PLIN021 Sémantická analýza v praxi

OP VK Mezi bohemistikou a informatikou
www.projekt-inova.cz

Zuzana Nevěřilová
xpopelk@fi.muni.cz

Centrum zpracování přirozeného jazyka, B203
Fakulta informatiky, Masarykova univerzita

8. března 2012

Word Sense Disambiguation

Algoritmy WSD

Strojové učení

Word Sense Disambiguation

Lexikální desambiguace: nalezení významu slova v daném kontextu.

Pro člověka podvědomé, pro počítače „AI complete“.

WSD = „. . . the problem of computationally determining which “sense” of a word is activated by the use of the word in a particular context.“ [Agirre and Edmonds, 2006]

klasifikační úloha:

- jednotlivé významy tvoří třídy
- podle kontextu se rozhodujeme, do kterých tříd slovo na vstupu patří

předpoklady: významy jsou diskrétní a je jich konečný počet, máme nějaký inventář významů

Word Sense Disambiguation

Lexikální desambiguace: nalezení významu slova v daném kontextu.

Pro člověka podvědomé, pro počítače „AI complete".

WSD = „. . . the problem of computationally determining which "sense" of a word is activated by the use of the word in a particular context." [Agirre and Edmonds, 2006]

klasifikační úloha:

- jednotlivé významy tvoří třídy
- podle kontextu se rozhodujeme, do kterých tříd slovo na vstupu patří

předpoklady: významy jsou diskrétní a je jich konečný počet, máme nějaký inventář významů

AI complete = aby bylo možné vyřešit tuto úlohu, je potřeba vyřešit všechny. Výraz „AI complete" je asociací s „NP complete". Jde o třídu těžkých problému teoretické informatiky. Těžký znamená neřešitelný v polynomiálním čase.

Příklad NP-úplného problému je batoh: mám batoh o objemu x, hodnotící funkci dobře zaplněného batohu f (definovanou jakkoli, ale samozřejmě objektivně) a věci, které chci dát do batohu. Obecně je objem věcí v součtu větší než x. Jak dobře zaplnit batoh, tj. jak maximalizovat f? V praxi se při balení batohu spokojíme s dobrým výsledkem, přestože možná existuje lepší, ale ujel by nám vlak, než bychom na něj přišli. Pokud se nespokojíme s přibližným výsledkem, musíme zkusit všechny možnosti.

Word Sense Disambiguation: aplikace

- strojový překlad – machine translation (MT)
- inteligentní vyhledávání – information retrieval (IR)
- inteligentní korektor překlepů
- ...

- strojový překlad – machine translation (MT)
- inteligentní vyhledávání – information retrieval (IR)
- inteligentní korektor překlepů
- ...

Ukázky toho, když počítačový program předpokládá jiný význam? Všichni známe strojově přeloženou Wikipedii, kde byl např. Ludvík dodávka Beethoven (ad 1). Známe také situaci, kdy hledáme na Google nějaký mnohoznačný termín a většinu stránek ignorujeme (můžeme zkusit hledat „evropský los“, ad 2). Kdybychom tak měli korektor, který by odhalil chyby typu „Palivo z potopené Concordie budou přečerpávat do speciálních palivových lidí.“ (ad 3)...

Word Sense Disambiguation: přístupy

zpravidla ignorují teoretické, psychologické, logické aj. aspekty významu

- hloubkové (zahrnující znalosti o jazyce i o světě)
- povrchové přístupy (bez dalších znalostí, počítají s okolím)

zpravidla ignorují teoretické, psychologické, logické aj. aspekty významu

- hloubkové (zahrnující znalosti o jazyce i o světě)
- povrchové přístupy (bez dalších znalostí, počítají s okolím)

V současnosti mají vrch povrchové přístupy, protože jsou lepší než nic a relativně levné. Hloubkové přístupy nejsou funkční, protože si žádají zpracovat a formalizovat příliš mnoho dat, což je zdlouhavé a drahé. Hloubkové přístupy jsou funkční v omezených doménách, protože tam je „svět“ malý a experty se vyplatí platit.

