

Roviny analýzy jazyka. Fonetika

Aleš Horák

E-mail: hales@fi.muni.cz

http://nlp.fi.muni.cz/poc_lingv/

Obsah:

- ▶ Roviny analýzy jazyka
- ▶ Fonetika a fonologie

Struktura jazyka

Struktura jazyka zahrnuje informace o:

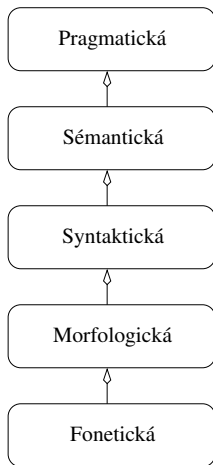
- ▶ co jsou **slova** (z jakých **znaků**, jaké slovní tvary a jejich složky)
- ▶ jak se slova (větné složky) kombinují do **vět**
- ▶ co slova označují, jaké jsou jejich **lexikální významy**
- ▶ jak se **význam věty** skládá z významů slov a slovních spojení (větných složek)

zpracování jazyka dále potřebuje:

- ▶ obecnou (encyklopedickou) **znalost světa** (ontologie)
- ▶ **inferenční mechanismus**
- ▶ znalost **komunikační situace**

Roviny analýzy jazyka

znalosti struktury jazyka jsou propojeny **hierarchicky**



jazykové **roviny**:

- ▶ fonetická
- ▶ morfologická
- ▶ syntaktická
- ▶ sémantická
- ▶ pragmatická

- ▶ kontextová
- ▶ znalost základní ontologie
- ▶ jazykové metaznalosti

Roviny analýzy jazyka – příklad

rovina analýzy

příklad

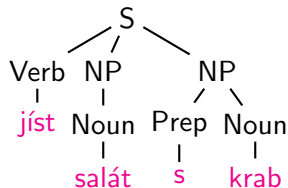
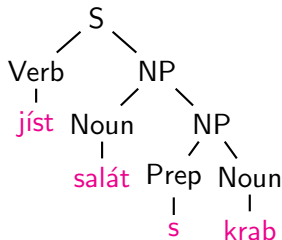
pragmatická

 $Jíst(I_2, Salát, Tl_3) \wedge with(Salát, krab)$

sémantická

 $Jíst(On, Salát, T_{min}) \wedge with(Salát, krab)$ $Jíst_{with}(On, Salát, krab, T_{min})$

syntaktická



morfologická

 $jíst$ –Verb3MSP, $salát$ –Noun4IS, s –Prep7, $krab$ –Noun7MS

fonetická

[j e d l s a l a : t s k r a b e m]

povrchová

“Jedl salát s krabem.”

Roviny analýzy jazyka – pokrač.

- ▶ **fonetická** – postihuje vztahy mezi zvuky používanými v (mluveném) jazyce, jejich skládání do slabik a slov

foném – nejmenší jednotka jazyka, která může **odlišit** význam nadřazených jednotek

kosit/nosit fonémy *k* a *n* odlišují dvě slova

často odpovídají *znakům* → vždy ale označují *zvuky*

- ▶ **morfologická** – interní struktura slov, skládání slov z menších jednotek

morfém – nejmenší jednotka, která může **nést** význam

pří-lež-it- **pří** – prefix (*blízko*)

-ost-n-ými: **lež** – lexikální kořen (*ležet*)

it – adjektivní derivační sufix (*ten, který*)

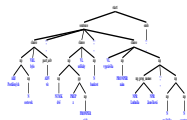
ost – substantivní derivační sufix (*ta skutečnost, že*)

n – adjektivní derivační sufix (*charakteristický pro*)

ými – gramatický afix (*instrumentál plurálu*)

Roviny analýzy jazyka – pokrač.

