

# Sisteme de întrebare-răspuns în limbaj natural pentru spații de căutare deschise

*Seminar  
internațional  
„Instrumente  
pentru  
asistarea  
traducerii”*

**Dan Tufiș**

Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială  
Academia Română



# Întrebări și răspunsuri (I)

## • Cunoașterea în societatea actuală

- volumul cunoștințelor crește într-un ritm ce depășește capacitatea de acumulare a oricărei ființe umane; în fiecare zi apar, în practic orice domeniu al cunoașterii, mai multe lucrări decât poate citi un om într-un an de lectură neîntreruptă;
- cunoașterea enciclopedică devine imposibilă, lărgimea spațiului de cunoaștere fiind, inerent, invers proporțională cu adâncimea/profunzimea cunoașterii;
- pe lângă mecanismele rezolutive fundamentale ale procesului de cunoaștere, a învăța CE, CUM și UNDE să cauți cunoștințele necesare rezolvării unei situații/probleme particulare devine imperativul metodologic al oricărui proces educațional modern: *o întrebare bine formulată, poate conține în ea sâmburele soluției căutate.*

Seminar  
internățional  
„Instrumente  
pentru  
asistarea  
traducerii”



# Întrebări și răspunsuri (II)

- WEB-ul actual (și mai ales cel al viitorului) este considerat cel mai reprezentativ depozitar al cunoașterii umane (*locul unde dacă știi cum să cauți găsești informații despre oricine și orice; orice întrebare rațională își găsește pe WEB cel puțin un răspuns; etc*)
- dimensiuni (estimări) ale părții vizibile (indexate de principalele motoare de căutare):
  - 19,2 miliarde pagini indexate de motorul de căutare Yahoo (august, 2005)
  - 8,6 miliarde de pagini indexate de motorul de căutare Google (august, 2005)
  - 29,7 miliarde de pagini indexate în februarie 2007 (cf. [www.boutell.com](http://www.boutell.com))
  - >25,76 miliarde de pagini ([www.worldwidewebsize.com](http://www.worldwidewebsize.com)) -31 decembrie 2007

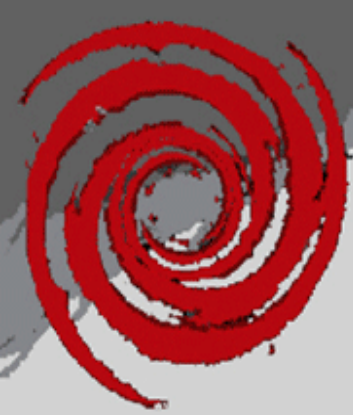


Seminar  
internățional  
„Instrumente  
pentru  
asistarea  
traducerii”



# Cunoaștere potențială vs. Cunoaștere efectivă (I)

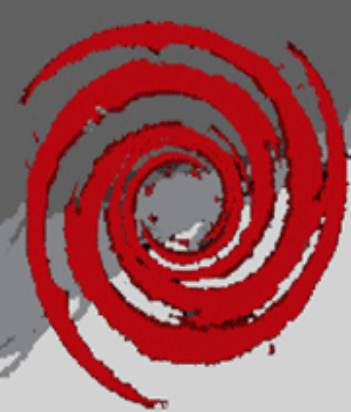
- Considerând numai partea vizibilă (indexată) a WEB-ului se poate vorbi de un imens volum **potențial** de cunoștințe.
  - De pildă, pentru cererea "size of the WEB" motorul de căutare Google întoarce 1.100.000 documente, Yahoo întoarce 91.800 documente, MSN Live Search 48.600 documente, ASK.com întoarce 7.340 documente
- Informația utilă, existentă într-un noian de documente necesită inspectarea unui număr mare de texte, aproape niciodată exhaustivă.
- Depinzând de ordinea furnizată de motorul de căutare, documente conținând informație extrem de relevantă rămân "îngropate" în cunoașterea potențială



*Seminar  
internațional  
„Instrumente  
pentru  
asistarea  
traducerii”*



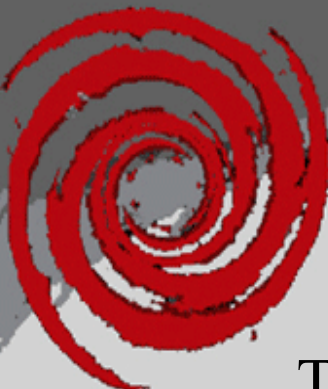
# Cunoaștere potențială vs. Cunoaștere efectivă (II)



