

Ontologie

- ontol. jazyky, OWL



Jazyky pro reprezentaci ontologií



- ontology languages
 - Formalita ontologie (tj. strojově čitelná) je založena na jazyku pro reprezentaci, který poskytuje potřebné strojově zpracovatelné kódování.
 - Současné výzkumné aktivity – standardizace
- tři kategorie jazyků (Slavic):
- logic based
 - frame based
 - web based
- } primárně určeny pro aplikace z oblasti umělé inteligence

Jazyky pro reprezentaci ontologií



- Jazyky spjaté s oblastí umělé inteligence – příklady
(Svátek)

Ontolingua

<http://www.ksl.stanford.edu/software/ontolingua/> -

Základními konstrukty jazyka jsou definice tříd, relací a funkcí, „mezijazyk“ pro rámcové znalostní systémy.

(Define-Class Sale-Offer (?X)

"A For-Sale situation with a Specified-Potential-Customer"

:Iff-Def

(And

(For-Sale ?X)

(Exists (?Le) (Specified-Potential-Customer ?X ?Le))))


Jazyky pro reprezentaci ontologií



- Jazyky spjaté s oblastí umělé inteligence – příklady
CyCL (<http://www.opencyc.org/>) sloužící k tvorbě rozsáhlé všeobecné ontologie CyC
<http://sw.opencyc.org/> - Usiluje o shromáždění všeobecných znalostí („common sense“), které by ve znalostních systémech fungovaly komplementárně ke znalostem expertním a zabraňovaly absurdnímu chování.

Webové ontologické jazyky (Svátek)



- Vznikly za účelem přidání sémantiky k webovým stránkám.
 - vývojově starší jazyky – SHOE, Ontobroker
 - novější jazyky
 - RDF Schema
 - DAML, OIL
- 
- sloučením vzniká DAML+OIL (opírá se o deskripční logiku – podřazení tříd je vyhodnocováno na základě jejich popisů – vznik taxonomie dynamicky X apriorní vymezení vztahů)
 - OWL (Web Ontology Language)

Web Ontology Language - OWL



- OWL - jazyk pro definování, publikování a sdílení webových ontologií.
- doporučení W3C (spolu s RDF)
<http://www.w3.org/2004/OWL/>
- OWL je součástí W3C Semantic Web Activity.
<http://www.w3.org/2001/sw/>
 - Ontologie OWL - popis tříd, vlastností a jejich instancí.
- OWL - konstruovaný pro užití aplikacemi, které zpracovávají obsah webových zdrojů.

Web Ontology Language - OWL



- OWL syntax a formální sémantika - součástí slovníku, který vychází z RDF.
- **OWL formální sémantika** umožňuje specifikovat, jak odvozovat logické důsledky dané danou ontologií, např. fakta písemně neprezentovaná v ontologii, ale vyplývající z daných významů.

Druhy OWL



- **OWL Lite** - základní verze, tvorba hierarchických struktur, definování vlastností a základních omezení, vhodné při převodu tezaurů a klasifikačních systémů na ontologie (např. nelze použít operátory `intersectionOf`, `unionOf`, `complementOf`)
- **OWL DL** - maximální vyjadřovací síla a realizace odvozování, obsahuje všechny konstrukce jazyka, založen na **deskripční logice**
- **OWL Full** - maximální vyjadřovací síla, volná syntaxe (nezávislost na RDF), odvozování je obtížné (Důvodem jsou omezení současných DL odvozovačů (klasifikátorů))



Mezi hlavní komponenty OWL ontologie patří:

- Třída - obecné informace více viz přednáška Ontologie - metodika tvorby
- Individuum/jedinec - obecné informace více viz přednáška Ontologie - metodika tvorby
- Vlastnost - Vlastnost vytváří vztah - (binární) relaci mezi jedinci. Spojuje dva objekty k sobě.

třída Vína

třída Zralost

Rulandské šedé 2000

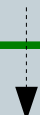
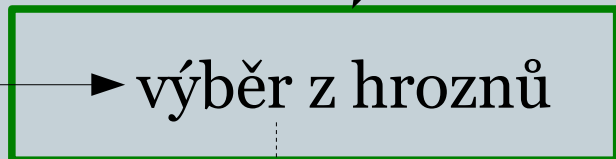
▶ výběr z hroznů

