

OSNOVE OWL ONTOLOŠKOG JEZIKA

- RDF model ne pridružuje značenje terminima koji figurišu u RDF tripletima
 - Jedina moguća interpretacija RDF tripleta je kao jedne proizvoljne binarne relacije
- RDF Schema omogućuje definisanje vokabulara, tj. termina za opisivanje koncepata i relacija među konceptima
 - Ona daje značenje (semantiku) predikatima i resursima RDF tripleta
 - Definiše kako termine koji čine triplete treba interpretirati

- RDFS *ne pruža mogućnost* detaljnog opisa resursa i svojstava
 - Nije moguće definisati *lokalizovana ograničenja domena i opsega svojstava*
 - Npr., ne može se reći da je opseg svojstva *hasChild* osoba kada se to svojstvo primenjuje na ljude, a da je opseg mačka kada se primenjuje na mačke

- RDFS *ne pruža mogućnost* detaljnog opisa resursa i svojstava (nastavak)
 - Nema *egzistencijalnih ograničenja*, niti *ograničenja kardinalnosti*
 - Ne može se reći da sve osobe (tj. instance klase Person) imaju majku (tj. da mora postojati svojstvo hasMother) i da je ona takođe osoba, ili da svaka osoba ima tačno dva roditelja

- RDFS *ne pruža mogućnost* detaljnog opisa resursa i svojstava (nastavak)
 - Nema *tranzitivnih, inverznih ili simetričnih* svojstava
 - Ne može se reći da je *isPartOf* tranzitivno svojstvo, da je *hasPart* inverzno od *isPartOf*, ili da je *touches* simetrično svojstvo

Poželjne karakteristike Web ontološkog jezika:

- Da proširuje (unapređuje) postojeće Web standarde
 - Kao što su: XML, RDF, RDFS
- Da bude jednostavan za razumevanje i korišćenje
- Da bude formalno definisan
- Da poseduje “adekvatnu” izražajnu moć
- Da predstavlja osnovu za primenu automatskog rezonovanja

OWL (Web Ontology Language) kroz primere

- Definisane dva pojma i relacije koja ih povezuje korišćenjem OWL jezika
 - Definišimo pojmove "Camera" i "SLR"
 - Definišimo da je "SLR" vrsta "Camera" -e

```
<owl:Class rdf:ID="Camera"/>
```

```
<owl:Class rdf:ID="SLR">  
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Camera"/>  
</owl:Class>
```


- Ove definicije omogućuju računaru da razlikuje SLR kao vrstu kamere (Single Lens Reflex) od svih ostalih (brojnih) značenja ovog termina

SLR **Single Lens Reflex** (camera)
SLR Satellite Laser Ranging
SLR Self Loading Rifle
SLR Sending Loudness Rating (telecommunications)
SLR Service Level Report
SLR Service Location Register
SLR Side Looking Radar
SLR Single Line Restoral
SLR Single Linear Recording
SLR Slide Raft (aircraft door)
SLR Slush on Runway(s)
SLR Solectron
SLR Spacelift Range
SLR Sri Lanka Rupee (national currency)
SLR Statutory Liquidity Ratio
SLR Stock Level Report
SLR Stock Level Requirement
SLR Straight Leg Raise
SLR Straight Leg Raising
SLR System Level Requirement(s)

- Scenario:
 - Tom je zainteresovan za kupovinu kamere sledecih karakteristika:
 - *zoom lens*: 75-300mm;
 - *aperture*: 4.5-5.6, i
 - *shutter speed*: 1/500 s. - 1.0 s
 - Tom je pokrenuo svog ličnog Web agenta sa zadatkom da ‘prokrstari’ Web-om u potrazi za Web sajtovima koji mogu odgovoriti na njegove zahteve

- Scenario (nastavak)
 - Predpostavimo da na Web-u postoji
OWL ontologija kamera
(OWL Camera Ontology),
koju Web agent može da “konsultuje”
dok krstari Web-om

- Web agent pronalazi ovaj segment koda na jednom Web sajtu:

Da li je on relevantan?