*Seminar  
internățional  
„Instrumente  
pentru  
asistarea  
traducerii”*

- Economia “captării atenției” se bazează în mare măsură pe utilizarea unor artificii tehnice de promovare a paginilor web între primele documente întoarse de motoarele de căutare pentru cererile formulate de utilizatori
- Tehnicile folosite de motoarele de căutare actuale reflectă doar în mică măsură intenția cognitivă a utilizatorului, fie din cauza insuficienței expresive a limbajului de interogare (cuvinte cheie, neordonate) fie din incapacitatea sistemelor suport de a efectua în timp real prelucrări morfologice, sintactice și/sau semantice în cele peste 150 de limbi sau dialecte cu reprezentare semnificativă pe WEB (Google oferă indexare și căutare pentru 117 de limbi și dialecte).
- Trecerea de la potențialitate la efectivitate a cunoașterii de pe WEB pe mai multe căi. Una din ele o constituie sistemele de întrebare-răspuns (QA)





# O clasificare a sistemelor de întrebare-răspuns (QA)

## Tipuri de sisteme de QA:

1. cu domeniu de discurs precizat (sisteme de QA circumscrise)
2. Cu domeniu de discurs neprecizat (sisteme de QA deschise)

Distincția 1 vs. 2 este puțin sensibilă la volumul datelor și se referă la posibilitatea modelării predictive a semanticii unei întrebări arbitrare, dar relevantă în raport cu informațiile existente în spațiul de căutare, precum și la reprezentarea informației factuale ce ar putea reprezenta răspunsul la o întrebare.

- Sistemele de tip 1 se bazează pe surse structurate de cunoaștere (baze și bănci de date, rețele semantice factuale) care pot conține volume foarte mari de date
- Sistemele de tip 2 utilizează de regulă cunoștințe lexicale (adeseori ontologii lexicale), euristici și colecții foarte generale de pattern-uri; cunoașterea factuală este ne-explicitată și este “ascunsă” în colecții de documente textuale sau multi-media. Pentru un sistem de tip 2, în cazul cel mai general, spațiul de căutare al răspunsului/răspunsurilor la o întrebare este întregul WEB (însă chiar dacă spațiul de căutare este o colecție de 1000 de documente selectate aleatoriu, un sistem capabil să răspundă corect la o întrebare al cărui răspuns se găsește în cele 1000 de documente, tot sistem de tip 2 rămâne)

*Seminar  
internațional  
„Instrumente  
pentru  
asistarea  
traducerii”*



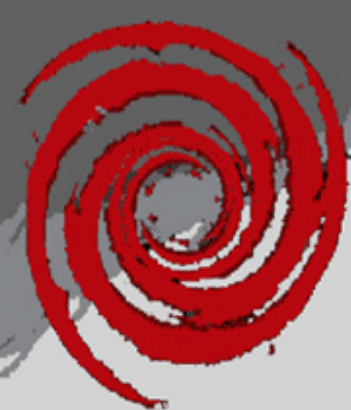
# Un caz particular de sistem Q&A deschis

- Spațiul de căutare: o colecție mare de documente (textuale sau multimedia) constituite în arhive tematice:
  - PubMed Central (<http://www.pubmedcentral.nih.gov/>): arhiva digitală publică de articole în domeniul bio-medical și al științelor vieții
  - Wikipedia ([http://en.wikipedia.org/wiki/Main\\_Page](http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page)), The Oxford Text Archive (OTA- <http://ota.ahds.ac.uk/>) The Arts and Humanities Hub (Humbul Humanities Hub <http://www.humbul.ac.uk/>), diferite arhive digitale naționale (The Japan Digital National Archives - [http://www.digital.archives.go.jp/index\\_e.html](http://www.digital.archives.go.jp/index_e.html); The SCOTSMAN Digital Archive-<http://archive.scotsman.com/>; The NATION Digital archive-<http://www.thenation.com/archive> și foarte multe altele)
  - Arhive ale unor organizații și organisme internaționale (UE, ONU, UNESCO, NATO, etc) conținând cel mai adesea documente paralele (Acquis Communautaire, Europarl)

*Seminar  
internățional  
„Instrumente  
pentru  
asistarea  
traducerii”*



# Observații statistice și psiho-lingvistice în interacțiunea om-calculator

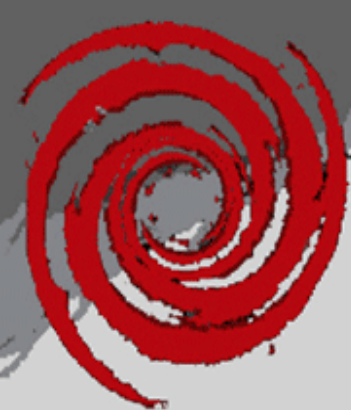


Seminar  
internățional  
„Instrumente  
pentru  
asistarea  
traducerii”

Numeroase studii experimentale (Long, 1994, Slator et al., 1986, Brennan and Ohaeri, 1994, Veronis 2001, Wahlster, 2001 etc.) asupra proprietăților structurale și stilistice ale limbajului natural folosit în comunicarea om-mașină (interface language) au relevat particularități extrem de utile pentru proiectanții de sisteme QA:

