

CONAN – DETECȚIA POSIBILELOR CONOTAȚII ALE UNUI TEXT

DAN ȘTEFĂNESCU, DAN TUFIS

*Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială
Academia Română*

{danstef, tufis}@racai.ro

Rezumat

Ambiguitatea limbajului natural trece adesea neobservată, fiind de cele mai multe ori generată în mod involuntar. O propoziție în cazul căreia intenția autorului este evidentă în contextul original, poate fi înțeleasă total diferit atunci când este pusă într-un alt context, mai ales în situația în care ea conține ambiguități neobservate. Uneori acest lucru poate fi amuzant, alteori stânjenitor. Lucrarea prezintă o aplicație pe care am numit-o CONAN, realizată la ICIA, cu ajutorul căreia astfel de ambiguități pot fi detectate și, în funcție de intenția autorului, înlăturate, diminuate sau amplificate.

1. Introducere

Există diverse metode de modelare a proceselor de clasificare a opiniilor și diferite grade de granularitate în definirea acestor modele. De exemplu, în cazul clasificării recenziilor se poate evalua opinia/aprecierea generală (pozitivă, negativă sau neutră) a autorului cu privire la un anumit subiect al discuției. Clasificarea opiniei la nivelul documentelor este însă considerată a fi prea puțin granulară în cazul majorității aplicațiilor (de pildă un document poate exprima diferite opinii în raport cu diverse aspecte ale subiectului tratat - un produs poate fi excelent dar prețul său mult prea mare, o piesă de teatru poate avea o distribuție foarte bună dar un scenariu prost, etc.). De aceea mai toate sistemele avansate de analiză/clasificare opiniilor iau în considerare nivelul propozițional. La acest nivel, problemele tipice care apar includ identificarea propozițiilor ce exprimă o opinie, a relevanței acestei propoziții față de subiectul de interes, a agentului care exprimă opinia (care poate fi autorul textului sau o sursă citată de autor), polaritatea (pozitivă, negativă sau neutră) opiniei precum și intensitatea ei (puternică, slabă).

Toate metodele sau algoritmii (abia la început) folosiți pentru analiza subiectivității exploatează cuvinte sau expresii deja procesate, acestea fiind unități lexicale purtătoare de opinie sau sentiment. Aceste unități lexicale (pe care le vom numi senti-cuvinte) sunt în general manual codificate, extrase din corpusuri sau marcate în lexicoane precum General Inquirer sau SentiWordNet (Esuli & Sebastiani, 2006). În SentiWordNet fiecare sens al fiecărui cuvânt are asociat un marcaj <O, P, N> în care O, P și N reprezintă scoruri a priori (independente de context) de obiectivitate (O), subiectivitate pozitivă (P) și respectiv subiectivitate negativă (N) și în plus, pentru oricare triplet <O, P, N> ce marchează înțelesurile din dicționar există relația $O+P+N=1$.

În timp ce stabilirea faptului că o propoziție are caracter subiectiv (exprimă o opinie) și a detectării faptului că această propoziție se referă la subiectul de interes al investigației sunt mai puțin controversate, polaritatea ei poate fi în schimb problematică. Dificultatea este generată de polisemia majorității cuvintelor și de faptul că în multe cazuri polaritatea subiectivității apriori (engl. "*prior subjectivity*") a senti-cuvintelor depinde de sensul lor contextual (uneori local, alteori global). Aparent, noțiunea de sens, așa cum este ea definită în cadrul SentiWordNet, ar rezolva problema. În realitate însă nu este așa. După cum arată (Tufiș, 2008a), este necesară stabilirea unei distincții clare între cuvintele intrinsec purtătoare de subiectivitate cu polaritate specifică, și cuvintele a căror polaritate ar trebui luată în considerare în funcție de context. Cazul al doilea face referire la situații de felul: „timpul de răspuns al monitorului este *lung*” comparativ cu „viața *lungă* a unui motor”. Se poate observa aici că polaritatea cuvântul *lung* depinde de substantivul pe care îl modifică.

