

PA153 Počítačové zpracování přirozeného jazyka

05 – Sémantika II

(logická reprezentace, od věty k diskurzu)

Karel Pala, Zuzana Nevěřilová

Centrum ZPJ, FI MU, Brno

26. října 2017

- 1 Lexikální význam a kontext
- 2 Kontext
- 3 Větná sémantika, logická sémantika
- 4 Sloveso jako predikát

Lexikální význam a kontext

lexikální význam: izolovaný význam slov

plnovýznamové (autosémantické) lexikální jednotky (LU):

- substantiva
- adjektiva
- verba
- adverbia

černý, moci, nechat, být, tak, vlastně

pomocné (syntaktické) LU: z, proč, jak, ten

ostatní: kykyryký

Lexikální význam a kontext

Krakutel z jejich mrusy se ploc blutkal, načež potom tražil také všechny své stěvače.

Lexikální význam a kontext

Vyšetřovatel jopuz hrych vlády tre moc naštval, bruvěž slekym rozžuřil vičké kruký moré posluchače.

Lexikální význam a kontext

Krakutel z jejich mrusy se ploc blutkal, načež potom tražil také všechny své stěvače.

Vyšetřovatel jopuz hrych vlády tre moc naštval, bruvěž slekym rozzuřil vičké kruký moré posluchače.

Vyšetřovatel z jejich vlády se moc naštval, načež potom rozzuřil také všechny své posluchače.

Kontext

- verbální kontext (co bylo řečeno, co bude následovat)
- situační kontext (místo, čas, počet komunikačních partnerů, jejich vzájemný vztah, presupozice mluvčího)
komunikační situace: $KS = s, a, o_1, \dots, o_n, p, t$,
kde s – mluvčí, a – adresát, o_1, \dots, o_n – promluvové objekty, p – místo komunikace, t – čas komunikace
presupozice mluvčího: společná báze znalostí (to, co není třeba zmiňovat)
- sociální kontext (vzdělání, zkušenost, životní podmínky, status sociální skupiny)

Kontext

- **verbální kontext (co bylo řečeno, co bude následovat)**
- situační kontext (místo, čas, počet komunikačních partnerů, jejich vzájemný vztah, presupozice mluvčího)
komunikační situace: $KS = s, a, o_1, \dots, o_n, p, t$,
kde s – mluvčí, a – adresát, o_1, \dots, o_n – promluvové objekty, p – místo komunikace, t – čas komunikace
presupozice mluvčího: společná báze znalostí (to, co není třeba zmiňovat)
- sociální kontext (vzdělání, zkušenost, životní podmínky, status sociální skupiny)

Kontext

Jak zkoumat verbální kontext:

- v době „předkorpusové“
- konkordance v korpusu (středně velké korpusy)
- slovní profily (*word sketches*) (velké korpusy)

kandidát

czTenTen12 [Majka] frekvence = [213578](#) (39.3 v milionu)

a_modifier	90268	-1.4	post_na	45490	-7.3	gen_2	22232	-0.9
prezidentský	5105	10.02	post	2878	8.8	hodnost	258	7.01
žhavý	2404	9.23	primátor	1617	8.14	zvolení	161	6.62
závislý	4647	8.74	prezident	3946	7.52	pětice	139	6.49
vhodný	9792	8.43	senátor	701	7.35	nominance	272	6.31
republikánský	1055	8.34	eurokomisara	216	7.27	slyšení	109	6.28
navržený	1516	8.28	pozice	4181	7.2	výběr	1822	6.11
horký	2315	8.19	děkan	382	7.15	představování	62	6.11
opoziční	745	7.42	rektor	321	7.03	navrhování	91	6.08

Kontext a slovní profily (*word sketches*)

Jak vypočítat slovní profily?

Kontext a slovní profily (*word sketches*)

Jak vypočítat slovní profily?
word sketch grammar (ukázka)



význam věty: význam slov + syntaktické vztahy mezi větnými složkami
(princip kompozicionality)

Compositionality Principle:

- The meaning of the whole is a function of the meaning of the parts and the mode of combining them.
- The meaning of a complex expression is uniquely determined by the meaning of its constituents and the syntactic construction used to combine them.

Logická sémantika

- redukuje lexikální význam LU na logický typ (individuum, čas, ...)
- zůstává predikátová struktura u sloves, příp. deverbativ
- propozice mají pravdivostní hodnotu

propozice¹: informační obsah věty vyjádřený větou pronesenou v určitém kontextu

více různých vět může vyjadřovat tutéž propozici:

The Earth is round. Země je kulatá. Zeměkoule, to je koule.