(SLR = Single Lens Reflex)

```
<PhotographyStore rdf:ID="Hunts"
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#">
  <store-location>Malden, MA</store-location>
  <phone>617-555-1234</phone>
  <catalog rdf:parseType="Collection">
    <SLR rdf:ID="Olympus-OM-10"
      xmlns="http://www.camera.org#">
      <lens>
        <Lens>
          <focal-length>75-300mm zoom</focal-length>
          <f-stop>4.5-5.6</f-stop>
        </Lens>
      </lens>
      <body>
        <Body>
          <shutter-speed rdf:parseType="Resource">
            <min>0.002</min>
            <max>1.0</max>
            <units>seconds</units>
          </shutter-speed>
        </Body>
      </body>
      <cost rdf:parseType="Resource">
        <rdf:value>325</rdf:value>
        <currency>USD</currency>
      </cost>
    </SLR>
  </catalog>
</PhotographyStore>
```

Uvod u OWL: Primer 1



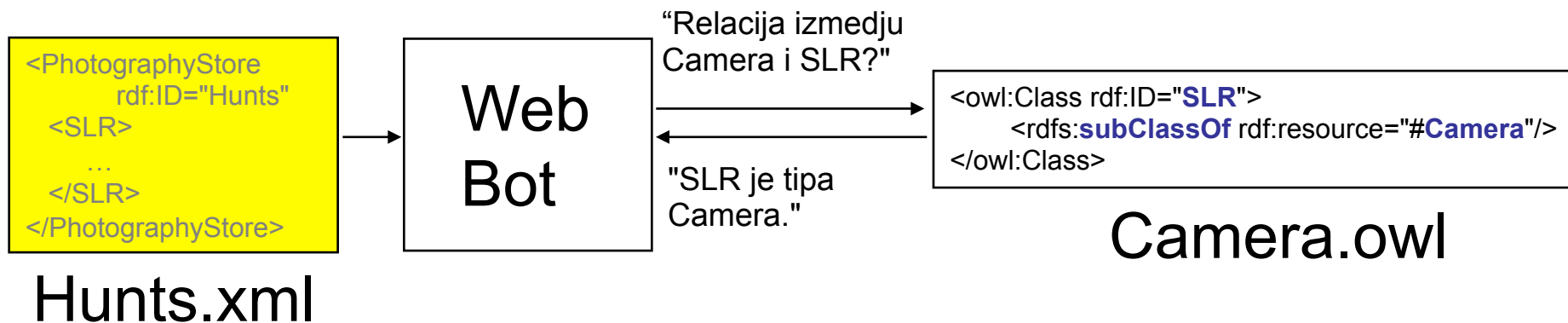
- Web agent pronalazi ovaj segment koda na jednom Web sajtu :

```
<Camera xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns="http://www.camera.org#">
  <lens>
    <Lens>
      <size>75-300mm zoom</size>
      <aperture>4.5-5.6</aperture>
    </Lens>
  </lens>
  <body>
    <Body>
      <shutter-speed rdf:parseType="Resource">
        <min>0.002</min>
        <max>1.0</max>
        <units>seconds</units>
      </shutter-speed>
    </Body>
  </body>
</Camera>
```

Odgovara?

```
<PhotographyStore rdf:ID="Hunts"
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#">
  <store-location>Malden, MA</store-location>
  <phone>617-555-1234</phone>
  <catalog rdf:parseType="Collection">
    <SLR rdf:ID="Olympus-OM-10"
      xmlns="http://www.camera.org#">
      <lens>
        <Lens>
          <focal-length>75-300mm zoom</focal-length>
          <f-stop>4.5-5.6</f-stop>
        </Lens>
      </lens>
      <body>
        <Body>
          <shutter-speed rdf:parseType="Resource">
            <min>0.002</min>
            <max>1.0</max>
            <units>seconds</units>
          </shutter-speed>
        </Body>
      </body>
      <cost rdf:parseType="Resource">
        <rdf:value>325</rdf:value>
        <currency>USD</currency>
      </cost>
    </SLR>
  </catalog>
</PhotographyStore>
```

