Reprezentace znalostí a základní sémantické struktury

Aleš Horák

E-mail: hales@fi.muni.cz
http://nlp.fi.muni.cz/poc_lingv/

Obsah:

- Reprezentace znalostí
- Sémantické datové struktury
- Slovníky a specializované lexikony

otázka:

Jak zapíšeme znalosti o problému/doméně?
Když je zapíšeme, můžeme z nich mechanicky odvodit nová fakta?

- reprezentace znalostí (*knowledge representation*) – hledá způsob vyjádření znalostí počítačově zpracovatelnou formou (za účelem odvozování)
- vyvozování znalostí (*reasoning*) – zpracovává znalosti uložené v bázi znalostí (*knowledge base, KB*) a provádí odvození (inference) nových závěrů:
  - odpovědi na dotazy
  - zjištění faktů, které vyplývají z faktů a pravidel v KB
  - odvodit akci, která vyplývá z dodaných znalostí, ...

Reprezentace znalostí

proč je potřeba speciální reprezentace znalostí?

vnímání lidí × *vnímání počítačů*

- člověk
  - když dostane novou věc (třeba pomeranč) – prozkoumá a zapamatuje si ho (a třeba sni)
  - během tohoto procesu člověk zjistí a uloží všechny základní vlastnosti
  - později, když se zmíní daná věc, vyhledají se a připomenou uložené informace
- počítač
  - musí se spolehnout na informace od lidí
  - jednodušší informace – přímé *programování*
  - složité informace – zadané v symbolickém jazyce

Volba reprezentace znalostí

která reprezentace znalostí je nejlepší?

> *Pro řešení skutečně obtížných problémů musíme použít několik různých reprezentací. Důvodem pro to je to, že každý typ datových struktur má své přínosy i nedostatky a žádná z nich není adekvátní pro všechny různé funkce používané v tom, čemu říkáme "zdravý rozum" (common sense).*
>
> *– Marvin Minsky*

Reprezentace znalostí pomocí logiky nebo datových struktur

Logika:

- znalosti uloženy ve formě logických formulí
- vyvozování nových znalostí = hledání důkazu

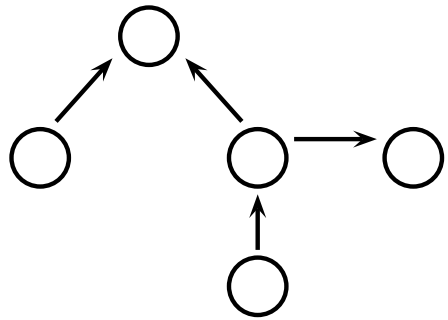
Specializované datové struktury:

- sémantické sítě
- rámce
- pravidlové systémy
- struktury pro práci s nejistotou a pravděpodobností

Sémantické sítě

sémantické sítě – reprezentace faktových znalostí (pojmy + vztahy)

- vznikly kolem roku 1960 pro reprezentaci významu anglických slov
- znalosti jsou uloženy ve formě grafu