Cercetările în această direcție au fost până nu demult de tip monolingv, orientate în marea lor majoritate către limba engleză datorită bogatelor resurse existente, necesare acestor tipuri de analiză¹ (Mihalcea et al., 2007). În ultimii ani însă, pentru tot mai multe limbi (printre care și limba română) au fost dezvoltate astfel de resurse, în general prin exploatarea textelor paralele și a lexicoanelor multilingve. O ipoteză fundamentală în transferul cros-lingual al caracterizării apriorice de subiectivitate a unui sens al unui element lexical dintr-o limbă este că aceasta (caracterizarea) este validă și pentru sensul corespunzător al echivalentului de traducere într-o altă limbă. După cunoștințele noastre nu există nici un experiment care să infirme această ipoteză, cel puțin la nivelul calitativ. Desigur, există posibilitatea ca raportul dintre subiectivitatea apriori pozitivă și cea negativă să varieze între echivalenții de traducere pentru o pereche de limbi, dar acest subiect necesită cercetări și experimente care depășesc cadrul investigației noastre prezente. Deocamdată, adoptând ipoteza corespondenței subiectivității apriori a echivalenților lexicali de traducere, metoda transferului cros-lingual al informației de subiectivitate reprezintă o modalitate comodă de creare a unor resurse lingvistice necesare detectării și evaluării automate a opiniilor exprimate textual. Deși SentiWordNet a fost dezvoltat pentru limba engleză, având în vedere existența de dicționare semantice monolingve² cu structură identică sau foarte asemănătoare cu Princeton WordNet (Fellbaum, 1998) pentru mai mult de 40 de limbi și că majoritatea acestor dicționare folosesc ca index interlingual chiar Princeton WordNet, marcajul de subiectivitate poate fi transferat (în virtutea echivalenței interlinguale a înțeleșurilor) și exploatat în oricare dintre limbile respective (inclusiv limba română). Vom denumi în continuare orice wordnet astfel îmbogățit cu informația de subiectivitate, cu termenul de sentiwordnet. Apariția resurselor de tip sentiwordnet va conduce la amplificarea cercetărilor de subiectivitate pentru tot mai multe limbi, iar în viitorul imediat, la realizarea de noi aplicații în acest domeniu.

O astfel de aplicație va fi prezentată în cele ce urmează.

¹ citat: "mainly explained by the availability of resources for subjectivity analysis, such as lexicons and manually labeled corpora", (Mihalcea et al., 2007).

² <http://www.globalwordnet.org/>

2. *Detecția posibilelor conotații textuale*

Majoritatea reclamelor publicitare pe care le vedem zilnic exploatează în mod inteligent ambiguitatea limbajului utilizând jocuri de cuvinte, asocieri surprinzătoare, imagini care împing către un anumit context de interpretare, pentru a promova diverse produse și/sau servicii. Multe din scurtele propoziții folosite în acest sens, atunci când sunt folosite în texte obișnuite, pot avea o parte din posibilele conotații mascate de context și astfel să fie nesesizate de către cititorul obișnuit. Observația este validă însă și în sens invers: anumite propoziții luate din contextul original și plasate în contexte noi, eventual cu grijă alese, pot fi purtătoare de mesaje complet noi, adesea nedorite. Este relativ ușoară identificarea, mai ales în interiorul textelor argumentative, a unor astfel de propoziții ce pot fi folosite într-un mod malițios în contexte care să poată induce o interpretare complet diferită și chiar opusă față de cea originală.

Metodele de analiză a subiectivității decid în general dacă o propoziție este subiectivă sau nu, iar în caz afirmativ stabilesc polaritatea și scorul de subiectivitate. Acest lucru se poate face ușor atât timp cât fiecare cuvânt din propoziție este dezambiguitat la nivel de sens, iar pentru fiecare sens identificat există înregistrat într-un dicționar sentiwordnet un scor de subiectivitate. Pe lângă acest tip de analiză, aplicația descrisă în continuare, numită CONAN (CONnotation ANalyzer), poate fi folosită pentru o prelucrare textuală mai complexă: estimarea *variabilității conotative* a unei propoziții, reprezentând potențialul unui enunț textual de a-și modifica, în funcție de context, intensitatea sau chiar polaritatea opiniei subiective. Aplicația estimează pe o scară de la 0 la 1, măsura în care o propoziție, independent de contextul său curent de ocurență, poate fi interpretată obiectiv (O), subiectiv-pozitiv (P) sau subiectiv-negativ (N), elementele de interes pentru această estimare fiind senti-cuvintele din propoziția prelucrată. În mai toate cazurile, aceste scoruri sunt diferite. Experimentele noastre arată că propozițiile pentru care scorurile de subiectivitate (pozitivă și respectiv negativă) sunt ridicate și comparabile pot fi ușor folosite în „jocuri conotaționale” de care autorul poate fi conștient sau nu.

