

Cursurile 5-6
Introducere în
prelucrarea limbajului natural

Domeniul

- *Lingvistica computațională (LC)* – osatura teoretică
 - *computational linguistics*
- *Prelucrarea limbajului natural* – zona aplicativă
 - *natural language processing*
 - tehnologia limbajului natural, *natural language technology*
 - tehnologia limbajului uman, *human language technology*

Tehnologia limbajului natural

- Limbajul vorbit
- Limbajul scris
- Limbajul în corelație cu alte modalități de expresie (multimodalitate)

Tehnologiile limbajului vorbit

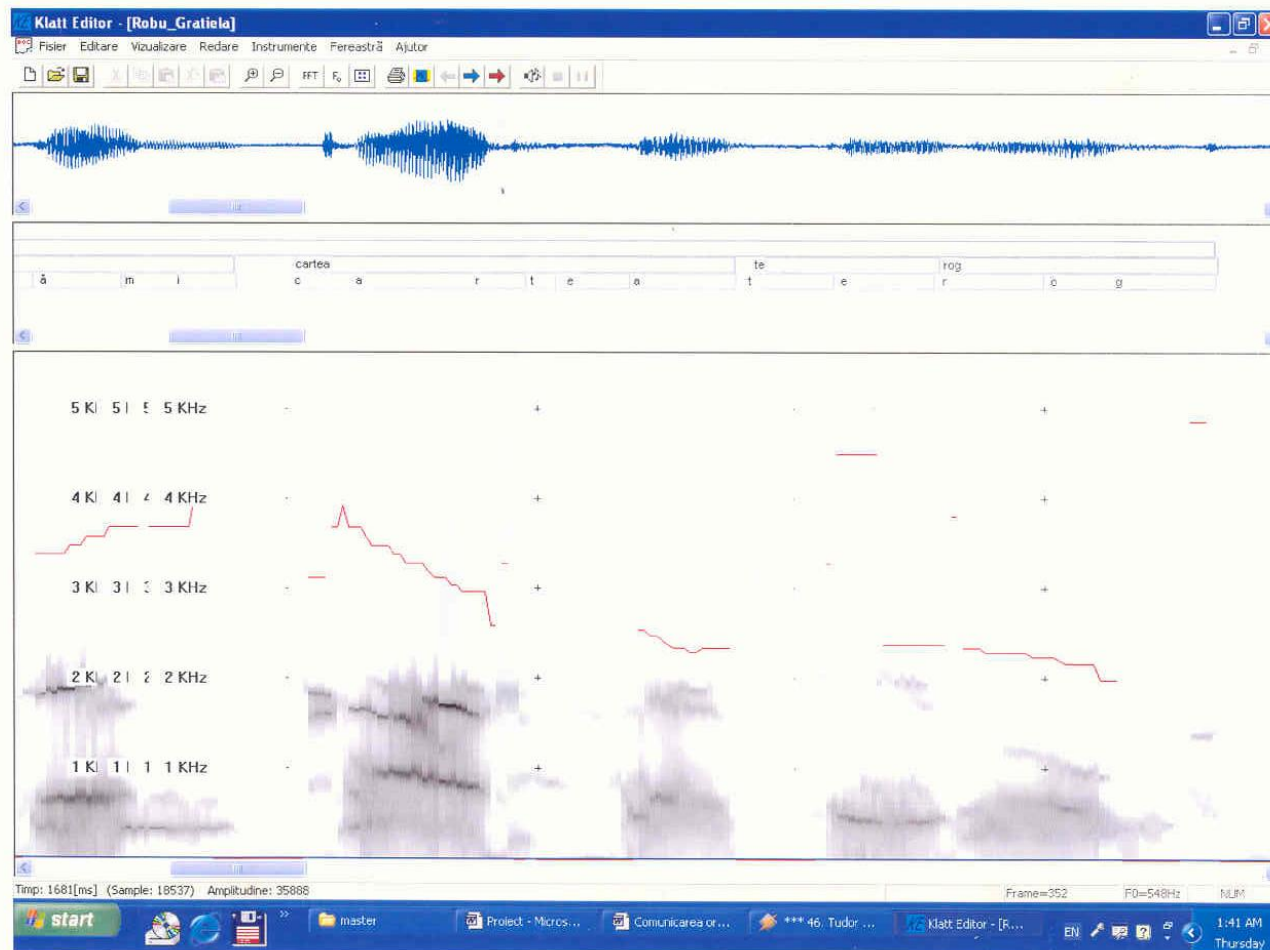
- Interpretarea vocii
 - reprezentarea semnalelor vocale
 - recunoașterea vorbirii
 - analiza prozodiei
 - recunoașterea vorbitorului
- Sinteza vocală

Prelucrarea semnalului sonor

Robu Grațela-Andreea

Masterat Lingvistică Computațională – anul al II-lea

Facultatea de Informatică, Univ. „Al. I. Cuza”

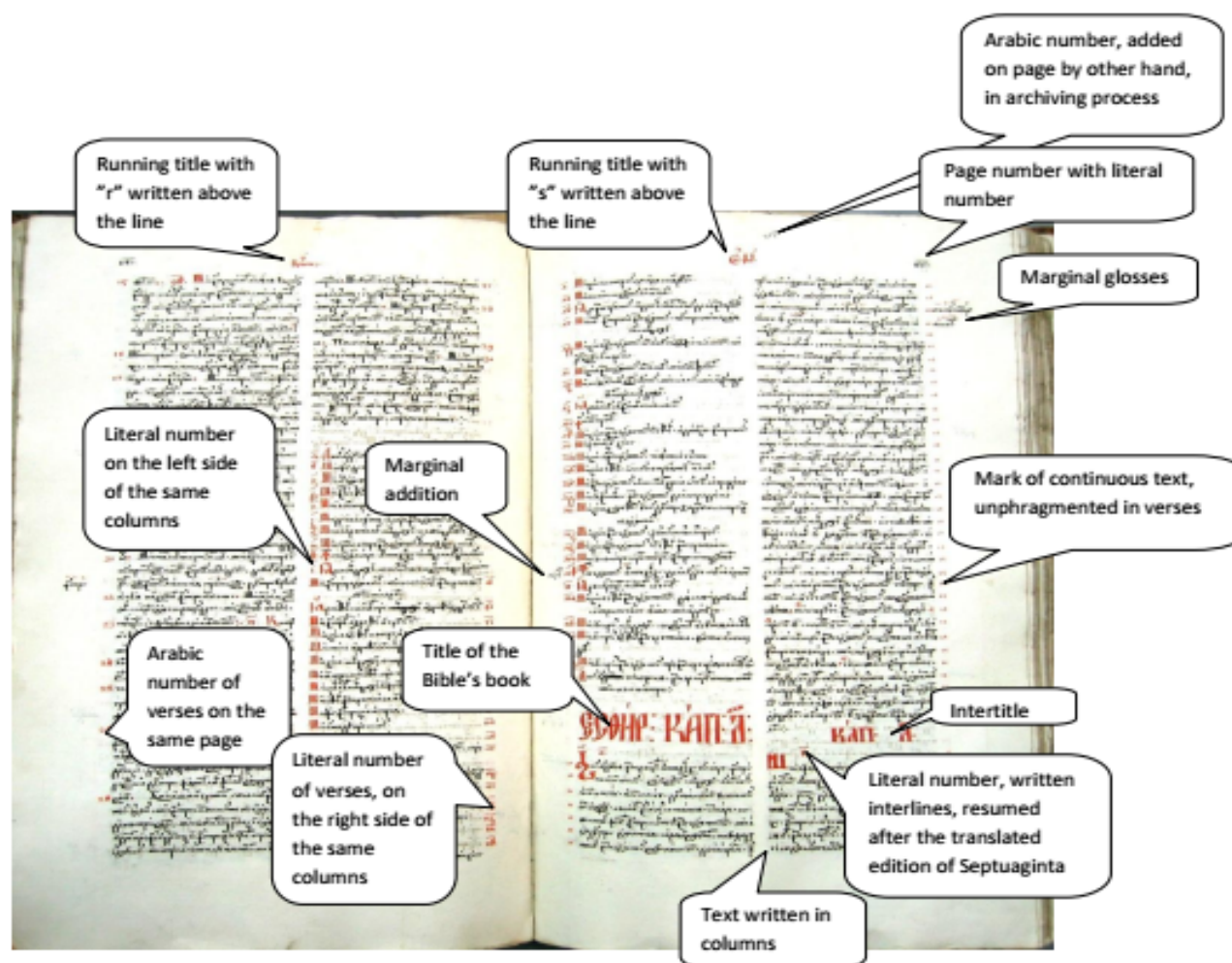


Prin bunăvoința Acad. H.N.Teodorescu

Tehnologiile limbajului scris

- Tehnologii primare
 - Analiza imaginii documentelor
 - Recunoașterea caracterelor de tipar
 - Recunoașterea caracterelor de mână
 - *Optical Character Recognition* (OCR)