- Pentru o colecție suficient de mare de documente tematice, chiar dacă colecția este dinamică (cum ar fi Wikipedia, PubMed sau Acquis Communautaire) **curba de creștere a vocabularului este aplatizată** deja (adică prin introducerea la momentul  $T_{i+1}$  de texte noi în colecție, numărul de cuvinte noi față de cele întâlnite până la momentul  $T_i$  va fi neglijabil);
- de asemenea este rațional a presupune că, pentru cuvintele polisemantice din fondul lexical al colecției de texte, dintre toate sensurile posibile (listate de un dicționar explicativ) **sensurile relevante pentru limbajul reflectat în colecția dată sunt doar cele folosite în textele colecției.**
- În cazul unui utilizator interesat de informația căutată, **complexitatea lexicală, sintactică și semantică a întrebărilor sale este scăzută**, de regulă sub nivelul competenței sistemului de QA





# O ipoteză de lucru pentru sisteme QA deschise cu spații de căutare tematice

*În interpretarea semantică a unei întrebări, un cuvânt nou (cu excepția entităților numite - named entities), neîntâlnit anterior în colecția tematică, este fie ne semnificativ (și deci ignorat), fie reductibil la unul dintre cuvintele văzute cel mai des în contexte sintactice sau semantice similare;*

Seminar  
internățional  
„Instrumente  
pentru  
asistarea  
traducerii”

Pentru o astfel de abordare, sunt necesare o serie de pre-procesări elementare asupra textelor din colecția tematică: segmentare lexicală, etichetare morfo-sintactică (POS tagging), recunoașterea grupurilor frazale (chunking), determinarea dependențelor între cuvinte sau grupuri frazale (dependency linking).

- clasificarea tematică a documentelor din spațiul web este o premisă a abordării; documentele pot avea o clasificare implicită (foarte generală) prin apartenența la o colecție gestionată de o anumită instituție publică sau privată (e.g. Wikipedia, PubMed Public, Acquis Communautaire)
- instrumentele moderne de clasificare a documentelor (document categorizing) pot ajuta la constituirea dinamică de colecții tematice foarte mari de documente în raport cu criteriile de selecții arbitrare. Relevanța documentelor selectate în colecția de documente ce va constitui spațiul de căutare pentru un sistem de QA depinde de granularitatea criteriilor de clasificare: cu cât criteriile sunt mai generale, cu atât precizia selecției este mai mare.

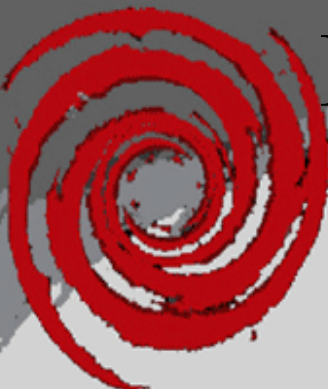


# Sisteme timpurii de întrebare-răspuns circumscrise

- Sistemele timpurii (anii '60- '80) de QA circumscrise au folosit ipoteze simplificatoare pentru a compensa resursele lingvistice și de calcul limitate;
  - Interpretarea întrebărilor bazate pe:
    - cuvinte cheie și șabloane prestabilite:
      - BASEBALL – Green 1963, ELIZA – Weizembaum, 1966, SIR – Raphael 1968, STUDENT – Bobrow 1968,
    - gramatici semantice/conceptuale:
      - LUNAR – Woods 1973,, LIFER – Hendrix 1977, IURES – Tufiș&Cristea 1983
    - Formalisme acționale (*înțelegerea unui mesaj de către calculator înseamnă o acțiune conformă cu așteptările utilizatorului*) combinând elemente declarative și procedurale la nivelul lexical, semantic și pragmatic în definirea contextelor cognitive:
      - SHRDLU – Winograd, 1972, MARGIE, SAM – Schank 1973, PAM – Wilensky 1978
  - spațiile de căutare a răspunsurilor codificate explicit în baze de date sau în rețele semantice;

Seminar  
internățional  
„Instrumente  
pentru  
asistarea  
traducerii”



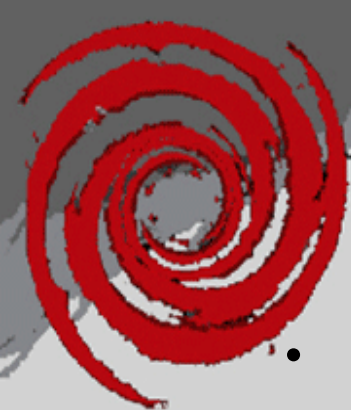


# Principalele probleme ale sistemelor timpurii de QA (circumscrise):

- Scalabilitatea
  - Toate soluțiile întrebărilor plauzibile erau codificate explicit sau erau deductibile din cunoștințele stocate, în baza unui raționament controlabil;
  - Universurile de discurs: micro-lumi statice cu limbaj controlat, cu expectații bine definite
  - Codificarea explicită a cunoașterii: extrem de costisitoare, incapabilă să țină pasul cu cunoștințele domeniului de discurs (indiferent de îngustimea sa)
  - Trecerea de la un univers de discurs la altul: un nou sistem
- Timpul de răspuns
  - Rezonabil pentru spații de căutare reduse, dar complet inacceptabil pentru colecții factuale de mari dimensiuni
- Dependența structurilor de reprezentare a cunoștințelor lingvistice și de domeniu față de limba folosită la nivelul interfeței: de cele mai multe ori structurile conceptuale de reprezentare ale domeniului de discurs și lexicul (sintaxa) limbajului de interogare erau puse în corespondență directă