3. *CONAN (CONotation ANalyzer)*

Sistemul CONAN a fost implementat astfel încât să fie independent de limbă și ca atare el poate fi folosit pentru diferite limbi, atât timp cât textele de analizat sunt preprocesate corespunzător și atât timp cât există sentiwordnet-uri pentru aceste limbi.

Preprocesarea textelor, așa cum este ea necesară sistemului CONAN, include: segmentarea la nivel de unitate lexicală (tokenizare), adnotarea cu descriptori morfo-sintactici (tagging) și grupuri gramaticale (chunking). Acestea constituie operații fundamentale pentru aproape orice aplicație NLP, existând implementări pentru majoritatea limbilor. Instrumente ce realizează astfel de prelucrări pentru limba română au fost implementate în mai multe colective din țară sau din străinătate și există o bibliografie semnificativă. Pentru o prezentare detaliată a unor astfel de instrumente, implementate la Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială (ICIA), a se vedea (Tufiș, 2008b). Recent, majoritatea programelor de preprocesare realizate la ICIA au

fost făcute publice prin intermediul unor servicii web³ nu numai pentru limba română, dar și pentru limba engleză (Tufiș et al., 2008).

După preprocesarea textelor, în faza a doua sunt identificate toate senti-cuvintele – cuvinte cu cel puțin o interpretare subiectivă (scorul de obiectivitate este mai mic decât 1) – folosind sentiwordnet-ul specific limbii prelucrate (în prezent, limba română și limba engleză). Literatura de specialitate indică faptul că, în problema analizei subiectivității, abordările ce ignoră ordinea și relațiile dintre cuvinte (eng.: *bag-of-words* – BoW) nu sunt potrivite deoarece subiectivitatea atribuită inițial poate fi schimbată de către contextul local al propoziției prin așa-numiții modificatori de valență (eng.: *valence-shifters*): intensificatori, moderatori și negații. Primii doi modificatori cresc și respectiv descresc scorurile de subiectivitate în timp ce negația completează valoarea subiectivității apriori a senti-cuvântului de sub incidența modificatorilor. Cum modificatorii nu acționează în mod necesar doar asupra senti-cuvântului din imediata vecinătate, adnotarea la grupuri gramaticale este importantă pentru a delimita raza de influență a acestora. De exemplu, în propoziția „NU este FOARTE *simpatic*”⁺, cuvântul *simpatic*⁺ este un senti-cuvânt pozitiv, în timp ce cuvintele scrise cu majuscule (NU, FOARTE) sunt modificatori: negație, respectiv intensificator. Intensificatorul acționează asupra senti-cuvântului, în timp ce negația acționează asupra rezultatului NU (este FOARTE(*simpatic*)). În consecință, propoziția de mai sus are un scor negativ de subiectivitate. În (Tufiș, 2008a) am arătat că majoritatea scorurilor de subiectivitate care sunt greșit atribuite în SentiWordNet, se datorează abordării de tip BoW în cazul analizei definițiilor sensurilor. Cele mai multe mulțimi de sinonime (eng. *synset*) cu astfel de scoruri greșit calculate au în interiorul definițiilor modificatori care aparent au fost ignorați. Acest lucru ar putea explica de ce cuvintele *honest* (sensul 1) și sinonimul său *honorable* (primul sens) sunt considerate ca având o conotație mult mai negativă (0.5) decât pozitivă (0,25). Glosa atașată acestei serii sinonimice este: NOT DISPOSED to *cheat* or *defraud*; NOT *deceptive* or *fraudulent*.