Ms. 45 BAR Cluj-Napoca, second half of 17th century



Different types of writing in the revised copy of Nicolae Milescu's translation of *Septuaginta*, p. 412-413

Tehnologiile limbajului scris

- Analiza și înțelegerea limbajului
 - prelucrări sub-sintactice
 - unitățile lexicale
 - granițele de frază
 - granițele de propoziții
 - partea de vorbire și marca morfologică
 - lema
 - numele de entități
 - grupurile (nominale, verbale, prepoziționale etc.) și atracțiile lexicale (colocații)

Fraze

Comisia juridică a Camerei Deputaților a votat luni împotriva începerii urmăririi penale a ministrului demisionar al Fondurilor Europene, Rovana Plumb, după ce aceasta a fost audiată, alături de avocat, aproximativ o oră de către deputații juriști. | Rovana Plumb s-a declarat, din nou, la ieșirea de la audierile din comisia juridică, nevinovată de acuzațiile aduse de procurorii anticorupție. |

Propoziții

Pe 22 septembrie, DNA a anunțat că | vicepremierul Sevil Shhaideh este suspectă de | săvârșirea infracțiunii de abuz în serviciu | când era secretar de stat la MDRAP, într-un dosar conform căruia, în 2013, | prin acțiunea concertată a unor persoane cu funcții publice, | părți din Insula Belina și Brațul Pavel au trecut ilegal din proprietatea statului în proprietatea județului Teleorman și în administrarea CJ Teleorman, | pentru ca, doar la câteva zile, să fie închiriate tot ilegal unei firme private. |

Unități lexicale

Pe 22 septembrie , DNA a anunțat că vicepremierul
Sevil Shhaideh este suspectă de săvârșirea
infracțiunii de abuz în serviciu când era secretar de
stat la MDRAP , într-un dosar conform căruia, în
2013, prin acțiunea concertată a unor persoane cu
funcții publice, părți din Insula Belina și Brațul Pavel
au trecut ilegal din proprietatea statului în
proprietatea județului Teleorman și în administrarea
CJ Teleorman, pentru ca, doar la câteva zile, să fie
închiriate tot ilegal unei firme private.



persoană

Entități cu nume

Pe 21 septembrie, DNA a anunțat că vicepremierul **Sevil Shhaideh** este suspectă de săvârșirea infracțiunii de abuz în serviciu când era secretar de stat la MDRAP, într-un dosar conform căruia, în 2013, prin acțiunea concertată a unor persoane cu funcții publice, părți din Insula Belina și Brațul Pavel au trecut ilegal din proprietatea statului în proprietatea județului Teleorman și în administrarea CJ Teleorman, pentru ca, doar la câteva zile, să fie închiriate tot ilegal unei firme private.

dată

Entități cu nume

Pe **22 septembrie**, DNA a anunțat că vicepremierul Sevil Shhaideh este suspectă de săvârșirea infracțiunii de abuz în serviciu când era secretar de stat la MDRAP, într-un dosar conform căruia, în **2013**, prin acțiunea concertată a unor persoane cu funcții publice, părți din Insula Belina și Brațul Pavel au trecut ilegal din proprietatea statului în proprietatea județului Teleorman și în administrarea CJ Teleorman, pentru ca, doar **la câteva zile**, să fie închiriate tot ilegal unei firme private.

reper
temporal



instituție

Entități cu nume

Pe 22 septembrie, **DNA** a anunțat că vicepremierul Sevil Shhaideh este suspectă de săvârșirea infracțiunii de abuz în serviciu când era secretar de stat la **MDRAP**, într-un dosar conform căruia, în 2013, prin acțiunea concertată a unor persoane cu funcții publice, părți din Insula Belina și Brațul Pavel au trecut ilegal din proprietatea statului în proprietatea județului Teleorman și în administrarea **CJ Teleorman**, pentru ca, doar la câteva zile, să fie închiriate tot ilegal unei firme private.

locații
geografice

Entități cu nume

Pe 22 septembrie, DNA a anunțat că vicepremierul Sevil Shhaideh este suspectă de săvârșirea infracțiunii de abuz în serviciu când era secretar de stat la MDRAP, într-un dosar conform căruia, în 2013, prin acțiunea concertată a unor persoane cu funcții publice, părți din **Insula Belina** și **Brațul Pavel** au trecut ilegal din proprietatea statului în proprietatea **județului Teleorman** și în administrarea CJ **Teleorman**, pentru ca, doar la câteva zile, să fie închiriate tot ilegal unei firme private.

Lema și partea de vorbire

Solicitat – solicita – vb

să – să – conj

comenteze – comenta – vb

un – un – art.nehot.

editorial – editorial – sb

recent – recent – adj

...

Adnotarea morfologică

- English

```
0
1  He  he  subj:>2    @SUBJ PRON
2  did  do  v-ch:>4    @+FAUXV V
3  not  not  neg:>2    @ADVL NEG-PART
4  know know main:>0  @-FMAINV V
5  her  she  subj:>6    @OBJ PRON
6  name name obj:>4@-FMAINV V
```

- Romanian

```
<TOK ID="TOK478" root="Nu" pv="Particle" Type="negation">Nu</TOK>
<TOK ID="TOK479" root="ști" pv="Verb" Type="main" Mood="indic."
  Tense="imperfect" Person="third" Number="singular">știa</TOK>
<TOK ID="TOK480" root="cum" pv="Adverb" type="int_rel">cum</TOK>
<TOK ID="TOK481" root="ei" pv="Pronoun" Type="pers" Person="third"
  Gender="feminine" Number="singular" Case="accusative">o</TOK>
<TOK ID="TOK482" root="chema" pv="Verb" Type="main" Mood="indic."
  Tense="present" Person="third">cheamă</TOK>
```

Grupuri nominale

Solicitat să comenteze [un editorial recent al lui [Dinu Patriciu]], în [care] [acesta] preciza că nu crede în [social-liberalism] și să aprecieze dacă, astfel, a dat [o lovitură de [image]] [USL], [Antonescu] a spus că nu știe dacă [Patriciu] s-a referit la [USL].

