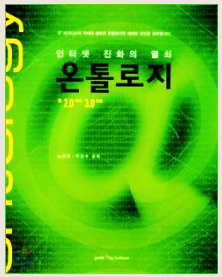


인 터 넷 진 화 의 열 쇠

온 톨 로 지

웹 2.0에서 3.0으로

노상규·박진수 공저

god's toy business, 2007

SNU IDB laboratory

Ontology Contents

MODULE 1 온톨로지의 개념 및 응용

MODULE 2 온톨로지 언어와 구축도구

Chapter 6 RDF(S): RDF와 RDF Schema

- RDF(Resource Description Framework)
  - 단순한 Triple 형태로 웹 자원을 기술
  - W3C에 의해 개발, 1999년 W3C 권고안 설정

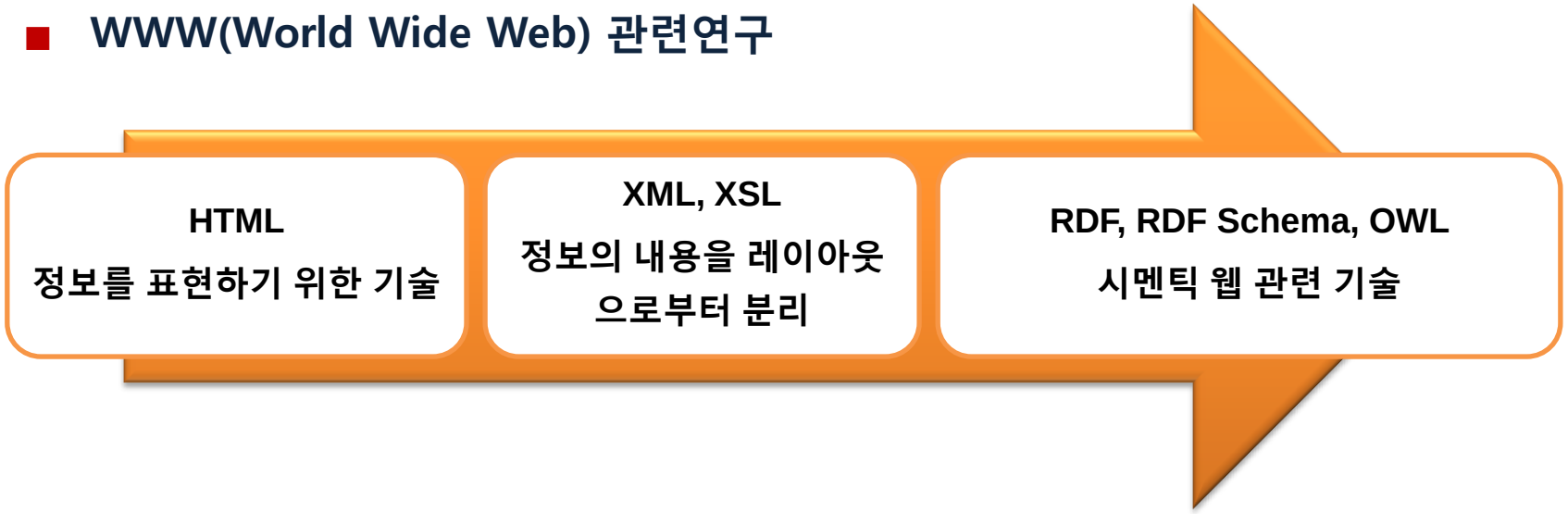
- RDF Schema
  - RDF를 프레임 지식표현 패러다임으로 확장한 언어
  - 객체지향 모델링과 비슷한 도메인 구성에 대한 표현력 제공
  - W3C에 의해 개발, 2004년 W3C 권고안 설정

- RDF(S) = RDF + RDF Schema
- RDF(S) + 기술논리 지식표현 패러다임 → OIL, DAML+OIL, OWL

Chapter 6 RDF(S): RDF와 RDF Schema

1. XML과 RDF

- WWW(World Wide Web) 관련연구



- XML: W3C의 후원으로 결성된 XML Working Group에 의해 1996년 제안
  - XML 태그의 역할
    - 정보검색 및 정렬을 위해 정보를 구분하는 이름을 사용자가 임의로 작성
  - 텍스트 파일로 저장
  - 여러 기종과 OS에 대해 이식성 높음
  - 문서의 구조를 정의하는 스키마 사용, 우수한 호환성
  - 내용과 디자인을 완전히 분리

1. XML과 RDF: XML의 Limitation

- 정보의 의미를 명확히 전달해주는 매커니즘을 제공하지 않음
  - <전화번호> = <전화> = <Telephone> = <TelephoneNumber>..
- 태그 해석규칙이 없어 태그 간의 의미의 연관성을 컴퓨터가 추론하기 어려움
- HTML보다 유연하나 Semantic Web을 위한 표준 언어로는 부족함

예) “김동건이 ‘생각하는 컴퓨터’를 썼다.” by XML

```
<책 이름=“생각하는 컴퓨터”>
    <저자>김동건</저자>
</책>
```

```
<저자 이름=“김동건”>
    <썼다>생각하는 컴퓨터</썼다>
</저자>
```

```
<책>
    <저자>김동건</저자>
    <제목>생각하는 컴퓨터</제목>
</책>
```

1. XML과 RDF: RDF의 등장

- XML의 문제 해결을 위해 제시된 기술
  - '자원(주어부)-속성(서술부)-속성값(목적부)'을 하나의 기본 단위로 취급
  - 예)"김동건이 '생각하는 컴퓨터'를 썼다." → Triple을 기본 단위로 연결해 표현 가능

- RDF/XML
  - 위와 같은 RDF 데이터 모델을 컴퓨터가 이해할 수 있는 기계적 언어로 표현
  - 일반적으로 RDF 데이터 모델은 XML Syntax를 사용
    - XML에 대한 오랜 연구 축적, 분산환경에 적합한 특성 높은 호환성 등에 기인
  - RDF데이터 모델의 표현을 위한 XML Syntax: RDF/XML

    (혹은 XML Serialization of RDF)

1. XML과 RDF: 데이터 모델 관점에서의 비교

XML	RDF
순서가 중요한 트리구조	트리플구조(Subject/Predicate/Object)
검색하기 복잡	검색이 용이(독립적 트리플 집합)
Tag 배치 순서 다르면 다른 문서로 인식	각각 트리플이 독립적 집합 - 순서 상관 없음
메타데이터 표현의 유연성 낮음 노드(Tag)가 문서에 포함되어 인덱싱	메타데이터 표현의 유연성 높음 노드가 URIref 를 갖는 자원
XML Schema: 문서의 구문적 해석이 주요 기능	RDF Schema: 주로 의미적 해석에 사용