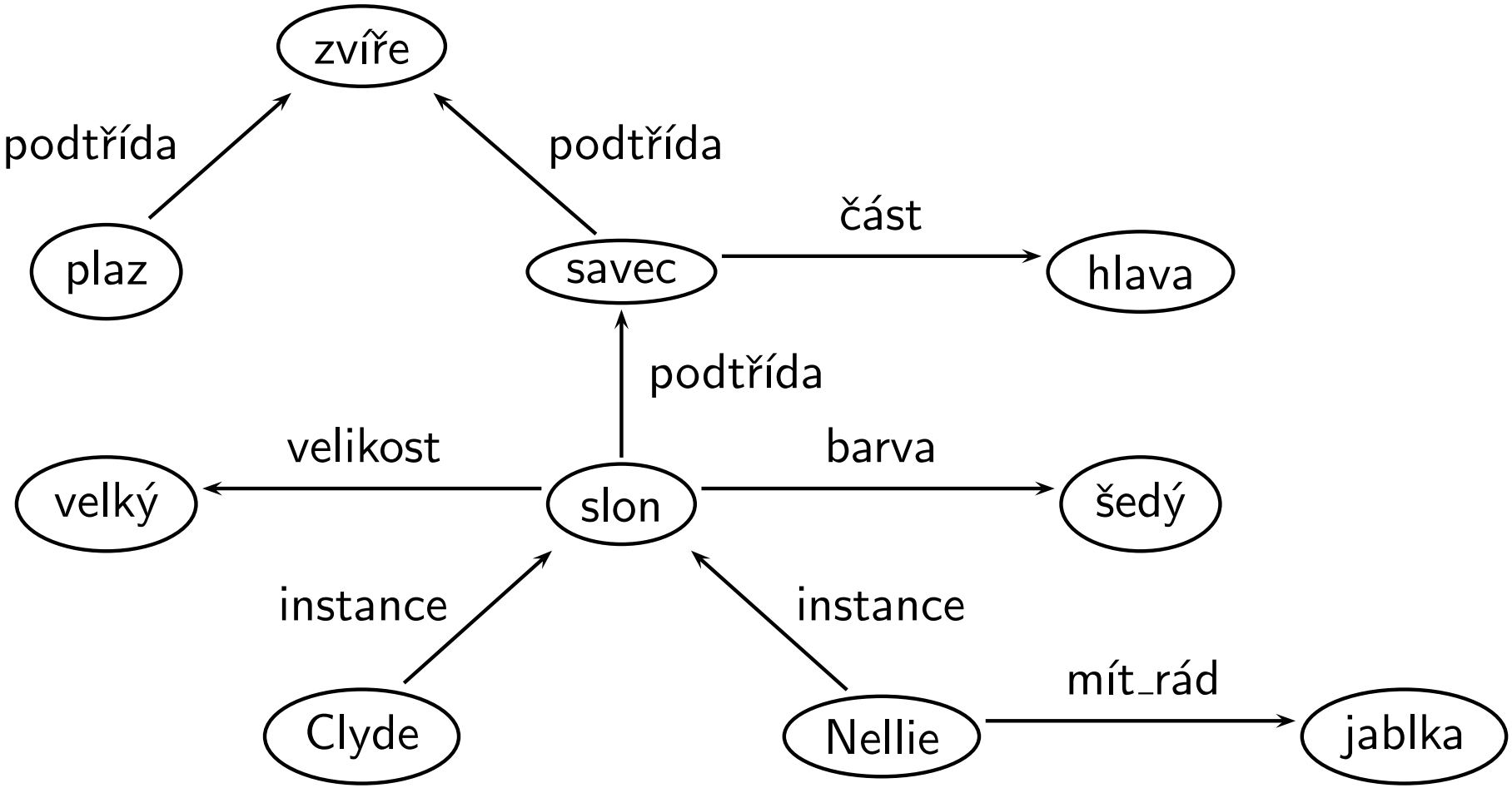
pojmy (objekty, třídy)

vztahy

- nejdůležitější vztahy:
  - podtřída (*subclass*) – vztah mezi třídami
  - instance – vztah mezi konkrétním objektem a jeho rodičovskou třídou

jiné vztahy – část (has-part), barva, . . .

Sémantické sítě – příklad



Dědičnost v sémantických sítích

- pojem sémantické sítě *předchazí* OOP
- dědičnost:
  - jestliže určitá vlastnost platí pro třídu→ platí i pro všechny její podtřídy
  - jestliže určitá vlastnost platí pro třídu→ platí i pro všechny prvky této třídy
- určení hodnoty vlastnosti – rekurzivní algoritmus
- potřeba specifikovat i výjimky – mechanizmus vzorů a výjimek (*defaults and exceptions*)
  - vzor – hodnota vlastnosti u třídy nebo podtřídy, platí ta, co je blíž objektu
  - výjimka – u konkrétního objektu, odlišná od vzoru

Dědičnost vztahů část/celek

- "krávy mají 4 nohy."
  - každá noha je částí krávy
- "Na poli je (konkrétní) kráva."
  - všechny části krávy jsou taky na poli
- "Ta kráva (na poli) je hnědá (celá)."
  - všechny části té krávy jsou hnědé
- "Ta kráva je šťastná."
  - ~~všechny části té krávy jsou šťastné~~ – neplatí
- lekce: některé vlastnosti jsou děděny částmi, některé nejsou
  explicitně se to vyjadřuje pomocí pravidel jako

$$\textit{part-of}(x, y) \wedge \textit{location}(y, z) \Rightarrow \textit{location}(x, z)$$