Adnotare la grupuri nominale

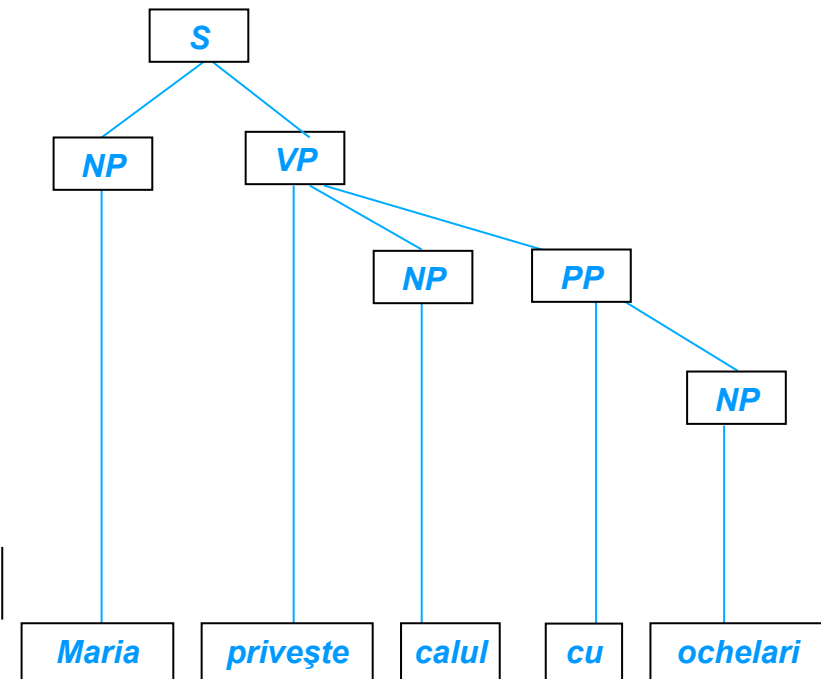
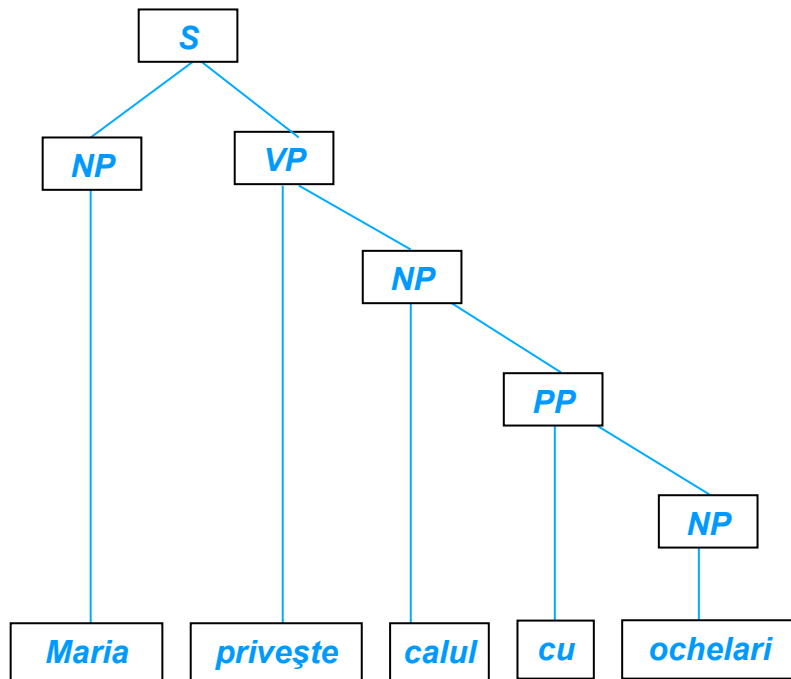
```
<NP ID="NP903" HEADID="W3190" VERBPOS="W3191">
  <W ID="W3190" POS="PRON" NUM="SG" GENDER="M" ROLE="SUBJ"      LEMMA="he"
  LINK="W3191" LINKTYPE="subj">He</W> </NP>
<W ID="W3191" POS="V" ROLE="+FAUXV" LEMMA="do" LINK="W3193" LINKTYPE="v-ch">did</
W>
<W ID="W3192" POS="NEG-PART" ROLE="ADVL" LEMMA="not" LINK="W3191"
LINKTYPE="neg">not</W>
<W ID="W3193" POS="V" ROLE="-FMAINV" LEMMA="know" LINK="W3189"
LINKTYPE="main">know</W>
<NP ID="NP1188" HEADID="W3195">
  <NP ID="NP904" HEADID="W3194" VERBPOS="W3189">
    <W ID="W3194" POS="PRON" NUM="SG" GENDER="F"                ROLE="OBJ"
    LEMMA="she" LINK="W3195" LINKTYPE="subj">her</W> </NP>
    <W ID="W3195" POS="V" ROLE="-FMAINV" LEMMA="name" LINK="W3193"
    LINKTYPE="obj">name</W> </NP>
```

Tehnologiile limbajului scris

- Analiza și înțelegerea limbajului
 - prelucrări sintactice
 - formalisme gramaticale
 - parsarea → structura sintactică a frazei

Ambiguități sintactice

Maria privește calul cu ochelari.

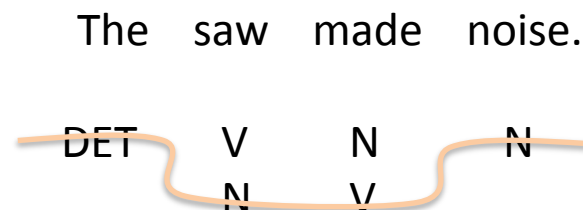


Instrumente de bază în PLN

- **Tokenizer:** determină granițele unităților lexicale
 - intrare: text (șir de caractere)
 - ieșire: `<tok id="...">cuvânt</tok>`
 - cum: prin expresii regulate

Instrumente de bază în PLN


- **POS-Tagger**: etichetare la parte de vorbire (dezambiguizare morfosintactică)
 - intrare: `<tok id="...">cuvânt</tok>`
 - ieșire: `<tok id="..." POS="...">cuvânt</tok>`
 - cum: exploatând frecvențele de apariție a anumitor secvențe de părți de vorbire => optimizare globală a secvențelor de etichete



Instrumente de bază în PLN

- **Lematizator:** determină forma de bază a cuvintelor
 - intrare: `<tok id="..." POS="...">word</tok>`
 - ieșire: `<tok id="..." POS="..." lemma="...">word</tok>`
 - cum: pe baza unui dicționar de leme și exploatând frecvențe de apariție a secvențelor de leme => optimizare globală

The saw made noise.



the saw made noise

the see make noise

Instrumente de bază în PLN

- **NP-Chunker**: detectează grupuri nominale
 - intrare: secvențe de elemente <tok>
 - ieșire: <np id="...">...</np>
 - cum: aplicând expresii regulate

Instrumente de bază în PLN

- **NER (name entity recogniser):** recunoaște și clasifică nume de entități
 - intrare: text
 - ieșire: `<ne id="..." type = "...">...</ne>`
 - cum: pe bază de expresii regulate și liste foarte mari de nume de entități specializate pe limbi (gazeteers)

Tehnologiile limbajului scris

- Analiza și înțelegerea limbajului
 - Prelucrări semantice și de discurs
 - dezambiguizare semantică ➔ sensurile cuvintelor
 - determinarea rolurilor semantice ale verbelor
 - structura retorică a discursului și dialogului
 - rezoluția anaforelor
 - rezumarea textelor

Lanțuri coreferențiale

Winston was just taking his place in one of the middle rows when two people whom he knew by sight, but had never spoken to, came unexpectedly into the room. One of them was a girl whom he often passed in the corridors. He did not know her name, but he knew that she worked in the Fiction Department.

Lanțuri coreferențiale

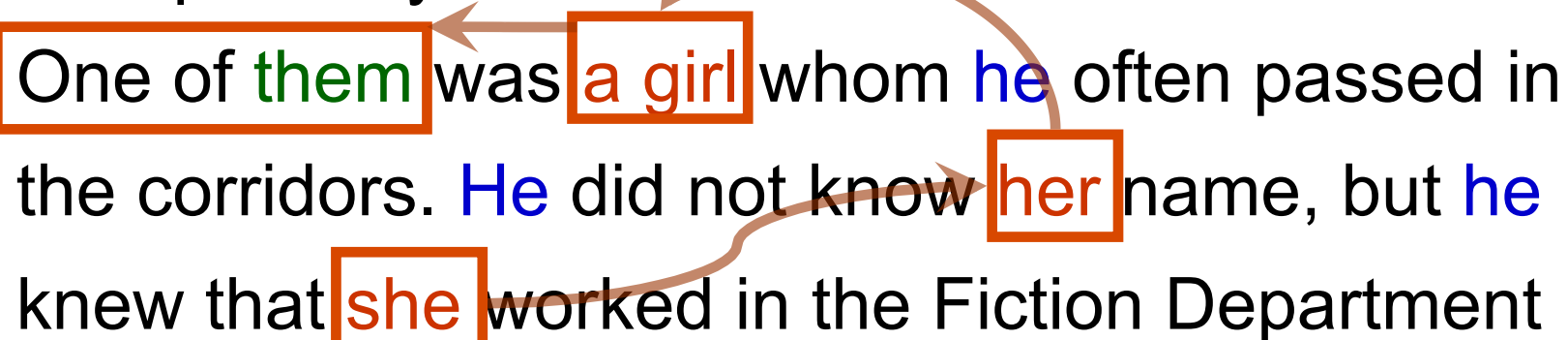
Winston was just taking his place in one of the middle rows when **two people** whom he knew by sight, but had never spoken to, came unexpectedly into the room.

One of **them** was a girl whom he often passed in the corridors. He did not know her name, but he knew that she worked in the Fiction Department.