Web agent “konsultuje” OWL ontologiju kamera



- Web agent “konsultuje” OWL ontologiju kamera:

```
<owl:DatatypeProperty rdf:ID="focal-length">  
  <owl:equivalentProperty rdf:resource="#size"/>  
  <rdfs:domain rdf:resource="#Lens"/>  
  <rdfs:range rdf:resource="&xsd;#string"/>  
</owl:DatatypeProperty>
```

"focal-length ima isto značenje kao *size*.
focal-length je svojstvo resursa tipa *Lens*.
focal-length ima vrednost koja je tipa *string*."

- Web agent “konsultuje” OWL ontologiju kamera

```
<owl:DatatypeProperty rdf:ID="f-stop">  
  <owl:equivalentProperty rdf:resource="#aperture"/>  
  <rdfs:domain rdf:resource="#Lens"/>  
  <rdfs:range rdf:resource="&xsd:string"/>  
</owl:DatatypeProperty>
```

"*f-stop* svojstvo je ekvivalentno *aperture* svojstvu."

- Zaključak:

interoperabilnost uprkos terminološkim razlikama

- Ostvarena zahvaljujući korišćenju OWL ontologije kamera
- Adresira realnu okolnost da neće svi koristiti isti vokabular za opisivanje resursa istog tipa
 - npr., VCard i FOAF za opisivanje osoba, ili Schema.org i GoodRelations za opis proizvoda

Scenario:

DNK uzorci sa mesta krađe identifikuju izvesnog Michael Smith-a kao osumnjičenog.

Evo (dela) policijskog izveštaja o krađi:

```
<Robbery rdf:ID="report-2003-03-17-XTf4">  
  <description>...</description>  
  <suspect>  
    <Person  
      rdf:about="http://www.dna-bank.org/people/MichaelSmith"/>  
  </suspect>  
</Robbery>
```

Scenario (nastavak):

Kasnije tokom dana saobraćajni milicioner kažnjava jednu osobu zbog suviše brze vožnje.

Evo (dela) izveštaja milicionera o naplaćenju kazni:

```
<Speeder rdf:ID="report-2003-03-17-QWRP">
  <description>...</description>
  <driver>
    <Person
      rdf:about="http://www.nypd.gov/speeders/MikeSmith"/>
    </driver>
</Speeder>
```

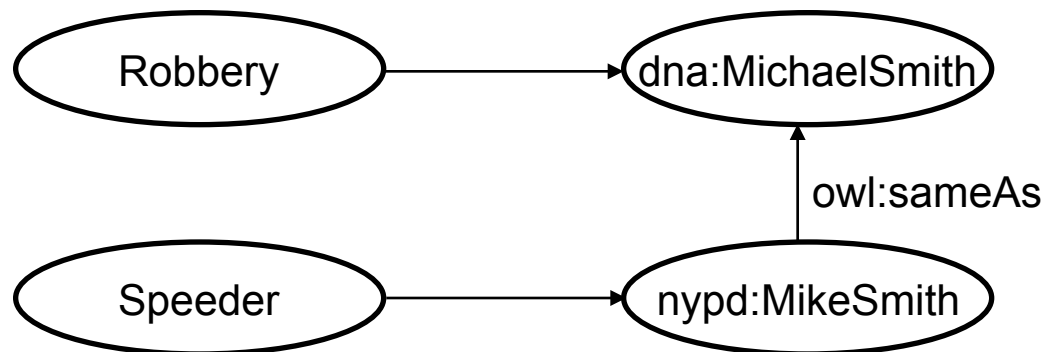
Postoji li ikakva relacija između osobe osumnjičene za krađu i osobe koja je kažnjena zbog brze vožnje?