CONAN acceptă texte de prelucrat atât de la tastatură cât și din fișiere. În cazul în care la intrare avem un fișier, aplicația presupune că fișierul este deja preprocesat și codificat în același mod în care platforma de servicii web a ICIA codifică documentele prelucrate – formatul XCES. În figura 1 se poate observa codificarea unei propoziții aparținând corpusului SEMCOR⁴, preprocesat de platforma TTL (Ion, 2007).

Figura 2 prezintă capturi de ecran ale aplicației având la intrare un fișier (ce conține și propoziția din figura 1). Utilizatorul specifică un mod de interpretare a propozițiilor din textul de intrare (obiectivă/pozitivă/negativă).

Fereastra din stânga-jos afișează analiza propozițiilor din fișierul de intrare. Propozițiile sunt ordonate în funcție de interpretarea obiectivității sau a polarității selectate (detaliate în continuare). Fereastra din mijloc-jos afișează scorurile de interpretare ale propozițiilor din fereastra din partea stângă-jos. Fereastra din dreapta-jos afișează informații precum indecșii interlinguali și definițiile seriilor de sinonime din care face parte cuvântul selectat de către utilizator în fereastra de analiză (fereastra stânga-jos).

³ <http://tutankhamon.racai.ro/ttlws.wsd1>

⁴ <http://www.cs.unt.edu/~rada/downloads.html>

CONAN – DETECȚIA POSIBILELOR CONOTAȚII ALE UNUI TEXT

```

<s id="br-a01.4.4.ro"><c>"</c>
<w lemma="doar" ana="14+,Rgp" chunk="Ap#1" wns="ili:ENG20-
00004331-b">Doar</w>
<w lemma="un" ana="21+,Timsr" chunk="Np#1">un</w><w
lemma="num&abreve;r" ana="1+,Ncms-n"
chunk="Np#1">num&abreve;r</w>
<w lemma="relativ" ana="14+,Rp" chunk="Np#1,Ap#2">relativ</w>
<w lemma="mic" ana="1+,Afpms-n" chunk="Np#1,Ap#2">mic</w>
<w lemma="de" ana="5+,Spsa" chunk="Pp#1,Ap#3">de</w>
<w lemma="asemenea" ana="1+,Afp"
chunk="Pp#1,Ap#3,Np#2">asemenea</w>
<w lemma="raport" ana="1+,Ncfp-n"
chunk="Pp#1,Np#2">rapoarte</w>
<w lemma="avea" ana="3+,Va--3s" chunk="Vp#1">a</w>
<w lemma="fi" ana="3+,Vap--sm" chunk="Vp#1">fost</w>
<w lemma="primi" ana="1+,Vmp--sm" chunk="Vp#1,Ap#4"
wns="ili:ENG20-00508949-v">primit</w><c>"</c><c>,</c>
<w lemma="avea" ana="3+,Va--3s" chunk="Vp#2">a</w>
<w lemma="spune" ana="1+,Vmp--sm" chunk="Vp#2,Np#3,Ap#5"
wns="ili:ENG20-00976600-v">spus</w>
<w lemma="juriu" ana="1+,Ncmsry" chunk="Np#3" wns="ili:ENG20-
07903245-n">juriul</w><c>,</c><c>"</c>
<w lemma="considera" ana="1+,Vmg"
chunk="Vp#3">consider&acirc;nd</w>
<w lemma="interes" ana="1+,Ncmsry" chunk="Np#4"
wns="ili:ENG20-05354775-n">interesul</w>
<w lemma="r&abreve;sp&acirc;ndi" ana="1+,Vmp--sm"
chunk="Np#4,Ap#6,Vp#4">r&abreve;sp&acirc;ndit</w>
<w lemma="&icirc;n" ana="5+,Spsa" chunk="Pp#2">&icirc;n</w>
<w lemma="alegere" ana="1+,Ncfp-n" chunk="Pp#2,Np#5"
wns="ili:ENG20-00171672-n">alegeri</w><c>,</c>
<w lemma="num&abreve;r" ana="1+,Ncmsry" chunk="Np#6"
wns="ili:ENG20-12816962-n">num&abreve;rul</w>
<w lemma="aleg&abreve;tor" ana="1+,Ncmpoy" chunk="Np#6"
wns="ili:ENG20-10058086-n">aleg&abreve;torilor</w>
<w lemma="&scedil;i" ana="31+,Crssp">&scedil;i</w>
<w lemma="m&abreve;rime" ana="1+,Ncfsry" chunk="Np#7"
wns="ili:ENG20-04819645-n">m&abreve;rimea</w>
<w lemma="acest" ana="2+,Dd3mso---e" chunk="Np#8">acestui</w>
<w lemma="ora&scedil;i" ana="1+,Ncms-n" chunk="Np#8"
wns="ili:ENG20-08005407-n">ora&scedil;i</w><c>.</c><c>"</c></s>