Lanțuri coreferențiale

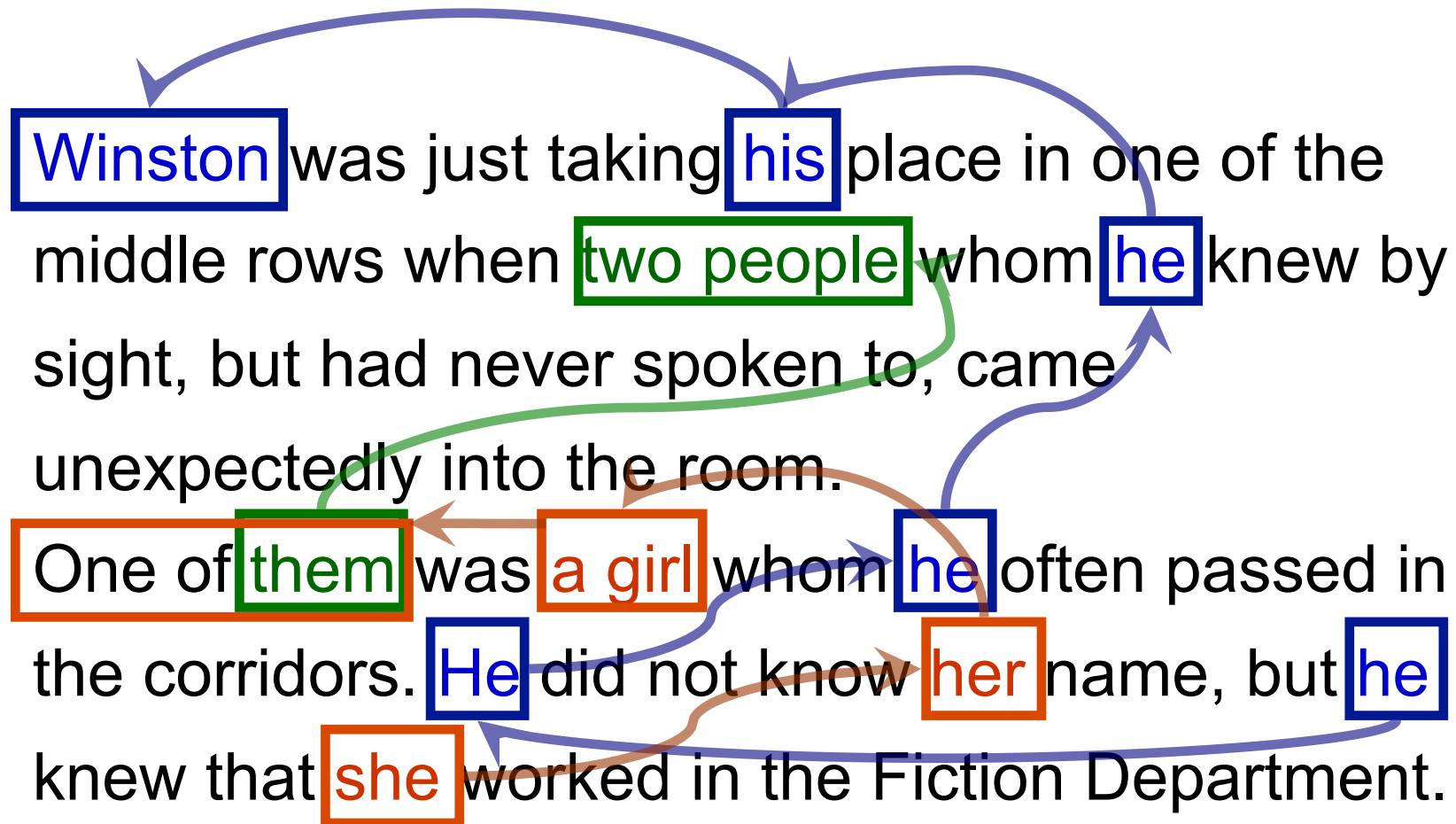
Winston was just taking his place in one of the middle rows when two people whom he knew by sight, but had never spoken to, came unexpectedly into the room.

One of them was a girl whom he often passed in the corridors. He did not know her name, but he knew that she worked in the Fiction Department



The diagram illustrates coreference chains in the second paragraph. It features three orange boxes: one around 'them', one around 'a girl', and one around 'her'. A curved arrow points from 'them' to 'a girl'. Another curved arrow points from 'her' to 'a girl'. A third curved arrow points from 'she' to 'her'. These arrows indicate that 'them', 'a girl', 'her', and 'she' all refer to the same entity.