1. XML과 RDF: URI(Uniform Resource Identifier)

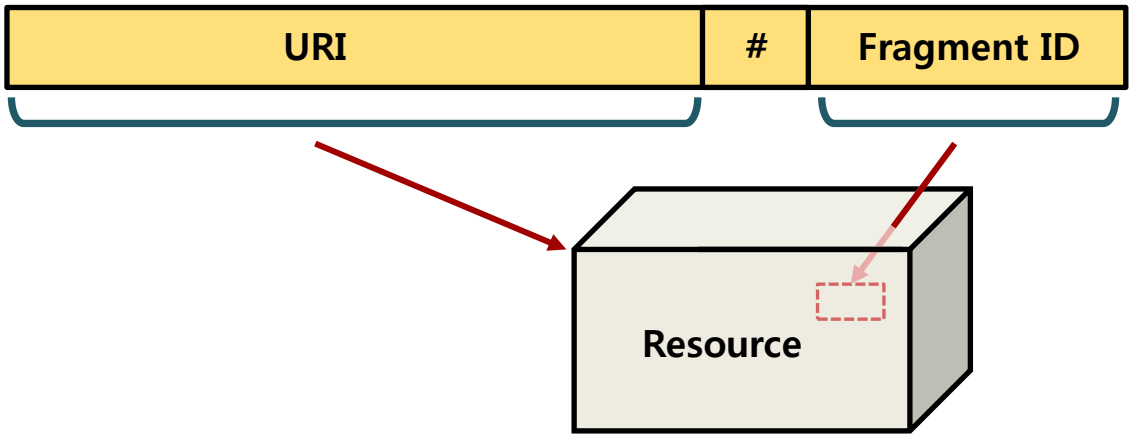
- URI: 웹 상에 존재하는 자원을 지칭하는 스트링 표준형식
  - URL(Uniform Resource Location)
  - URN(Uniform Resource Name)
- URL: 웹 페이지 같은 자원에 접근할 때 사용되는 실제 네트워크 경로
  - '프로토콜://파일이 저장된 서버의 DNS이름/디렉터리/파일 이름'으로 구성
  - 예) http:/www.snu.ac.kr/index.html
- URN: 임의의 자원을 가리키는 영속적이고 고유한 이름
  - 자원이 저장된 위치와 무관
  - 'urn: NID(Namespace ID) : NSS(Namespace Specific String)'으로 구성
  - NSS는 NID안에서 유일해야 함
    - 예) ISBN 번호 3960152782를 가진 책 ➔ urn: isbn: 3960152782
    - 예) 대한민국 국민, NSS로 주민등록번호 사용➔ urn: korean:901010-1234567

1. XML과 RDF: URIref (URI Reference)

- RDF는 자원에 대한 식별자로 URIref 사용

1. Absolute URIref: Context Independent

- URI + '#' + Fragment Identifier(단편식별자) 표시
  - 단편식별자 : 네임 스페이스에 해당하는 앞의 URI 안에서 효력이 있는 자원의 식별자

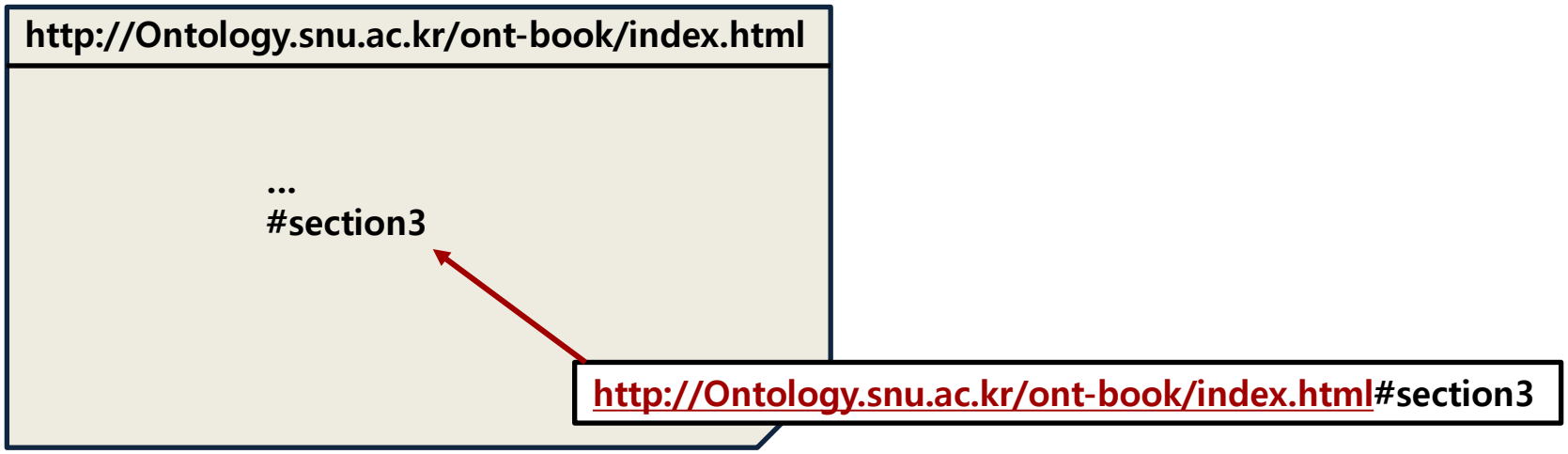


- 예) http://Ontology.snu.ac.kr/ont-book/index.html#section3
  - RDF에서 기술하는 자원이 URL로 표현되는 전자문서일 때
  - 이 문서의 full path가 URIref가 되는 것

1. XML과 RDF: URIref(URI Reference)

2. Relative URIref: Context Dependent

- **Absolute URIref의 축약형, URIref의 URI 부분 생략**
- **예) @prefix obook 'http://Ontology.snu.ac.kr/ont-book/index.html'**
  - **'obook:#section3'라는 Relative URIref가 있으면,**
  - **Absolute URIref 'http://Ontology.snu.ac.kr/ont-book/index.html#section3'로 해석**