- ▶ **syntaktická** – struktura větných frází popisuje, jak vypadá **gramaticky správná věta**, většinou pomocí **pravidel gramatiky**
syntaktický analyzátor – nástroj, který analyzuje vstup na základě gramatiky na výstup dává různé info, např. derivační stromy
- ▶ **sémantická** – význam výrazů přirozeného jazyka a jejich kombinací hodně závisí na zvolené **sémantické reprezentaci**
logická analýza věty – strukturní část sémantické analýzy
- ▶ **pragmatická** – zkoumá vztah mezi výrazy přirozeného jazyka a **kontextem**
 často se do ní řadí znalost **komunikační situace**, **základní ontologie** a **jazykových metaznalostí**



Fonetika a fonologie

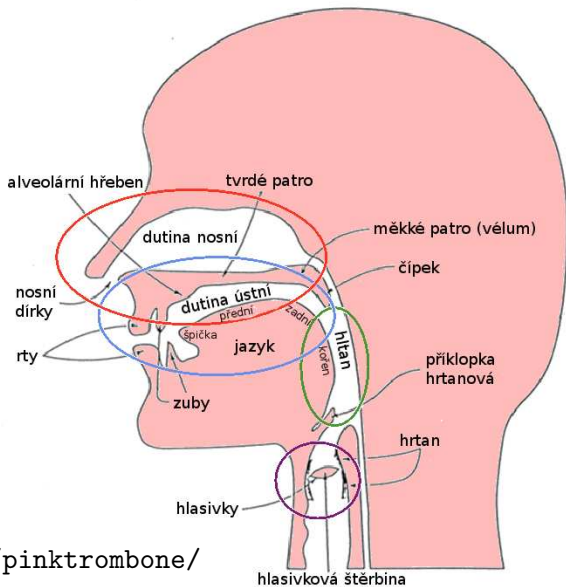
Fonologie:

- ▶ **fonologický systém** jazykových zvuků v *určitém jazyce*
- ▶ pracuje s **gramatikou** řečových zvuků
- ▶ pomocí gramatických pravidel popisuje historické změny i současné alternace

Fonetika:

- ▶ studuje **produkcí**, **přenos** a **příjem** jazykových zvuků
- ▶ má klíčový význam např. pro oblast automatického **rozpoznávání** a **syntézy řeči**
- ▶ není tradičně chápána jako součást gramatiky jazyka

Kde vznikají jazykové zvuky?



<https://dood.al/pinktrombone/>

Členění řečového proudu

řečový proud:

- ▶ nejsou mezery mezi slovy
- ▶ nejsou žádné izolované zvuky
- ▶ přesto všechny jazyky pracují s lingvistickými jednotkami jako separátními

oronym/orofón – fráze, které zní stejně/podobně, ale mají jiný obsah
(≠ české *oronymum*!)

It's not easy to recognize speech.
It's not easy to wreck a nice beach.

Fonetické jednotky

▶ foném (*phoneme*)

- ▶ základní jednotka **zvukového systému** jazyka
- ▶ foném je *abstraktní věc*, konkretizuje se pomocí *fónů* (viz dále)
- ▶ např. v **češtině** – 37 základních fonémů:

a, a:, b, ts, tS, d, d', dz, dZ, e, e:, f, g, h\, x, i, i:, j, k, l, m, n, n', o, o:, p, r, r', s, S, t, t', u, u:, v, z, Z

▶ fón (*phone*)

- ▶ **řečový zvuk** z hlediska jeho **fyzikálních charakteristik** (zvuková vlna určitého tvaru)
- ▶ bez zařazení k zvukovému systému jazyka
- ▶ jeden **foném** odpovídá **množině** fónů
- ▶ **alofón** určitého fonému = jeden z množiny fónů tohoto fonému
např. **n**osit, ba**n**ka