Word Sense Disambiguation: přístupy

historický přístup („expertní“): v jakých kontextech může slovo nabývat jakých významů?

kohoutek

- botanika: rostlina
- chovatelství: lopatková kost
- technické vybavení budov: ruční uzávěr
- ...

historický přístup („expertní"): v jakých kontextech může slovo nabývat jakých významů?

kohoutek

- botanika: rostlina
- chovatelství: lopatková kost
- technické vybavení budov: ruční uzávěr
- ...

Expertní přístup je příliš náročný: kdo dokáže najít a vyjmenovat všechny možné kontexty (které navíc stále přibývají)?

Algoritmy založené na znalostech

historický start: strojově čitelné slovníky (Machine Readable Dictionaries)

reprezentant: Leskův algoritmus (1986) = slovo w, jehož okolí sdílí nejvíc slov s definicí (nebo s příklady užití) $i$tého významu, má význam s_i

[Kilgarriff and Rosenzweig, 2000]

Naivní Leskův algoritmus: kočka (SSJČ)

1. malá kočkovitá šelma, chovaná v domácnostech, na venkově zvl. pro hubení myší; kočka domácí (zool.); šedivá, černá, tříbarevná k.; hladká srst kočky; k. mňouká, přede; k. číhá na myš; k. chytá ptáky; angorská k.; být falešný, úlisný jako k.; přen. expr. je to k. falešník; to děvče je k. lichotné, úlisné; [x] jsou na sebe jako pes a k. nenávidí se...
2. malá n. středně velká šelma s hustým kožichem; zool. rod Felis: k. plavá; k. divoká; k. domácí
3. samice kočkovité šelmy vůbec; rysí k.; lví k.; expr. každá kočkovitá šelma vůbec (tygr, levhart aj.)
4. ob. kožišina na límci, kolem krku n. ramen
5. kocovina (Haš.)
6. věc připomínající někt. vlastnost u kočky: bot. velký trs ostřic vystupující z rašeliniště (na blatech); tech. pojízdný vozík jeřábu se zdvihacím ústrojím
7. druh důtek; devítiocasá k.

Naivní Leskův algoritmus: vstup

Aminokyselina DL-methionin okyseluje moč, čímž chrání močové ústrojí psů i *koček* (důležitá vlastnost zvláště u kastrovaných jedinců).

{aminokyselina, DL-methionin, okyselovat, moč, čímž, chránit, močový, ústrojí, pes, i, důležitý, vlastnost, zvláště, u, kastrovaný, jedinec}

{aminokyselina, což, DL-methionin, důležitý, chránit, i, jedinec, kastrovaný, moč, močový, okyselovat, pes, u, ústrojí, vlastnost, zvláště}

Leskův algoritmus: naivní

{aminokyselina, což, DL-methionin, důležitý, chránit, i, jedinec, kastrovaný, moč, močový, okyselovat, pes, u, ústrojí, vlastnost, zvláště}

1: {a, angorský, být, černý, číhat, děvče, domácí, domácnost, expresivně, falešník, falešný, hladký, hubení, chovaný, chytat, jako, kočkovitý, lichotný, malý, mňoukat, myš, na, nenávidět, pes, pro, přeneseně, přístě, pták, se, srst, šedivý, šelma, to, tříbarevný, úlisný, v, venkov, zoologicky, zvláště}
2: {divoký, domácí, Felis, hustý, kožich, malý, nebo, plavý, rod, s, středně, šelma, velký, zoologicky}
⋮
6: {bláto, botanicky, jeřáb, na, některý, ostřice, pojízdný, připomínající, rašeliniště, s, technicky, trs, u, ústrojí, věc, velký, vozík, vlastnost, vystupující, z, zdvihací}
7: {devítiocasá, druh, důtky}

