Úvod do počítačového zpracování přirozeného jazyka

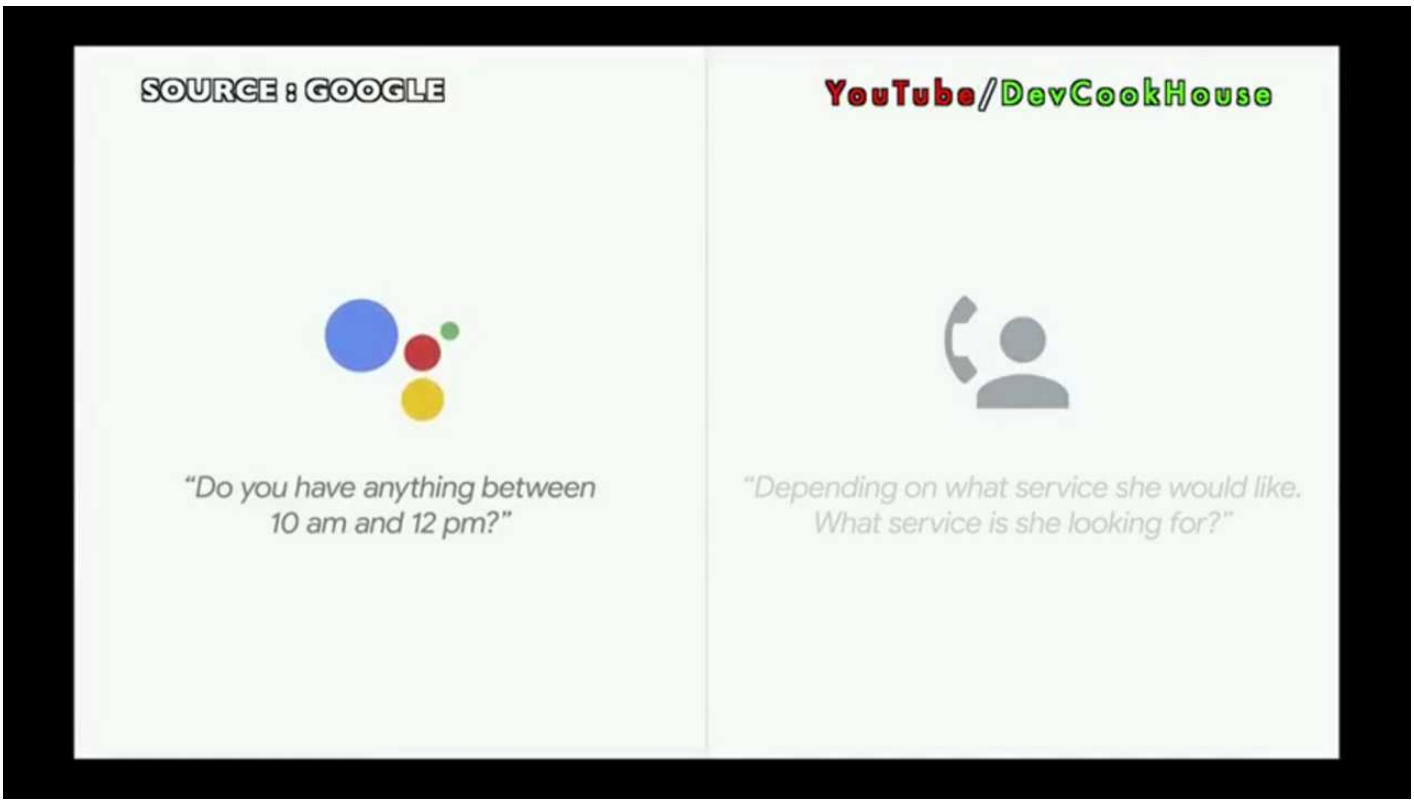
Aleš Horák

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

Obsah:

- Zpracování přirozeného jazyka
- Organizace předmětu IB030
- UI a počítačová lingvistika
- Situace na FI MU

