -->
08. <owl:Ontology rdf:about="http://www.linkeddatatools.com/plants">
09. <dc:title>The LinkedDataTools.com Example Plant Ontology</dc:title>
10. <dc:description>An example ontology written for the LinkedDataTools.com RDFS &OWL
introduction
        tutorial</dc:description>
11. </owl:Ontology>
12.
13.<!-- Remainder Of 다큐멘트 Omitted For Brevity... -->
14.
15.</rdf:RDF>
```

비록 온톨로지가 헤더에 포함되지 않아야 하더라도, 헤더는 여러분의 온톨로지가 무엇을 포함하고 있는지를 타인이 이해하는데 도움이 되는 정보를 포함시키기에 좋은 장소이다.

위에서와 같이, 우리는 온톨로지용으로 한 개의 title과 한 개의 description을 사용하였다. 또한 이곳은 갱신에 관한 version information을 포함시켜야 하는 장소이며, 여러분의 온톨로지가 다른 온톨로지에서 수입(import)된 것임을 표기하는 장소이기도 하다.

!!! **Point**: prefix **dc:** 의 namespace를 정의한 5번째 줄을 봐라. 이것은 Dublin Core Metadata Initiative라는 namespace를 참조하며, machine readers에게 **dc:title** and **dc:description**와 같은 엘리멘트들은 이 온톨로지에서 정의하고 있다고 알려주

고 있다.

4.3 OWL Classes, Subclasses & Individuals

온톨로지의 제 1차적 목적은 사물을 semantics나 meaning에 따라 분류하는 것이다. OWL에서, 이런 목적은 *classes* 와 *subclasses*를 사용하여 이룰 수 있다. 예를 들어, OWL에서는 이것을 *individuals(instance)* 라 부른다. 특정한 OWL class의 멤버가 individuals이며, 그것들이 확장된 것을 *class* 라 부른다. OWL에서 *class* 는 공동의 성질을 갖고 있는 individuals의 그룹이다.

An Example

다시 OWL ontology의 예를 보자. 이번에는 몇 가지의 classes와 subclasses가 추가 되었다. 우리는 3가지의 plant classes를 정의한다:

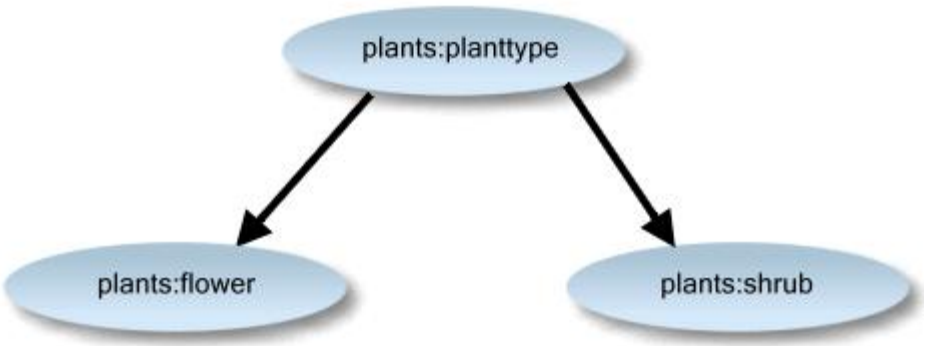
- the **flowering plants** class,
- **shrubs** class,
- 위의 두 가지 클라스를 섭클라스로 가지고 있는 **planttype** class. 따라서 **planttype** class는 모든 식물종류에서 최상위 클라스이다.