*Seminar  
internațional  
„Instrumente  
pentru  
asistarea  
traducerii”*





# O schimbare de paradigmă: QA deschise

- Internetul și web-ul au adus o modificare majoră de paradigmă în proiectarea sistemelor de QA.
  - Leit-motivul: “ștrangularea” procesului de achiziție a cunoștințelor (**KA bottleneck**)
    - cea mai naturală și mai completă formă de codificare a cunoașterii umane este limbajul natural (scris sau vorbit)
    - textele au devenit disponibile într-un volum atât de mare încât explicitarea manuală a cunoașterii conținute desfide orice încercare rațională
    - dinamica cunoștințelor factuale este necontrolabilă
  - Consecința:
    - un sistem de QA de utilitate publică sau specializat trebuie să fie capabil să prelucreze fluxuri mari de informație primară și să răspundă în timp util
    - multilingvismul a devenit un factor esențial de acceptabilitate
      - informații căutate pot exista în documente scrise sau vorbite în limbi diferite; utilizatorul poate dori informații doar în limba sa ori într-un număr limitat de limbi
      - traducerea automată (cel puțin rudimente) trebuie să poată fi ușor incorporată în sistemele de QA
    - Granița dintre sistemele de QA circumscrise și cele deschise, va deveni din ce în ce mai difuză atunci când explicitarea cunoașterii din spațiul web se va realiza automat (unul din obiectivele Semantic-Web). Până atunci capacitățile inferențiale ale unui sistem de QA deschis rămân inerent inferioare celor ale unui sistem QA circumscris

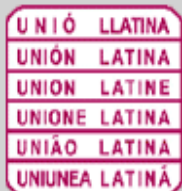
*Seminar  
internățional  
„Instrumente  
pentru  
asistarea  
traducerii”*



# Structura unui QA deschis și monolingual (1)

1. Sistemul de indexare și căutare a colecției de documente ce reprezintă spațiul de căutare (pentru întregul web, indexarea este realizată de firme ca Google, Yahoo, Altavista etc, iar căutarea este furnizată prin intermediul mașinilor de căutare ale companiilor respective)
  - în funcție de granularitatea indexării, la momentul căutării, întoarce o listă ordonată de documente sau fragmente textuale (paragrafe, șiruri de lungime predeterminată conținând cuvintele folosite drept criterii de căutare-snippets);
  - ordonarea se face în raport cu o funcție de relevanță, proprie motorului de căutare
2. Interpretorul de întrebări:
  - analiza lingvistică a întrebării
  - clasificarea întrebării în raport cu o tipologie predefinită
  - determinarea tipului de răspuns așteptat
  - generarea unei cereri de căutare în limbajul de specificare al motorului de căutare utilizat (motor propriu, local sau motor public)

*Seminar  
internățional  
„Instrumente  
pentru  
asistarea  
traducerii”*





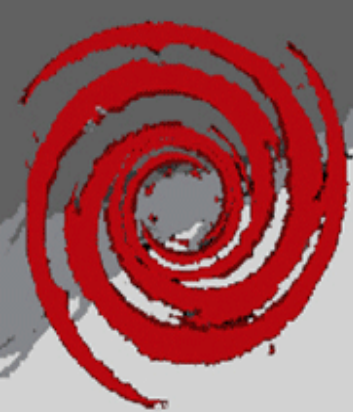
# Structura unui QA deschis și monolingual (2)

## 3. Extractorul și evaluatorul celui mai probabil răspuns (componenta cea mai sensibilă):

- filtrarea fragmentelor textuale întoarse de motorul de căutare în conformitate cu structura răspunsului așteptat
- analiza lingvistică a candidaților rămași și reordonarea răspunsurilor probabile; criteriile de reordonare pot fi (și de regulă sunt) mult mai precise decât ale motorului de căutare;
- în funcție de protocolul sesiunii de întrebare-răspuns se selectează un singur fragment (cel mai frecvent caz) sau cele mai bine cotate K fragmente conținând răspunsurile posibile;
- extracția fragmentului minimal de text (un cuvânt, un grup frazal, o clauză sau o frază întreagă) conținând răspunsul complet la întrebare (1 sau K răspunsuri); sistemele de QA cele mai avansate pot intra într-un dialog de clarificare cu utilizatorul pentru a selecta din cele K răspunsuri posibile pe cel mai adecvat

*Seminar  
internațional  
„Instrumente  
pentru  
asistarea  
traducerii”*





# Structura unui QA deschis și croslingual

*Întrebarea în limba  $L_s$  dar documentele din spațiul de căutare în limba  $L_T$*

În mare măsură, structura rămâne aceeași dar

⇒ interpretorul de întrebări trebuie să includă un sub-modul de traducere a cererii de căutare;

Extractorul răspunsului trebuie să fie capabil să efectueze analiza lingvistică pentru limba  $L_T$ .