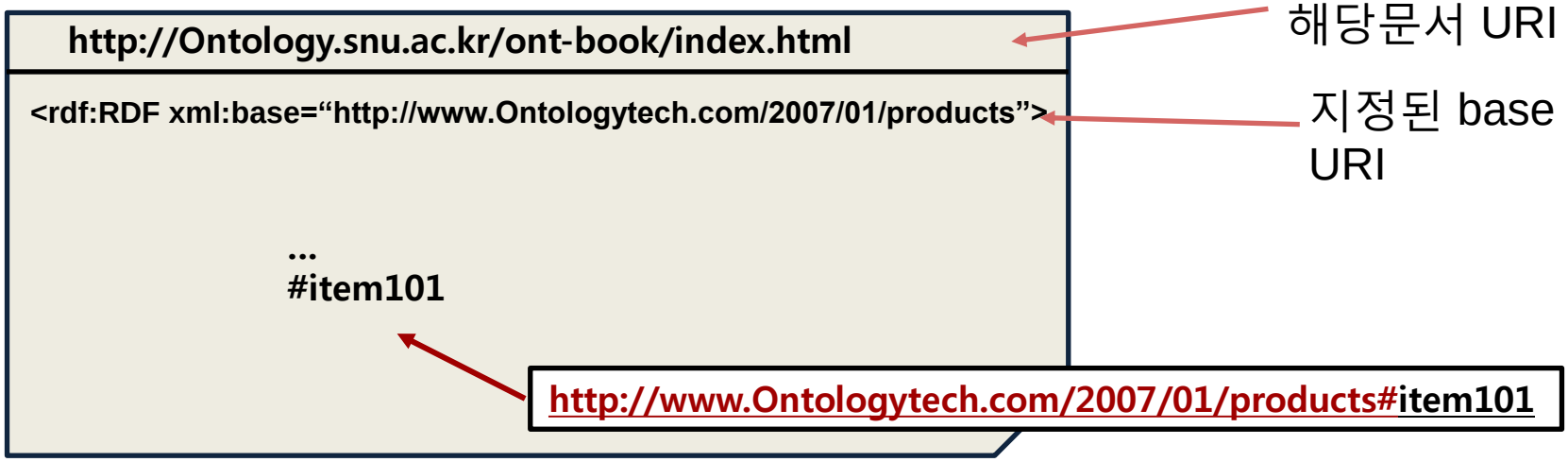


1. XML과 RDF: xml:base

- 해당 문서의 Base URI가 무엇인지 찾는 방법
- Base URI를 지정 안하면 – 해당문서의 URI가 Base URI
- Base URI를 지정 하면 – Attribute 'xml:base' 사용하여 지정
  - 예) <rdf:RDF xml:base="http://www.Ontologytech.com/2007/01/products">

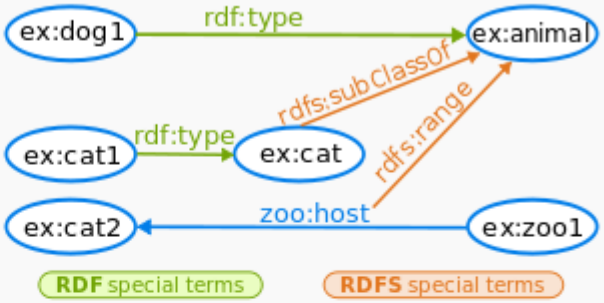
    이 문서에 Relative URIref '#item101'가 있으면, 문서의 URI와 상관없이

    'http://www.Ontologytech.com/2007/01/products#item101'로 해석



Chapter 6 RDF(S): RDF와 RDF Schema

- 1. XML과 RDF
- 2. RDF
  - 2.1 RDF 데이터 모델
  - 2.2 RDF 그래프와 코딩 예
- 3. RDF Schema
  - 3.1 RDF와 RDF Schema
  - 3.2 기본 요소: 클래스와 속성
  - 3.3 RDF Schema 코딩 예
- 4. RDF(S)의 한계점

In English	The graph
• Dog1 is an animal • Cat1 is a cat • Cats are animals • Zoos host animals • Zoo1 hosts the Cat2	

RDF/turtle

```
@prefix rdf:   <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#> .
@prefix rdfs:   <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#> .
@prefix ex:   <http://example.org/> .
@prefix zoo:   <http://example.org/zoo/> .
ex:dog1    rdf:type         ex:animal .
ex:cat1    rdf:type         ex:cat .
ex:cat     rdfs:subClassOf  ex:animal .
zoo:host   rdfs:range       ex:animal .
ex:zoo1    zoo:host         ex:cat2 .
```

If your triplestore (or RDF database) implements the regime entailment of RDF and RDFS, th

```
PREFIX  ex: <http://example.org/>
SELECT ?animal
WHERE
  { ?animal a ex:animal . }
```

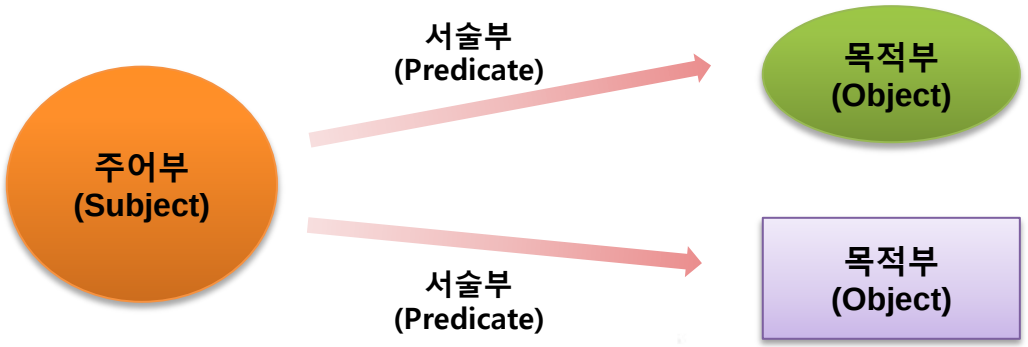
Gives the following result with *cat1* in it because the Cat's type inherits of Animal's type:

animal
<http://example.org/dog1>
<http://example.org/cat1>
<http://example.org/cat2>

2.1 RDF Data Model

- RDF
  - 모든 사물/개념을 Resource로 본다
  - ID로 URIref를 사용한다
    - “http://Ontology.snu.ac.kr/ontbook/plant/fruits#apple”
    - “http://dictionary.snu.ac.kr/language/words#apology”
  - Resource의 속성, Resource간의 관계를 기술하는 데이터 모델

- 기본단위: Triple 구조 (자원(주어부)-속성(서술부)-속성값(목적부)로 이루어진 서술문)



2.1 RDF Data Model: Triple

- **Subject (주어부)**
  - 문장의 주어 역할
  - Predicate과 Object로 기술되는 Resource를 URIref로 나타냄
- **Predicate or Property (서술부)**
  - Subject의 Resource를 설명하는 속성이나 Resource간의 관계 표현
  - Predicate도 특수한 형태의 Resource이므로 URIref로 명시
- **Object (목적부)**
  - 문장의 목적어 역할
  - Resource로 표현되어 URIref를 명시하거나
  - Resource외에 Literal Data 가능(strings, integer..)

2.1 RDF Data Model: Triple

- ‘동건의 나이는 34세이다.’