```

Figura 1: Propoziție codificată conform standardului XCES

The image displays the CONAN software interface, which is used for linguistic analysis. It is divided into two main sections: 'Detailed Analysis' and 'CONAN'.

Detailed Analysis (Top Section):

- Left Panel:** Shows a tree view of a sentence. The root node is 'Doar un număr relativ mic de asemenea rapoarte a fost primit a spus lui/ul considerând interesul rășii'. The tree branches down to 'un număr relativ mic', 'relativ mic', 'relativ', 'mic', 'de asemenea rapoarte', 'asemenea rapoarte', 'a fost primit', 'a fost primit', 'a', 'spus lui/ul'.
- Right Panel:** Contains a list of linguistic features and their corresponding IDs. For example:
 - proprietate - ENG20:04819645n (măimea fizică a ceva (ca de mare este)) - 0.125
 - raport - ENG20:13034439n - 0
 - ENG20:13037616n - Cătu/ul dintre două matrițe de același fel, exprimate în aceeași unități.
 - ENG20:00027929n - o caracteristică comună pentru două pătri sau entități
 - ENG20:13003651n - Legătură între două sau mai multe persoane, obiecte, fenomene, noțiuni pe care gândirea omenească o poate constata și stabili
 - ENG20:05774612n - Comunicare scrisă sau oral făcută de cineva în fața unei adunări, a unei autorități etc., cuprinzând o relație (oficială) asupra unei activități personale sau colective.
 - ENG20:0577154n - Comunicare scrisă sau oral făcută de cineva în fața unei adunări, a unei autorități etc., cuprinzând o relație (oficială) asupra unei activități

CONAN (Bottom Section):

- Left Panel:** Shows a tree view of a sentence: 'Doar un număr relativ mic de asemenea rapoarte a fost primit a spus lui/ul considerând interesul rășii'. The tree branches down to 'un număr relativ mic', 'relativ mic', 'relativ', 'mic', 'de asemenea rapoarte', 'asemenea rapoarte', 'a fost primit', 'a fost primit', 'a', 'spus lui/ul'.
- Right Panel:** Contains a list of numerical values and an 'Average Score = 0.171188082750583'. The values are:
 - 4. 0.2975
 - 2. 0.278846153846154
 - 11. 0.2265625
 - 6. 0.203125
 - 5. 0.2
 - 7. 0.150576923076923
 - 8. 0.15
 - 1. 0.1425
 - 9. 0.108375
 - 3. 0.0833333333333333

The interface also includes a menu bar with 'File', 'Input', 'Analysis', 'Utils', 'Text', 'About', and 'Default I/Is'. A status bar at the bottom indicates 'Aici trebuie introdus textul de analizat.'