Primer 2: Lopov i prestupnik



Centralna obaveštajna služba poseduje ovaj dokument o Mike-u:

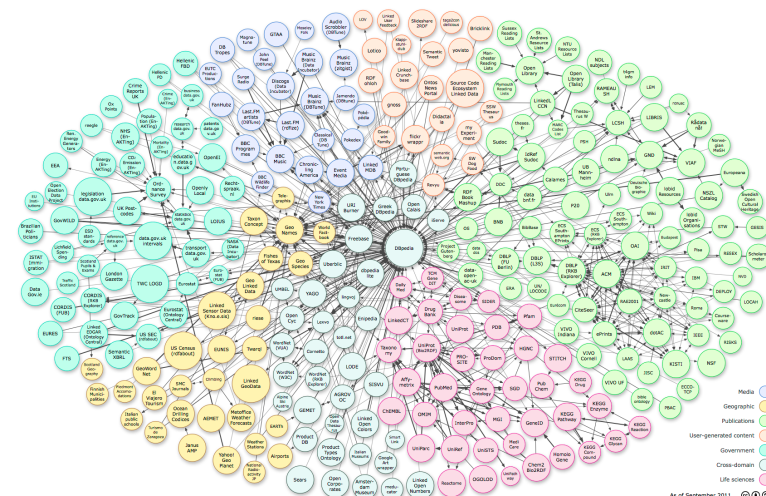
```
<Person rdf:about="http://www.dna-bank.org/people/MichaelSmith">  
  <owl:sameAs  
    rdf:resource="http://www.nypd.gov/speeders/MikeSmith"/>  
</Person>
```



Kombinovanjem ove informacije sa informacijama koje poseduje lokalna policija, došlo se do zaključka:

Zaključak: U pitanju je ista osoba!

- OWL poseduje svojstvo *owl:sameAs* za definisanje da su dva resursa ista
 - *owl:sameAs* je najčešće korišćeno svojstvo za povezivanje podataka iz različitih dataset-ova
- [Linked Open Data Cloud](http://linkedopencloud.org)-a



Pogledati: <http://sameas.org/>

Primer 3:

Mesto rođenja Nicole Kidman je ...



Scenario:

Krstareći Web-om, jedan Web agent je pronašao 3 web stranice koje sadrže informacije o Nicole Kidman

1

```
<Person rdf:about="http://www.celebrities.org#Nicole_Kidman">  
  <birthplace rdf:about="http://www.states.org#Hawaii"/>  
</Person>
```

2

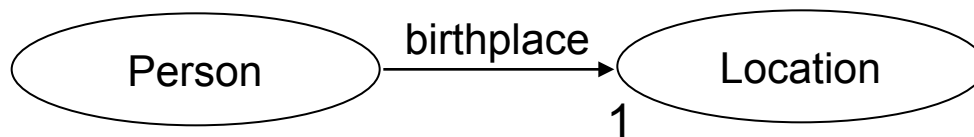
```
<Person rdf:about="http://www.celebrities.org#Nicole_Kidman">  
  <birthplace rdf:resource="http://www.history.org#Sandwich_Islands"/>  
</Person>
```

3

```
<Person rdf:about="http://www.celebrities.org#Nicole_Kidman">  
  <birthplace rdf:resource="http://www.tourism.org#Aloha_State"/>  
</Person>
```

Pitanje: Koje je stvarno mesto rođenja Nicole Kidman?

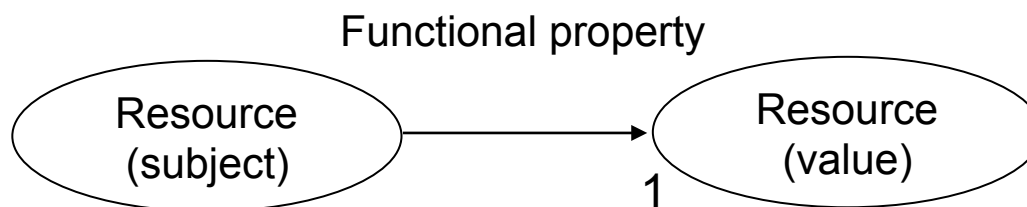
OWL ontologija osoba (Person.owl) definiše da osobi (tj. instanci klase Person) može biti pridružena samo jedna lokacija kao mesto rođenja:



```
<owl:ObjectProperty rdf:ID="birthplace">
  <rdf:type rdf:resource="owl:FunctionalProperty"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Person"/>
  <rdfs:range rdf:resource="#Location"/>
</owl:ObjectProperty>
```