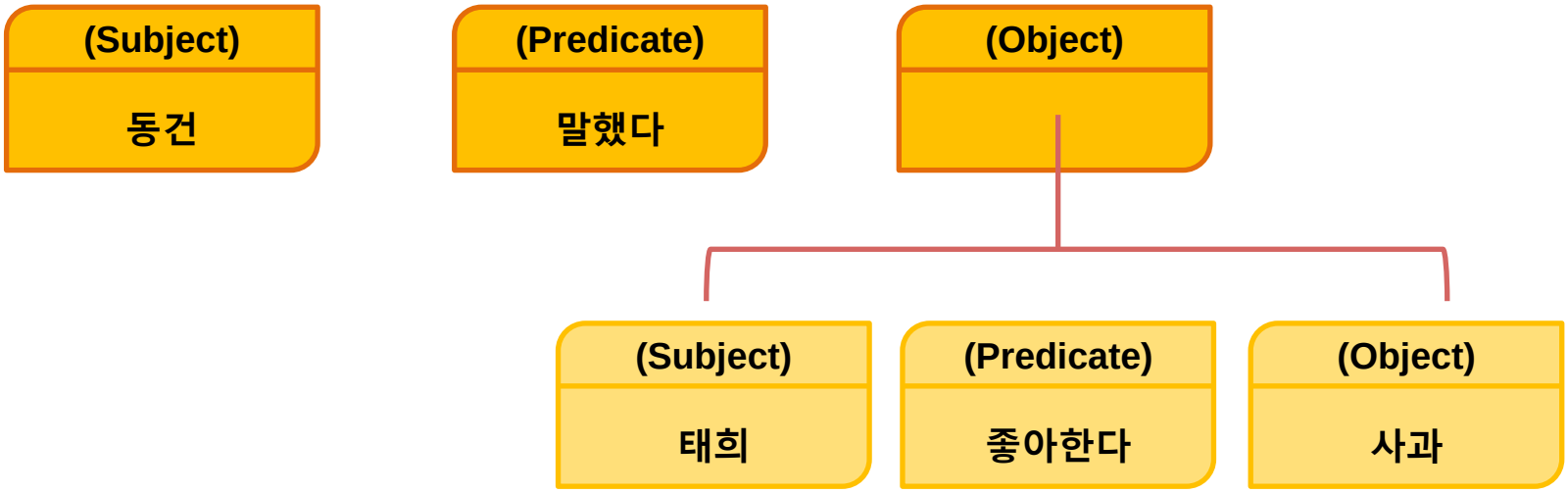
자원 (Subject)	속성 (Predicate)	속성값 (Object)
동건	나이	34

- ‘동건은 경영학을 전공했다.’

자원 (Subject)	관계 (Predicate)	자원 (Object)
동건	전공했다	경영학

2.1 RDF Data Model: Triple

- **Reification (구체화):** 하나의 서술문에 대한 서술문을 추가하여 모델링
- 동건은 태희가 사과를 좋아한다고 말했다.
  - Subject: 동건, Predicate: 말했다, Object: 태희가 사과를 좋아한다



2.1 RDF Data Model: Limitation

- RDF 속성은 양쪽에 인수가 두개인 이진 속성
  - 인수가 두개보다 많은 상황에는 한 번에 표현하기 어려움
- Reification 매커니즘: powerful expression, but complicated
- RDF의 XML 기반 Syntax: computer-friendly, not human-friendly

- But ! RDF는 시맨틱 웹의 기본 계층으로서의 충분한 표현력을 제공
- 다양한 온톨로지 툴들을 이용하면 RDF Syntax를 정확히 몰라도 RDF 편집 가능

2.2 RDF 그래프 코딩 예

- **Encoding RDF Graphs**
  - **RDF/XML (XML Serialization)**
    - **XML syntax for RDF**
    - **Namespaces in XML, the XML Information Set and XML Base.**
  - ***Notation 3* (also known as *N3*)**
    - **an assertion and logic language which is a superset of RDF**
    - **adding formulae (literals which are graphs themselves), variables, logical implication, and functional predicates**
  - **N-Triple (Turtle Representation)**
    - **line-based, plain text format**
    - **Subset of N3**

2.2 RDF 그래프 코딩 예: RDF/XML

ENTITY (XML의 Entity 선언)

- Entity 정의는 DOCTYPE(Document Type Declaration) 안에 포함
- 긴문장을 지정된 짧은 문장으로 대체
- '&지정된 문자열;'

```
<?xml version="1.1">
<!DOCTYPE rdf:RDF [
  <!ENTITY xsd "http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"> ]>

<rdf:RDF  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#" ...
          xmlns:processor="http://www.intel.com/core2duo#">

  <rdf:Description rdf:about="MacBookAir">
    <computer:processor> IntelCore2Duo </computer:processor>
    <computer:weight rdf:datatype="&xsd;decimal"> 3.0 </computer:weight>
  </rdf:Description>

</rdf:RDF>
```

```
<computer:weight http://www.w3.org/2001/XMLSchema#decimal>3.0</computer:weight>
```

2.2 RDF 그래프 코딩 예: RDF/XML

- Attribute내에서 긴문장을 짧은문장으로 대체는 Entity 방식

```
<rdf:Description rdf:about="http://Ontology.snu.ac.kr/ont-book#Kimdk">
```

⇩

```
<!DOCTYPE rdf : RDF  [
  <!ENTITY ontbook  "http://Ontology.snu.ac.kr/ont-book#"> ]>

<rdf:Description rdf:about="&ontbook;Kimdk">
```

'rdf:about'라는 Attribute에 대한 값을 'ontbook'이란 Entity를 사용해 표현

- XML Tag Name안에서의 축약은 Qname(Qualified Name) 방식
  - Syntax: [Prefix]+ [':'] + [Local Name]
  -
```
<?xml version='1.0'?>
  <doc xmlns: ontbook = "http://Ontology.snu.ac.kr/ont-book#">
  < ontbook:owns />
 </doc>
```

"ontbook:owns" → http://Ontology.snu.ac.kr/ont-book#owns

2.2 RDF 그래프 코딩 예: RDF/XML

- 예문
  - "김동건은 온톨로지텍이란 회사를 소유하고 있다."
  - "온톨로지텍의 홈페이지 주소는 http://www.ontologytech.com/~ont 이다"
  - "김동건은 경영학을 전공했다."
  - "김동건의 나이는 34세이다."
- RDF Graph

2.2 RDF 그래프 코딩 예: RDF/XML

```
<!DOCTYPE rdf : RDF  [
   <!ENTITY ontbook  "http://Ontology.snu.ac.kr/ont-book#"> ]>
```

```
1. <rdf:RDF
2.    xmlns : rdf = "http://www.x3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
3.    xmlns : ontbook = "http://Ontology.snu.ac.kr/ont-book#">
4.  <rdf:Description rdf:about = "&ontbook; Kimdk">
5.      <ontbook:majorsIn rdf : resource = "&ontbook; Mangement" />
6.      <ontbook:owns>
7.          <rdf:Description rdf:about = "&ontbook ; OntologyTech">
8.              <ontbook : hasHomepage rdf : resource=http://www.Ontologytech.com/~ont/>
9.          </rdf:Description>
10.     </ outbook:owns>
11.    <ontbook:age  rdf : datatype="&xsd; integer" > 34 </ ontbook:age>
12.  </rdf: Description>
13. </rdf: RDF>
```