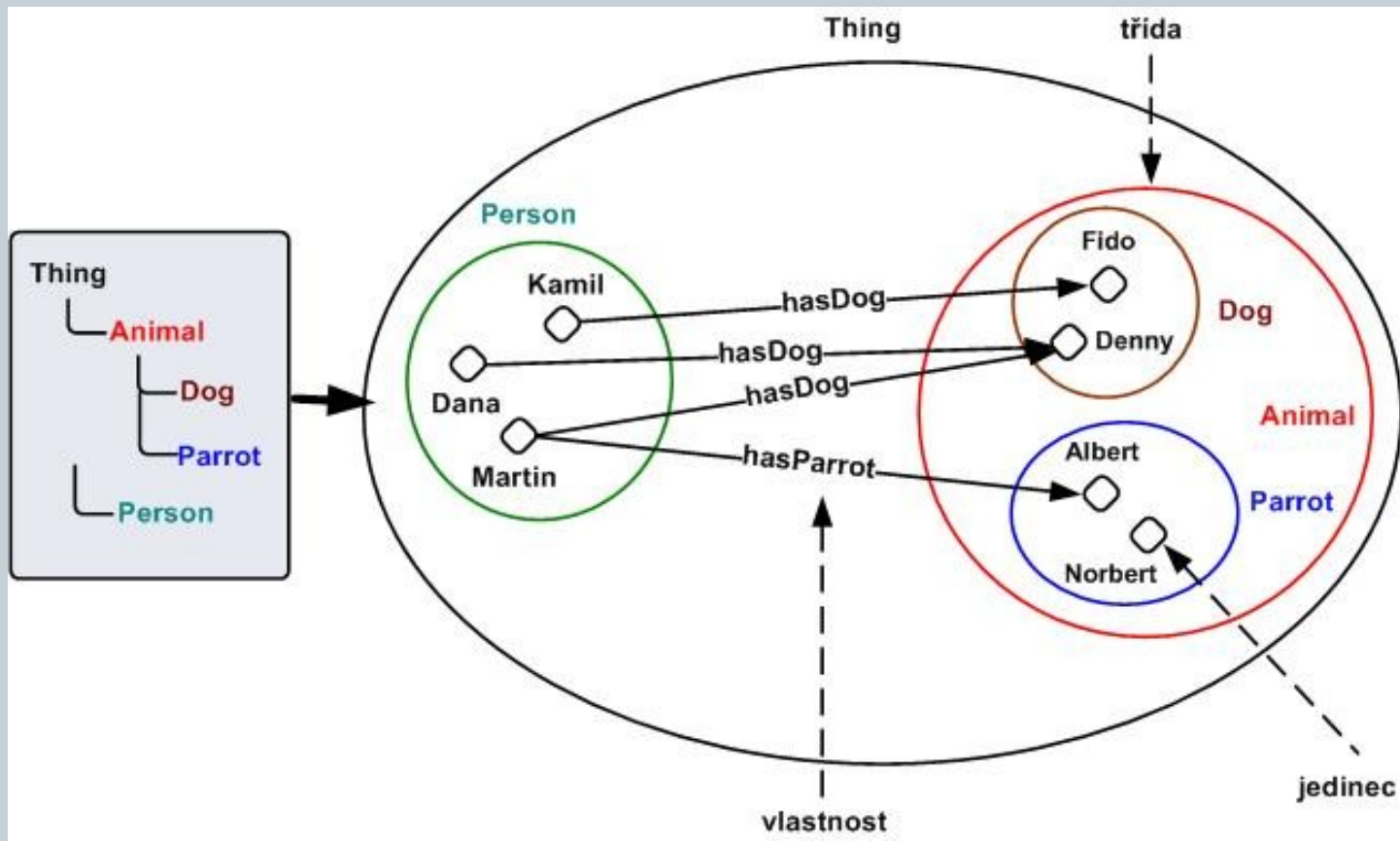
má zralost

jedinec

vlastnost

jedinec





převzato z Husáková, 2009.