¹<http://plato.stanford.edu/entries/propositions-structured/>

Logická sémantika a predikátová logika

Predikátová logika 1. řádu (First Order Predicate Logic) [Mendelson, 1997]

- termy: proměnné (x), funkce ($f(x)$)
- predikátové symboly ($P(x)$)
- logické spojky ($\vee, \wedge, \neg, \Rightarrow, \Leftrightarrow$)
- kvantifikátory (\forall, \exists)
- symbol rovnosti ($=$)
- mimologické symboly (aritmetické symboly, řetězce atd.)

Logická sémantika a predikátová logika

Kdo nebude znát malou násobilku, dostane hodnocení F.

Logická sémantika a predikátová logika

Kdo nebude znát malou násobilku, dostane hodnocení F.

$\forall x : \neg Z(x, \text{"malá násobilka"}) \Rightarrow H(x, \text{"F"})$

$(Z(x, y) - x \text{ zná } y, H(x, y) - x \text{ dostal hodnocení } y)$

Logická sémantika a predikátová logika

Kdo nebude znát malou násobilku, dostane hodnocení F.

$\forall x : \neg Z(x, \text{"malá násobilka"}) \Rightarrow H(x, \text{"F"})$

$(Z(x, y) - x \text{ zná } y, H(x, y) - x \text{ dostal hodnocení } y)$

Petr nezná malou násobilku.

Logická sémantika a predikátová logika

Kdo nebude znát malou násobilku, dostane hodnocení F.

$\forall x : \neg Z(x, \text{"malá násobilka"}) \Rightarrow H(x, \text{"F"})$

$(Z(x, y) - x \text{ zná } y, H(x, y) - x \text{ dostal hodnocení } y)$

Petr nezná malou násobilku.

$\neg Z(\text{"Petr"}, \text{"malá násobilka"})$

Logická sémantika a predikátová logika

Kdo nebude znát malou násobilku, dostane hodnocení F.

$\forall x : \neg Z(x, \text{"malá násobilka"}) \Rightarrow H(x, \text{"F"})$

$(Z(x, y) - x \text{ zná } y, H(x, y) - x \text{ dostal hodnocení } y)$

Petr nezná malou násobilku.

$\neg Z(\text{"Petr"}, \text{"malá násobilka"})$

Úsudek:

$\neg Z(\text{"Petr"}, \text{"malá násobilka"}) \Rightarrow H(\text{"Petr"}, \text{"F"})$

Logická sémantika a predikátová logika

Kdo nebude znát malou násobilku, dostane hodnocení F.

$\forall x : \neg Z(x, \text{"malá násobilka"}) \Rightarrow H(x, \text{"F"})$

$(Z(x, y) - x \text{ zná } y, H(x, y) - x \text{ dostal hodnocení } y)$

Petr nezná malou násobilku.

$\neg Z(\text{"Petr"}, \text{"malá násobilka"})$

Úsudek:

$\neg Z(\text{"Petr"}, \text{"malá násobilka"}) \Rightarrow H(\text{"Petr"}, \text{"F"})$

je pravdivý

Logická sémantika a predikátová logika

Vyzkoušejte:

Komu se nelení, tomu se zelení.

Honza se odrazil od podlahy a vyskočil do dvou metrů.

Tahle vláda není ani ryba ani rak.

Logická sémantika a predikátová logika

Vyzkoušejte:

Komu se nelení, tomu se zelení.

$$\forall x : N(x) \Rightarrow Z(x)$$

Honza se odrazil od podlahy a vyskočil do dvou metrů.

Tahle vláda není ani ryba ani rak.

Logická sémantika a predikátová logika

Vyzkoušejte:

Komu se nelení, tomu se zelení.

$$\forall x : N(x) \Rightarrow Z(x)$$

Honza se odrazil od podlahy a vyskočil do dvou metrů.

$O(\text{"Honza"}, \text{"podlaha"})$

$V(\text{"Honza"}, \text{"2 metry"})$

Tahle vláda není ani ryba ani rak.

Logická sémantika a predikátová logika

Vyzkoušejte:

Komu se nelení, tomu se zelení.

$$\forall x : N(x) \Rightarrow Z(x)$$

Honza se odrazil od podlahy a vyskočil do dvou metrů.

$O(\text{"Honza"}, \text{"podlaha"})$

$V(\text{"Honza"}, \text{"2 metry"})$

Tahle vláda není ani ryba ani rak.