Attribute value의 축약을 위해 ENTITY선언

Tag name와 attribute name의 축약을 위해 XML namespace선언

정리!!: Short Cut Mechanism in RDF

- **Shortcut of URI: xml:base or @prefix or ENTITY 선언** — Value Side
  - <rdf:RDF xml:base="http://www.Ontologytech.com/2007/01/products">
    - #piano → http://www.Ontologytech.com/2007/01/products#piano로 인식
  - @prefix obook 'http://Ontology.snu.ac.kr/ont-book/index.html/'
    - obook:swc → http://Ontology.snu.ac.kr/ont-book/index/swc로 인식
    - Prefix문장은 / 혹은 /xyz# 로 끝남
  - <!ENTITY ontbook "http://Ontology.snu.ac.kr/ont-book#">
    - &ontbook; Kimdk → http://Ontology.snu.ac.kr/ont-book#Kimdk로 인식

- **Shortcut of Tag name and Attribute name: Name space 선언** — Variable Side
  - xmlns : ontbook = http://Ontology.snu.ac.kr/ont-book#
    - <ontbook:owns> → http://Ontology.snu.ac.kr/ont-book#owns로 인식

2.2 RDF 그래프 코딩 예: RDF/XML

- 대부분의 RDF문서: 하나의 rdf:RDF와 하나 이상의 rdf:Description들로 구성
  - <rdf:RDF> 안에는 필요한 Name Space(Resource를 정의한 문서)를 선언

```
<rdf:RDF
        xmlns : rdf="http://www.x3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
        xmlns : ontbook="http://Http://ontology.sun.ac.kr/ont-book#">
```

<!ENTITY ontbook "http://Ontology.snu.ac.kr/ont-book#">]>

  - <rdf:Description> 안에는 하나이상의 서술문이 있고, 중첩가능

```
<rdf:Description  rdf:about = "&ontbook;Kimdk ">
    <ontbook:majorsIn  rdf:resource = "&ontbook;Mangement" />
     …
    <ontbook:age   rdf:datatype="&xsd;integer" > 34 </ontbook:age>
</rdf: Description>
```

Note semicolon(;) in "&ontbook;Kimdk

2.2 RDF 그래프 코딩 예: RDF/XML

- <rdf:Description> 는 자원을 지칭하는 attribute인 <rdf:about> 포함
  - <rdf:ID>와 동등한 의미지만 그 자원은 이미 다른 곳에서 정의되었음을 암시
  - RDF 서술문 : 동일한 자원의 정의를 여러 곳에서 할 수 없음
  - 한 곳에서 자원을 정의하고 다른 곳에서 추가적인 속성 기술 가능

- Property Element: <rdf:Description> 의 Child Element
  - 해당 자원이 가지고 있는 속성을 나타냄
  - 이러한 속성에 대한 값은 요소의 내용으로 기록

```
<rdf:Description rdf:about = “&ontbook;Kimdk” >
    <ontbook:majorsIn  rdf:resource = “&ontbook;Mangement”/>
     …
    <ontbook:age  rdf:datatype = “&xsd; integer” > 34 </ontbook:age>
</rdf:Description>
```

2.2 RDF 그래프 코딩 예: RDF/XML

- <rdf:resource> attribute
  - <rdf:about>나 <rdf:ID>처럼 Resource를 분명하게 지칭하기 위해 사용
  - 자원에 대한 다른 정보나 지식을 추가하지 않을 때도 사용할 수 있어 주로 Object에 해당하는 자원을 가리킬 때 많이 사용

```
<rdf:Description rdf:about="#000001">
        <ontbook:name> Kimdk </ontbook:name>
        <ontbook:age rdf:datatype = "&xsd;integer">  34  </ontbook:age>
</rdf:Description>

<rdf:Description rdf:about="#COM345">
        <ontbook:name> OntologyTech </ontbook:name>
        <ontbook:isOwnedBy> Kimdk </ontbook:isOwnedBy>
</rdf : Description>
```

'#000001'의 '김동건'과 '#COM345'의 '김동건'이 동명이인일 가능성이 있다

2.2 RDF 그래프 코딩 예: RDF/XML

```
<rdf:Description rdf:about = "#000001" >
        <ontbook:name> Kimdk </ontbook:name>
        <ontbook:age rdf:datatype = "&xsd;integer"> 34 </ontbook : age>
</rdf:Description>

<rdf:Description rdf : about = "#COM345">
        <ontbook:name> OntologyTech </ontbook:name>
        <ontbook:isOwnedBy  rdf:resource="#000001" />
</rdf:Description>
```

<rdf:resource>를 사용해 '김동건'이 두개의 description에서 같은 사람이라는 것을 명시적으로 표현가능

<rdf:resource>도 URIref를 값으로 취하며 Entity를 활용해 나타낼 수 있다

```
<rdf:Desciption rdf:about="&ontbook; Kimdk">
    <ontbook:majorsIn  rdf:resource = "&ontbook ; Mangement" />
     …
</rdf: Description>
```

2.2 RDF 그래프 코딩 예: RDF/XML

<rdf:datatype =“&xsd;integer”>

- 데이터 타입의 속성 값 범위를 정해주기 위해 사용된 attribute

```
<rdf:Description rdf:about = “&ontbook;Kimdk”>
    <ontbook:majorsIn rdf:resource = “&ontbook;Mangement”/>
     …
    <ontbook:age  rdf:datatype = “&xsd; integer” > 34 </ontbook:age>
</rdf:Description>
```

데이터 타입 age가 integer임을 나타냄

Chapter 6 RDF(S): RDF와 RDF Schema

- 1. XML과 RDF
- 2. RDF
  - 2.1 RDF 데이터 모델
  - 2.2 RDF 그래프와 코딩 예
- 3. RDF Schema
  - 3.1 RDF와 RDF Schema
  - 3.2 기본 요소: 클래스와 속성
  - 3.3 RDF Schema 코딩 예
- 4. RDF(S)의 한계점

3.1 RDF와 RDF Schema

- RDF
  - 속성(attribute)의 domain을 제한하지 못함
  - 비슷한 자원을 한 class로 묶어 표현하는 기능 없음
  - 트리플 구조의 실질적 의미를 컴퓨터가 정확하게 이해 할 수 없다
    - “김동건은 학생이다”, “학생은 사람이다”
    - 컴퓨터는 김동건이 사람이라는 사실을 Reasoning(추론)할 수 없다.