Jak číst jazyk ontologie v OWL



- Ukázky na ontologii

<http://www.w3.org/TR/2004/REC-owl-guide-20040210/wine#>

- Lze stáhnout a otevřít pomocí textového editoru.

Jak číst jazyk ontologie v OWL - deklarace typu dokumentu

```
<!DOCTYPE rdf:RDF [
```

```
<!ENTITY vin "http://www.w3.org/TR/2003/PR-owl-guide-20031209/wine#" >
```

```
<!ENTITY food "http://www.w3.org/TR/2003/PR-owl-guide-20031209/food#" >
```

```
<!ENTITY owl "http://www.w3.org/2002/07/owl#" >
```

```
<!ENTITY xsd "http://www.w3.org/2001/XMLSchema#" >
```

- V rámci ontologie se odkazuje na jednotlivé hodnoty atributů pomocí URIs.
- **Deklarace (definice) entity v rámci deklarace typu dokumentu**
- Pomocí ní lze nahradit identifikátor zkratkou.

„&vin;merlot“ za "<http://www.w3.org/TR/2004/REC-owl-guide-20040210/wine#merlot>"

Příklad užití: `<owl:Class rdf:ID="Wine">`

```
<rdfs:subClassOf rdf:resource="&food;PotableLiquid" /> místo
```

```
<rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.w3.org/TR/2003/PR-owl-guide-20031209/food#PotableLiquid" />
```

Namespace - jmenný prostor



```
<rdf:RDF
```

```
  xmlns    = "http://www.w3.org/TR/2003/PR-owl-guide-20031209/wine#"
  xmlns:vin = "http://www.w3.org/TR/2003/PR-owl-guide-20031209/wine#"
  xml:base  = "http://www.w3.org/TR/2003/PR-owl-guide-20031209/wine#"
  xmlns:food= "http://www.w3.org/TR/2003/PR-owl-guide-20031209/food#"
  xmlns:owl = "http://www.w3.org/2002/07/owl#"
  xmlns:rdf = "http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:rdfs= "http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
  xmlns:xsd  = "http://www.w3.org/2001/XMLSchema#">
```

- V rámci dokumentu owl - více sad značek (elementy a atributy RDF, RDFS, XML Schema datatypes) - Je potřeba přesně indikovat jaké specifické slovníky byly použity.
- Standardním počátečním prvkem ontologie je soubor deklarací jmenného prostoru XML (XML namespace), který obsahuje element `rdf:RDF`, atribut `xmlns`.

Záhlaví ontologie



```
<owl:Ontology rdf:about="">  
  <rdfs:comment>An example OWL ontology</rdfs:comment>  
  <owl:priorVersion>  
    <owl:Ontology rdf:about="http://www.w3.org/TR/2003/CR-owl-guide-20030818/wine"/>  
  </owl:priorVersion>  
  <owl:imports rdf:resource="http://www.w3.org/TR/2003/PR-owl-guide-20031209/food"/>  
</owl:Ontology>
```

- Metadata, informace o ontologii, např. informace o verzi ontologie, komentáře, převod z jiných formátů, zahrnutí jiných ontologií, vkládají se různá metadata vycházející ze standardu Dublin Core.

Třídy v OWL



- třídy v OWL - předdefinované, vytvořené uživatelem
- Předdefinovanou třídou je `owl:Thing`. Každé individuum v OWL je členem třídy `owl:Thing`. Tudíž každá třída definovaná uživatelem je její podtřídou.

Popisy tříd



Typy popisů tříd :

1. identifikátor třídy (odkaz URI)
2. vyjmenování individuů (konstruktor oneOf)
3. omezení vlastností (property restriction)
4. průnik (intersection) dvou nebo více popisů tříd
5. sjednocení (union) dvou nebo více popisů tříd
6. doplněk (complement) popisu třídy

Popisy tříd - identifikátor třídy



```
<owl:Class rdf:ID="Wine">
```

....další definice třídy

```
</owl:Class>
```

indikace jména třídy

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

třída je definována pouze uvedením jména

V rámci daného dokumentu je na danou třídu, např. **Wine** odkazováno **#Wine**, např.

```
<owl:Class rdf:ID="WhiteWine">
```

```
<owl:intersectionOf rdf:parseType="Collection">
```

```
<owl:Class rdf:about="#Wine" />
```

Z vnějšku (jiné ontologie) pomocí celé formy URI,

"<http://www.w3.org/TR/2004/REC-owl-guide-20040210/wine#Wine>".