Figura 2: CONAN

CONAN exploatează informația furnizată de TTL despre grupurile gramaticale (eventual imbricate) identificate în propoziția curentă și construiește structuri arborescente similare structurilor recursive de constituenți. Reprezentările astfel obținute sunt folosite pentru a calcula scoruri pentru interpretări de subiectivitate și obiectivitate. Primul pas presupune selecționarea înțelesurilor senti-cuvintelor cu scorurile cele mai ridicate relativ la interpretarea selectată de către utilizator. Algoritmul calculează apoi recursiv scorurile de interpretare pentru fiecare nod al arborelui făcând media aritmetică a scorurilor nodurilor sale copil. Pornind de la frunze (ce conțin senti-cuvintele), scorurile se propagă până când scorul întregii propoziții este calculat. Prin selecția din meniu a opțiunii *Analysis*, utilizatorul are posibilitatea de a-și concentra analiza pe o propoziție aleasă (vezi figura 2, partea superioară). Aplicația permite multiple alegeri de acest fel cu posibilitatea deschiderii mai multor asemenea ferestre concomitent. Astfel, utilizatorul poate compara diversele grade de subiectivitate ale diferitelor propoziții. După cum afirmam, programul oferă opțiuni multiple de interpretare în direcții de polaritate sau obiectivitate diverse: interpretare pozitivă, negativă sau obiectivă (pe acestea le vom numi interpretări principale), iar pe lângă acestea se oferă posibilitatea forțării interpretărilor în direcții dorite: forțează cea mai pozitivă interpretare, forțează cea mai negativă interpretare, forțează cea mai obiectivă interpretare, forțează cea mai non-negativă interpretare, forțează cea mai non-negativă pozitivă, forțează cea mai non-subiectivă interpretare. Cea mai simplă operațiune constă în afișarea polarității tuturor propozițiilor textului, în eventualitatea în care cuvintele au fost în prealabil dezambiguizate în ceea ce privește sensul.

În cazul în care textul este introdus de la tastatură, aplicația detectează dacă acesta (format din una sau mai multe propoziții) este sau nu preprocesat. În cazul în care nu este, textul brut este trimis serviciilor lingvistice web ala ICIA, servicii de care aminteam mai sus. Restul operațiilor se petrec ca în descrierea de la paragraful anterior.

Așadar, utilizatorul poate cere o analiză a tipurilor de interpretare principale. În acest caz sensurile considerate pentru senti-cuvinte sunt cele cu scorurile de polaritate/obiectivitate cele mai ridicate. pentru interpretarea dorită. Cuvintele care nu sunt senti-cuvinte sunt considerate de obiectivitate maximă:1.

În timp ce scorurile de mai sus pot fi calculate doar pentru întreg textul de la intrare, opțiunea *Analysis* oferă posibilitatea schimbării rapide între diferite interpretări ale unei propoziții. Mai mult, utilizatorul poate cere două tipuri de interpretări forțate: în direcția unei polarități, sau opusă direcției unei polarități. Aceste două tipuri de interpretare sunt mai elaborate și le vom numi *tipuri de analiză complexă*, deoarece, spre deosebire de cazul interpretărilor principale, aplicația nu numai că face aceeași analiză a propozițiilor, dar și sugerează înlocuirea anumitor cuvinte în funcție de direcția interpretării cerute. Așadar, pentru ambele tipuri de analiză complexă, pasul inițial este același cu cel al tipurilor principale: cuvintelor le sunt atribuite înțelesurile cu scorurile cele mai mari pentru interpretarea dorită și apoi scorurile pentru toate propozițiile sunt calculate. Pentru partea a doua însă, în cazul primului tip de analiză complexă, cuvintele sunt înlocuite de sinonime selectate din seriile sinonimice corespunzătoare înțelesurilor deja atribuite, sinonime reprezentate de literalii ce pot avea sensuri cu scoruri mai mari (evident în alte serii sinonimice) pentru interpretarea selectată. Pentru a formaliza, să presupunem că avem cuvântul w cu sensurile m_1, m_2, \dots, m_n (corespunzând evident la n

serii sinonimice). Pentru o anumită interpretare I , să presupunem că sensul cu scorul cel mai ridicat este m_i . Pentru acest sens, w are următoarele sinonime s_1, s_2, \dots, s_k . În mod evident, sinonimele corespund unor sensuri ale altor literali care mai pot avea și alte sensuri. Cu alte cuvinte, fiecare s_i este un sens pentru un literal L_i care poate avea multiple alte sensuri: $m_{i1}, m_{i2}, \dots, m_{it}$. Algoritmul selectează acel literal care are un sens având cel mai mare scor pentru interpretarea curentă (dintre toate celelalte sensuri ale tuturor literalilor considerați). Literalul câștigător este acela care corespunde expresiei:

$$\max_{i \text{ pentru } I} (\text{score}(m_{i1}), \text{score}(m_{i2}), \dots, \text{score}(m_{i|L_i|}))$$

Este clar că, în anumite cazuri, selecția literalilor pe acest criteriu poate conduce schimbarea sensului propozițiilor. Este tocmai ce ar dori să obțină un utilizator ce folosește această opțiune. În acest caz, utilizatorul vrea să-l forțeze pe eventualul cititor să interpreteze textul într-o anumită direcție. Înlocuirea cuvintelor se face la nivelul formei ocurență prin utilizarea lemei literalului (furnizată de WordNet), descriptorul morfo-sintactic (msd) asociat cuvântului original în faza de preprocesare și un tabel conținând forme de ocurență a cuvintelor limbii, împreună cu lemele și msd-urile corespunzătoare (tblwordform).

