Sémantika a intenzionální sémantika

Aleš Horák

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

Obsah:

- Sémantika
- Intenzionální sémantika

Sémantika

studium významu – rozdílné, i když překrývající se přístupy různých vědeckých disciplín:

- **filosofie** – Jak je možné, že něco vůbec něco znamená?
  Jaký typ relace musí být mezi X a Y, aby X znamenalo Y? (filosofie jazyka)
- **psychologie** – psycholingvistika – experimentální studie, jak jsou významy reprezentovány v mysli a jaké mechanismy ovlivňují při kódování a dekódování zpráv (délka odezvy u konkrét a abstrakt se liší)
- **neurologie** – jak jsou psychologické stavy a procesy *implementovány* na úrovni neuronů v mozku

Význam v jazyce

Rozdělení studia významu v jazyce:

- **lexikální sémantika**
- **gramatická sémantika** – větné fráze, slovotvorba
- **logická sémantika** – výroková, predikátová a vyšší logiky
- **lingvistická pragmatika**

entail = znamenat, vyplývat; nutnost a očekávanost

1. X přestal zpívat ?→? X nepokračoval ve zpěvu
2. X je kočka ?→? je zvíře
3. X je v jiném stavu ?→?X je žena
4. X je fyzikální objekt ?→? X má hmotnost
5. X je čtyřnožec ?→? X má čtyři nohy
6. X je žena Y ?→? X není dcera Y

Princip kompozicionality

> *Význam složeného tvrzení je funkcí významu jednotlivých komponent.*

(je určován, je odhadnutelný, každá složka hraje význam?)
omezení PK: idiomy, ustrnulé metafory, kolokace, klišé

listém je jazykový výraz, jehož význam není určen významy jeho částí (pokud existují), a který si tedy uživatel jazyka musí zapamatovat jako kombinaci formy a významu.

Problémy při analýze přirozeného jazyka

- víceznačnost
- anaforické výrazy
- indexické výrazy
- nejasnost
- nekompozicionalita
- struktura promluvy
- metonymie
- metafory

Víceznačnost

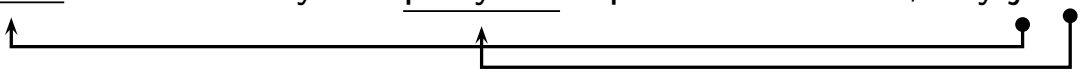
- *ambiguity*
- **víceznačnost** může být **lexikální**, **syntaktická**, **sémantická** a **referenční**
- lexikální – "stát," "žena," "hnát"
- syntaktická – "Jím špagety s masem."
  "Jím špagety se salátem."
  "Jím špagety s použitím vidličky."
  "Jím špagety se sebezapřením."
  "Jím špagety s přítelem."
- sémantická – "Jeřáb je vysoký." "Viděli jsme veliké oko."
- referenční – "Oni přišli pozdě." "Můžeš mi půjčit knihu?"
  "Ředitel vyhodil dělníka, protože (on) byl agresivní."

Anaforické a indexické výrazy

anaforické výrazy:

- *anaphora*
- používají **zájmena** pro odkazování na objekty zmíněné **dříve**
- "Poté co se Honza s Marií rozhodli se vzít, (oni) vyhledali kněze, aby je oddal."

- "Marie uviděla ve výloze prstýnek a požádala Honzu, aby jí ho koupil."



indexické výrazy:

- *indexicals*
- **odkazují** se na údaje v **jiných částech** promluvy a **mimo** promluvu
- "Já jsem tady."
- "Proč jsi to udělal?"

Metafora a metonymie

metafora:

- *metaphor*
- použití slov v **přeneseném významu** (na základě podobnosti), často systematicky
- "Zkoušel jsem ten proces zabít, ale nešlo to."
- "Bouře se vzteká."

metonymie:

- *metonymy*
- používání **jména** jedné **věci** pro (často zkrácené) označení **věci jiné**
- "Čtu Shakespeara."
- "Chrysler oznámil rekordní zisk."
- "Ten pstruh na másle u stolu 3 chce další pivo."