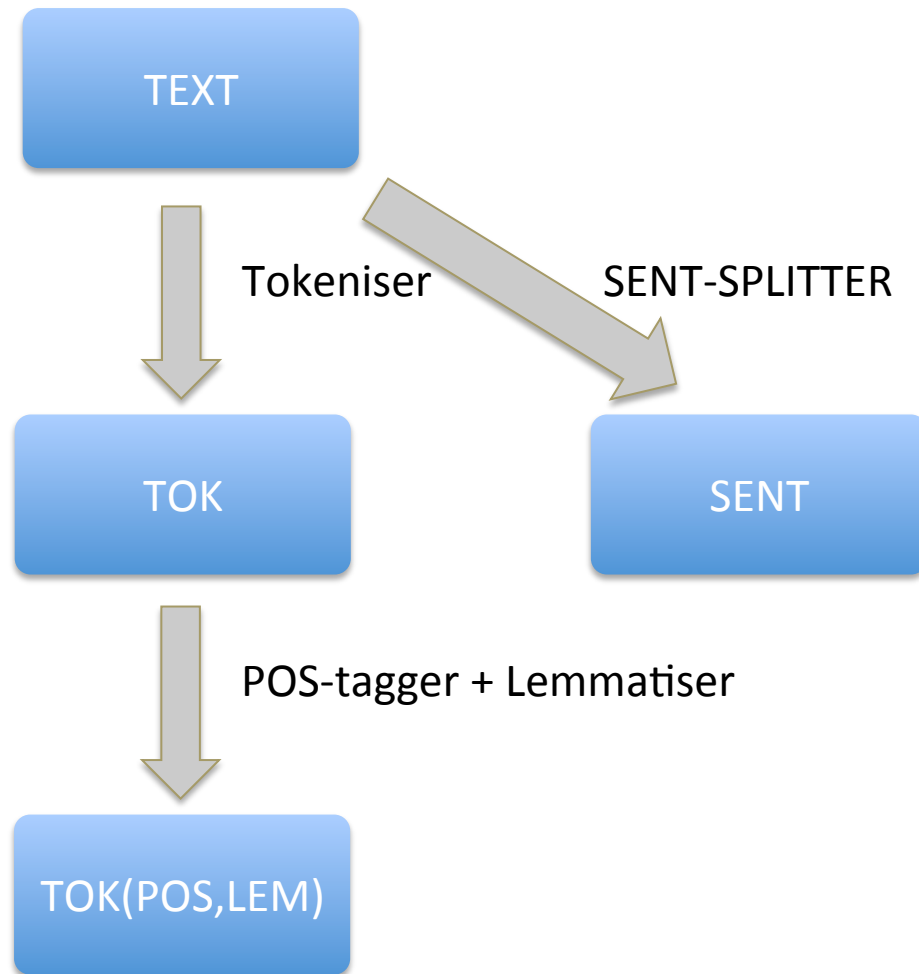
Lanțuri coreferențiale



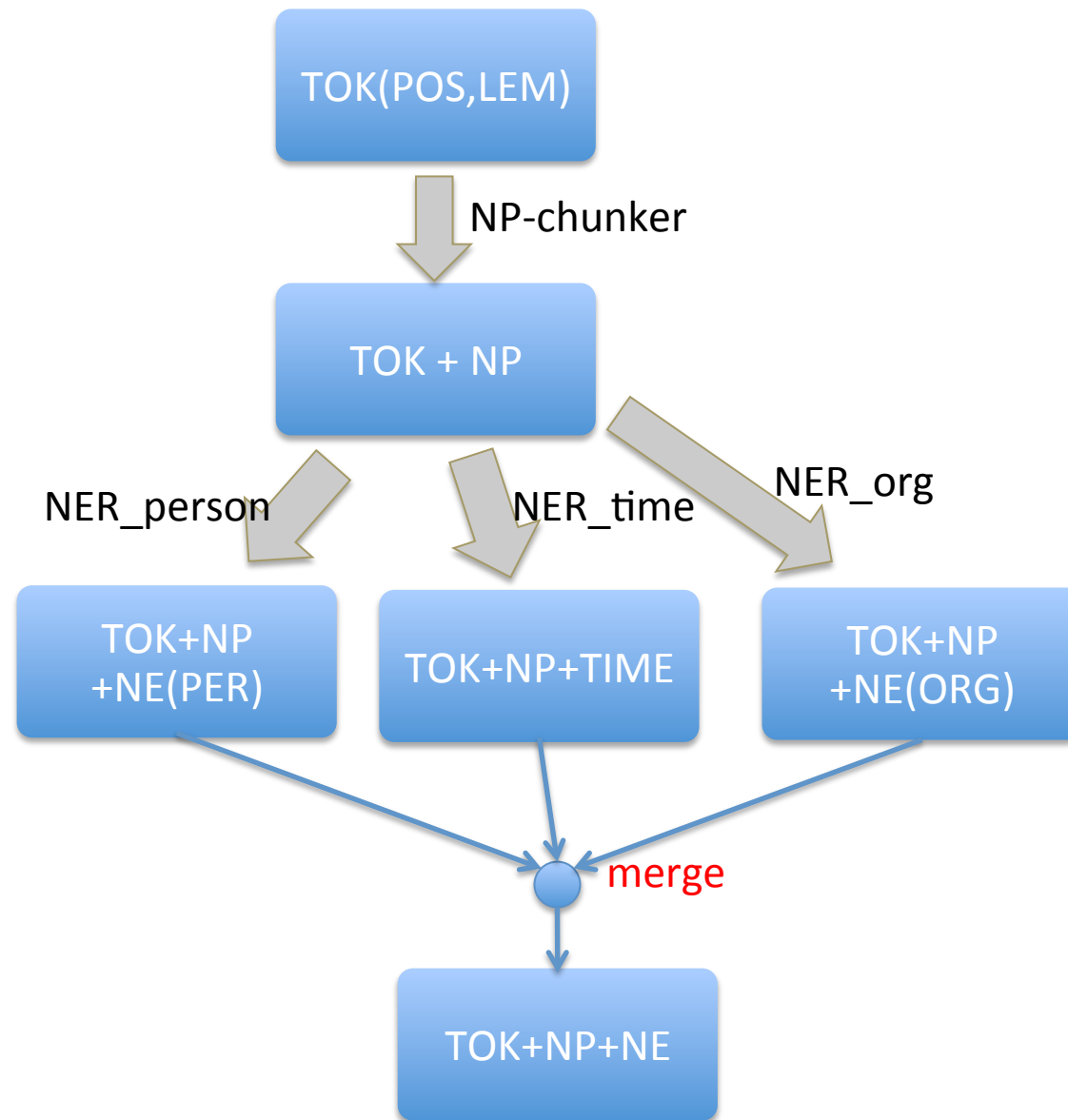
Cuvintele își precizează sensul în context

- *Ion se prinse în horă cu o fată cu cosițe lungi.*
- *Când fată iapa ta?*
- *Mă mai dau o dată pe pârtia roșie.*
- *I-am dat una peste mână.*
- *Maria a dat cartea înapoi.*
- *M-am scos...*
- *Mi-am scos măseaua de minte.*