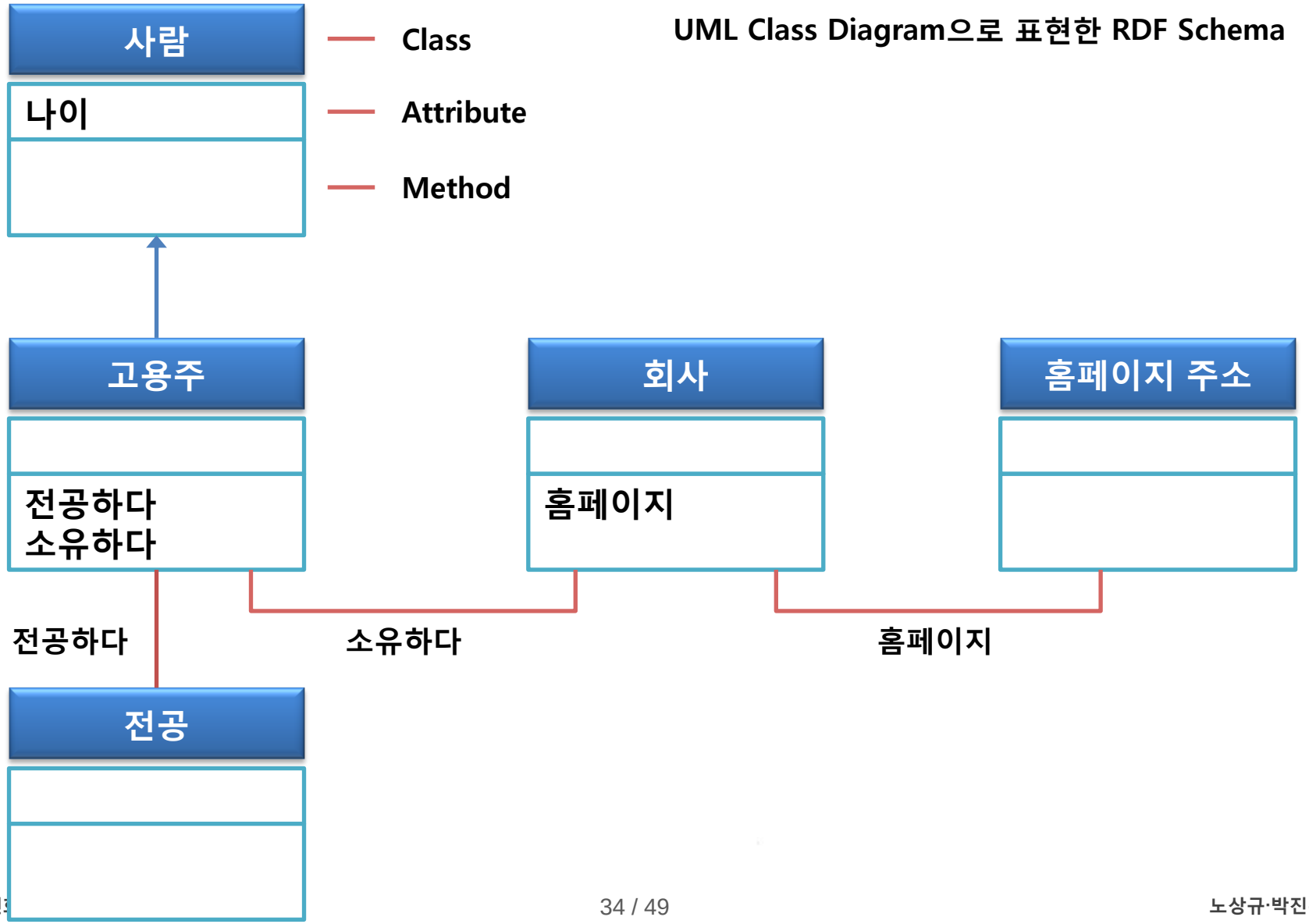
- RDF Schema
  - RDF를 프레임기반으로 확장, 2004년 2월 W3C 권고안으로 발표
  - 도메인에 필요한 어휘와 기본 가정들 정의 가능 (Brickly and Guha, 2004)
  - OO Programming Language의 데이터 모델과 유사
    - 클래스 상속 개념 지원

3.1 RDF와 RDF Schema

- **RDF Schema와 객체지향 모델링의 차이점 : 속성을 다루는 방법**

RDF Schema	Object Oriented Modeling
Property를 Class와 독립적으로 정의 Property가 온톨로지 전 범위에 걸쳐 유효	클래스 정의 안에 속성 포함
Class 정의 수정없이 New Property 적용가능	New Property 추가하려면 Class 정의까지 수정해야 함
Property에 대해, Subject가 될 수 있는 클래스(domain)와 Object로 올 수 있는 클래스(range)를 명시	