Odkaz na prvek z jiné ontologie (např. importované), pokud je deklarována v jmenném prostoru a v rámci definice entity např.

```
rdf:resource="&food;PotableLiquid"
```

Popisy tříd - omezení vlastností



```
<owl:Class rdf:ID="Wine">  
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="&food;PotableLiquid" />  
  <rdfs:subClassOf>  
    <owl:Restriction>  
      <owl:onProperty rdf:resource="#hasMaker" />  
      <owl:cardinality rdf:datatype="&xsd;nonNegativeInteger">1</owl:cardinality>  
    </owl:Restriction>  
  </rdfs:subClassOf>
```

- Omezuje rozsah vlastnosti ve specifických kontextech různými způsoby.
- Jde o tzv. **lokální omezení vlastnosti** - Vyskytuje se tam, kde vlastnost vystihuje význam třídy.

Typy omezení vlastností (Property Restrictions)



omezení hodnoty:

- **allValuesFrom** - Všechny hodnoty vlastnosti musí pocházet z dané třídy.
- **someValuesFrom** - Alespoň jedna hodnota vlastnosti musí pocházet z dané třídy.
- **hasValue** (nelze u OWL Lite) - Omezení umožňuje specifikovat, že daná třída má konkrétní hodnotu vlastnosti (existence třídy je dána konkrétní hodnotou vlastnosti), např. bílé víno.

omezení kardinality: (kardinalita viz předchozí přednáška)

- **owl:Cardinality**, **owl:maxCardinality**, **owl:minCardinality**

Popis třídy průnikem - intersectionOf



```
<owl:Class rdf:ID="WhiteWine">  
  <owl:intersectionOf rdf:parseType="Collection">  
    <owl:Class rdf:about="#Wine" />  
    <owl:Restriction>  
      <owl:onProperty rdf:resource="#hasColor" />  
      <owl:hasValue rdf:resource="#White" />  
    </owl:Restriction>  
  </owl:intersectionOf>  
</owl:Class>
```

- Konstruktor pro tvorbu tzv. komplexních tříd (spolu s `unionOf`, `complementOf`). Slouží pro specifikaci členů třídy.
- logický součin (AND), průnik dvou nebo více popisů tříd
- Bílé víno = víno AND bílá barva
- Konstrukce tvrdí, že členem a současně individuem třídy je to, co je víno a současně bílé.

Popis třídy sjednocením - unionOf



```
<owl:Class rdf:ID="WineDescriptor">  
  <rdfs:comment>Made WineDescriptor unionType of tastes and color</rdfs:comment>  
  <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">  
    <owl:Class rdf:about="#WineTaste" />  
    <owl:Class rdf:about="#WineColor" />  
  </owl:unionOf>  
</owl:Class>
```

- Konstruktor pro tvorbu tzv. komplexních tříd.
- logický součet (OR), sjednocení (union) dvou nebo více popisů tříd
- WineDescriptor = WineTaste OR WineColor
- Třída WineDescriptor zahrnuje členy obou tříd - členy třídy WineTaste a WineColor

Popis třídy doplňkem - complementOf



```
<owl:Class rdf:ID="NonConsumableThing">  
  <owl:complementOf rdf:resource="#ConsumableThing" />  
</owl:Class>
```

- Konstruktor pro tvorbu tzv. komplexních tříd.
- logická negace (NOT)
- Vymezení, že individua dané třídy nepatří k jiné třídě.