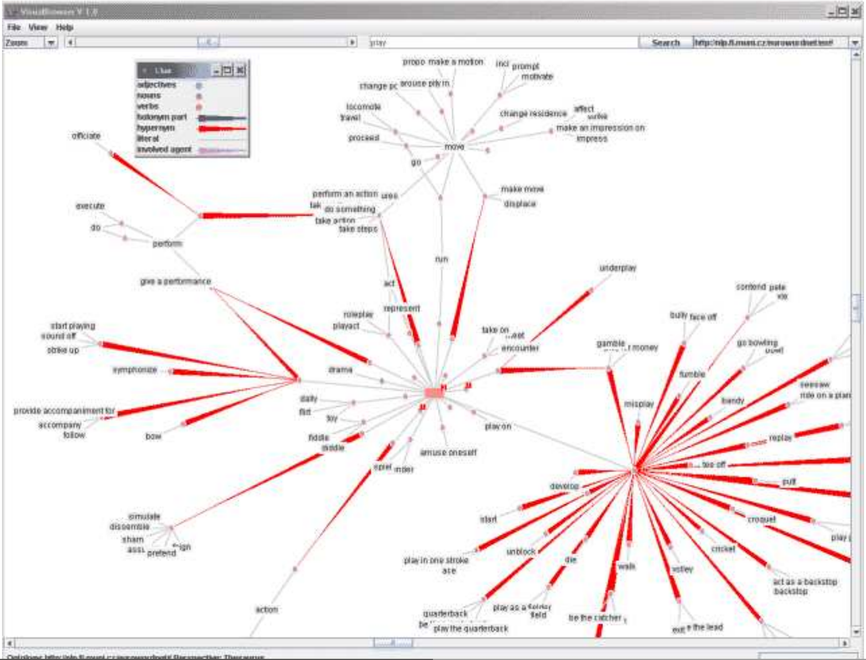
Vzory a výjimky – příklad

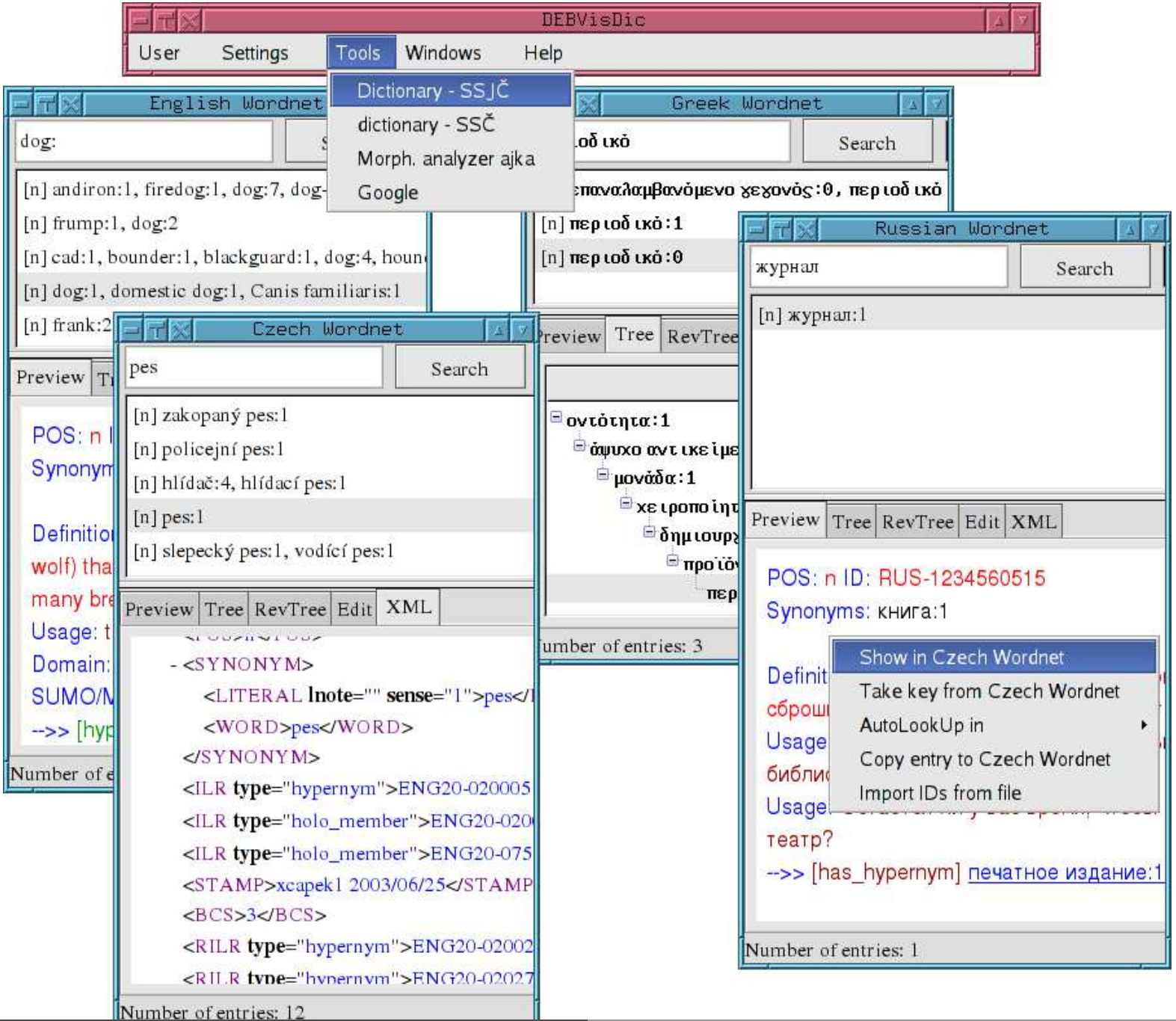
- "všichni ptáci mají křídla."
- "všichni ptáci umí létat."
- "ptáci se zlomenými křídly jsou ptáci, ale neumí létat."
- "tučnáci jsou ptáci, ale neumí létat."
- "kouzelní tučňáci jsou tučňáci, kteří umí létat."
- kdo umí létat:
  - "Penelope je pták." $\Rightarrow$ "Penelope umí létat"
  - "Penelope je tučnák." $\Rightarrow$ "Penelope neumí létat"
  - "Penelope je kouzelný tučnák." $\Rightarrow$ "Penelope umí létat"
- všimněte si, že víra v hodnotu vlastnosti objektu se může měnit s příchodem nových informací o klasifikaci objektu