$\neg(\text{"tahle vláda"} = \text{"ryba"}) \wedge \neg(\text{"tahle vláda"} = \text{"rak"})$

Limity predikátové logiky

- ne všechny konstrukce v přirozeném jazyce jsou propozice
 - ▶ Dobrý den. Děkuji vám.
 - ▶ Kdybych tak měl milión ...
 - ▶ Nedá se nic dělat.
- ne všechny propozice jsou 1. řádu
Všichni lidé mají společné vlastnosti.
 $\exists V \forall x : V(x)$
- v přirozeném jazyce je mnohem víc kvantifikátorů
 - ▶ většina
 - ▶ velká část
 - ▶ kdekdo
 - ▶ pár lidí, skoro nikdo, pokud vůbec někdo
- implicitní existence

Predikátová logika, typy argumentů

$Z(x, y)$ – x žije v y

Honza žil v Brně.

$Z(\text{"Honza"}, \text{"Brno"})$

Predikátová logika, typy argumentů

$Z(x, y)$ – x žije v y

Honza žil v Brně.

$Z(\text{"Honza"}, \text{"Brno"})$

Honza žil ještě v sobotu.

$Z(\text{"Honza"}, \text{"sobota"})$

Predikátová logika, typy argumentů

$Z(x, y)$ – x žije v y

Honza žil v Brně.

$Z(\text{"Honza"}, \text{"Brno"})$

Honza žil ještě v sobotu.

$Z(\text{"Honza"}, \text{"sobota"})$

$Z(x, y)$ – x žije v y a y je místo

Predikátová logika, typy argumentů

$Z(x, y)$ – x žije v y

Honza žil v Brně.

$Z(\text{"Honza"}, \text{"Brno"})$

Honza žil ještě v sobotu.

$Z(\text{"Honza"}, \text{"sobota"})$

$Z(x, y)$ – x žije v y a y je místo

typované logiky

Sloveso jako predikát

sloveso (příp. deverbativum) jako predikát, větné členy jako argumenty predikátu

valence

Sloveso jako predikát

Kluk rozbil okno.

Kámen vletěl do okna a rozbil ho.

Okno se rozbilo.

rozbít: AG(osoba) ART(výrobek) INS(nástroj)

Sloveso jako predikát

Kluk rozbil okno.

Kámen vletěl do okna a rozbil ho.

Okno se rozbilo.

rozbít: AG(osoba) ART(výrobek) INS(nástroj)

kluk osoba

kámen nástroj

okno výrobek

Valenční slovníky

české:

- Vallex: In VALLEX 2.x, there are roughly 2,730 lexeme entries containing together around 6,460 lexical units (“senses”).²
- VerbaLex:³
 - ▶ 21032 literálů (sloveso + význam)
 - ▶ 10469 slovesných lemmat

anglické:

- VerbNet: 8537 total verbs represented⁴

²<http://ufal.mff.cuni.cz/vallex/2.6/doc/home.html>

³<http://nlp.fi.muni.cz/cs/VerbaLex>

⁴<http://verbs.colorado.edu/verb-index/index.php>

Valenční slovníky: Vallex

VALLEX 2.6

alphabet

class

functors

forms

aspect

control

reflex.

recipr.

complexity

VALEVAL

- F (10)
- **G**
- H (51)
- CH (22)
- I (17)
- J (13)
- K (73)
- L (37)
- M (53)
- N (133)

- zlobit, zlobivat
- zlobit se, zlobívat se
- zlomit se, zlámat se
- zmačknout, zmačkat
- zmačknout se, zmačkat se
- zmahat, zmoci/zmoci
- zmahat se, zmoci se/zmoci se
- zmapovat

zmařit^{pf}

1 ≈ **zkazit; zničit**

-frame: **ACT**₁^{obl} **PAT**₄^{obl} **BEN**₃^{typ} **MEANS**₇^{typ}

-example: zmařil celé jednání svou nezodpovědností; zmařil mu život

-rfi: pass: jeho podvatrné plány se naštěstí dopředu zmařily

Valenční slovníky: VerbaLex

Verb classes

- admit-64 (65)
- adopt-91 (4)
- allow-63 (69)
- animal_sounds-38 (60)
- approve-75 (91)
- assessment-34 (50)
- **avoid-52 (51)**
- banish-10.2 (55)
- battle-36.3 (8)
- bodyinternalmotion-49 (131)
- build-26.1-4 (7)

Verb class

"destroy-44"