Nekompozicionalita

- *noncompositionality*
- příklady **porušení pravidla kompozicionality** u ustálených termínů nebo přednost jiného možného významu při určitých spojeních
- "aligátoří boty," "basketbalové boty," "dětské boty"
- "pata sloupu"
- "červená kniha," "červené pero"
- "bílý trpaslík"
- "dřevěný pes," "umělá tráva"
- "velká molekula"

Logická analýza přirozeného jazyka

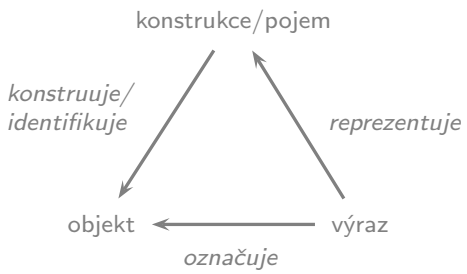
logická analýza PJ – analýza **významu** výrazů (vět) PJ
přirozený **jazyk** = nástroj *pojmového* uchopení reality
pojem – kritéria/procedury umožňující identifikovat různé konkrétní a abstraktní objekty

např. "planeta" – třída nebeských těles s určitými charakteristikami – obíhá po oběžné dráze kolem stálice, není zdrojem světla, ...

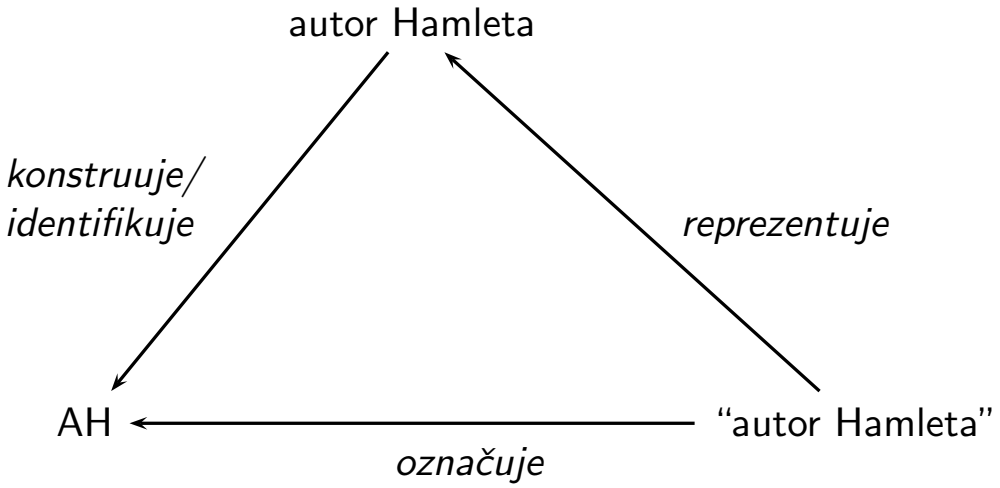
- **pojem** $\neq$ **výraz** – např. výrazy v různých jazycích často reprezentují stejný pojem (pojem("prvočíslo") $\equiv$ pojem("prime number"))
- **pojem** $\neq$ **představa** – představa je *subjektivní*, pojem je **objektivní**
- pojmy mohou identifikovat různé objekty:
  - jedno individuum – **individuální pojmy** (např. Petr, Pegas, prezident ČR)
  - třídu objektů – **vlastnost** (např. červený, šelma, hora)
  - *n*-člennou relaci – **vztah** (např. otec (někoho), křivdit (někdo někomu))
  - pravdivostní hodnotu – **propozice** (např. v Brně prší)
  - funkcionální přiřazení – **empirické funkce** (např. rychlost)
  - číslo – (fyzikální) **veličiny** (např. rychlost světla)

Vztah pojmu a výrazu

ve zjednodušené podobě: pojem odpovídá **logické konstrukci**



složený z pojmů ‘autor’ a ‘Hamlet’



funkce ukazující v našem světě na Williama Shakespeara

Omezenost predikátové logiky 1. řádu

dva omezující rysy:

- nedostatečná expresivita
- extenzionalismus

Expresivita: vyjadřovací síla jazyka

> “*Je-li barva stropu pokoje č. 3 uklidňující, je pokoj č. 3 vhodný pro pacienta X a není vhodný pro pacienta Y.*”

analýza ve **výrokové logice**:

$P \Rightarrow (Q \wedge \neg R)$

P	“Barva stropu pokoje č. 3 je uklidňující.”
Q	“Pokoj č. 3 je vhodný pro pacienta X.”
R	“Pokoj č. 3 je vhodný pro pacienta Y.”

analýza v **PL1**:

$U(B) \Rightarrow (V(P, X) \wedge \neg V(P, Y))$

U	třída uklidňujících objektů
B	individuum ‘barva stropu pokoje č. 3’
V	relace mezi individuy ‘být vhodný pro’
P	individuum ‘pokoj č. 3’
X, Y	individua ‘pacient X’ a ‘pacient Y’

Nedostatečná expresivita PL1 – pokrač.

Červená barva je krásnější než hnědá barva. *Kostka je červená.*

analýza v **PL1**:

$$Kr(\check{C}_1, H) \qquad \check{C}_2(Ko)$$

$\check{C}_1$ individuum ‘červená barva’
$\check{C}_2$ vlastnost individuí ‘být červený’ (třída červených objektů)

nelze vyjádřit $\check{C}_1 \equiv \check{C}_2$

Extenzionalismus PL1

Varšava *hlavní město Polska*

Varšava – **jméno individua**, jasně identifikovatelné a odlišitelné
hlavní město Polska – **individuová role**, momentálně identifikuje Varšavu, ale dříve to byl i Krakov

‘hlavní město Polska’:

- závisí na světě a čase
- pochopení významu, ale není vázané na znalost obsahu – tj. **význam** na světě a čase **nezávisí**

číslo X je větší než číslo Y *budova X je větší než budova Y*

matematické větší než – **relace** dvojic čísel, pevně daná
empirické větší než – **vztah** dvou individuí, který se může měnit v čase (otec a syn)

Extenzionalismus PL1 – pokrač.

ano *V Brně prší*

ano	–	**pravdivostní hodnota** *true*
V Brně prší	–	**propozice** – označuje pravdivostní hodnotu, která se mění (alespoň) v čase

i když hodnota někdy závisí na světě a čase, samotný význam na nich nezávisí

Extenze a intenze

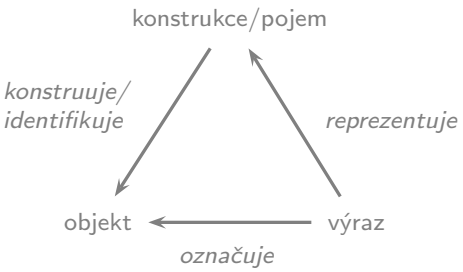
Definujeme:

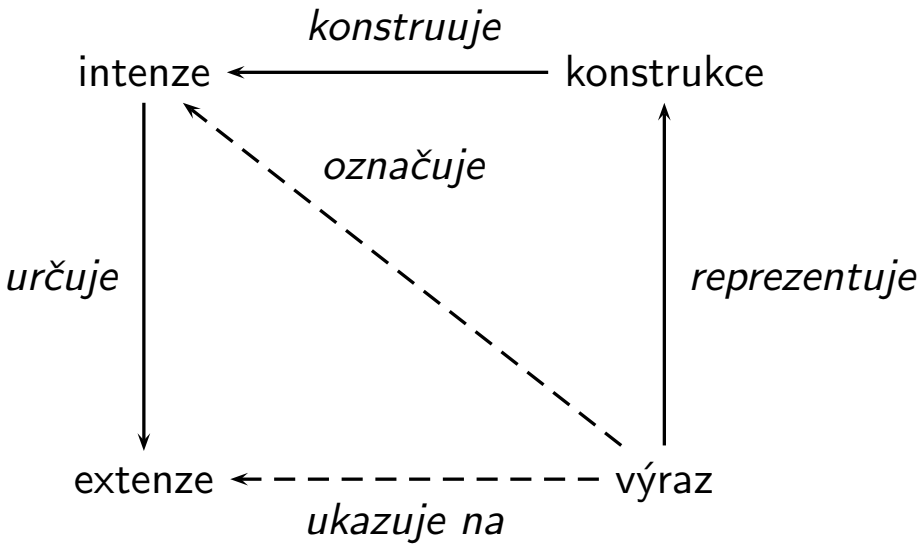
- intenze – objekty typu funkcí, jejichž hodnoty závisí na světě a čase
- extenze – ostatní objekty (na světě a čase nezávislé)