Aplikace sémantických sítí

(Princeton) WordNet – `http://wordnet.princeton.edu/`

- sématická síť 100.000 (anglických) pojmů, zachycuje:
  - synonyma, antonyma (významově stejná/opačná)
  - hyperonyma, hyponyma (podtřídy)
  - odvozenost a další jazykové vztahy
- tvoří se národní wordnety (navázané na anglický WN)
  český wordnet – cca 30.000 pojmů
- nástroj na editaci národních wordnetů – DEBVisDic, vyvinutý na FI MU
- VisualBrowser –
  `http://nlp.fi.muni.cz/projekty/visualbrowser/`
  nástroj na vizualizaci (sémantických) sítí, vznikl jako DP na FI MU


File View Help
Search
adjectives
nouns
verbs
holonym part
hypernym
literal
involved agent
move
go
proceed
travel
locomote
change residence
make an impression on
impress
affect
prompt
motivate
officiate
execute
do
perform
perform an action
do something
take action
take steps
make move
displace
run
give a performance
act
represent
roleplay
playact
start playing
sound off
strike up
symphonize
drama
provide accompaniment for
accompany
follow
bow
dally
flirt
toy
fiddle
play on
amuse oneself
take on
encounter
underplay
gamble
misplay
fumble
bandy
replay
tee off
putt
croquet
cricket
volley
walk
die
unblock
start
develop
act as a backstop
backstop
be the catcher
quarterback
play the quarterback
play in one stroke
ace
simulate
dissemble
sham
pretend
action
go bowling
bully
face off
seesaw
ride on a plank


DEBVisDic
User
Settings
Tools
Windows
Help
Dictionary - SSJČ
dictionary - SSČ
Morph. analyzer ajka
Google
English Wordnet
dog:
[n] andiron:1, firedog:1, dog:7, dog-
[n] frump:1, dog:2
[n] cad:1, bounder:1, blackguard:1, dog:4, houn
[n] dog:1, domestic dog:1, Canis familiaris:1
[n] frank:2
Preview
POS: n
Synonym
Definitio
wolf) tha
many bre
Usage: t
Domain:
SUMO/M
-->> [hyp
Number of e
Greek Wordnet
Search
[n] περιοδικό:1
[n] περιοδικό:0
Preview
Tree
RevTree
umber of entries: 3
Czech Wordnet
pes
Search
[n] zakopaný pes:1
[n] policejní pes:1
[n] hlídač:4, hlídací pes:1
[n] pes:1
[n] slepecký pes:1, vodící pes:1
Preview
Tree
RevTree
Edit
XML
- <SYNONYM>
<LITERAL lnote="" sense="1">pes</
<WORD>pes</WORD>
</SYNONYM>
<ILR type="hypernym">ENG20-020005
<ILR type="holo_member">ENG20-020
<ILR type="holo_member">ENG20-075
<STAMP>xcapek1 2003/06/25</STAMP
<BCS>3</BCS>
<RILR type="hypernym">ENG20-02002
Number of entries: 12
Russian Wordnet
журнал
Search
[n] журнал:1
Preview
Tree
RevTree
Edit
XML
POS: n ID: RUS-1234560515
Synonyms: книга:1
Show in Czech Wordnet
Take key from Czech Wordnet
AutoLookUp in
Copy entry to Czech Wordnet
Import IDs from file
театр?
-->> [has_hypernym] печатное издание:1
Number of entries: 1