Hawaii, Sandwich Islands, i Aloha State
predstavljaju jednu istu lokaciju!

Ovaj primer ilustruje mogućnost OWL jezika da definiše da određeni resurs može imati *najviše jednu* vrednost za zadato svojstvo:



Primeri svojstava ovog tipa: datum rođenja, matični broj, broj registarskih tablica vozila,...



- Primer takođe ilustruje kako se može utvrditi da se više različitih URI-a odnosi na isti resurs;
- Adresira realnu okolnost da neće svi koristiti isti URI da predstave jedan resurs/entitet

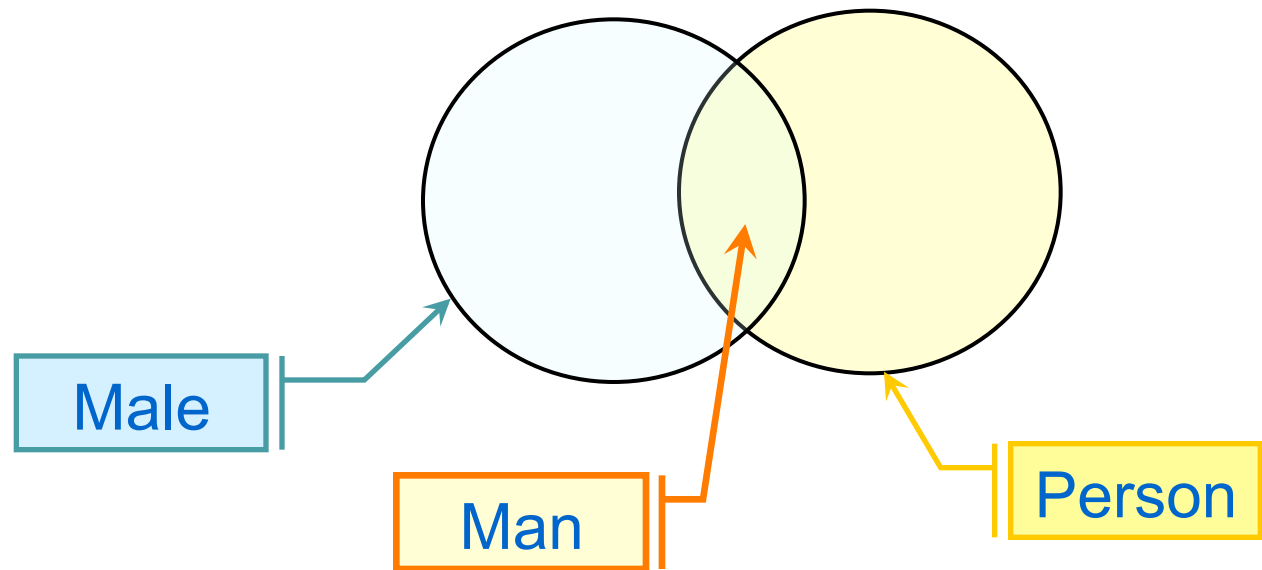
Dodatne mogućnosti OWL-a (kroz primere)

Definisanje klase kao preseka drugih dveju ili više klasa



Definisanje klase Man kao preseka klasa Male i Person

```
<owl:Class rdf:ID="Man">  
  <owl:intersectionOf rdf:parseType="Collection">  
    <owl:Class rdf:about="#Male"/>  
    <owl:Class rdf:about="#Person"/>  
  </owl:intersectionOf>  
</owl:Class>
```