Popisy tříd vyjmenováním individuů - oneOf



```
<owl:Class rdf:ID="WineColor">  
  <owl:oneOf rdf:parseType="Collection">  
    <owl:Thing rdf:about="#White" />  
    <owl:Thing rdf:about="#Rose" />  
    <owl:Thing rdf:about="#Red" />  
  </owl:oneOf>  
</owl:Class>
```

Specifikace třídy prostřednictvím přímého vyjmenování všech možných individuů.



- Konstruktor pro tvorbu taxonomie -

`rdfs:subClassOf`

```
<owl:Class rdf:ID="Wine">
```

```
<rdfs:subClassOf rdf:resource="&food;PotableLiquid" />
```

```
</owl:Class>
```

- Disjunktivní třídy - `owl:disjointWith` - Uvádí disjunktivní třídy - nemohou mít stejné individuum.

```
<owl:Class rdf:ID="LateHarvest">
```

```
<rdfs:subClassOf rdf:resource="#Wine" />
```

```
<owl:disjointWith rdf:resource="#EarlyHarvest" />
```

```
</owl:Class>
```




- `owl:equivalentClass` - Spojuje popis třídy s popisem jiné třídy s tím, že se vztahují na stejná individua.

```
<owl:Class rdf:ID="Food">
```

```
<owl:equivalentClass rdf:resource="&food;Food"/>
```

```
</owl:Class>
```

- pojmenování třídy - `rdfs:label`, atribut `lang` - cizojazyčné varianty

```
<owl:Class rdf:ID="Wine">
```

```
<rdfs:label xml:lang="en">wine</rdfs:label>
```

```
<rdfs:label xml:lang="fr">vin</rdfs:label>
```

```
</owl:Class>
```

Zápis individuí



- Uvedení individua deklarací členství ve třídě.

```
<WineGrape rdf:ID="CabernetSauvignonGrape" />
```

nebo

```
<owl:Thing rdf:ID="CabernetSauvignonGrape" />
```

```
<owl:Thing rdf:about="#CabernetSauvignonGrape">
```

```
  <rdf:type rdf:resource="#WineGrape"/>
```

```
</owl:Thing>
```

`rdf:type` - Vlastnost RDF, která váže individuum ke třídě, jejímž je členem.

Definování vlastností



Vlastnost - binární vztah.

Dva typy vlastností

- **Objektová vlastnost** - vytváří spojení mezi objekty tříd. Vztahy mezi individui dvou tříd.
`ObjectProperty`
- **Datotypová vlastnost** - spojuje jedince s hodnotou, která je určitého datového typu (RDF literals and XML Schema datatypes) . `DatatypeProperty`

Definování objektové vlastnosti



```
<owl:ObjectProperty rdf:ID="hasColor">  
  <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="#hasWineDescriptor" />  
  <rdfs:domain rdf:resource="#Wine" />  
  <rdfs:range rdf:resource="#WineColor" />  
</owl:ObjectProperty>
```

definiční obor (domain)

Wine



hasColor



obor hodnot (range)

WineColor (white, red...)

hasSugar

WineSugar (dry, sweet...)

na úrovni individua

Rulandské bílé vinařství Krist 2009 má barvu bílou, je suché.

Definování datotypové vlastnosti



```
<owl:DatatypeProperty rdf:ID="yearValue">  
  <rdfs:domain rdf:resource="#VintageYear" />  
  <rdfs:range rdf:resource="&xsd;positiveInteger" />  
</owl:DatatypeProperty>
```

- Nejčastějším zdrojem datotypové vlastnosti je XML Schema datatypes.

Vlastnosti individuí



```
<Sauvignon rdf:ID="Savignon1998">  
  <locatedIn rdf:resource="#ArroyoGrandeRegion" />  
  <hasVintageYear rdf:resource="#Year1998" />  
  <hasMaker rdf:resource="#SaucelitoCanyon" />  
  <hasSugar rdf:resource="#Dry" />  
  <hasFlavor rdf:resource="#Moderate" />  
  <hasBody rdf:resource="#Medium" />  
</Sauvignon>  
  
<VintageYear rdf:ID="Year1998">  
  <yearValue rdf:datatype="&xsd;positiveInteger">1998</yearValue>  
</VintageYear>
```