Leskův algoritmus: naivní

{aminokyselina, což, DL-methionin, důležitý, chránit, i, jedinec, kastrovaný, moč, močový, okyselovat, pes, u, ústrojí, vlastnost, zvláště}

$D_1 = \{\text{pes,zvláště}\}$
$D_2 = \{\}$
$D_3 = \{\}$
$D_4 = \{\}$
$D_5 = \{\}$
$D_6 = \{\text{u,ústrojí,vlastnost}\}$
$D_7 = \{\}$

{aminokyselina, což, DL-methionin, důležitý, chránit, i, jedinec, kastrovaný, moč, močový, okyselovat, pes, u, ústrojí, vlastnost, zvláště}

$D_1 = \{pes, zvláště\}$
$D_2 = \{\}$
$D_3 = \{\}$
$D_4 = \{\}$
$D_5 = \{\}$
$D_6 = \{u, ústrojí, vlastnost\}$
$D_7 = \{\}$

Naivní L. algoritmus určil, že význam slova kočka v uvedené větě je 6. Je to spíš náhoda podpořená tím, že u významů 1 a 6 v SSJČ také nejvíc textu.

Jakou roli hrají v určení významu slova spojky a předložky? Jak odfiltrovat z definic a příkladů užití slova, která v určení významu slova nehrají roli? viz dál

Inverzní četnost v dokumentu [Manning et al., 2008]

Term frequency tf – četnost znaku t v určitém dokumentu

Počet dokumentů N

Document frequency df_t – počet dokumentů, ve kterých se vyskytuje t

Inverse document frequency $idf_t = \log \frac{N}{df_t}$

Příklad: mějme dokumenty: {Máma mele maso}, {Ema maso solí, z masa bude oběd}, {Máma má Emu}, {Ema má mámu i oběd}

$N = 4$
$df_t(maso) = 2$
$idf_t(maso) = \log \frac{4}{2}$

$N = 4$
$df_t(Ema) = 3$
$idf_t(Ema) = \log \frac{4}{3}$

Inverzní četnost v dokumentu [Manning et al., 2008]

Term frequency tf – četnost znaku t v určitém dokumentu

Počet dokumentů N

Document frequency df_t – počet dokumentů, ve kterých se vyskytuje t

Inverse document frequency $idf_t = \log \frac{N}{df_t}$

Příklad: mějme dokumenty: {Máma mele maso}, {Ema maso solí, z masa bude oběd}, {Máma má Emu}, {Ema má mámu i oběd}

$N = 4$
$df_t(maso) = 2$
$idf_t(maso) = \log \frac{4}{2}$

$N = 4$
$df_t(Ema) = 3$
$idf_t(Ema) = \log \frac{4}{3}$

Proč nepočítáme s frekvencí znaku tf? V krátkých dokumentech je tf nižší než v dlouhých, neznamená to ale, že je tam t méně důležité.

Co vyjadřuje idf_t? Čím běžněji se slovo vyskytuje, tím je idf_t nižší.

Co když je $d_f = 0$? Používá se zvýšení jmenovatele (přičte se 1, aby ve jmenovateli nebyla 0).

K čemu se používá t_f? Dohromady s idf_t se používá při výpočtu míry (váhy) TF-IDF (počítá se jako násobek $t_f \times idf_t$. Čím vyšší TF-IDF nějaké slovo v souboru dokumentů má, tím víc se předpokládá, že má vyšší relevanci.