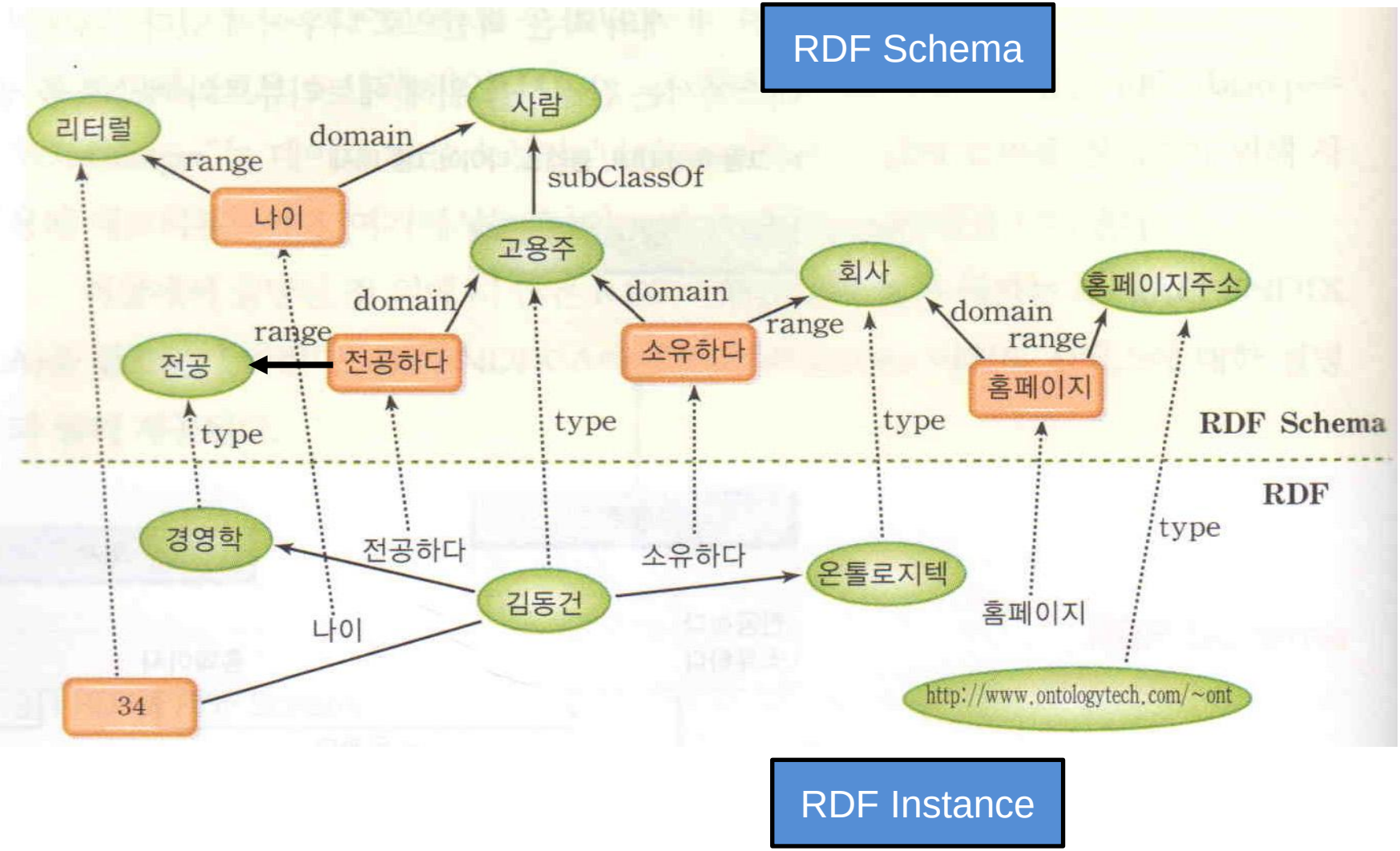
3.1 RDF Schema by UML Class Diagram



3.1 RDF Instance와 RDF Schema

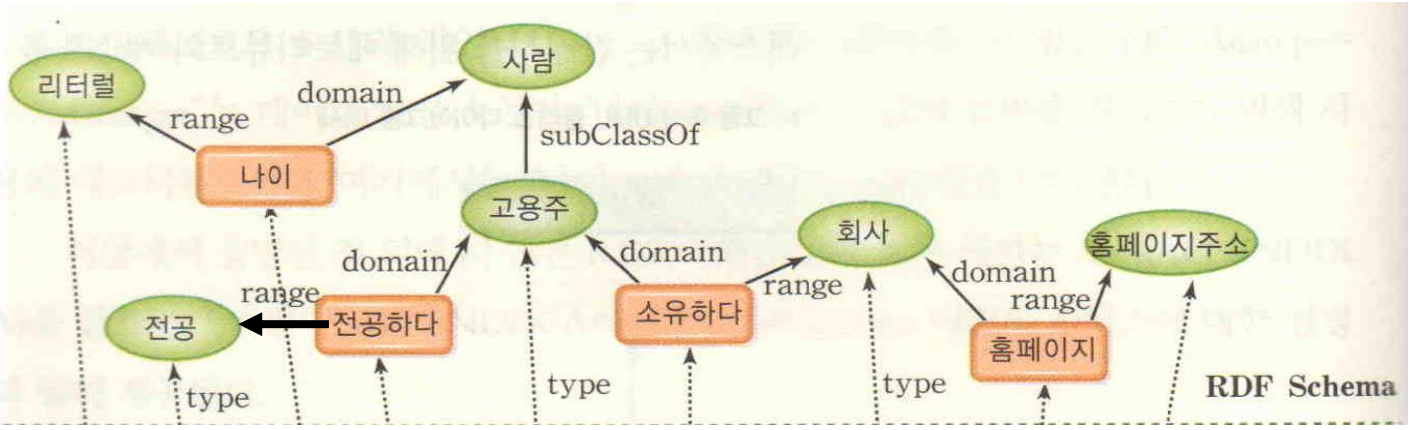
** 아래와 같은 RDF Graph는 RDF Schema에 대한 Instance 정보라고 할 수 있다

3.1 RDF Instance와 RDF Schema



3.1 RDF와 RDF Schema

- RDF Schema의 역할
  - 해당 도메인을 기술하기 위해 필요한 어휘를 정의
  - Property의 Doman과 Range를 정의
  - Resource 및 Property 간의 계층구조를 포함하는 다양한 관계를 정의
- 예: 만약 "서태희는 의류디자인학을 소유하고 있다"라는 RDF/XML이 있다면
  - RDF Schema의 "소유하다"에 대한 Constraint로 이 문장의 잘못을 탐지가능
    - Property "소유하다": Domain은 '고용주', Range는 '회사'로 규정
    - 의류디자인학'은 회사가 아니므로 '소유하다'의 Range가 될 수 없음

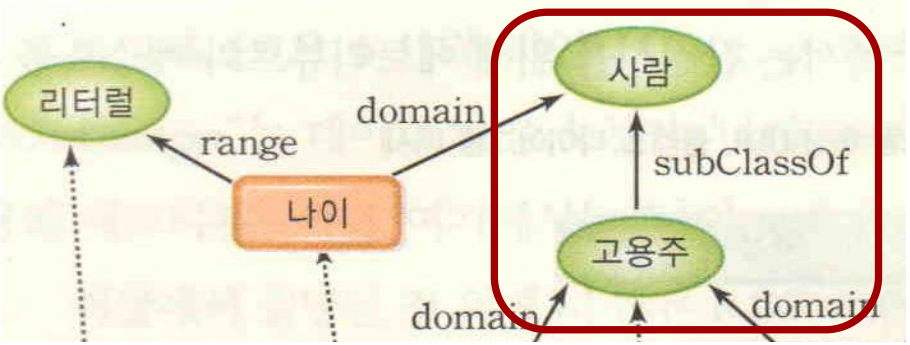


3.1 RDF와 RDF Schema

- XML에서 아래 표현에 대해서 모든 '사람'을 검색하면 두사람만 검색

```
<사람> 서태희 </사람>
<사람> 오혜수 </사람>
<고용주 이름="김동건">
        <소유하다> 온톨로지텍</소유하다>
</고용주>
```

- RDF Schema가 있으면 세사람이 검색



- '고용주'는 '사람'의 subClassOf의 Semantics에 의해
  - "모든 고용주 Instance는 사람의 Instance"

3.2 기본 요소: Class and Property

- 3. RDF Schema
  - 3.1 RDF와 RDF Schema
  - 3.2 기본 요소: 클래스와 속성
    - 3.2.1 클래스 (Class)
    - 3.2.2 속성 (Property)
  - 3.3 RDF Schema 코딩 예

3.2.1 Class and Subclass in RDF Schema

- 동일한 Property들을 가지는 개체들의 그룹
  - 예) A,B,C가 서울대 경영학과에서 MIS전공 대학원생이라는 공통의 특징 → '서울대 경영학과 MIS 전공 대학원생' Class 생성

- <rdfs:subClassOf> tag: 하위 클래스를 상위클래스와 연결
  - 하위 클래스에 속한 Instance는 자동으로 상위 클래스에 속함
  - 하나의 하위 클래스는 여러 개의 상위 클래스를 가질 수 있음
  - <rdfs : Class>와 </rdfs : Class> 사이에서만 쓰임
  - 예) 'LaserPrinter'가 'Printer'의 하위 클래스일때,

```
<rdfs:Class  rdf:ID = "LaserPrinter">
   <rdfs:subClassOf    rdf:resource = "#Printer" />
</rdfs:Class>
```

3.2.2 Property in RDF Schema

- Class 와 Class 간의 관계 (↔ RDF의 Property는 Resource와 Resource 간의 관계)
- Class 개념을 통해 모든 개체를 효율적으로 묶어 표현 가능
- Class는 다른 Class와 관계를 형성, 풍부한 지식표현 가능

- 예) 교수 Class – '김동건', '서태희', '오혜수'
  강좌 Class – '경영학개론', '온톨로지개론', '시맨틱웹'