Fonetická transkripce

- ▶ jeden z nejpoužívanějších **nástrojů fonetiky**
- ▶ **převod** řečového proudu do lingvisticky významných **symbolických jednotek**
- ▶ používá se standardních **fonetických abeced** (viz dále)
- ▶ **široká** × **úzká** (broad/narrow) transkripce = převod *do fonémů/fónů*
- ▶ důvody pro tento převod: nedostatečnost písmenného zápisu, mezijazykové/krajové variace v písmenném zápisu
 - jedno písmeno → různý zvuk
 - spodoba znělosti v češtině: *vy**p**ít* [v] / *u**p**ustit* [f]
 - krajové variace výslovnosti: *sh**án**ět* – moravská [z h], česká [s ch]
 - 'c' → [c] v latinském *Cicero*, [k] v *canis*, [č] v italském *ci**a**o*
 - 'ch' → [ch] v čes. *ch**o**vat*, [č] v angl. *che**a**t*, [k] v it. *Chi**a**nti*
 - jeden zvuk → různá písmena (foném může být zaznamenán více písmeny)
 - [j] → 'j' v českém *j**í**dlo*
→ 'y' v anglickém *y**e**s*
→ 'ea' v anglickém *be**a**utiful*
 - [f] → 'f' v českém *f**y**zika*
→ 'gh' v anglickém *la**u**gh*
→ 'ph' v řeckém *ph**i**losoph**i**a*

Příklady dat pro českou transkripci pro MBROLA

- ▶ pravidla pro přepis do fonémů

```

CLASS SA    [aáeéěiíoóuúüý]  # samohlásky
CLASS ZPS   [bdd'gvzžhCČ]     # znělé párové souhlásky
CLASS NPS   [ptt'kfsšHcč]     # neznělé párové souhlásky
[[ dě ]] → d' e
[[ b ]] (_|NPS|ZPS_) → p
[[ p ]] ZPS → b
  
```

- ▶ vstup pro MBROLA – text “shání tě též muž”

```

_ 200 0 132          i: 93 0 114          S 81 0 114
z 57 0 115          t' 27 0 120         m 43 0 120
h 45                e 50 0 114          u 61
a: 137              t 31 0 120          S 110
n' 75 0 132         e: 102                #
  
```

- ▶ zvuková databáze cz2 – 37 fonémů, 1442 difónů
nutné ručně “nařezat” všechny difóny

Fonetické abecedy IPA a SAMPA

IPA:

- ▶ *International Phonetic Alphabet*
- ▶ vznikla v roce 1886 v Paříži, od té doby několik revizí (poslední 1996, drobnosti pak 2005 a 2015)
- ▶ speciální znak pro vyjádření každého **fónu**
- ▶ mezinárodně **standardní zápis** – jsou k dispozici tabulky a fonty
- ▶ *Unicode* – speciální IPA znaky v rozsahu U+0250–02AD
zápis např. www.i2speak.com

SAMPA:

- ▶ *Speech Assessment Methods Phonetic Alphabet*
- ▶ vznikla v projektu SAM (Speech Assessment Methods) v letech 1987–89
- ▶ **strojově čitelná** fonetická abeceda
- ▶ <http://www.phon.ucl.ac.uk/home/sampa/>

IPA – souhlásky

v americké angličtině – *pulmonické* i *nepulmonické*

| | labio- | | alveolára | | | | palatála | | velára | | glotála | |
|----------------|---------|---------|-----------|--|--|-----|----------|---|--------|---|---------|--|
| | labiála | dentála | dentála | | | | | | | | | |
| ploziva | p b | | | | | t d | | | k g | | | |
| frikativa | | f v | θ ð | | | s z | ʃ ʒ | | | h | | |
| afrikáta | | | | | | | tʃ dʒ | | | | | |
| nazála | | m | | | | | n | | | ŋ | | |
| aproximanta | | | | | | | l | | | | | |
| laterální | | | | | | | r | | | | | |
| retroflexní | | | | | | | | | | | | |
| koartikulovaná | | w | | | | | | j | | | | |