Seminar  
internățional  
„Instrumente  
pentru  
asistarea  
traducerii”





# Tipuri de întrebări și răspunsuri așteptate

**Factoid:** Răspunsul este o entitate de tip:

**Thing** (Ce album a lansat trupa Queen în anul 1991 la casa de discuri EMI?)

**Organization** (Ce organizație internațională supervizează acordurile ce definesc regulile comerciale dintre statele membre ale sale?)

**Location** (Care este lacul cu suprafața cea mai mare din lume)

**Person** (Cine a fost întemeietorul Imperiului Carolingian?)

**Measure** (Ce procent de apă conține castravetele?)

**Time** (În ce an a fost nominalizat la Oscar filmul The Towering Inferno?)

**Time interval** (Când a domnit Alexandru Ioan Cuza?)

**Lists:** Răspunsul este o listă de elemente factice ca mai sus

(Numiți șase parteneri cu care a dansat Fred Astaire in filme)

**Definition: or Explanation:** Răspunsul este un text narativ

(Ce este Cerbul de Aur?)

**Temporally restricted:** Răspunsul este tip factuale, dar cu respectarea restricțiilor

(Cine a fost președintele SUA între 1993 și 2001?)

**NIL:** Răspunsul nu există în colecția tematică

(Cine a fost soția lui Abu al-Fida?)

Seminar  
internațional  
„Instrumente  
pentru  
asistarea  
traducerii”





# Modalități de evaluare a unui QA deschis (1)

Seminar  
internățional  
„Instrumente  
pentru  
asistarea  
traducerii”

- Un răspuns este considerat corect nu numai prin conținutul său ci și prin identificarea corectă a textului ce susține răspunsul
- Evaluări ale răspunsurilor:
  - **Corect** (răspunsul este corect, textul din care a fost extras răspunsul este corect)
  - **Greșit** (răspunsul este greșit, indiferent dacă textul din care s-a făcut extracția sa este corect sau nu)
  - **Inexact** (răspunsul este parțial corect, fie prea scurt fie prea lung, dar textul din care s-a extras răspunsul este corect)
  - **Neargumentat** (răspunsul este corect, dar textul din care a fost extras răspunsul este incorect)



# Modalități de evaluare a unui QA deschis (2)

- Dacă protocolul de întrebare-răspuns permite un număr mai mare de alternative, ordinea în care sunt furnizate răspunsurile contează în scorul răspunsului corect:
  - Prima alternativă este corectă -> 1 punct
  - Alternativa M este corectă -> 1/M puncte
- Evaluări ale răspunsurilor:
  - De regulă efectuată de subiecți umani (pe baza unei grile de răspuns) pentru a evita evaluarea mecanică, insensibilă la sinonimie, polisemie, alternanțe structurale (sintactice)

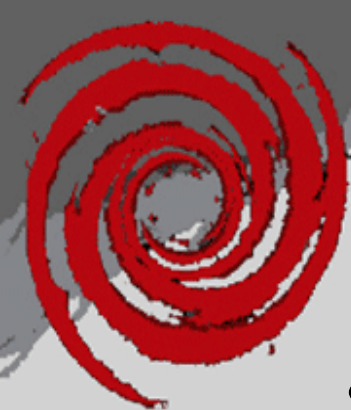
Seminar  
internățional  
„Instrumente  
pentru  
asistarea  
traducerii”



# Modalități de evaluare a unui QA deschis (3)

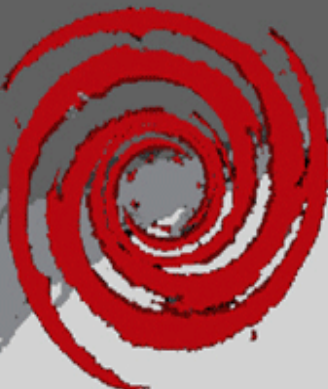
- Și totuși...
  - Ce este Selena?
    1. Satelitul natural al Pământului
    2. Rolul binecunoscutei și regretatei Selena în filmul cu același nume, interpretat de Jennifer Lopez în 1997
    3. Zeița care conduce Luna
    4. Cântăreață internațională

Răspunsurile 1 și 2 sunt corecte, 3 și 4 putând fi respinse în baza tipului de răspuns factual așteptat (Thing – indus de pronumele interogativ “ce”), dar în contextul unui dialog coerent doar unul este rațional