Definisanje klase EyeColor kao enumeracije individua Blue, Green i Brown

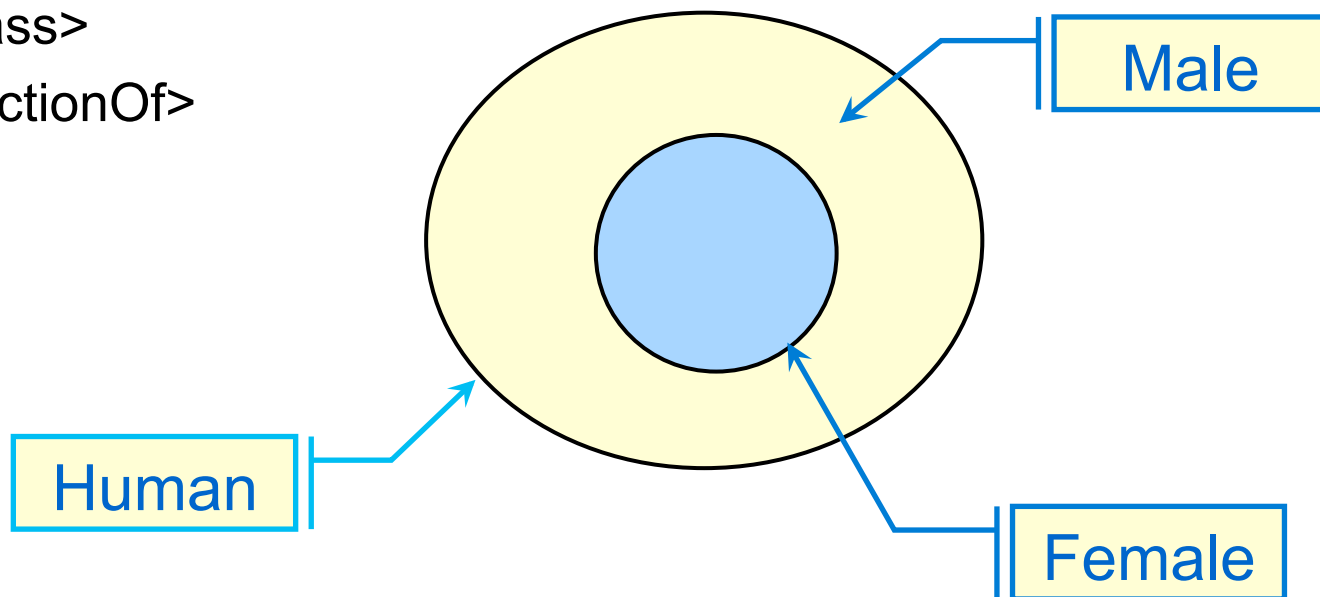
```
<owl:Class rdf:id="EyeColor">  
  <owl:oneOf rdf:parseType="Collection">  
    <owl:Thing rdf:ID="Blue"/>  
    <owl:Thing rdf:ID="Green"/>  
    <owl:Thing rdf:ID="Brown"/>  
  </owl:oneOf>  
</owl:Class>
```

Definisanje klase kao komplementa neke druge klase



Definisanje klase Man kao preseka klasa: Human i klase komplementa Female klase

```
<owl:Class rdf:ID="Male">  
  <owl:intersectionOf rdf:parseType="Collection">  
    <owl:Class rdf:about="#Human"/>  
    <owl:Class>  
      <owl:complementOf rdf:resource="#Female"/>  
    </owl:Class>  
  </owl:intersectionOf>  
</owl:Class>
```