IPA – souhlásky ve slovech

p plate, piece, spin, capital, stop, tramp

t trip, time, winter, retire, wait, front

k kite, climb, character, rocket, back, sink

b bill, brush, sober, ramble, sob, bulb

d dark, drive, redden, ponder, head, hard

g go, grease, rigor, anger, log, iceberg

m man, mile, remorse, ample, climb, harm

n nice, know, enough, cunning, sign, burn

ŋ finger, singer, drunk, rang, thing

θ thank, three, ether, panther, path, birth

ð then, these, feather, breathe

f fit, fly, effort, perform, enough, Ralph

v very, view, every, prevail, love, starve

s ceiling, slim, psychology, Pacific, nasty, pass

z zoo, zipper, hazard, prison, cares, breeze

ʃ shore, sugar, nation, rash, Porche

ʒ (genre), visual, measure, decision, massage

h hat, who, ahead, perhaps

tʃ China, cheaP, ritual, teaching, beach, punch

dʒ jump, pidgeon, reject, individual, ridge, engine

l light, look, pillow, applaud, salt, ball, girl

r real, row, around, part, care, hear

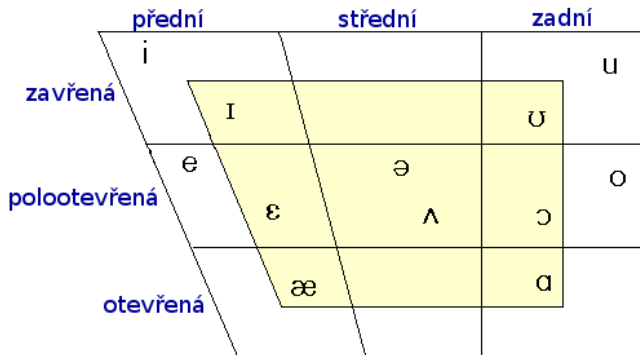
w wind, was, await, swim, queen

j yes, use, beyond, beauty, punitive

IPA – samohlásky

v americké angličtině

vokalický čtyřúhelník



IPA – samohlásky ve slovech

i heed, beat, believe, people, scary

I hid, bit, injure, resist, finish

e hate, bait, great, they, say, neighbor

ɛ head, bet, friend, says, guest

æ had, bat, laugh, calf, language

u food, boot, pool, through, who, sewer

ʊ hood, book, pull, put, would

o hole, boat, sew, know, so

ɔ bought, law, wrong, stalk

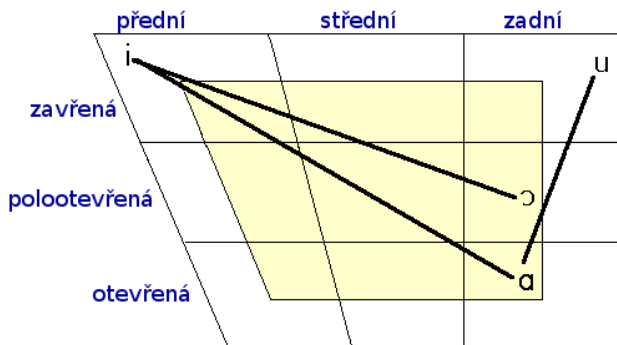
ɑ pot, "la", stocking, father, rob

ə above, around, sofa, police

ʌ bus, rush, under, other

IPA – dvojhlásky

v americké angličtině



- ai find, high, aisle, quiet, ride
 au house, crown, around, flower, how
 ɔi boy, enjoy, Freud, avoid, join

Text-to-Speech systémy

- ▶ **syntéza řeči** – převod psaného textu na (digitální) zvuk
- ▶ TTS, *Text-to-Speech*
- ▶ dvě hlavní části
 1. **jazykový modul**, NLP modul
 - vstup = text
 - výstup = fonémy + prozodická informace
 - označována také jako TTP, *Text-to-Phoneme*
 2. **modul zpracování signálu**, DSP (Digital Signal Processing) modul
 - vstup = výstup z NLP modulu
 - výstup = zvukový soubor

Příklady TTS systémů se vztahem k češtině

- ▶ **Epos** – z 90. let, Karlova univerzita a ČAV, nejlepší český open source
- ▶ **MBROLA** – difónová syntéza MBR-PSOLA, řeší DSP část
Mikuláš Piňos, DP 2000 – česká DB pro MBROLA, text2phone
v Perlu
- ▶ **Demosthenes** – FI MU Brno, laboratoř LSD
slabiková syntéza, základní prozodie
- ▶ **ARTIC** (ARTificial Talker In Czech) – ZČU Plzeň, **DEMO**
obsahuje i “Talking head” vizuální část
- ▶ **CS-Voice 97** – komerční, Frog Systems, pro Windows
- ▶ **Espeak** – open source, formantová syntéza, včetně češtiny
- ▶ **Festival** – z Edinburghu, GPL, hodně jazyků, projekt Festival Czech