*Seminar  
internațional  
„Instrumente  
pentru  
asistarea  
traducerii”*



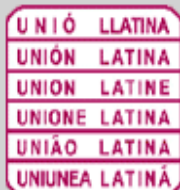


# Sisteme de QA deschise pentru limba română prezente la CLEF

Limba română a fost inclusă în competiția CLEF în anul 2006

*Seminar  
internățional  
„Instrumente  
pentru  
asistarea  
traducerii”*

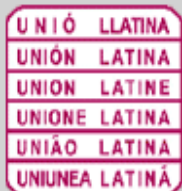
- QA-RACAI 2006 (cross-lingual RO-EN)
- QA-UAIC 2006 (cross-lingual RO-EN)
- QA-WHM 2006 (cross-lingual RO-EN)
- QA-RACAI 2007 (monolingual RO)
- QA-UAIC2007 (monolingual RO)
- QA-WHM 2007 (cross-lingual RO-EN)



# Câteva particularități ale sistemelor QA-RACAI (1)

- Pentru varianta croslinguală, traducerea cererii este realizată pe baza ontologiei lexicale RO-WordNet aliniată la nivel de serie sinonimică cu ontologia pentru limba engleză WordNet
- Pentru indexare și regăsire este folosită platforma open-source LUCENE
- Indexarea colecției tematice de documente se realizează multicriterial pe toate cuvintele “conținut” (categorie gramaticală, formă ocurență, leamnă, poziție în document, termeni multi-cuvânt)
- Precizia și completitudinea fazei de regăsire documentară bazată pe indexarea LUCENE este superioară unui motor general de căutare ( $P=68\%$ ,  $R=80\%$ ,  $F=73,51$ ). O îmbunătățire a performanței acestei faze se reflectă substanțial în performanța sistemului QA

*Seminar  
internățional  
„Instrumente  
pentru  
asistarea  
traducerii”*



# Câteva particularități ale sistemelor QA-RACAI (2)

- Clasificarea întrebărilor se realizează cu un sistem bazat pe modelul maximizării entropiei, antrenabil în raport cu o tipologie dată. Sistemul de clasificare este extrem de precis (la CLEF2007, din cele 200 de întrebări, 199 au fost corect clasificate în una din cele 8 categorii definite de organizatori - temporal (TMP), time interval (ITMP), definition (DEF), measure (MES), list (LST), location (LOC), names (N) and explanation (WHY).
- Prelucrările lingvistice (segmentare lexicală, adnotare morfo-sintactică, lematizare, analiză sintactică parțială (chunking & dependency linking) este folosită platforma de servicii web dezvoltată în institutul nostru.
- Extragerea celui mai probabil răspuns la o întrebare se realizează cu ajutorul unui algoritm recursiv de potrivire structurală între arborele de dependențe al întrebării și arborele de dependențe al candidatului de răspuns (metoda este originală și în mare măsură responsabilă de performanța foarte bună a sistemului)