Korišćenjem ograničenje tipa ***owl:allValuesFrom*** klasa *Herbivore* je definisana kao podtip klase *Animal* kod koga svojstvo *eats* mora uzimati vrednosti iz klase *Plant*

```
<owl:Class rdf:ID="Herbivore">  
  <subClassOf rdf:resource="#Animal"/>  
  <subClassOf>  
    <owl:Restriction>  
      <owl:onProperty rdf:resource="#eats" />  
      <owl:allValuesFrom rdf:resource="#Plant" />  
    </owl:Restriction>  
  </subClassOf>  
</owl:Class>
```

```
<owl:SymmetricProperty rdf:ID="hasSpouse" />
```

```
<owl:TransitiveProperty rdf:ID="hasAncestor" />
```

```
<owl:FunctionalProperty rdf:ID="hasMother" />
```

```
<owl:InverseFunctionalProperty rdf:ID="SSNum" />
```

```
<rdf:Property rdf:ID="hasChild">
```

```
  <owl:inverseOf rdf:resource="#hasParent"/>
```

```
</rdf:Property>
```


Symmetric: if $P(x, y)$ then $P(y, x)$

Transitive: if $P(x, y)$ and $P(y, z)$ then $P(x, z)$

Functional: if $P(x, y)$ and $P(x, z)$ then $y = z$

InverseOf: if $P_1(x, y)$ then $P_2(y, x)$

InverseFunctional: if $P(y, x)$ and $P(z, x)$ then $y = z$

allValuesFrom: $P(x, y)$ and $y = \text{allValuesFrom}(C)$

someValuesFrom: $P(x, y)$ and $y = \text{someValuesFrom}(C)$

hasValue: $P(x, y)$ and $y = \text{hasValue}(v)$

cardinality: $\text{cardinality}(P) = N$

minCardinality: $\text{minCardinality}(P) = N$

maxCardinality: $\text{maxCardinality}(P) = N$

equivalentProperty: $P_1 = P_2$

intersectionOf: $C = \text{intersectionOf}(C_1, C_2, \dots)$

unionOf: $C = \text{unionOf}(C_1, C_2, \dots)$

complementOf: $C = \text{complementOf}(C_1)$

oneOf: $C = \text{one of}(v_1, v_2, \dots)$

equivalentClass: $C_1 = C_2$

disjointWith: $C_1 \neq C_2$

sameIndividualAs: $I_1 = I_2$

differentFrom: $I_1 \neq I_2$

AllDifferent: $I_1 \neq I_2, I_1 \neq I_3, I_2 \neq I_3, \dots$

Thing: I_1, I_2, \dots

Legend:

Properties: P, P_1, P_2, \dots

Specific classes: x, y, z

Generic classes: C, C_1, C_2

Values: v, v_1, v_2

Instance documents: I_1, I_2, I_3, \dots

A number: N

$P(x, y)$: "property P relates x to y "

- Navesti nekoliko nedostataka RDF Schema jezika koji su prevaziđeni uvođenjem OWL ontološkog jezika.
- Koja se primitiva OWL ontološkog jezika koristi da bi se kazalo da se dve individue odnose na isti resurs?
- Koje je značenje primitive *owl:allValuesFrom*. Navesti jedan primer njene primene.
- Navesti i ukratko objasniti tipove relacija (properties) koje OWL uvodi.

- Koji od navedenih OWL properties ima smisla definisati istovremeno kao funkcionalni (`owl:FunctionalProperty`) i inverzni funkcionalni (`owl:InverseFunctionalProperty`):
 - `socialSecurityNumber`
 - `birthdate`
 - `drivingLicenceNumber`

- Koje bi zaključke *reasoner* mogao da izvuče iz sledećeg RDF segmenta

```
<?xml version="1.0"?>
<River rdf:ID="Sava"
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns="http://www.serbia.org/geography/water-sources#">
  <connectsTo rdf:resource="http://www.europe.org/rivers#Danube"/>
</River>
```

ukoliko je u ontologiji sa kojom radi property *connectsTo* definisan na sledeći način :

```
<owl:SymmetricProperty rdf:ID="connectsTo" >
  <rdfs:domain rdf:resource="#River"/>
  <rdfs:range rdf:resource="#River"/>
</owl:SymmetricProperty>
```