Zpracování přirozeného jazyka

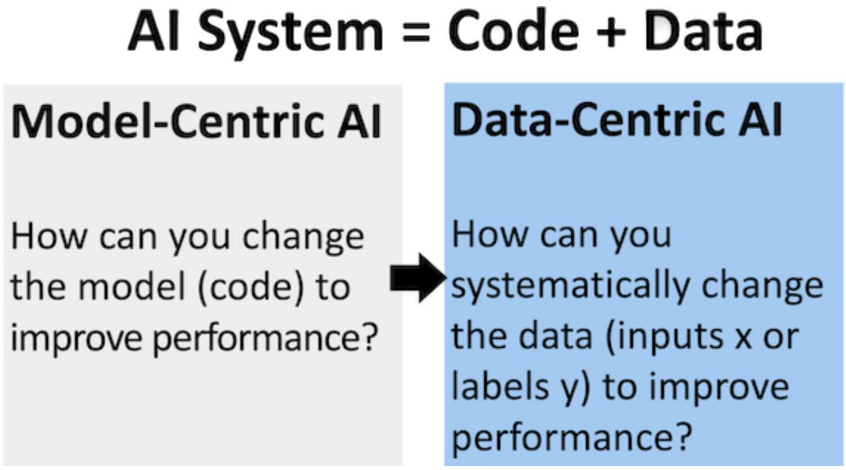


Co je "zpracování přirozeného jazyka"

v posledních letech:

= hluboké učení nad textovými (a zvukovými) daty

kvalitnější AI systémy – přesun od zlepšování modelu (*model-centric*) ke zlepšování trénovacích dat (*data-centric*, datacentrický přístup)



(Andrew Ng, `deeplearning.ai`)

Datacentrický přístup v NLP

porozumění pravidlům jazyka

Lingvistika:

- jazykověda (*lingua* = lat. *jazyk*)
- věda o jazycích, jejich třídění, stavbě, zvukové i psané podobě
- zkoumá strukturu jazyka – slovotvorba, kombinace slov do vět, význam věty, ...

Počítačová lingvistika:

- od 60. let, *Computational linguistics*, často NLP (Natural Language Processing)
- spojení umělé inteligence (informatiky) a lingvistiky – jako jedna z kognitivních věd
- zkoumá problémy analýzy či generování textů nebo mluveného slova, které vyžadují určitou (ne absolutní) míru porozumění přirozenému jazyku strojem.
- tvoří jazykové modely – pojmy algoritmus, datová struktura, (formální) gramatika, ...

Náplň předmětu

- počítačové zpracování přirozeného jazyka (*Natural Language Processing*, *NLP*)
- roviny analýzy jazyka
- reprezentace morfologických a syntaktických struktur
- analýza a syntéza: morfologická, syntaktická, sémantická
- formy reprezentace znalostí o lexikálních jednotkách
- porozumění jazyku: reprezentace významu věty, inference a reprezentace znalostí

Organizace předmětu IB030

Hodnocení předmětu:

- závěrečná písemka (max 80 bodů)
  - jeden řádný a dva opravné termíny
- průběžný úkol (max 20 bodů)
- navíc možnost 1 bodu za netriviální vylepšení slajdů
- hodnocení – součet bodů za písemku i úkol (max 100 bodů)
- rozdíly zk, k, z – různé limity
  např.:

A	80 – 100
B	73 – 79
C	65 – 72
D	58 – 64
E	50 – 57
F	0 – 49

K	45 – 100
Z	40 – 100

Základní informace

- cvičení – občas doporučené malé úkoly
- jeden hodnocený úkol (viz další slajdy)
- web předmětu – `http://nlp.fi.muni.cz/nlp_intro/`
- slajdy – průběžně doplňovány na webu předmětu
- kontakt na přednášejícího – Aleš Horák <`hales@fi.muni.cz`> (Subject: IB030 . . .)

Samostatný hodnocený úkol – programátorský

- dva typy – *programátorský* × *lingvistický*
- programátorský úkol – upravit některou z dostupných jazykových knihoven pro češtinu
  viz `https://nlp.fi.muni.cz/nlp_intro/ukol_prog.html`
- k odevzdání je zapotřebí:
  - specifikované konkrétní zadání navrhnout v ISu
  - naprogramovat odsouhlasený vybraný algoritmus na češtině
  - doplnit dokumentaci programu s ukázkami a návodem na instalaci/spuštění na serveru *aurora.fi.muni.cz* a vyhodnocením úspěšnosti algoritmu na ne zcela triviálních českých datech
  - vše uložit v komprimovaném archivu do odevzdávárny do termínu na webu předmětu
- hodnocení bude od 0 do 20 bodů podle:
  - složitosti vybraného algoritmus
  - kvality zpracování algoritmu i dokumentace