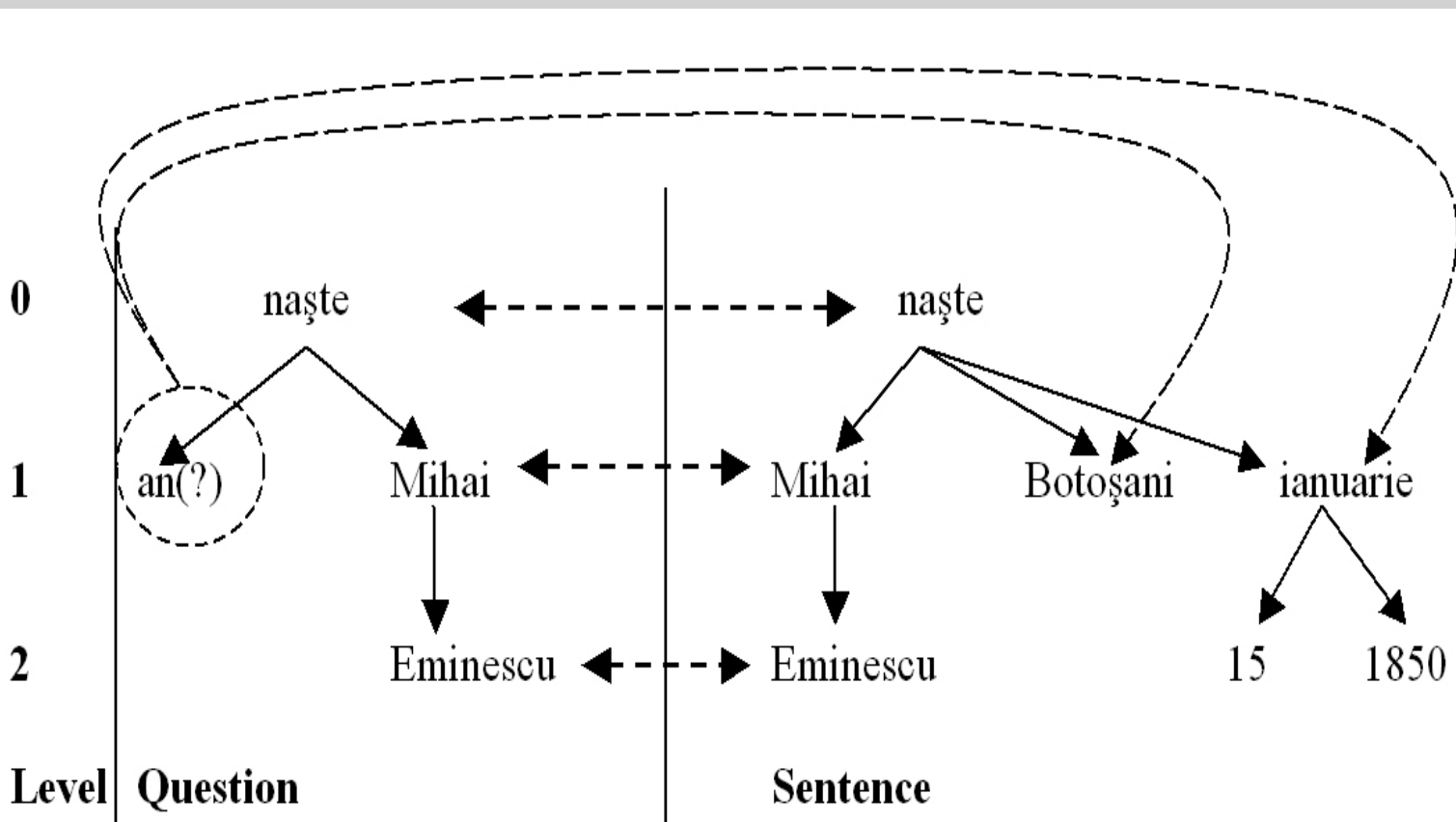


Seminar  
internățional  
„Instrumente  
pentru  
asistarea  
traducerii”



# Potrivire structurală între arborele de dependențe al întrebării și arborele de dependențe al răspunsului

Seminar  
internățional  
„Instrumente  
pentru  
asistarea  
traducerii”



UNIÓ LLATINA  
UNION LATINA  
UNION LATINE  
UNIONE LATINA  
UNIÃO LATINA  
UNIUNEA LATINĂ



# Obiective

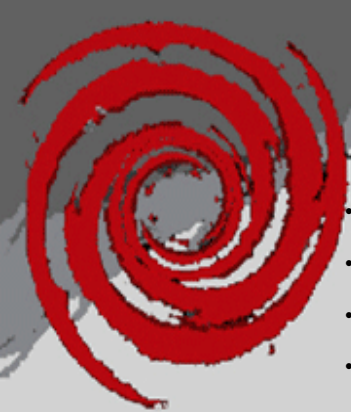
- Competițiile de tip CLEF, TREC, NTCIR etc., sunt extrem de benefice pentru evaluarea avansului tehnologic în domeniul QA, pentru identificarea punctelor slabe și direcționarea cercetării în direcțiile cele mai promițătoare.
- Experiența colectivelor din ICIA (RACAI) și UAIC prin participarea la CLEF a condus la idei și soluții noi, la o focalizare mai precisă a eforturilor noastre de cercetare (întrebări cu răspuns de tip listă, întrebări fără răspuns)
- Performanțele din 2007 (cel mai bun scor 30%) mult mai bune decât cele din 2006 (cel mai bun scor 14,64%); evaluarea s-a făcut considerând un singur răspuns
- O analiză a rezultatelor sistemelor QA-RACAI 2007 și QA-UAIC 2007 a arătat că un combinator ideal al răspunsurilor ar fi obținut un scor de 40,5%
- Prin proiectul PNII *SIR-RESDEC* (parteneri RACAI, UAIC și ICI) ținta este un sistem QA deschis cu o acuratețe de cel puțin 50%



Seminar  
internățional  
„Instrumente  
pentru  
asistarea  
traducerii”



# Referințe bibliografice



Seminar  
internațional  
„Instrumente  
pentru  
asistarea  
traducerii”