```
<rdf:RDF
xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/"
xmlns:plants="http://www.linkeddatatools.com/plants#">

<!-- OWL Header Omitted For Brevity -->

<!-- OWL Class Definition - Plant Type -->
<owl:Class rdf:about="http://www.linkeddatatools.com/plants#planttype">

<rdfs:label>The plant type</rdfs:label>
<rdfs:comment>The class of all plant types.</rdfs:comment>

</owl:Class>

<!-- OWL Subclass Definition - Flower -->
<owl:Class rdf:about="http://www.linkeddatatools.com/plants#flowers">

<!-- Flowers is a subclassification of planttype -->
```

```
22. <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.linkeddatatools.com/plants#planttype"/>
23.
24. <rdfs:label>Flowering plants</rdfs:label>
25. <rdfs:comment>Flowering plants, also known as angiosperms.</rdfs:comment>
26.
27. </owl:Class>
28.
29. <!-- OWL Subclass Definition - Shrub -->
30. <owl:Class rdf:about="http://www.linkeddatatools.com/plants#shrubs">
31.
32. <!-- Shrubs is a subclassification of planttype -->
33. <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.linkeddatatools.com/plants#planttype"/>
34.
35. <rdfs:label>Shrubbery</rdfs:label>
36. <rdfs:comment>Shrubs, a type of plant which branches from the base.</rdfs:comment>
37.
38. </owl:Class>
39.
40. <!-- Individual (Instance) Example RDF Statement -->
41. <rdf:Description rdf:about="http://www.linkeddatatools.com/plants#magnolia">
42.
43. <!-- Magnolia(목련) is a type (instance) of the flowers classification -->
44. <rdf:type rdf:resource="http://www.linkeddatatools.com/plants#flowers"/>
45.
46. </rdf:Description>
47.
48. </rdf:RDF>
```

Taxonomy - A Hierarchy Of Terms

우리가 한 것은 우리의 어의적 용어나 클래스를 계층적으로 정의한 것이다. SW 세계에서, 이러한 용어의 계층을 *taxonomy*라 부른다. 다음은 우리가 정의한 taxonomy hierarchy을 그래프로 나타낸 것이다:



An example of a taxonomy hierarchy

Note - 우리는 magnolis(목련)라 부르는 flower 클래스의 또다른 섭클래스를 만들지 않았다. 그것보다는 magnolia는 flower 클래스의 individual(instance) 이다. 왜 이런가? magnolia는 flower classification의 한 멤버이지만, 그것은 더 이상 flower subclassification이 아니다. 이것은 당연히 magnolia의 어의적 관점에서 보면 이것은 flower 클래스의 individuals(instances)이지 subclassification 즉, 다른 꽃이 아니라는 의미이다.

4.4 OWL Properties

OWL에서 Individuals은 *properties*와 관련 있다. OWL에는 두 종류의 property가 있다:

- **Object properties** (owl:ObjectProperty): 두 가지 OWL classes의 individuals (instances)와 관련이 있다.
- **Datatype properties** (owl:DatatypeProperty): OWL classes의 individuals (instances)의 literal values과 관련 있다.

An Example

먼저 a *data type* property (one which links an instance to a literal value)을 추가한 다음에, Magnolia가 속해 있는 *species family* 의 이름을 추가해 보자.

```
<rdf:RDF
xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/"
xmlns:plants="http://www.linkeddatatools.com/plants#">

<!-- OWL Header Omitted For Brevity -->

<!-- OWL Classes Omitted For Brevity -->

<!-- Define the family property -->
<owl:DatatypeProperty rdf:about="http://www.linkeddatatools.com/plants#family"/>

<rdf:Description rdf:about="http://www.linkeddatatools.com/plants#magnolia">

<!-- Magnolia is a type (instance) of the flowers class -->
<rdf:type rdf:resource="http://www.linkeddatatools.com/plants#flowers"/>