Leskův algoritmus: jednoduchý

pro každý význam s_i slova w:
  nastav váhu v na 0: $v(s_i) := 0$

najdi množinu slov O v okolí slova w

pro každé slovo o_j z okolí O
  pro každý význam s_i
    pokud se o_j nachází v definici n. př. užití D_i
      přičti $v(o)$ k $v(s_i)$: $v(s_i) := v(s_i) + v(o)$

vyber s_i s nejvyšším $v(s_i)$: *return* $max(v(s_i))$

váha slova $v(o) = idf_o$

Leskův algoritmus: jednoduchý

1. malá kočkovitá šelma, chovaná v domácnostech, na venkově zvl. pro hubení myší; kočka domácí (zool.); šedivá, černá, tříbarevná k.; hladká srst kočky; k. mňouká, přede; k. se plíží, číhá na myš; k. chytá ptáky; angorská k.; být falešný, úlisný jako k.; přen. expr. je to k. falešník; to děvče je k. lichotné, úlisné; [x] jsou na sebe jako pes a k. nenávidí se...
2. malá n. středně velká šelma s hustým kožichem; zool. rod Felis: k. plavá; k. divoká; k. domácí
3. samice kočkovité šelmy vůbec; rysí k.; lví k.; expr. každá kočkovitá šelma vůbec (tygr, levhart aj.)
4. ob. kožišina na límci, kolem krku n. ramen
5. kocovina (Haš.)
6. věc připomínající někt. vlastnost kočky: bot. velký trs ostřic vystupující z rašeliniště (na blatech); tech. pojízdný vozík jeřábu se zdvihacím ústrojím
7. druh důtek; devítiocasá k.

Leskův algoritmus: jednoduchý

Aminokyselina DL-methionin okyseluje moč, čímž chrání močové ústrojí psů i *koček* (důležitá vlastnost zvláště u kastrovaných jedinců).

i	D_i	$v(s_i)$
1	$D_1 = \{\text{pes}(1,525), \text{zvláště}(1,83)\}$	3,355
2	$D_2 = \{\}$	0
3	$D_3 = \{\}$	0
4	$D_4 = \{\}$	0
5	$D_5 = \{\}$	0
6	$D_6 = \{\text{u}(0,363), \text{vlastnost}(1,79), \text{ústrojí}(2,32)\}$	3,173
7	$D_7 = \{\}$	0

Algoritmy strojového učení

Strojové učení (machine learning, ML) = algoritmy a techniky, které způsobí změnu stavu počítačového systému tak, že zefektivní schopnost přizpůsobení se ...

Učím se, že pokud je blízko „kočka“ i „pes“, má „kočka“ význam 1...

- s učitelem – pro zadaný vstup máme i správný výstup (trénovací data)
- bez učitele – pro zadaný vstup neznáme správný výstup
- kombinace – pro část vstupu máme i správný výstup

Typické úlohy strojového učení jsou klasifikační úlohy.

Algoritmy strojového učení

Strojové učení (machine learning, ML) = algoritmy a techniky, které způsobí změnu stavu počítačového systému tak, že zefektivní schopnost přizpůsobení se ...

Učím se, že pokud je blízko „kočka“ i „pes“, má „kočka“ význam 1...

- s učitelem – pro zadaný vstup máme i správný výstup (trénovací data)
- bez učitele – pro zadaný vstup neznáme správný výstup
- kombinace – pro část vstupu máme i správný výstup

Typické úlohy strojového učení jsou klasifikační úlohy.

Definice ML může vypadat podivně, je to ale tím, že je těžké říct, co je to učení. Strojové učení a „lidské“ učení má společné rysy – má určitý cíl, opakování, v jeho průběhu by mělo docházet ke zlepšení ...

ukázky učících se programů: Akinator, 20q.net (stejná hra, česky Myslím si zvíře)


Agirre, E. and Edmonds, P. (2006).
Word sense disambiguation: algorithms and applications.
Text, speech, and language technology. Springer.


Kilgarriff, A. and Rosenzweig, J. (2000).
English senseval: Report and results.
In *Proceedings of the 2nd International Conference on Language Resources and Evaluation*, pages 1239–1244.


Manning, C. D., Raghavan, P., and Schtze, H. (2008).
Introduction to Information Retrieval.
Cambridge University Press, New York, NY, USA.