časté extenze a intenze:

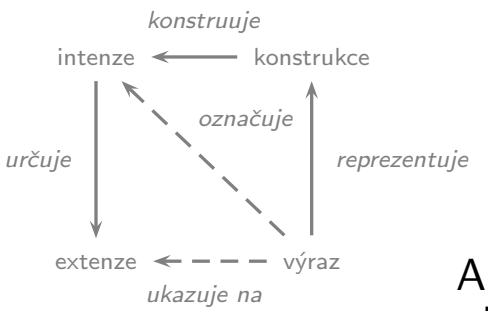
extenze	*intenze*
individua	individuové role
třídy	vlastnosti
relace	vztahy
pravdivostní hodnoty	propozice
funkce	empirické funkce
čísla	veličiny

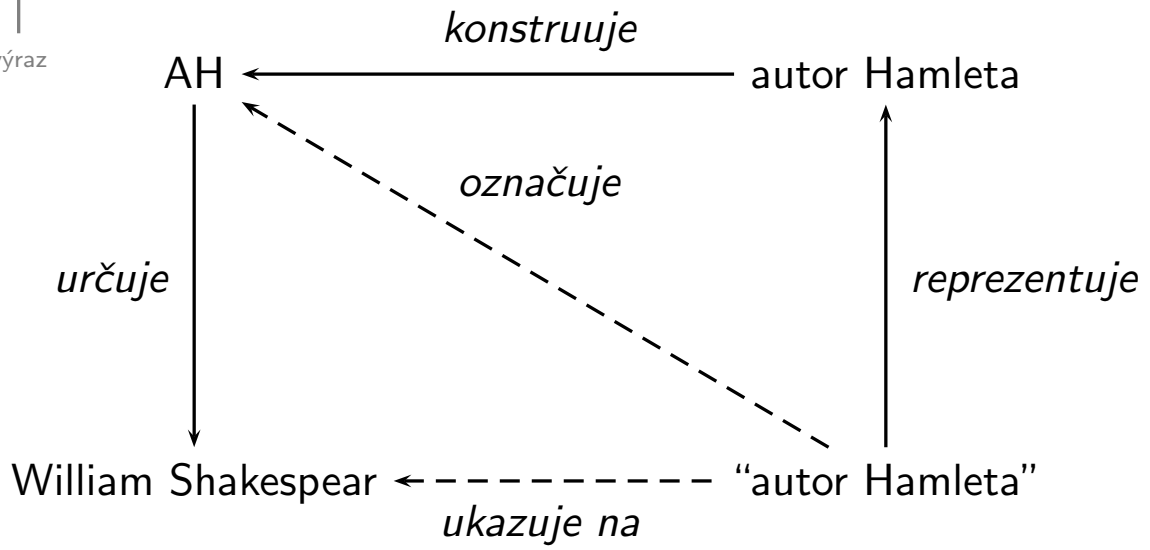
Rozšířený vztah výrazu a významu u intenzí





Rozšířený vztah výrazu a významu u intenzí





Transparentní intenzionální logika

- *Transparent Intensional Logic*, TIL
- **logický systém** speciálně navržený pro zachycení **významu výrazů PJ**
- autor **Pavel Tichý**: *The Foundations of Frege's Logic*, de Gruyter, Berlin, New York, 1988.
- obdobná teorie – *Montagueho intenzionální logika* – Tichý ukazuje její nedostatky
- Tichý vychází z myšlenek – *Gottlob Frege* (1848 – 1925, logik) a *Alonzo Church* (1903 – 1995, teorie typů)
- vlastnosti:
  - rozvětvená **typová hierarchie** (s typy **vyšších řádů**)
  - **temporální**
  - **intenzionální** (intenze $\times$ extenze)
- **transparentost**:
  1. nositel významu (**konstrukce**) není prvek formálního aparátu, tento aparát pouze *studuje* konstrukce
  2. zachycení intenzionality je přesně popsáno z matematického hlediska