Rámce

Rámce (*frames*):

- varianta sémantických sítí
- velice populární pro reprezentaci znalostí v expertních systémech
- všechny informace relevantní pro daný pojem se ukládají do univerzálních struktur – rámců
- stejně jako sémantické sítě, rámce podporují dědičnost
- OO programovací jazyky vycházejí z teorie rámců

Rámce – příklad

rámec obsahuje objekty, *sloty* a hodnoty slotů

příklady rámců:

savec:		
	podtřída:	zvíře
	část:	hlava
	**má_kožich*:	ano
slon:		
	podtřída:	savec
	**barva*:	šedá
	**velikost*:	velký
Nellie:		
	instance:	slon
	mít_rád:	jablka

'*' označuje vzorové hodnoty, které mohou měnit hodnoty u podtříd a instancí

Sémantické sítě × rámce

sémantické sítě	rámce
uzly	objekty
spoje	sloty
uzel na druhém konci spoje	hodnota slotu

deskripční logika – logický systém, který manipuluje přímo s rámci

Pravidlové systémy

- snaha zachytit produkčními pravidly znalosti, které má expert
- obecná forma pravidel

  IF *podmínka*
  THEN *akce*

  - podmínky – booleovské výrazy, dotazy na hodnoty proměnných
  - akce – nastavení hodnot proměnných, příznaků, ...
- důležité vlastnosti:
  - znalosti mohou být strukturovány do modulů
  - systém může být snadno rozšířen přidáním nových pravidel beze změny zbytku systému

Metody pro práci s nejistotou

definujme akci A_t jako "Vyrazit na letiště t hodin před odletem letadla."
jak najít odpověď na otázku "*Dostanu se akcí A_t na letiště včas?*"

- defaultní/nemonotónní logika

  Předpokládejme, že nepíchnu cestou kolo.
  Předpokládejme, že A_5 bude OK, pokud se nenajde protipříklad.

- pravidla s faktory nejistoty

  $A_5 \mapsto_{0.3}$ dostat se na letiště včas.
  zalévání $\mapsto_{0.99}$ mokrý trávník
  mokrý trávník $\mapsto_{0.7}$ déšť

- pravděpodobnost

  Vzhledem k dostupným informacím, A_3 mě tam dostane včas s pravděpodobností 0.05.
  Použití náhodných proměnných a pravidel pro výpočet pravděpodobnosti logicky souvisejících událostí (podmíněná pravděpodobnost, bayesovské pravidlo, ...)

Slovníky a specializované lexikony

Slovníky typicky obsahují:

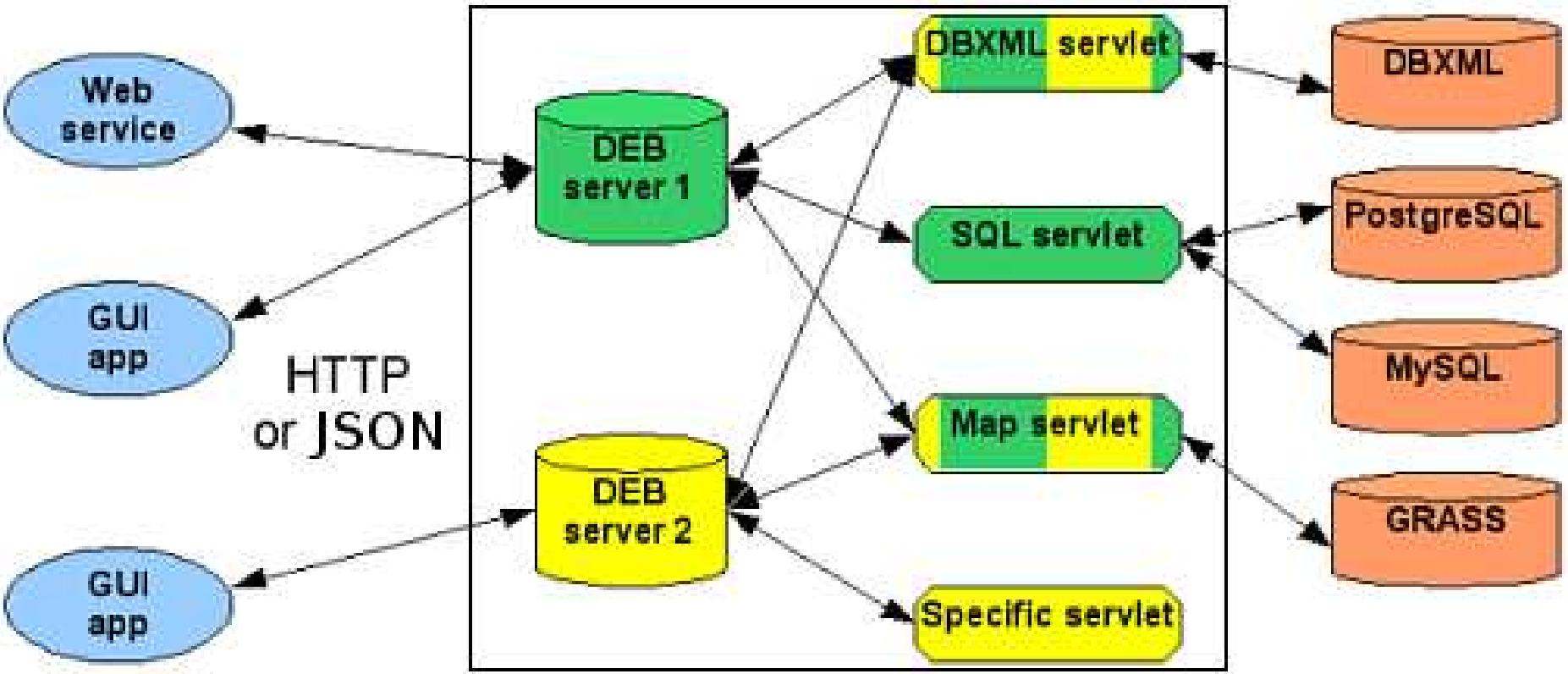
- specifikace formy:
  - grafická podoba – alternativy, dělení, velká počáteční písmena
  - zvuková podoba – výslovnost a její alternativy, slabiky, přízvuk, výška
- gramatické (morfo-syntaktické) informace – slovní druh a příslušné gramatické kategorie, morfologický vzor?
- specifikace významu – hierarchie