Samostatný hodnocený úkol – lingvistický

- lingvistický úkol – tvorba specializovaných jazykových dat pro evaluaci automatických nástrojů
  příklad z roku 2019: SQAD – Simple Question Answering Database:
  - čeština, 300 otázek a odpovědí podle textů z Wikipedie

> Jak se nazývá strom, jehož zrna jsou využívána k výrobě čokolády?
> *Theobroma cacao*
> Čokoláda se vyrábí z kvašených, pražených a mletých zrnek tropického kakaového stromu Theobroma cacao.
> `http://cs.wikipedia.org/wiki/%C4%8Cokol%C3%A1da`

  aktuální zadání bude popsáno na webu předmětu
- k odevzdání je zapotřebí:
  - včas se přihlásit k úkolu (viz www stránka předmětu)
  - odeslat výsledek v termínu dle instrukcí na webu
- hodnocení bude od 0 do 20 bodů podle:
  - výsledků kombinovaného hodnocení navržených sad

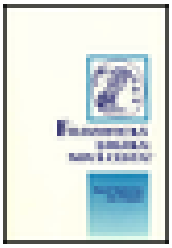
Literatura

Jurafsky & Martin: Speech and Language Processing, 3rd edition draft, 2020. 615 s.

The Oxford handbook of computational linguistics, 2nd ed. by Ruslan Mitkov. Oxford University Press, 2021.

Pala, Karel: Počítačové zpracování přirozeného jazyka, Brno FI MU, 2000. 190 s.

Chomsky, Noam: Syntaktické struktury, Praha : Academia, 1966. 209 s.

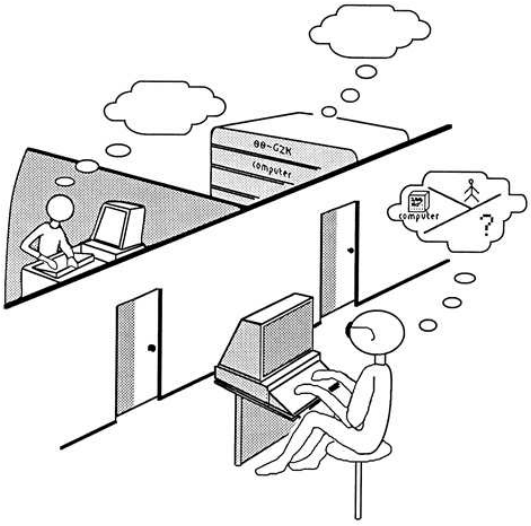


Materna, Pavel - Štěpán, Jan: Filozofická logika: nová cesta?, Olomouc (Univerzita Palackého), 2000. 127 s.

slajdy na webu předmětu

Turingův test

- z roku 1950, založen na tzv. imitační hře
- úkol – program komunikující jako člověk
- zahrnuje:
  - zpracování přirozeného jazyka (NLP)
  - reprezentaci znalostí (KRepresentation)
  - vyvozování znalostí (KReasoning)
  - strojové učení
  - (počítačové vidění)
  - (robotiku)



- 1991 – 2019 Loebnerova cena (*Loebner Prize*) → každý rok $4.000 za "nejlidštější" program, nabízela $100.000 a zlatou medaile za složení celého Turingova testu

Eliza, Parry, ...

- Eliza – Joseph Weizenbaum, MIT, 1964–66
- program napodobující chování psychoterapeuta:

young woman:	*Men are all alike.*
eliza:	*In what way?*
young woman:	*They're always bugging us about something.*
eliza:	*Can you think of a specific example?*
young woman:	*Well, my boyfriend made me come here.*
eliza:	*Your boyfriend made you come here?*
young woman:	*He says I'm depressed much of the time.*
eliza:	*I am sorry to hear you are depressed.*
young woman:	*It's true. I'm unhappy.*

- Parry (Kenneth Colby, 70. léta), protějšek Elizy – počítačová simulace pacienta postiženého paranoií
- oba využívají spíš "manipulace s řetězci" než analýzu
- praktický význam – tzv. expertní systémy, chatboti

Chatbot – dialogový robot

- mnoho proprietárních řešení pro návrh dialogových robotů
- praktické dialogy i pouze udržení zájmu
- přístupy:
  - pravidla založená na vzorech
    - Artificial Intelligence Markup Language, AIML
    - robot ALICE, Mitsuku – vítězí v Loebnerově ceně
    - praktičtější použití, hodně závisí na podkladových pravidlech
  - učení z předchozích dialogů
    - potřebuje velké množství dialogů na učení
    - lépe se přizpůsobí novým tématům (což je plus i minus, viz *Microsoft Tay*)
    - robot Cleverbot, Xiaoice, ChatGPT

ChatGPT – invence

HA

Napiš novinovou zprávu o tom, že Karkulka sežrala babičku.