- babrat₁
- bořit₁
- bořit₂
- bourat₁
- bourat₄
- brakovat₃
- brát₂₇
- břídit₁
- demolovat₁

zmařit^{pf}₃ **zničit**^{pf}₅ **rozbít**^{pf}₃

mařit^{impf}₃ **ničit**^{impf}₅ **rozbíjet**^{impf}₃

1 zmařit₃, mařit₃ ≈

2 rozbít₃, rozbíjet₃, zničit₅, ničit₅ ≈

-frame: **GROUP** <institution:1> ^{obl}_{i1} **VERB** ^{obl} **GROUP** <institution:1> ^{obl}_{i4}

-example: *policie rozbila zločinecký gang (pf)*

Valenční slovníky: VerbNet

ROLES

- AGENT [+INT_CONTROL]
- PATIENT [+CONCRETE]
- INSTRUMENT [+CONCRETE]

FRAMES

NP V NP

EXAMPLE "The Romans destroyed the city."

SYNTAX AGENT V PATIENT

SEMANTICS CAUSE(AGENT, E) DESTROYED(RERESULT(E), PATIENT)

NP V NP PP.INSTRUMENT

EXAMPLE "The builders destroyed the warehouse with explosives."

SYNTAX AGENT V PATIENT {WITH} INSTRUMENT

SEMANTICS CAUSE(AGENT, E) USE(DURING(E), AGENT, INSTRUMENT) DESTROYED(RERESULT(E), PATIENT)

NP.INSTRUMENT V NP

EXAMPLE "The explosives destroyed the warehouse."

SYNTAX INSTRUMENT V PATIENT

SEMANTICS CAUSE(?AGENT, E) USE(DURING(E), ?AGENT, INSTRUMENT) DESTROYED(RERESULT(E), PATIENT)

Zachycení významu ve valenčním rámci

Verb classes	Verb class "destroy-44"	
<ul style="list-style-type: none">• admit-64 (65)• adopt-91 (4)• allow-63 (69)• animal_sounds-38 (60)• approve-75 (91)• assessment-34 (50)• avoid-52 (51)• banish-10.2 (55)• battle-36.3 (8)• bodyinternalmotion-49 (131)• build-26.1-4 (7)	<ul style="list-style-type: none">• babrat₁• bořit₁• bořit₂• bourat₁• bourat₄• brakovat₃• brát₂₇• brřdit₁• demolovat₁	<p>zmařit^{pf}₃ zničit^{pf}₅ rozbít^{pf}₃</p> <p>mařit^{impf}₃ ničit^{impf}₅ rozbíjet^{impf}₃</p> <p>1 zmařit₃, mařit₃ ≈</p> <p>2 rozbít₃, rozbíjet₃, zničit₅, ničit₅ ≈</p> <p>-frame: GROUP <institution:1>_{i1} VERB ^{obl} GROUP <institution:1>_{i4} ^{obl}</p> <p>-example: policie <i>rozbila</i> zločinecký gang (pf)</p>

- sloveso a jeho synonyma (synset)
- překlad
- slovesná třída (slovesa komunikace, slovesa ničení ... [Wu and Palmer, 1994])
- slovesné rámce (jednotlivé případy užití slovesného synsetu)
- počet argumentů (slotů)
- syntaktické informace (větné členy: pořadí, pád, příp. předložka)
- sémantické role
- výběrová omezení (typický reprezentant)

Propojení valenčních rámců: od slovníků k sémantické síti

popisy typických situací: skripty (scénáře), rámce: nakupovat, měřit, dolovat, zemřít

- návrhy od 70. let: Schank, Abelson, Minsky
- aplikace (datové zdroje): od 90. let FrameNet ⁵

⁵<https://framenet.icsi.berkeley.edu/fndrupal/>

Propojení valenčních rámců: FrameNet

Definition:

This transparent noun frame is concerned with **Units** for measuring the **Area** of regions.
Hillary lives in the middle of **10 ACRES** of wheat.

Paul owns **20 HECTARES** of land.

Semantic Type: Transparent Noun

FEs:

Core:

Area □

Excludes: Occupant

The region whose surface is being measured.

Klaas has a 10 **ACRE** peach **orchard**

Count □

The number of **Units**.

Smiley owns **fifteen** **HECTARES** of prime real estate.

Odkazy I



Mendelson, E. (1997).

Introduction to Mathematical Logic.

Discrete Mathematics and Its Applications Series. Chapman & Hall.



Wu, Z. and Palmer, M. (1994).

Verbs semantics and lexical selection.

In *Proceedings of the 32nd annual meeting on Association for Computational Linguistics*, ACL '94, pages 133–138, Stroudsburg, PA, USA. Association for Computational Linguistics.