slovník uvádí významy listémů, encyklopedie informace o jejich denotátech

specializované lexikony a encyklopedie (znalost odborníků a rozdílné předpoklady a pohledy)

DEB – platforma pro vývoj slovníků

- platforma pro vývoj systémů na psaní slovníků
  - `http://deb.fi.muni.cz/`
  - pracuje s hesly ve formě XML struktury
- striktní klient-server architektura
- server
  - specializované moduly – *servlety*
  - databázové úložiště
- klient
  - jen jednoduchá funkcionalita
  - GUI i web rozhraní – postavený na *Mozilla Engine*

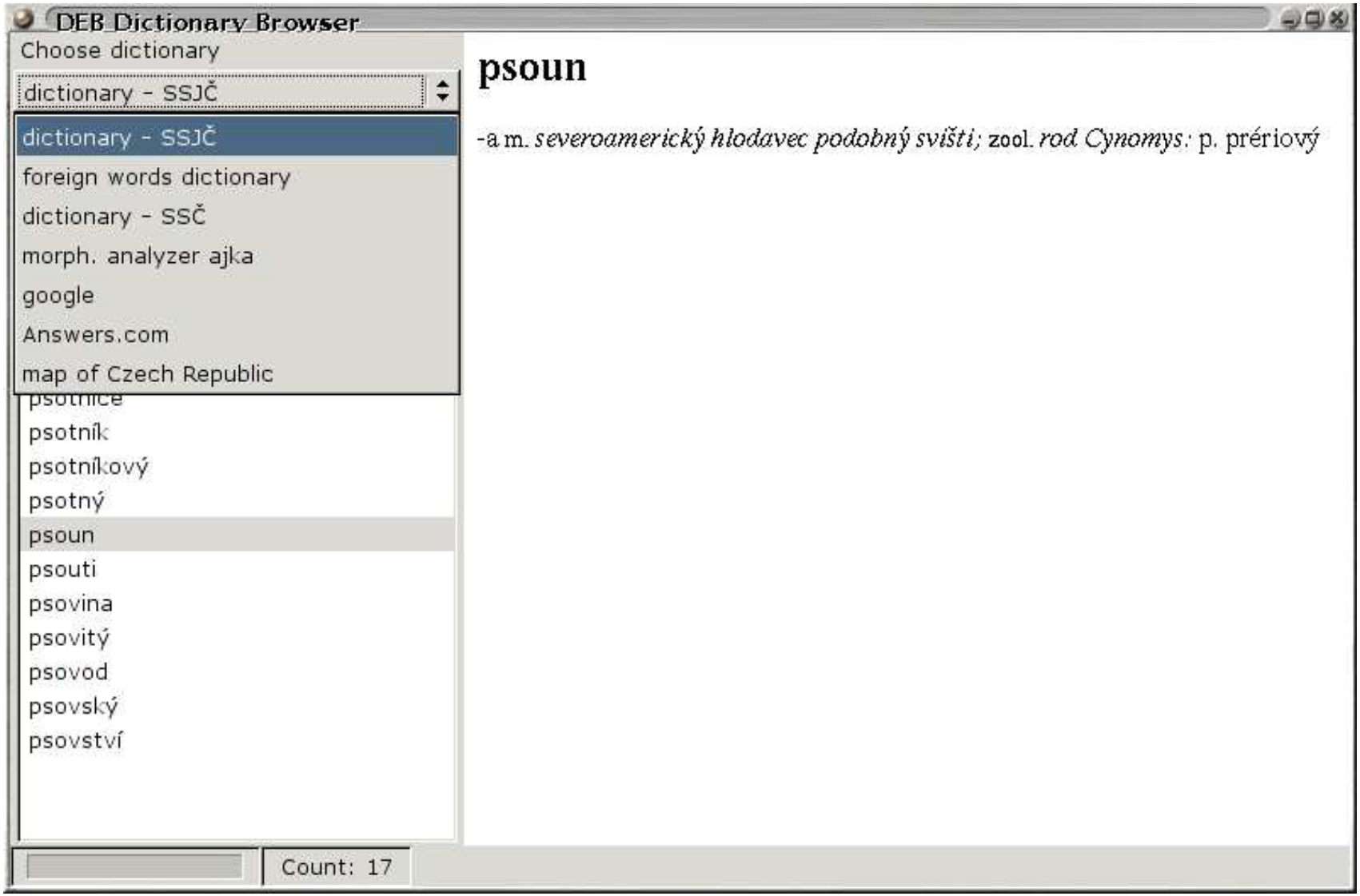


DEB používá komunikaci typu AJAX

DEBDict – příklad DEB klienta

jednoduchý klient původně určený pro demo základních funkcí

- dostupný jako instalovatelné rozšíření Firefoxu i jako vzdálená webová služba
- vícejazyčné uživatelské rozhraní (angličtina, čeština, další lze snadno doplnit)
- dotazy do několika XML slovníků s různou strukturou, výsledky jsou zpracovány XSLT transformací
- napojení na český morfologický analyzátor
- napojení na externí webové stránky (Google, Answers.com, Wikipedia)
- napojení na geografický informační systém – zobrazení geografických odkazů přímo na mapě


DEB Dictionary Browser
Choose dictionary
dictionary - SSJČ
dictionary - SSJČ
foreign words dictionary
dictionary - SSČ
morph. analyzer ajka
google
Answers.com
map of Czech Republic
psotnice
psotník
psotníkový
psotný
psoun
psouti
psovina
psovitý
psovod
psovský
psovství
psoun
-a m. severoamerický hlodavec podobný svišti; zool. rod Cynomys: p. prériový
Count: 17

České valenční lexikony

specializované lexikony slovesných valencí:

- syntaktické valenční rámce Brief (FI MU, od 1997) cca 15,000 sloves:

```
lámat <v>hPTc4,hPTc4-hTc7,hPc3-hTc4
```

- valenční rámce v českém wordnetu (FI MU 2000), cca 3,000 slovesných literálů (sloveso+význam):

```
synset: lámat:3, dobývat:1, těžit:2
valence: kdo1*AG(person:1)=co4*SUBS(substance:1)
valence: co1*AG(institution:1)=co4*SUBS(substance:1)
```