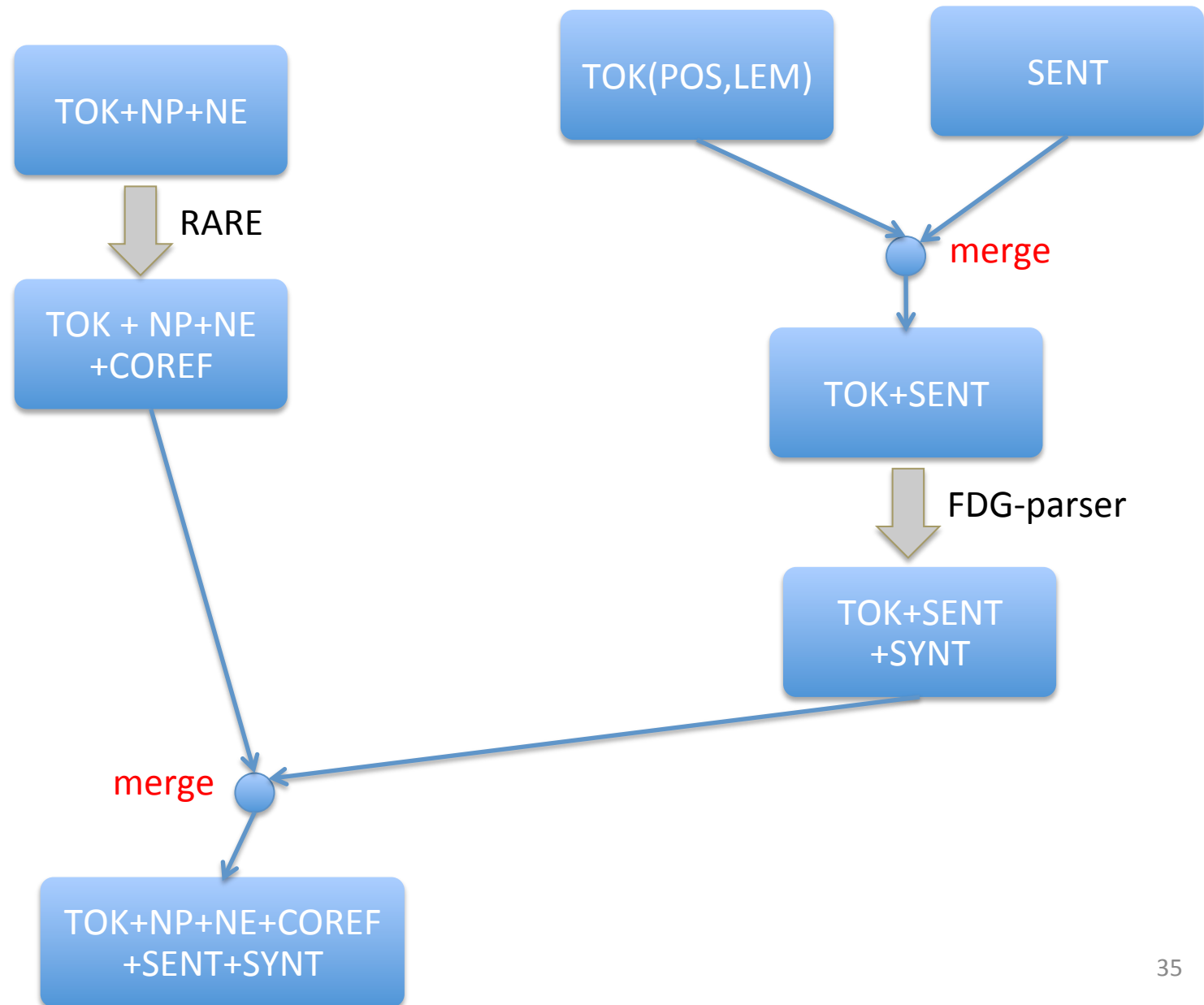
Pre-processing



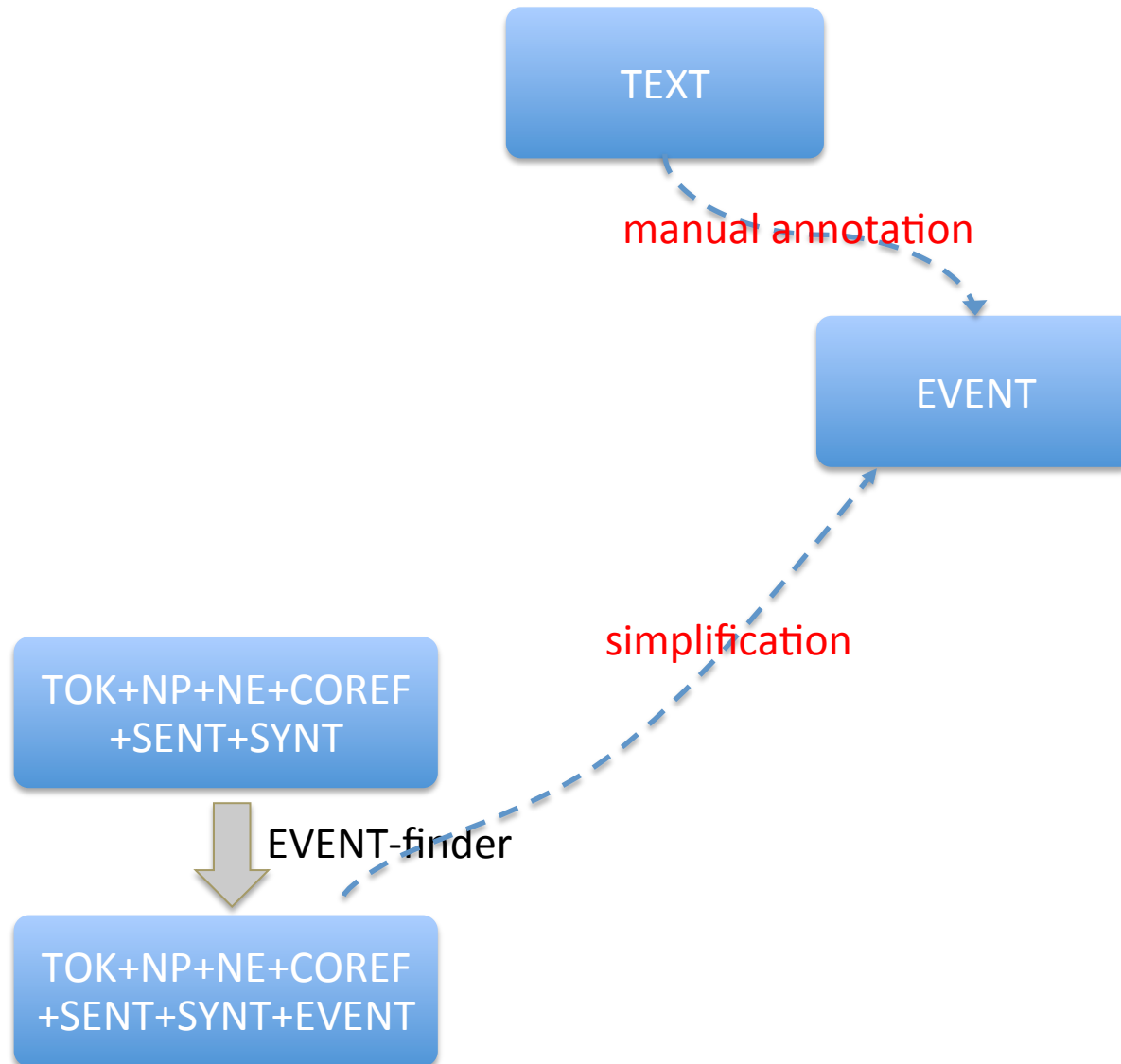
NP-chunking, NER



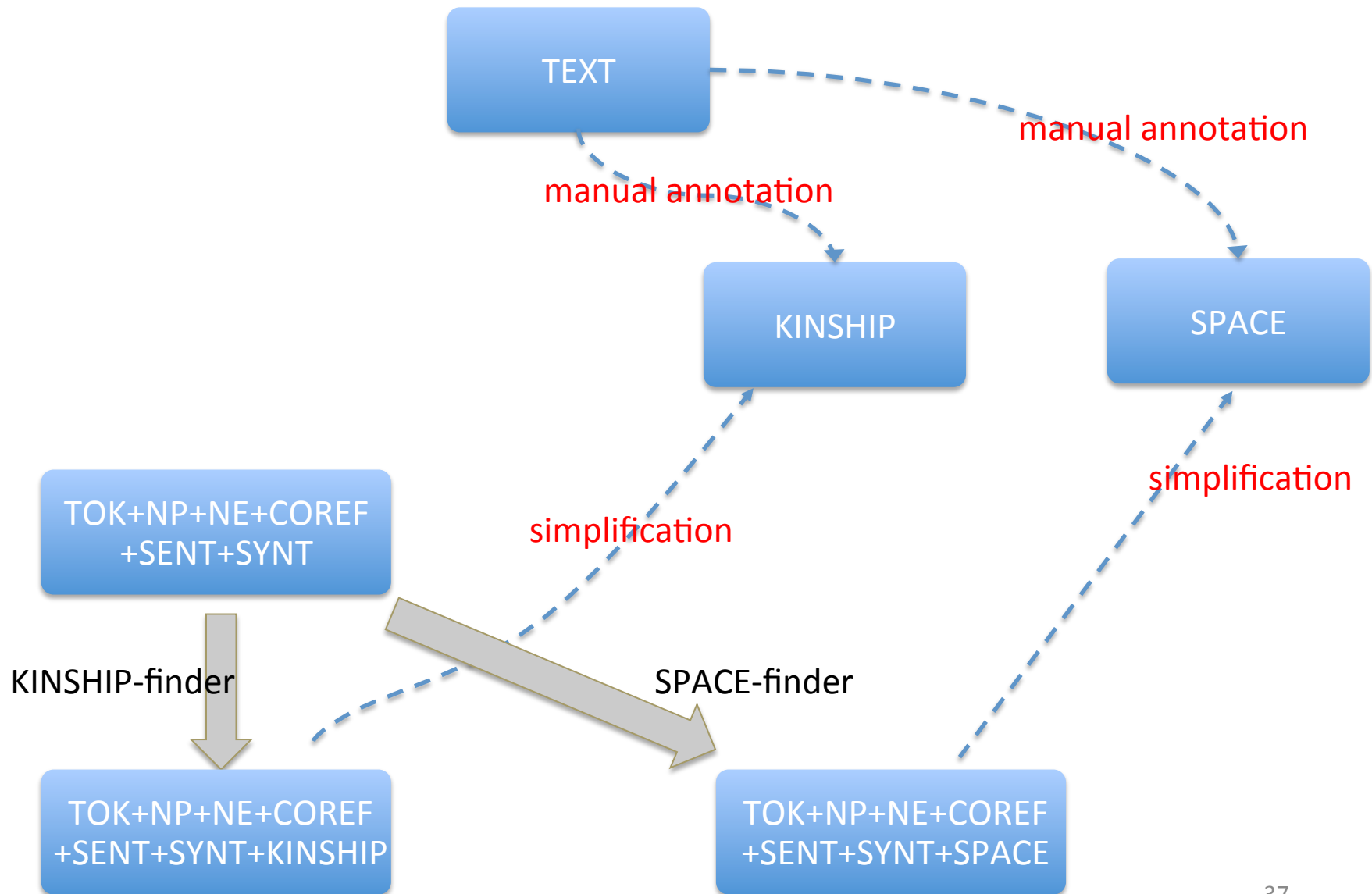
Coreference, syntactic parsing



Events



Kinship and Space



Relații de rudenie: exemplu

- *Las că cu tine mă răfuiesc după, îi scăpă printre dinți omului ei **Donca, nevasta călugărului zbanghiu Zuicu**, care-l adusesese la el acasă pe Ion și pe președinte.*

Apoziție: Per-X, Rel (atrib) Per-Y_{gen}, =>

marriage(X:person[sex:?], Y:person[sex:?])

marriage(Donca:person[sex:f], Zuicu:person[sex:m])