Odvozování a deskripční logika

- OWL DL je jazyk založený na deskripční logice (DL).
- DL je teoretickým podkladem pro algoritmizované odvozování v oblasti ontologií.
- DL je logika pojmů/konceptů (množina individuí). Zachycuje vztahy mezi pojmy.
- Tvorba složených konceptů:
 - Muž \sqcap Rybář (průnik)
 - Muž \sqcup Rybář (sjednocení)
- Role - binární relace
 - \exists obíháKolem.Hvězda (koncept planety (pro každou planetu existuje hvězda, kolem které obíhá)),
 - \forall jeOtcem.Muž (Koncept zahrnující všechna individua, jejichž všechny děti jsou mužského pohlaví.)

Odvozování a deskripční logika



Základní odvozovací úlohy v deskripční logice jsou následující:

- **Kontrola konzistence** znalostní báze zjišťuje, zda definice každého konceptu připouští náležení alespoň jednoho individua.
- **Kontrola individuí** zjišťuje, zda dané individuum spadá pod daný koncept.
- **Realizace** nalezne nejspecifičtější koncept, pod který individuum spadá.
- **Vyhledání** nalezne všechna individua spadající pod zadaný koncept.
- **Kontrola subsumpce** zjišťuje, zdali je jeden zadaný koncept podkonceptem druhého. Více viz Svátek, 2007

Co byste měli znát



- strukturu dokumentu obsahující ontologii (OWL Web Ontology Language Guide, 2004a, kap. 2 The Structure of Ontologies)

- význam následujících prvků:

`owl:Class`, `rdfs:subClassOf`, `owl:Restriction`,
`owl:hasValue`, `owl:intersectionOf`, `owl:unionOf`,
`owl:oneOf`, `complementOf`, `rdfs:label`, `ObjectProperty`,
`DatatypeProperty`, `rdfs:subPropertyOf`, `rdfs:domain`,
`rdfs:range`

- zápis

- individuí

- hodnot vlastností individuí

- Lze využít zdroje z povinné liter.: Stuchlík, 2007 a doporučené literatury: OWL Web Ontology Language Guide, 2004a, Graphical Representations of RDF/RDFS/OWL entity types, 2010

Použitá a doporučená literatura



- *Graphical Representations of RDF/RDFS/OWL entity types* [online]. 2010. [cit. 2010-04-27]. Dostupné z WWW: <http://www.infowebml.ws/website/graphical-representations.htm#rdfsClass>
- Husáková, M. 2009. *Znalostní technologie I.* [online]. Datum poslední aktualizace: 27. 10. 2009 [cit. 2011-01-27]. Dostupné z WWW: http://lide.uhk.cz/fim/ucitel/fshusam2/lekarnicky/zt1/zt1_index.html
- *OWL Web Ontology Language Guide* [online]. 2004a. W3C Recommendation 10 February 2004, Copyright © 2004 W3C [cit. 2010-04-27]. Dostupné z WWW: <http://www.w3.org/TR/owl-guide/>
- *OWL Web Ontology Language : Use Cases and Requirements* [online]. 2004b. W3C Recommendation 10 February 2004, Copyright © 2004 W3C [cit. 2010-04-27]. Dostupné z WWW: <http://www.w3.org/TR/2004/REC-webont-req-20040210/>

Použitá a doporučená literatura



- Stuchlík, R. 2007. *Ontologie a sémantický web* [online]. Brno 2007 [cit. 2011-03-14]. 52 s. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta informačních technologií, Ústav informačních systémů. Dostupné z WWW:
<http://www.fit.vutbr.cz/study/DP/rpfile.php?id=5004>
- Svátek, V., Vacura, M. 2007a. *Ontologické inženýrství* [online]. In DATAKON 2007, Brno, 20.-23. 10. 2007, 32 s. [cit. 2009-02-20]. Dostupné z WWW:
<http://nb.vse.cz/~svatek/dkon07final.pdf>
- Svátek, V. 2002. *Ontologie a WWW* [online]. In DATAKON 2002, Brno, 19.-22. 10. 2002, 35 s. Dostupné z WWW:
<http://nb.vse.cz/~svatek/onto-www.pdf>