Typy v TILu

typ objektu:

- základní typy – **typová báze** $= \{o, \iota, \tau, \omega\}$
- funcionální typy – **funkce** nad typovou bází

  např. ι, $((\iota\tau)\omega)$, $(o\iota)$, $(((o\iota)\tau)\omega)$, $((o\tau)\omega), \ldots$

  $((\alpha\tau)\omega)$ ... závislost na světě a čase, vyjadřuje **intenze** – zápis $\alpha_{\tau\omega}$
- typy **vyšších řádů** – obsahují i třídy konstrukcí řádu n – $*_n$

Základní typy TILu

umožňují přiřadit typ objektům z **intenzionální báze** jazyka – třída **základních vlastností** (barvy, rozměry, postoje, . . .) popisujících stav světa

- $\mathbf{o}$ (omikron, o) . . . **pravdivostní hodnoty** Pravda (*true*, T) a Nepravda (*false*, F)
  přesně odpovídají běžným logikám, typy **logických operátorů** – $(oo), (ooo)$
- ι (jota) . . . třída **individuí**
  individua ovšem ne jako kompletní objekty, ale jako **numerická identifikace** nestrukturované entity
- τ (tau) . . . třída **časových okamžiků** (jako časového kontinua)
  zachycení závislosti na čase; současně třída **reálných čísel**
- ω (omega) . . . třída **možných světů**
  zachycení empirické závislosti na stavu světa

Možné světy

termín **možný svět** – Gottfried Wilhelm von Leibniz (1646 – 1716, filozof a matematik)
požadavky na definici "možného světa:"

- soubor **myslitelných faktů**
- je **konzistentní** a **maximální** ze všech takových souborů
- je **objektivní** (nezávislý na individuálním názoru)

mezi možnými světy existuje právě jeden **aktuální** svět – jeho znalost ≡ vševědoucnost

Možné světy v TILu

možný svět v TILu = *rozhodovací systém*, pro $\forall$ prvek intenzionální báze obsahuje **konzistentní přiřazení** hodnot
příklad – realita s 2 objekty a 2 vlastnostmi (9 možných světů):

	být tlustý			
být hubený	{**Laurel**, **Hardy**}	{**Laurel**}	{**Hardy**}	$\emptyset$
{**Laurel**, **Hardy**}	×	×	×	w_1
{**Laurel**}	×	×	w_2	w_3
{**Hardy**}	×	w_4	×	w_5
$\emptyset$	w_6	w_7	w_8	w_9

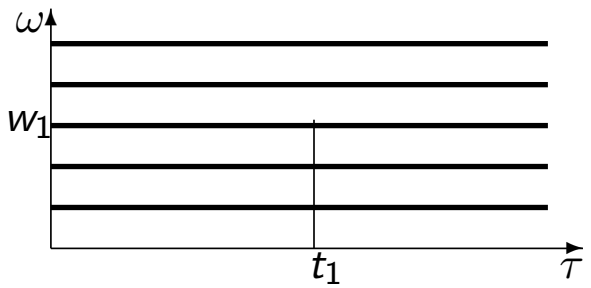
Princip intenzí v TILu

být hubený	... objekt typu $(o\iota)_{\tau\omega}$, funkce z možných světů a času do tříd individuí
w	... proměnná typu ω, možný svět
t	... proměnná typu τ, časový okamžik
[**být hubený** w t]	... konstruuje $(o\iota)$-objekt, třídu individuí, kteří mají ve světě w a čase t vlastnost **být hubený** (značíme **být hubený**$_{wt}$)

pokud aplikujeme jen w – získáme **chronologii**

Americký prezident$_{w_{act}}$ (zkr. $\mathbf{P}_{w_{act}}$) ... ι_τ $\mathbf{P}_{w_{act}\,t_0}$ ... ι:

intenzionální sestup – identifikace extenze pomocí intenze, světa w_1 a času t_1



Nejčastější typy

extenze			*intenze*		
individua	...	ι	individuové role	...	$\iota_{\tau\omega}$
třídy	...	$(o\iota)$	vlastnosti	...	$(o\iota)_{\tau\omega}$
relace	...	$(o\alpha\beta)$	vztahy	...	$(o\alpha\beta)_{\tau\omega}$
pravdivostní hodnoty	...	o	propozice	...	$o_{\tau\omega}$, π
funkce	...	$(\alpha\beta)$	empirické funkce	...	$(\alpha\beta)_{\tau\omega}$
čísla	...	τ	veličiny	...	$\tau_{\tau\omega}$