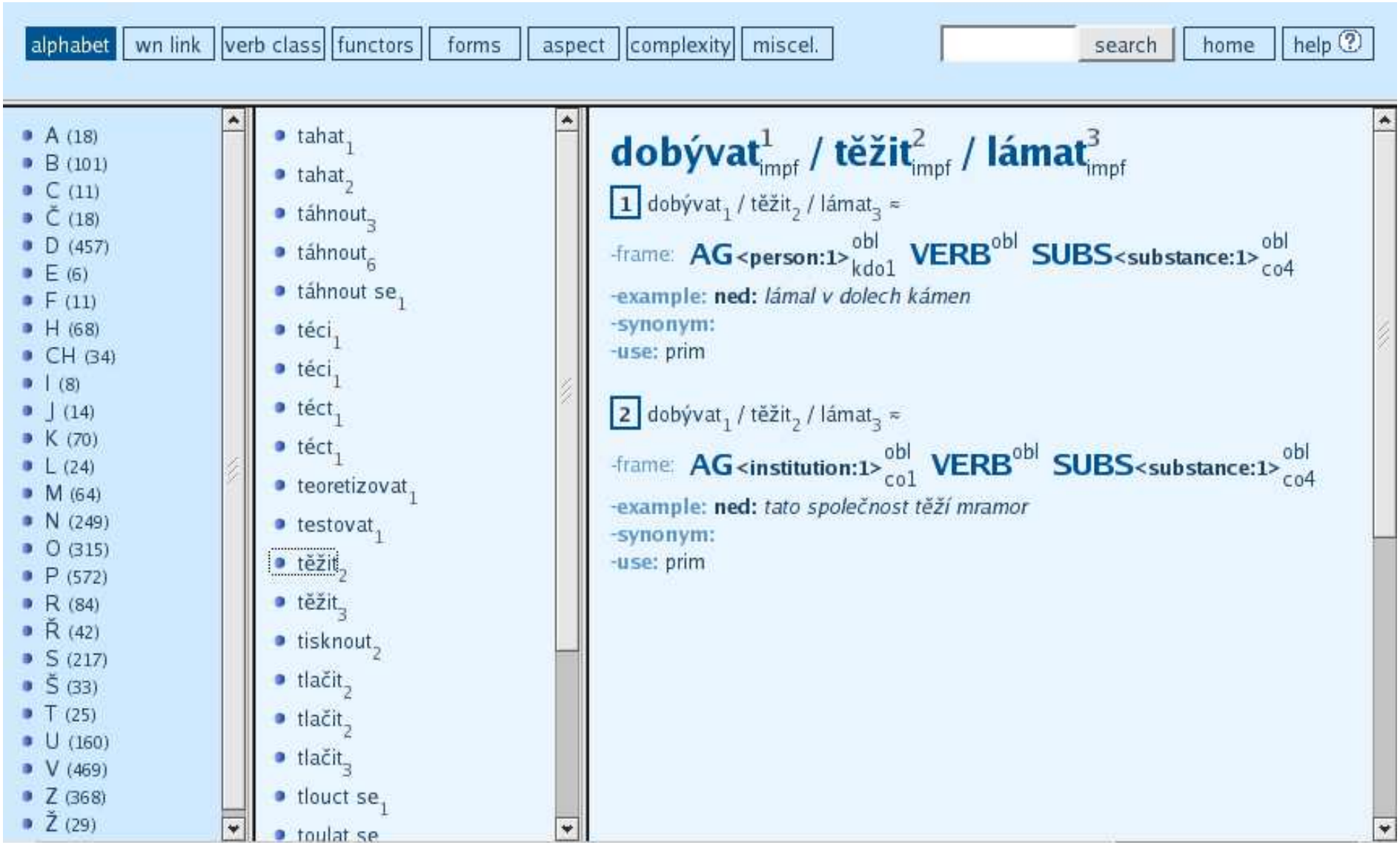
- pražský lexikon Vallex 1.0, na začátku roku 2005 cca 1,000 sloves (teď snad až 4,000):

```
~ impf: lámat
+ ACT(1;obl) PAT(4;obl)
```

Valeční lexikon VerbaLex

- vznikl na začátku roku 2005, využívá všech dostupných zdrojů
- edituje se v jednoduchém textovém formátu, který se pro další zpracování převádí do XML
- vlastnosti:
  - dvouúrovňové sémantické role
  - odkazy na hypero/hyponymickou hierarchii v českém wordnetu
  - odlišení životnosti a neživotnosti větných členů
  - implicitní pozice slovesa
  - valenční rámce se odkazují na číslované významy sloves
- exporty z XML do HTML pro prohlížení a PDF pro tisk

VerbaLex v HTML



Využití valencí v sémantické analýze

reprezentace slovesného rámce:

1. syntaktické rysy:

   dávat něco$_{\text{neživ.NP, 4.pád, bez předložky}}$
   někomu$_{\text{živ.NP, 3.pád, bez předložky}}$

2. sémantické rysy:

   dávat Patiens Addressee

3. funkce významu:

   dávat $x\ y \ldots (o(o\pi)(o\pi))_\omega$, slovesný objekt
   $dávat/(o(o\pi)(o\pi))_\omega \iota\iota \qquad x \ldots \iota \qquad y \ldots \iota : s_{wt}y, s \ldots (o\iota)_{\tau\omega}$

překlad z valenčního výrazu do funkce významu:

$$\text{typ argumentu} = \text{typ} \begin{cases} \blacktriangleright \text{ jmenné skupiny} \\ \blacktriangleright \text{ příslovečné fráze} \\ \blacktriangleright \text{ vedlejší věty} \\ \blacktriangleright \text{ infinitivu} \end{cases}$$