<!-- The magnolia is part of the 'Magnoliaceae' family -->
```

```
21. <plants:family>Magnoliaceae</plants:family>
22.
23. </rdf:Description>
24.
25. </rdf:RDF>
```

Important Point - 여기서, 만일 여러분이 object oriented programmer라면, 여러분은 마음으로부터 programmatic object classes and their associated properties를 생각해 낸 다음에, 그것들을 OWL classes에 대해 배운 것과도 비교하려 할 것이다. 그러지 마세요 - 정말 달라요. 위의 예제를 주목해 보자. 'family' property는 어떠한 class type과도 독립적이며, class flower (magnolia)의 instance에 할당된다. 똑같은 클래스의 또다른 instance는 이 property를 갖지 않을 수 있다. OWL에서는 그러하다. instance를 가지고 있는 properties가 그것들의 class types이 아니라 그것들의 instance를 기술한다는 것을 주목하라. 이 경우에, 여러분은 완전히 서로 다른 클래스용으로 동일한 'family' property를 사용할 수 있다.

끝으로, an *object* property (one which links an instance to another instance)를 추가해 보자. 우리가 상점을 운영하고 있고 이 식물(Magnolia)을 상점주인과 마찬가지로 우리도 인기가 있는 다른 식물에 링크하길 원한다고 하자(Let's say we're running a shop, and we want to link this plant (Magnolia) to another plant which we know as the shop owner is equally as popular). "similarlyPopularTo"라는 property를 추가해 보자:

```
01. <rdf:RDF
02. xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
03. xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
04. xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/"
05. xmlns:plants="http://www.linkeddatatools.com/plants#">
06.
07. <!-- OWL Header Omitted For Brevity -->
08.
09. <!-- OWL Classes Omitted For Brevity -->
10.
11. <!-- Define the family property -->
12. <owl:DatatypeProperty rdf:about="http://www.linkeddatatools.com/plants#family"/>
13.
14. <!-- Define the similarlyPopularTo property -->
1                                                5                                                .
<owl:ObjectPropertyrdf:about="http://www.linkeddatatools.com/plants#similarlyPopularTo"/>
16.
17. <!-- Define the Orchid class instance -->
18. <rdf:Description rdf:about="http://www.linkeddatatools.com/plants#orchid">
19.
```