Așa cum am mai menționat, am numit al doilea tip de analiză complexă *interpretare care forțează în direcția opusă direcției unei polarități*. Diferența dintre această interpretare și cea anterioară constă în modul în care se face selecția literalilor care să înlocuiască cuvintele originale. În acest caz, pentru a înlocui un cuvânt, algoritmul selectează literalul având sensul cu cel mai mic (și nu mai mare) scor, în interpretarea inversă (și nu curentă). Literalul câștigător corespunde expresiei:

$$\min_{i \text{ pentru } \bar{I}} (\text{score}(m_{i1}), \text{score}(m_{i2}), \dots, \text{score}(m_{i|L_i|}))$$

Motivația acestei opțiuni constă în dorința de a selecta sinonime pentru cuvintele originale astfel încât să se poată evita interpretările cu anumite polarități.

În cadrul aplicației se folosesc nuanțe de culoare cu ajutorul cărora utilizatorul are posibilitatea de a identifica imediat gradul în care diferite noduri din structura arborescentă corespunzătoare unei propoziții contribuie la scorul final al acesteia. Un simplu clic pe un nod afișează scorul corespunzător nodului.

O altă opțiune pe care CONAN o oferă utilizatorilor săi este aceea de a calcula scorul de *interpretativitate* a propozițiilor unui text. Definim scorul de interpretativitate al unei propoziții (ISP) ca fiind o mărime cantitativă a potențialului unei propoziții de a-și schimba conotația. Interpretativitatea unei propoziții se calculează ca sumă normalizată a scorurilor de interpretabilitate subiectivă ale propoziției (Eq2). Scorul de interpretativitate al unei propoziții este strâns legat de scorurile de interpretativitate ale cuvintelor ce o compun. Cu cât scorurile pentru cuvinte sunt mai mari, cu atât cel calculat pentru propoziție va fi mai mare.

Interpretativitatea unui cuvânt (ISW) se definește ca în ecuația (Eq1) pe baza scorurilor de maximă pozitivitate și respectiv maximă negativitate asociate sensurilor sale.

$$ISW(sw_k) = \frac{0.5 * (\max P(sw_k) + \max N(sw_k))}{1 + |\max P(sw_k) - \max N(sw_k)|}$$

(Eq1)

$$ISP(\text{propoziție}_k) = \frac{0.5 * (\max P(\text{propoziție}_k) + \max N(\text{propoziție}_k))}{1 + |\max P(\text{propoziție}_k) - \max N(\text{propoziție}_k)|}$$

(Eq2)

Justificarea intuitivă a acestor formule empirice constă în faptul că, în condițiile în care un senti-cuvânt are cel puțin două sensuri, unul marcat cu un scor mare de interpretare pozitivă iar celălalt cu un scor mare de interpretare negativă, acel cuvânt are un impact major în schimbarea conotației unei propoziții. O propoziție are o variabilitate conotativă cu atât mai mare cu cât scorul ei de interpretativitate este mai mare.

Scorul de interpretativitate al unui senti-cuvânt poate fi maxim 1 când are cel puțin două sensuri, unul de pozitivitate maximă (1), iar altul de negativitate maximă (-1). În SentiWordNet-ul românesc, cuvintele cu interpretativitatea cea mai ridicată sunt adjectivele *prost* și *imoral* și substantivul *generozitate* (toate având 0.875).