"V zemi pohádky šokoval dnešní den zpráva o tragické události, kdy Karkulka sežrala svou babičku. Incident se odehrál v lesní chaloupce, kde žila Karkulka se svou babičkou. Podle svědků Karkulka přišla do chaloupky a bez varování se svou babičkou začala bojovat. Babička se snažila utéct, ale Karkulka ji údajně chytila a pohltila celou.

Policie zatím nevydala oficiální prohlášení, ale podle zdrojů se domnívají, že Karkulka trpěla nějakým mentálním onemocněním. V tuto chvíli se vyšetřování události stále provádí a osoby, které mohou poskytnout další informace, jsou vyzvány k tomu, aby se přihlásili.

Svět pohádek se nyní potýká s touto šokující událostí a mnoho lidí se ptá, jak se taková tragédie mohla stát. Lidé také vyjadřují svou soustrast rodině oběti a doufají, že se brzy dozvědí více informací o tom, co přesně se stalo."

ChatGPT – užitečnost

HA Kolikrát je jasnější Slunce než Měsíc v úplňku?

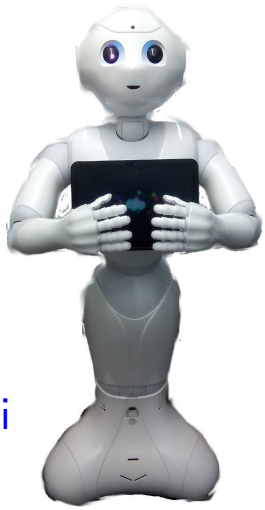
Google
- Světlo Měsíce v úplňku je asi 1.000.000krát slabší než světlo Slunce.
- Kolikrát svítí Slunce jasněji než Měsíc? Fermiho data ukazují, že jas Měsíce se během 20letého cyklu sluneční aktivity mění asi o 11 %.
- úhel mezi Sluncem a Měsícem dosahuje 180°, měsíční disk je zcela osvětlený, ...

výpočet podle W

Rozdíl hvězdných velikostí dvou hvězd
$m_1 - m_2 = -2,5 log_{10}(I_1/I_2)$, tedy
$I_1/I_2 = 10^{(m_1-m_2/-2,5)} = 10^{(-26,6-(-12,6))/2,5} = 10^{5,6} \approx 398107$

Slunce je asi 400 000 krát jasnější než Měsíc v úplňku.

Sociální roboti



- rozšiřují princip dialogových robotů o
  - počítačové vidění
  - rozpoznávání emocí ve tváři, v hlasu
  - gesta
  - pohyb
- důležitý je i vzhled
- umožňuje přidat do komunikace (programovou) empatii
- příklady robotů:
  - hitchBOT – sociální robot, který stopoval po USA v roce 2014, Matylda – český stopující robot cestující v roce 2018 (OpenTechLab Jablonec nad Nisou Česká republika)
  - Kismet – robotí hlava (MIT AI Lab), která rozumí lidským emocím
  - Bandit – sociální robot určený autistickým dětem (USA, https://robot.cfp.co.ir/en/newsdetail/368)
  - robot Pepper od Softbank Robotics

Turingův test – jiné varianty

Winograd Schema Challenge:

- vyhlášený organizacemi Commonsense Reasoning a Nuance od 2015
- "strukturovanější" test – založený na rozpoznávání anafor
- podrobněji v přednášce o sémantice

Turing tests in Creative Arts:

- DigiLit, DigiKidLit – generování povídek
- PoetiX, LimeriX, LyriX – generování sonetů, limeriků nebo básní
- Human-Computer Music Interaction – AccompaniX, AlgoRhythm – generování doprovodné hudby pro duet s člověkem

IBM Watson – DeepQA

- stroj označovaný jako Watson – DeepQA vyvinutý za účelem porazit lidské šampiony ve hře Jeopardy (Riskuj)
  navazuje tím na stroj DeepBlue, který v roce 1997 porazil Kasparova v šachu
- po 5 letech vývoje se to Watsonovi podařilo 16. února 2011
- princip:
  - vytvoření databáze tvrzení z internetových dat
  - analýza částí otázky, členění otázek podle typu
  - vysoce paralelní hledání odpovědi s určením míry jistoty
  - vyladěný algoritmus pro kombinaci stovek výsledků do výsledného rozhodovacího skóre
  - viz Jak a proč Watson vyhrál Jeopardy!
- nejedná se o umělou inteligenci podle Turingova testu
- praktický význam – inteligentní zpracování obrovského množství textů pro hledání odpovědi