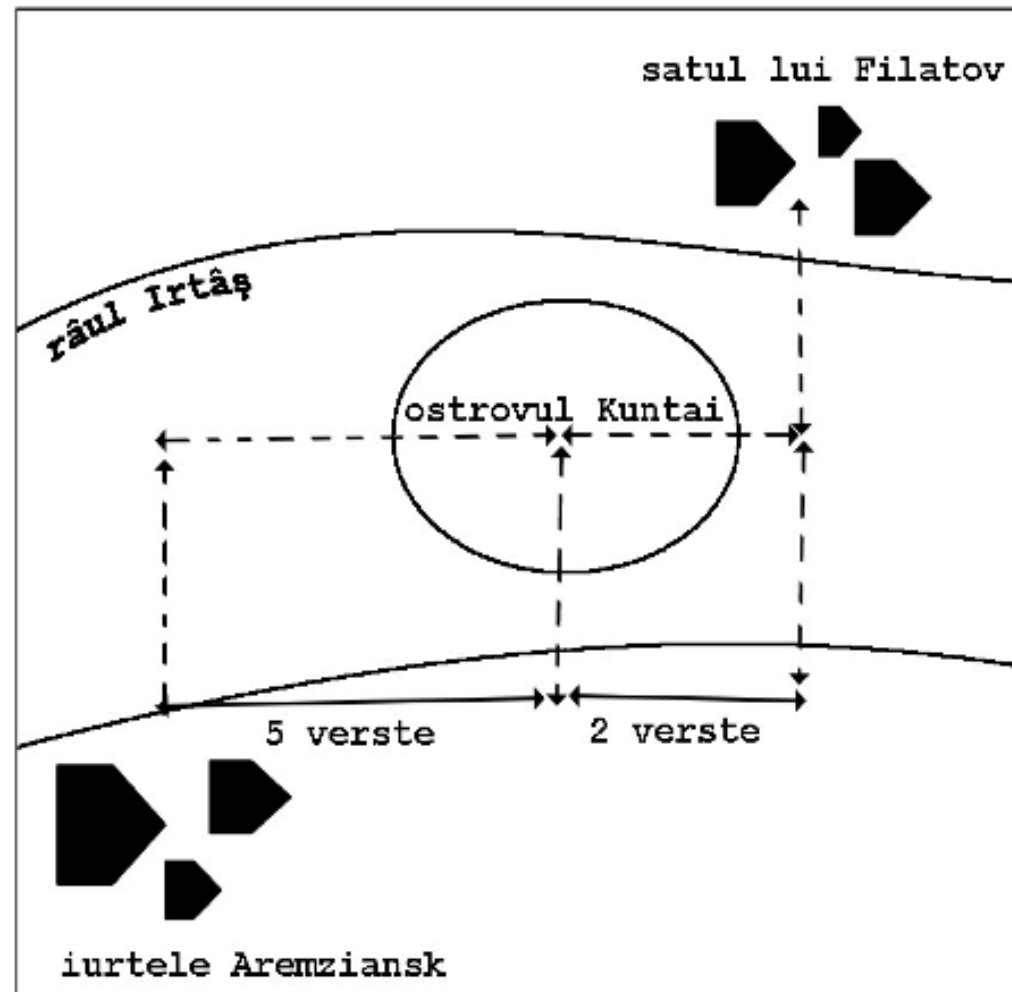
Relații de rudenie: exemplu

- *Vreme de patruzeci de ani viața **Ellei Rubinstein₁** fusese ca o apă stătătoare... **Soțul ei₁, David**, era un dentist de succes...*

Apoziție: Rel Per- $X_{\text{pron,gen}}$, Per-Y, =>
marriage(antecedent(X):*person*[sex:?],
Y:*person*[sex:?])
marriage(Ella Rubinstein:*person*[sex:f],
David:*person*[sex:m])

Relații spațiale: exemplu

La cinci verste de iurtele Aremziansk, în mijlocul râului Irtâș, se află ostrovul Kuntai. Satul lui Filatov se află pe malul stâng la două verste de ostrov.



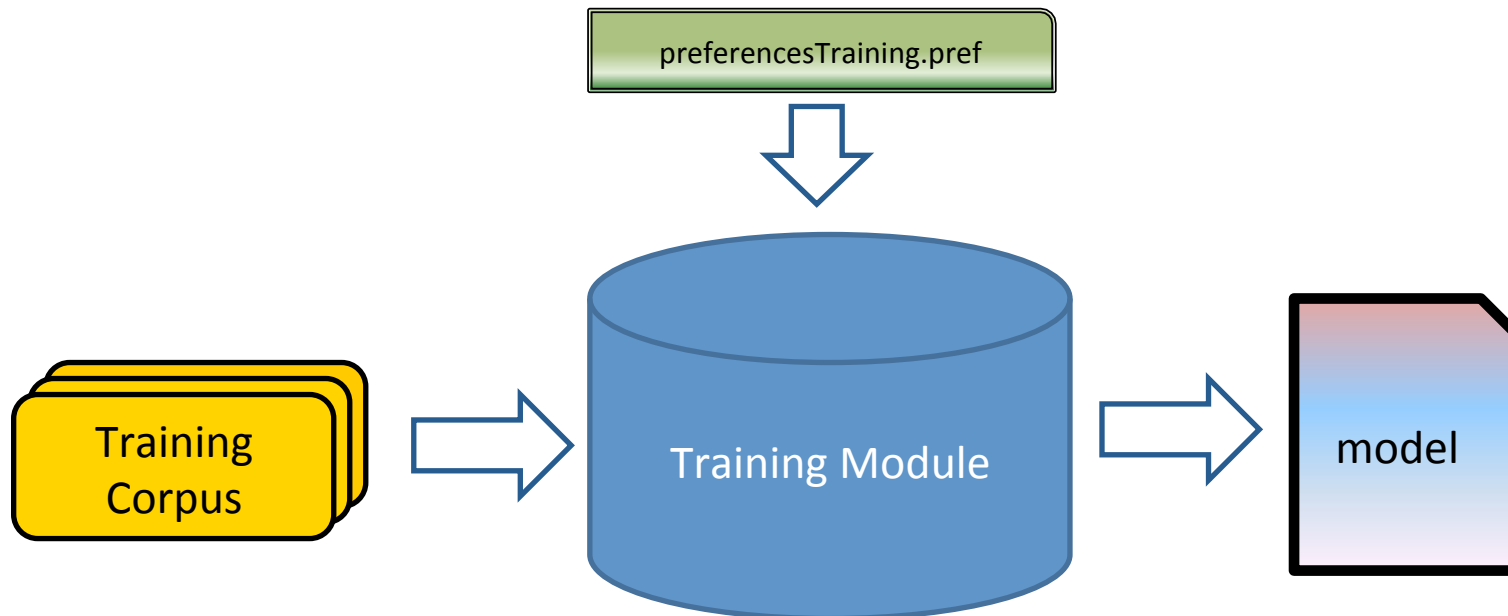
Cum se calibrează un modul?

Să presupunem că vrem să construim un modul care să realizeze un anumit obiectiv. Atunci, de fapt, va trebui să fabricăm 3 module:

- **Modulul de antrenare (TM)**
- **Modulul propriu-zis (X)**
- **Modulul de evaluare (EM)**

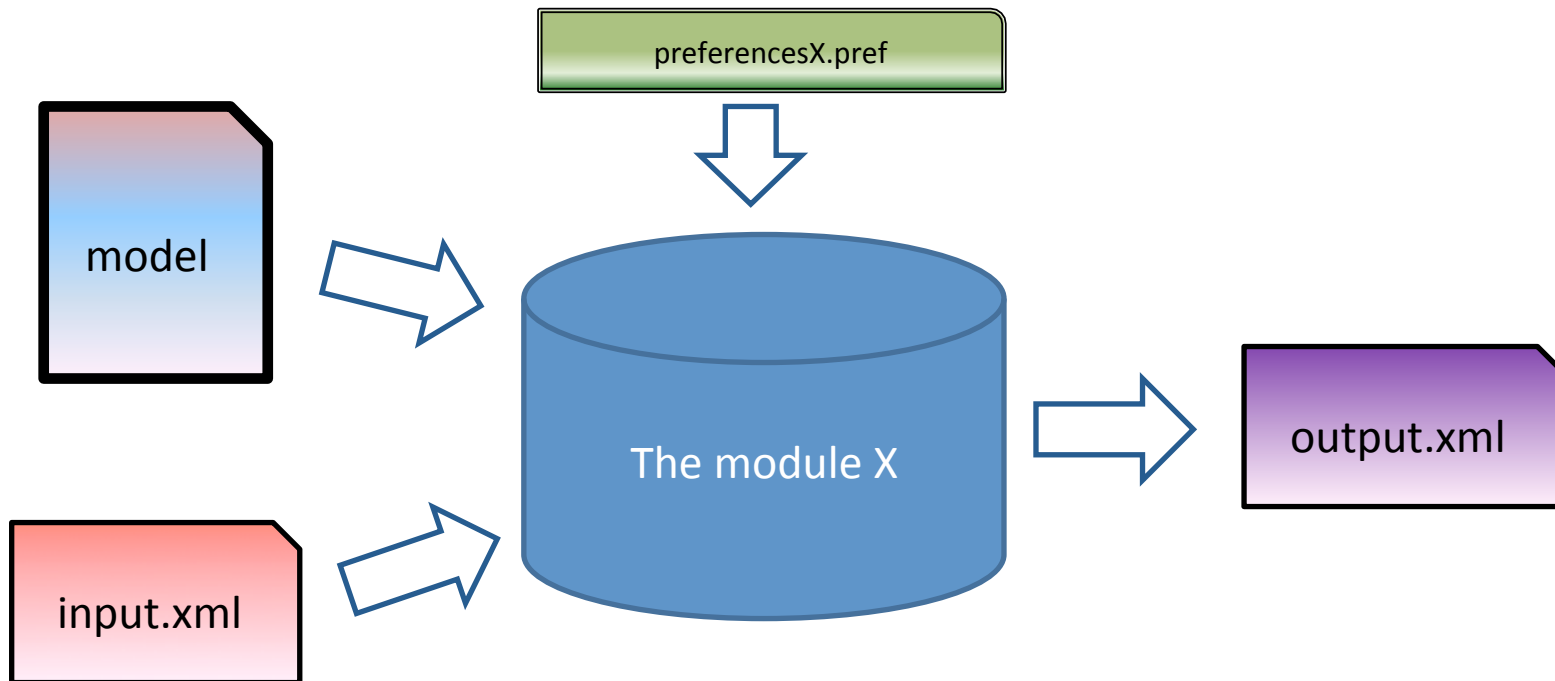
Modulul de antrenare (TM)

- TM extrage dintr-un corpus de antrenare un **model** care va fi apoi folosit de modulul X.