Trebuie să menționăm că modificatorii de valență se găsesc în trei fișiere externe, ușor editabile, care sunt citite la fiecare lansare a aplicației. În momentul de față toți modificatorii au o influență uniformă asupra senti-cuvintelor: intensificatorii și modificatorii măresc sau scad scorurile argumentelor lor cu 20%, în timp ce negația comută între scorurile P și N. O abordare mai elaborată, aflată în construcție, va specifica mai multe trăsături pe care le poate avea un modificator: categoria gramaticală preferată, argumentul preferat și chiar numărul de sens preferat al argumentului, dacă este cazul. În plus se vor putea defini diferite grade de influență a modificatorului în funcție de argument.

4. Rezultate și Concluzii

Majoritatea experimentelor au fost realizate pe corpusul SEMCOR, un corpus paralel Română-Engleză preprocesat, cu conținut divers. Versiunea de lucru utilizată conține 8146 de propoziții a căror analiză, indiferent de interpretarea dorită, durează doar câteva minute. Au fost efectuate analize de variabilitate a conotației atât pentru limba engleză cât și pentru limba română. Valorile obținute pentru limba română sunt ușor diferite de cele obținute pentru limba engleză, deși ordinea propozițiilor sortate după scorul de interpretabilitate se păstrează (lucru ușor previzibil datorită ipotezei de lucru enunțate în secțiunea de introducere). Diferența între scorurile de interpretativitate se datorează în primul rând numărului mult mai mic de adjective (principalele senti-cuvinte) existente în wordnetul pentru limba română față de wordnetul pentru limba engleză. De asemenea, cuvintele din wordnetul pentru limba română au, în general, mai puține sensuri implementate decât cuvintele din Princeton WordNet.

Deși analiza rezultatelor acestui experiment este abia la început, au fost identificate o serie de propoziții (în ambele limbi) cu scoruri de interpretabilitate contrazicând intuiția comună. Prin inspectarea mai amănunțită a acestor propoziții și a senti-cuvintelor

componente au fost detectate multe marcaje <O,P,N> din SentiWordNet cu valori cel puțin discutabile (a se vedea discuția din secțiunea 3).

Cercetările noastre viitoare vor avea în vedere, pe lângă o evaluare cros-linguală a ipotezei de validitate a importului cros-lingual de marcaje de subiectivitate pe baza echivalenței de traducere, o mărire substanțială a inventarului de adjective în wordnetul românesc precum și o îmbunătățire a metodei de calcul al scorurilor de subiectivitate lexicală (apriori) pentru sensurile adjectivelor.

Referințe bibliografice

- Esuli A.& F. Sebastiani. 2006. SENTIWORDNET: A Publicly Available Lexical Resource for Opinion Mining. Proceedings of the 5th Conference on Language Resources and Evaluation LREC-06, Genoa, Italy, pp. 417-422.
- Fellbaum C., editor. 1998. WordNet: An Electronic Lexical Database. MIT Press, Cambridge, MA.
- Ion, Radu (2007). Word Sense Disambiguation Methods Applied to English and Romanian. PhD thesis (in Romanian). Romanian Academy, Bucharest.
- Mihalcea R.; Banea C.; Wiebe J. 2007. Learning Multilingual Subjective Language via Cross-Lingual Projections. Proceedings of the 45th Annual Meeting of the Association of Computational Linguistics, Prague, Czech Republic, June, pp. 976-983.
- Polanyi L. & Zaenen A. 2006. Contextual Valence Shifters. In James G. Shanahan, Yan Qu, and Janyce Wiebe, editors, Computing Attitude and Affect in Text: Theory and Application. Springer Verlag.
- Tufiș D.; Ion R.; Ceaușu A.; Ștefănescu D. 2008. RACAI's Linguistic Web Services. In Proceedings of 6th Conference on Language Resources and Evaluation LREC-08, Marrakech, Morocco.
- Tufiș D. 2008a. Subjectivity mark-up in WordNet: does it work cross-lingually? A case study on Romanian Wordnet. Invited talk on the Panel "Wordnet Relations" at the Global WordNet Conference, January 22-25, 2008.
- Tufiș D. 2008b. Algorithms and Data Design Issues for Basic NLP Tools. In Sergei Nirenburg and Oleg Kapanatze (eds). Advances in Language Engineering for Low- and Middle-Density Languages, NATO-ASI, 48 pages, IOS Press