Historie počítačové lingvistiky

- 1957 – rusko-anglický překlad
- Chomsky (60. léta) – generativní gramatika, vrozenost jazyka, ...
- strojový překlad není ani dnes dokonalý – potřebuje porozumět obsahu textu (Paretův zákon – pravidlo 80/20)
- problémy – víceznačnost, množství významů slov, různé způsoby užití slov k vyjádření významu, "Commonsense" a lidské uvažování
- Robert Wilensky: NLP je "AI-complete"
- 80. a 90. léta – rozvoj formalismů pro syntaktickou analýzu PJ (LFG, LTAG, HPSG)
- současně – zkoumání kvality statistických metod s rozsáhlými daty → srovnatelné výsledky!
- 90. léta až 200x – tvorba zdrojů vyšší úrovně (syntakticko-sémantické lexikony, wordnety, ...)
- 2013 až nyní – slovní vektory (word embeddings) a velmi velké neuronové jazykové modely
- Turingův test zatím žádný systém nesplnil (i když někteří tvrdí, že ano)

Cíle počítačové lingvistiky

Významné úkoly v NLP:

- analýza přirozeného jazyka – morfologická, syntaktická, sémantická
- generování přirozeného jazyka
- syntéza a rozpoznávání řeči
- strojový překlad (*Machine translation*)
- odpovídání na otázky (*Question answering*)
- získávání informací (*Information retrieval*)
- korektura textu (*Spell-checking*, *Grammar checking*)
- extrakce informací (*Information extraction*, *Text Mining*)
- výtah z textu (*Text summarization*)
- určení typu dokumentu (*Text Classification/Clustering*)
- určení stylu dokumentu/autora (*Stylometry*, *Authorship Attribution*)

Přednášky se vztahem k NLP na FI MU

- program Umělá inteligence, specializace zpracování přirozeného jazyka
- vybrané Bc přednášky:

IB030	Úvod do NLP	Horák
IB047	Úvod do korpusové lingvistiky a počítačové lexikografie	Rychlý
IV029	Logická analýza přirozeného jazyka	Duží
PB016	Úvod do umělé inteligence	Horák
PB095	Úvod do počítačového zpracování řeči	Bártek
PV277	Programování sociálních robotů	Horák, Rambousek
PV056	Strojové učení a dobývání znalostí	Popelínský
IA161	NLP v praxi	Horák et al.
PV173	Seminář zpracování přirozeného jazyka	Horák, Rychlý

NLP Centre – Centrum ZPJ na FI MU

- sdružení lidí (studentů Bc., Mgr. a PGS i zaměstnanců) z oblasti NLP
- webový server `nlp.fi.muni.cz`
- fyzicky – 2 "skleníky" ve 2. patře budovy B, místnosti laboratoře zpracování přirozeného jazyka
- vlastní laboratorní servery a stanice s OS Linux
- řeší několik velkých grantových projektů, pořádá mezinárodní konference (TSD, GWC, Lexicom, . . .)
- práce studentů:
  - "malé projekty," které se využijí v rámci "velkých projektů"
  - bakalářské, diplomové i disertační práce
  - někdy i zaměstnanecký poměr
- PV173 Seminář Laboratoře zpracování přirozeného jazyka – pravidelná společná výměna informací

NLP projekty a SW na FI MU

Vybrané projekty:

- ajka, majka, desamb – morfologický analyzátor, tagger
- synt, set, zuzana – syntaktické (a logický) analyzátory
- X.plain – hra na hádání slov, člověk × počítač
- Watsonson – hra na hledání parafrází
- DEB – platforma pro XML databáze/slovníky
- (DEB)VisDic – editor wordnetů
- VerbaLex – slovník slovesných valencí
- bonito, manatee, Word Sketches – korpusový manažer
- Visual Browser – grafické znázornění (sémantických) sítí
- GDW (Grammar Development Workbench) – GUI pro vývoj gramatiky
- demosthenes, text2phone (mbrola) – syntetizátory řeči
- korpusy, slovníky, encyklopedie, . . .