  '가르친다' Property를 Domain '교수' 와 Range '강좌'로 정의하면
  ➔ '오혜수 교수가 시맨틱웹 강좌를 가르친다' 등의 새로운 의미 형성 가능

3.2.2 Property: 정의역(Domain), 공역(Range)

- Property의 Subject와 Object에 올 수 있는 Class의 범위를 지정
  - Subject : Property가 값을 취하는 domain class <rdfs : domain>
  - Object : 그 propert가 값을 취하는 range class <rdfs : range>

```
<rdf:Property  rdf:ID  = "제조되다">
        <rdfs:domain rdf:resource = "#프린터"  />
        <rdfs:range  rdf:resource = "#제조회사" />
</rdf:Property>
```

- 특정 Class를 Domain이나 Range로 지정하지 않으면 모든 Class를 범위로 인식

```
<rdf : Property rdf : ID = "제조되다" />
```

- 하나의 Property에 대해,
  - Domain과 Range는 하나씩만 정의 가능
  - 한 번 지정된 Domain/Range를 번복안됨
  - 다른 Domain/Range 추가할 수 없음

3.2.2 Property and Subproperty: Hierarchy

- <rdfs : subPropertyOf> : Property간 계층관계 표현
- Subproperty는 상위 Property의 Domain/Range를 자신의 Domain/Range로 인식

```
<rdf:Property rdf:ID = "isAdaughterOf">
        <rdfs : subPropertyOf  rdf:resource = "#isAChildOf">
</rdf:Property>
```

'~의 딸이다'(isAdaughterOf)라는 속성은
'~의 자식이다'(isAChildOf)라는 속성의 SubProperty

3.3 RDF Schema 코딩 예

- 3. RDF Schema
  - 3.1 RDF와 RDF Schema
  - 3.2 기본 요소: 클래스와 속성
    - 3.2.1 클래스 (Class)
    - 3.2.2 속성 (Property)
  - 3.3 RDF Schema 코딩 예

3.3 RDF Schema 코딩 예

■ **RDF Schema 주요 어휘 (http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema)**

어휘	설명
rdfs : Class	클래스를 정의하는 Element Property들을 클래스에 할당하기 위해 rdf : Property, rdfs : range, rdfs : domain을 함께 사용 클래스 Identifier로서 attribute <rdf:about> 에 URIref를 써 줌
rdfs : label	클래스에 사람이 이해할 수 있는 라벨을 붙여주는 attribute
rdfs :subclassOf	한 클래스가 다른 기존 클래스의 하위 클래스임을 명시하는 요소
rdf : Property	클래스의 Property를 정의하는 Element rdfs : range, rdfs : domain과 함께 사용됨
rdfs : domain	미리 정의된 클래스를 값으로 가짐, 한 속성이 클래스에 속하는지를 정의하는 attribute(주어부, 정의역)
rdfs : range	미리 정의된 클래스를 값으로 가짐, 한 속성이 취할 수 있는 값의 범위를 정의하는 attribute(목적부, 공역)
rdfs : Literal	문자열이나 정수 같은 상수 값들로 이루어진 클래스

3.3 RDF Schema 코딩 예: Class 부분

```
<?xml version="1.1“ encoding=“euc-kr” ?>
<!DOCTYPE rdf:RDF [
        <!ENTITY rdfs “http://www.w3.org/2000/01/rdf-Schema#” >
        <!ENTITY rdf “http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#” >
]>

<rdf : RDF xmlns : rdf   = "http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
           xmlns : rdfs = “http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#”
           xml : base    = “http://Ontology.snu.ac.kr/ont-book” >


        <rdfs : Class rdf : ID = “Person“>
                <rdfs : label=“사람” />
                <rdfs : subClassOf  rdf : resource=“&rdfs ; Resource” />
        </rdfs : Class>


        <rdfs : Class rdf : ID = “Employer”>
                <rdfs : label>고용주</rdfs : label>
                <rdfs : subClassOf  rdf : resource=“#Person” />
        </rdfs : Class>


         <rdfs : Class rdf : ID = “Company”>
                <rdfs : label=“회사” />
                <rdfs : subClassOf  rdf : resource=“&rdfs ; Resource” />
        </rdfs : Class>

         …
```

Entity 선언

Name space 선언

Base URI 선언

Base URI인 "http://Ontology.snu.ac.kr/ont-book" 과 "#"을 붙인 Absolute URIref "http://Ontology.snu.ac.kr/ont-book#Person"을 의미

3.3 RDF Schema 코딩 예: Property 부분

```
<?xml version="1.1“ encoding = “euc-kr” ?>
…

        <rdfs : Class rdf : ID = “Person“>
                …
        </rdfs : Class>

        …


        <rdf : Property rdf : ID = “owns">
                <rdfs : label=“소유하다” />
                <rdfs : domain  rdf : resource="#Employer" />
                <rdfs : range     rdf : resource="#Company" />
        </rdf:Property>

        <rdf : Property rdf : ID = “age">
                <rdfs : label=“나이” />
                <rdfs : domain  rdf : resource="#Person" />
                <rdfs : range     rdf : resource=“&rdfs ; Literal" />
        </rdf:Property>

         …

</rdf : RDF>
```

UML에서 Attribute 였던 “Age”/ Method 였던 “소유하다”가
RDF Schema에서는 모두 Property로 표현

4. RDF(S): RDF & RDF Schema

- RDF와 RDFS는 현실 세계의 여러 개념을 표현할 수 있는 방법 제공
- RDF
  - Resource – Predicate(Property) – Resource의 간단한 Triple 형태
    - Resource를 연결한것에 불과해 Resource 간의 의미적관계의 표현에는 한계
      - (“김동건은 학생이다”, “학생은 사람이다” ➔ 김동건이 사람이란 추론 불가)
- RDF Schema (RDF의 한계를 극복!)
  - 객체들를 class로 정의하고 class간의 Property를 기술하고 계층구조도 설정
  - Class간의 Property가 Subject와 Object에 어떤 값을 취하는지 Domain/Range
  - 메타데이터의 속성과 클래스 간의 관계 표현이 가능

- 그러나 아직도 정보의 의미를 표현하는 데에 부족함이 많음!

4. RDF(S): Limitation [Antonious and Harmelen, 2004]

- Class간의 AND, OR, NOT 혹은 Union, Interesection, Disjointness 개념 부재
- Class들와 Property들에서 Equality과 Inequality의 표현부재
  - 각기 다른 온톨로지를 병합하거나 재사용 할 때,
    - 같은 의미를 지닌 다른 이름의 클래스들과 속성들의 Equality 표현 못함
    - 다른 의미를 지닌 같은 이름의 클래스들과 속성들의 Inequality을 표현 못함
- Property에 대한 semantics표현은 소극적
  - 예, Property에 대한 cardinality 표현 부제

➔ 이와 같은 표현상의 한계 때문에 모델링 요소들을 확장하고 언어의 표현력을 강화한 OWL과 같은 온톨로지 언어가 등장