- Brennan, S. and Ohaeri, J. (1994). "Effects of Message Style on Users' Attributions toward Agents." In *CHI '94: Human Factors in Computing Systems, Conference Companion*. ACM. 281-282.
- Gaizauskas, R., Humphreys, K. (2000). A Combined IR/NLP Approach to Question Answering Against Large Text Collections. In: 6th Content-Based Multimedia Information Access Conference (RIA0-2000), pp. 1288–1304. Paris, France)
- Harabagiu, S., Moldovan, D., Clark, C., Bowden, M., Hickl, A., Wang, P. (2005). : Employing Two Question Answering Systems in TREC-2005. In: Text Retrieval Conference (TREC-14). Gaithersburg, Maryland
- Harabagiu, S., Moldovan, D., Pașca, M., Mihalcea, R., Surdeanu, M., Bunescu, R., Gîrju, R., Rus, V., Morărescu, P. (2000): FALCON: Boosting Knowledge for Answer Engines. In: Text Retrieval Conference (TREC-9), pp. 479—489. Gaithersburg, Maryland
- Iftene, A., Pistol, I., C., Forăscu, C., Trandabăț, D., Balahur-Dobrescu, A., Cotelea, D., Drăghici, I.(2007): Construirea unui sistem de tip Întrebare-Răspuns pentru limba română, în *Lucrările atelierului de lucru Resurse lingvistice și instrumente pentru prelucrarea limbii române*, 14-15 decembrie 2007, Univ. A.I. Cuza, Iași
- Ion, R. (2007) : Word Sense Disambiguation Methods Applied to English and Romanian. PhD thesis, Romanian Academy, Bucharest
- Ion, R., Barbu Mititelu, V. (2006): Constrained Lexical Attraction Models. In: Nineteenth International Florida Artificial Intelligence Research Society Conference, pp. 297–302. AAAI Press, Menlo Park, Calif., USA
- Long, B. (1994): Natural Language as an Interface Style <http://www.dgp.toronto.edu/people/byron/papers/nli.html>
- Moldovan, D., Bowden, M., Tatu, M. (2006): A Temporally-Enhanced PowerAnswer in TREC 2006. In: Text Retrieval Conference (TREC-15). Gaithersburg, Maryland
- Moldovan, D.I., Clark, C., Harabagiu, S.M., Hodges, D. (2007): COGEX: A semantically and contextually enriched logic prover for question answering. *J. Applied Logic* 5(1): 49-69
- Moldovan, D., Harabagiu, S., Pașca, M., Mihalcea, R., Goodrum, R., Gîrju, R., Rus, V. (1999) : Lasso: A Tool for Surfing the Answer Net. In: Text Retrieval Conference (TREC-8), pp. 175—184. Gaithersburg, Maryland
- Ratnaparkhi, A. (1998): Maximum Entropy Models for Natural Language Ambiguity Resolution. PhD thesis, University of Pennsylvania, Philadelphia, PA
- Puscașu, G., Iftene, A., Pistol, I., Bălașa, D., Tufiș, D., Ceașu, A., Ștefănescu, D., Orășan, C., Dornescu, I., Ion, R., Cristea, D. (2007): A Cross-Lingual Romanian to English Question Answering System. In Peters, C.; Clough, P.; Gey, F.C.; Karlgren, J.; Magnini, B.; Oard, D.W.; de Rijke, M.; Stempfhuber, M. (Eds.) LNCS 4730 Lecture Notes in Computer Science, Springer-Verlag, ISBN: 978-3-540-74998-1, pp. 385-394
- Puscașu, G., Orășan, C (2007): University of Wolverhampton at CLEF 2007, CLEF2007 Workshop, 10 pp., September, 2007, Budapest, Hungary
- Slator, B. M. (1985) Pygmalion at the interface: Impatient users and foreign-speak (Memoranda in computer and cognitive science), Research Report Computing Research Laboratory, New Mexico State University.
- Slator, B.M., Anderson, M.P., Conley, W. (1986). Pygmalion at the interface. *Communications of the ACM*, 29, 7, 599-604.
- Tufiș D., Cristea D. (1985) “IURES: A Human Engineering Approach To Natural Language Question Answering”, in W. Bibel, B.Petkoff (eds.) Artificial Intelligence: Systems, Applications, Methodology, North Holland, 1985
- Tufiș D. (1989) “A Functional Implementation of Some Pragmatic Question-Answering Principles”, in International Journal on Studies and Researches in Computers & Informatics, Bucharest, 1989
- Tufiș, D., Ștefănescu, D., Ion, R., Ceașu, A. (2007): RACAI’s Question Answering System at QA@CLEF 2007, CLEF2007 Workshop, 15 pp., September, 2007, Budapest, Hungary
- Véronis, J. (1991). "Error in natural language dialogue between man and machine." *International Journal of Man-Machine Studies* 35, 187-217.
- Voorhees, E.M.(2005): Overview of the TREC 2005 Question Answering Track. In: Text Retrieval Conference (TREC-14). Gaithersburg, Maryland
- Wahlster, W. (1991). "User and Discourse Models for Multimodal Communication" In J. Sullivan and S, Tyler (Eds.) *Intelligent User Interfaces* . Addison-Wesley. 45-67.
- Waldinger, R.J., Appelt, D.E., Dungan, J.L., Fry, J., Hobbs, J.R., Israel, D.J., Jarvis, P., Martin, D., Riehemann, S., Stickel, M.E., Tyson, M. (2004) : Deductive Question Answering from Multiple Resources. In: New Directions in Question Answering 2004, pp. 253—262.
- Winograd, T. (1972). Understanding Natural Language. Academic Press.
- Yuret, D. (1998) : Discovery of linguistic relations using lexical attraction. PhD thesis, MIT, Cambridge, Massachusetts