```
20. <!-- Orchid is an individual (instance) of the flowers class -->
21. <rdf:type rdf:resource="http://www.linkeddatatools.com/plants#flowers"/>
22.
23. <!-- The orchid is part of the 'Orchidaceae' family -->
24. <plants:family>Orchidaceae</plants:family>
25.
26. <!-- The orchid is similarly popular to the magnolia -->
2                                                    7                                                    .
<plants:similarlyPopularTordf:resource="http://www.linkeddatatools.com/plants#magnolia"/>
28.
29. </rdf:Description>
30.
31. <!-- Define the Magnolia class instance -->
32. <rdf:Description rdf:about="http://www.linkeddatatools.com/plants#magnolia">
33.
34. <!-- Magnolia is an individual (instance) of the flowers class -->
35. <rdf:type rdf:resource="http://www.linkeddatatools.com/plants#flowers"/>
36.
37. <!-- The magnolia is part of the 'Magnoliaceae' family -->
38. <plants:family>Magnoliaceae</plants:family>
39.
40. <!-- The magnolia is similarly popular to the orchid -->
41. <plants:similarlyPopularTordf:resource="http://www.linkeddatatools.com/plants#orchid"/>
42.
43. </rdf:Description>
44.
45. </rdf:RDF>
```

예를 들어, 우리는 URI http://www.linkeddatatools.com/plants#orchid와 더불어 Orchid를 표현하는 flowers 클래스의 새로운 individual(instance)을 정의하였다. 여러분이 우리가 동일한 클래스의 individual인 Mangnolia instance를 정의한 방법으로부터 이것을 이해할 수 있는지 확인해 봐라. 이제, 우리의 첫 번째 두 개의 tutorials에서처럼, 여러분이 위에서 정의한 RDF graph에 따라 Orchid 그리고 Magnolia class instances와 이것들의 predicates를 보여주는 그래프를 그릴 수 있는지 확인해 봐라.

Hint: 여러분은 양쪽 the *family* 그리고 *similarlyPopularTo* properties을 나타내는 화살표를 그려야 할 것이다. *family* property와 관련해서, 각각의 plant 용으로 서로 다른 family type literals을 포인트(point)해야 할 것이다. 그리고 *similarlyPopularTo* property와 관련해서는 the instances가 서로서로 포인트해야 할 것이다.

Important - Point Note
위의 예에서, 우리는 *similarlyPopularTo* object property를 통해 똑같은 OWL 클래스의 2 instances간을 링크하는 a two way를 갖는다(Orchid와 Magnolia 둘 다 똑같은 클래스의 individuals 이다). 그렇지만 주목할 것은 object properties는 two way가 아닐 수도 있다 -

그것들은 they may be one way일 수도 있다는 것이다. 그리고 중요한 것은 똑같은 OWL 클래스의 instances 간이 일어나지 않아야 한다(need not be between instances of the same OWL class). 그것들은 완전히 다른 OWL classes일 수 있다.

5. Querying Semantic Data

이제 여러분은 RDF에 시멘틱스를 추가하는 방법, 그것을 출판하고 쿼리하는 방법을 알고 있다. 관계형 데이터베이스의 테이블에서 SQL을 사용하여 쿼리하는 것처럼, RDF 데이터의 triples는 SPARQL을 사용하여 쿼리한다. 우리는 몇 가지 기본적인 쿼리를 조사하여 SPARQL과 SQL을 비교해 본다.

만일 여러분이 전통적인 IT에 대한 배경을 갖고 있다면, 여러분은 이미 MS SQL or MySQL과 같은 관계형 데이터베이스에서 데이터를 검색하는데 사용하는 SQL(Structured Query Language, pronounced "sequel")에 대하여 잘 알고 있을 것이다.

비슷하게, RDF data stores 역시 자신들의 쿼리 언어인 SPARQL (SPARQL Protocol and RDF Query Language, pronounced "sparkle")을 사용하여 쿼리한다. 그렇지만 SPARQL은 좀 더 고급스럽다.

5.1 A Starting Example

SPARQL Is Similar To SQL

SQL처럼, SPARQL은 선택된 데이터의 어떠한 하위집합을 얻을 것인지를 결정하기 위하여 SELECT statement를 사용하여 query data set로부터 데이터를 선택한다.

또한 SPARQL 은 쿼리 데이터 세트에서 매취되는 것을 찾기 위한 그래프 패턴(graph pattern)을 정의하기 위하여 WHERE clause을 사용한다. SPARQL의 WHERE clause에서 graph pattern은 데이터에서 매치되는 것을 찾기 위하여, subject, predicate 그리고 object triple로 구성된다.

Note - SPARQL에서, 변수 이름(variable names)은 question mark ("?") symbol을 접두사(prefix)로 갖는다. query graph pattern에서, 이것들은 어떤 node와 match 한다 - 그것이 resource 또는 literal이든 상관없다.

5.2 SPARQL General Form

SPARQL queries 는 아래와 같은 일반적 행태를 가지고 있다. 이것은 하나의 쿼리는 여러 섹션으로 세분될 수도 있으며, 그 섹션을 정의하는 clause or keyword가 있다는 것을 보여주

고 있다.

또는, 위에서 나타난 각 섹션의 예를 근거로, 우리는 다음과 같은 쿼리를 작성할 수 있다:

1. **PREFIX plant: <http://www.linkeddatatools.com/plants>**
2. **SELECT ?name**
3. **WHERE {**
4. **?planttype plant:planttype ?name.**
5. **}**
6. **ORDER BY ?name**

5.3 SQL과 SPARQL의 비교

MA에 살고 있는 사람의 주소를 얻기 위한 SQL query는 다음과 같다:

SELECT Person.fname, Address.city
FROM Person, Address
WHERE Person.addr=Address.ID **AND** Address.state="MA"

Conceptually, we are SELECTing a list of attributes FROM a set of tables WHERE certain constraints are met. These constraints capture the relationships implicit in the scheme, Person.addr=Addresses.ID, and the selection criteria, e.g. Address.state="MA".

똑같은 데이터에 대한 SPARQL query는 다음과 같다:

```
SELECT ?name ?city
WHERE {
      ?who <Person#fname> ?name ;
       <Person#addr> ?adr .
      ?adr <Address#city> ?city ;
       <Address#state> "MA"
}
```

SPARQL reuses some key words familiar to SQL users: SELECT, FROM, WHERE, UNION, GROUP BY, HAVING and most aggregate function names.

5.4 Dbpedia에서의 실전 예제

http://dbpedia.org/sparql 에 들어가서 일단 아래 질의를 입력한 후 'Run Query'를 클릭해보도록 하자.