Konstrukce

konstrukce v TILu:

- proměnná typu α, v závislosti na **valuaci** konstruuje α-objekt
  $x \ldots \iota$
- trivializace objektu **A** typu α, konstruuje právě objekt **A**
  ${}^0\mathrm{A} \ldots \alpha$ $\quad$ $\mathbf{A} \ldots \alpha$
- aplikace konstrukce $X \ldots (\alpha\beta_1 \ldots \beta_n)$ na konstrukce $Y_1, \ldots, Y_n$ typů $\beta_1, \ldots, \beta_n$, konstruuje objekt typu α
  $[XY_1 \ldots Y_n] \ldots \alpha$
- abstrakce konstrukce $Y \ldots \alpha$ na proměnných $x_1, \ldots, x_n$ typů $\beta_1, \ldots, \beta_n$, konstruuje objekt/funkci typu $(\alpha\beta_1 \ldots \beta_n)$
  $\lambda x_1 \ldots x_n[Y] \ldots (\alpha\beta_1 \ldots \beta_n)$

Příklady analýzy podstatných jmen

pes, člověk	$x \ldots \iota$: $\mathbf{pes}_{wt} x$, $\mathbf{pes}/(o\iota)_{\tau\omega}$	individuum z dané třídy individuí
prezident	$\mathbf{prezident}/\iota_{\tau\omega}$	individuová role
volitelnost	$\mathbf{volitelnost}/(o\iota_{\tau\omega})_{\tau\omega}$	vlastnost individuové role
výška	$\mathbf{výška}/(\tau\iota)_{\tau\omega}$	empirická funkce
výrok, tvrzení	$p \ldots *_n$: $\mathbf{výrok}_{wt} p$, $\mathbf{výrok}/(o*_n)_{\tau\omega}$	konstrukce propozice z dané třídy konstrukcí propozic
válka, smích, zvonění	$\mathbf{válka}/(o(o\pi))_{\omega}$	třída epizod – aktivita, která koresponduje se slovesem
leden, podzim	$\mathbf{leden}/(o(o\tau))$	třída časových okamžiků — časové intervaly

Příklady přínosu TILu

- **propoziční postoje**

  Petr říká, že Tom věří, že Země je kulatá.

  $\lambda w \lambda t \left[\mathbf{říká}_{wt}\, Petr^0 \left[\lambda w \lambda t \left[\mathbf{věří}_{wt}\, Tom^0 \left[\lambda w \lambda t [\mathbf{kulatá}_{wt}\, \mathbf{Země}] \right] \right] \right] \right]$

- **existence neexistujícího**

  Pes existuje. Jednorožec neexistuje.

  v PL1: ~~$\exists x(x = \text{pes})$~~ ~~$\neg\exists x(x = \text{jednorožec})$~~

  $(\text{jednorožec} = \text{jednorožec}) \Rightarrow (\exists x(x = \text{jednorožec}))$

  v TILu:

  $(*)$ $\lambda w \lambda t \left[{}^0\neg [Ex_{wt}\, \mathbf{jednorožec}] \right]$, $Ex \overset{df}{=} \lambda w \lambda t \lambda p \left[{}^0\sum_{\iota} \left[\lambda x [p_{wt}\, x] \right] \right]$

  $Ex \ldots (o(o\iota)_{\tau\omega})_{\tau\omega}$

  $(*)$ ... "třída všech individuí s vlastností 'být jednorožcem' je v daném světě a čase prázdná."

- **intenzionalita**, **vlastnosti vlastností**, analýza **epizod**, analýza **gramatického času**, ...