```
SELECT ?uri ?name ?page ?nick
WHERE{
   ?uri a foaf:Person ;
   foaf:name ?name;
   foaf:page ?page;
   foaf:nick ?nick.
} LIMIT 100
```

Dbpedia에서는 기본적으로 PREFIX가 많이 되어있으므로 쓰지 않아도 된다.:
►첫 번째 줄에서 ?uri, ?name, ?page, ?nick은 이 네 개의 항목을 가져오겠다는 것이다.
►세 번째 줄에서 ?uri a foaf:Person; 은 foaf:Person이라는 type을 가진 모든 항목을 ?uri라는 변수로 사용하겠다는 명령이다. (a == rdfs:typeOf)
►네 번째 줄에서 foaf:name ?name 은 ?uri로 선택된 항목의 foaf:name을 ?name이라는 변수에 넣겠다는 명령이다.
►다섯 번째 줄과 여섯 번째 줄도 같은 의미이다. 그리고 마지막 줄에서 LIMIT 100은 최대 100개 가져오겠다는 명령이다.
요약하자면, foaf:Person이라는 타입을 가진 모든 자원에서 foaf:name, foaf:page, foaf:nick의 데이터를 각각 ?name, ?page, ?nick이라는 변수에 넣어서 출력하겠다는 것이다.
다음 그림은 위 질의에 대한 결과화면이다. 결과화면은 html로 출력 선택을 하여 웹 페이지 형식으로 보이며 xml, RDF/XML, JSON 등 다양한 형태로 전송 받을 수 있다.

VI. 국립중앙도서관: Linked Open Data for NLK

http://lod.nl.go.kr/home/about/introduction.jsp

SPARQL Endpoint 페이지 보기

►SPARQL(Simple Protocol and RDF Query Language)이란?
온톨로지 질의 언어 입니다. W3C 에서 만든 RDF 질의 언어 이며 관계형 데이터 베이스 에 SQL 이 있다면 RDF 에는 SPARQL 이 있습니다. 관계형 데이터베이스 에 저장된 데이터로부터 원하는 정보를 꺼내오기 위해 SQL을 활용 하듯이, 웹에 공개된 각종 RDF 데이터들로부터 우리가 원하는 데이터를 꺼내오기 위해 SPARQL 을 사용합니다.

►SPARQL Endpoint 란?
intro3_icon_a SPARQL Endpoint는 웹을 통해 SPARQL을 질의할 수 있는 접근점을 의미합니다. SPARQL Endpoint의 URL을 이용하여 질의를 작성하고 그에 해당하는 결과를 다양한 유형의 데이터 포맷으로 받을 수 있습니다.

<DB Query>

```
SELECT id, name
FROM author
WHERE birthYear=1933
ORDER BY id DESC
LIMIT 3
OFFSET 4
```

<SPARQL Query>

```
SELECT ?id ?name
WHERE {
        ?id rdf:type <http://lod.nl.go.kr/ontology/Author> ;
        <http://xmlns.com/foaf/0.1/name> ?name .
}
ORDER BY DESC(?id)
LIMIT 3
OFFSET 4
```

<PREFIX란?>

```
PREFIX nlon: <http://lod.nl.go.kr/ontology/>
PREFIX foaf: <http://xmlns.com/foaf/0.1/>
SELECT ?id ?name
WHERE {
```

```
        ?id rdf:type nlon:Author ;
                foaf:name ?name .
}
```