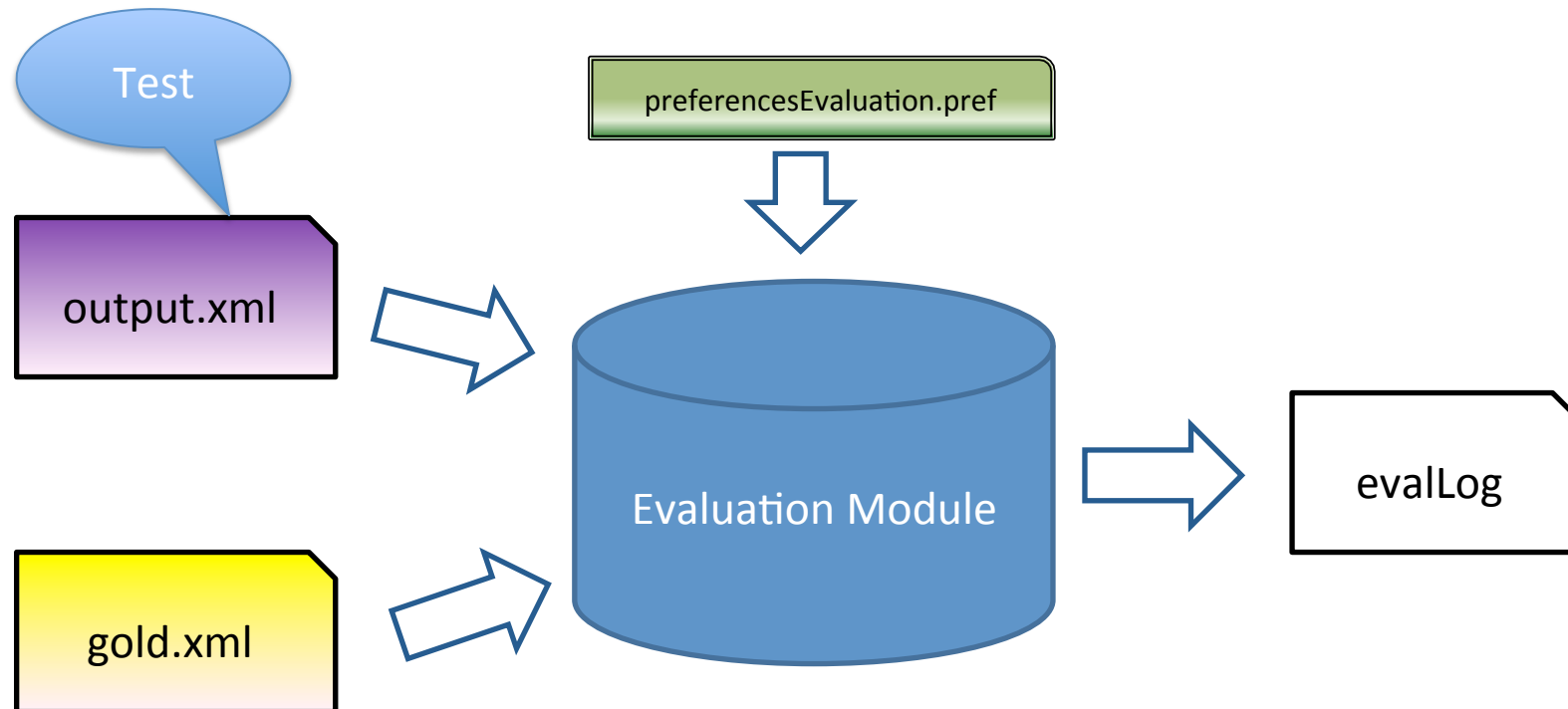
Modulul X

- X aplică un algoritm asupra unei *intrări* pentru a o transforma în conformitate cu *modelul* învățat.



Modulul de evaluare (EM)

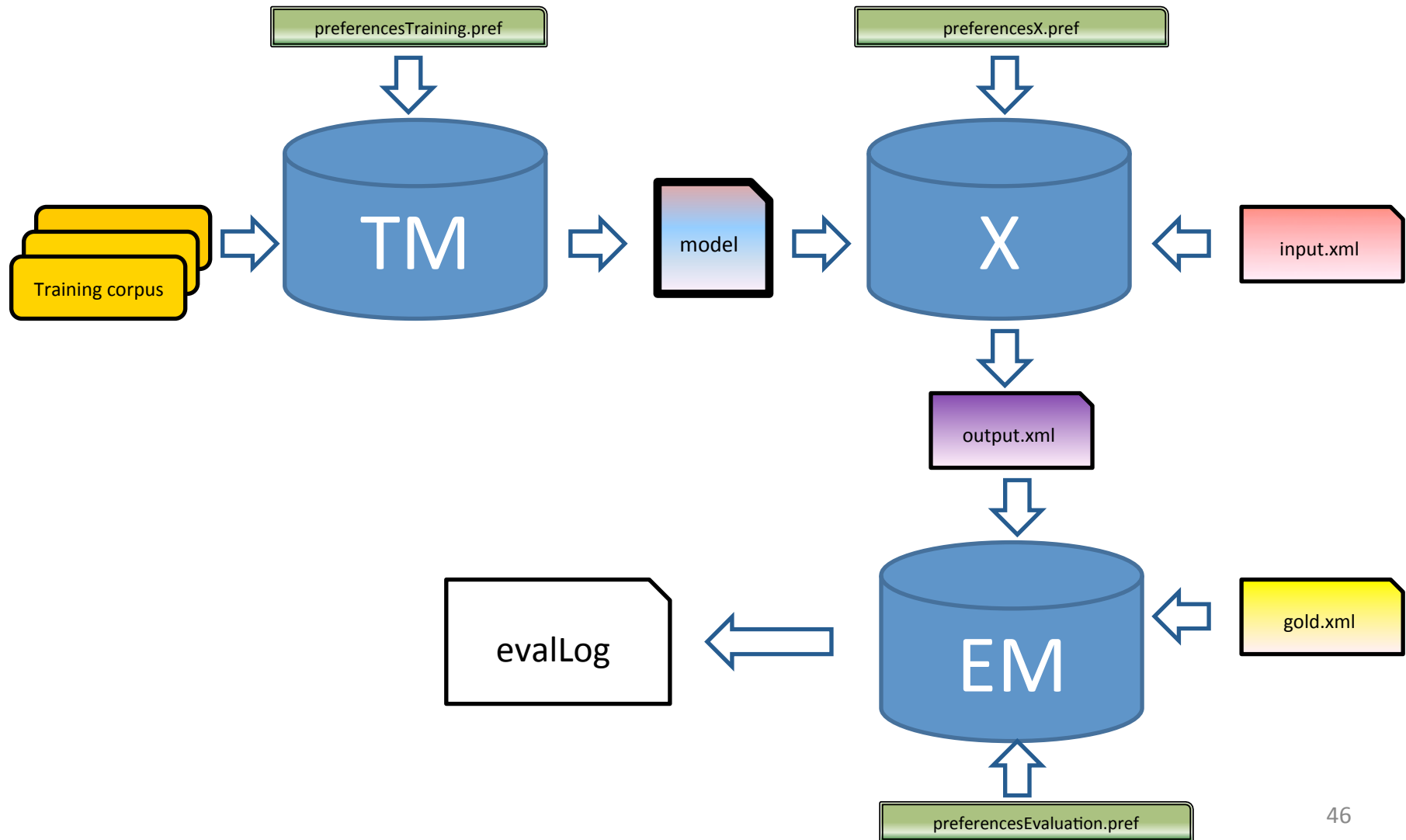
- EM evaluează (compară) un fișier *Test* față de un fișier considerat corect (de aur) *Gold*.



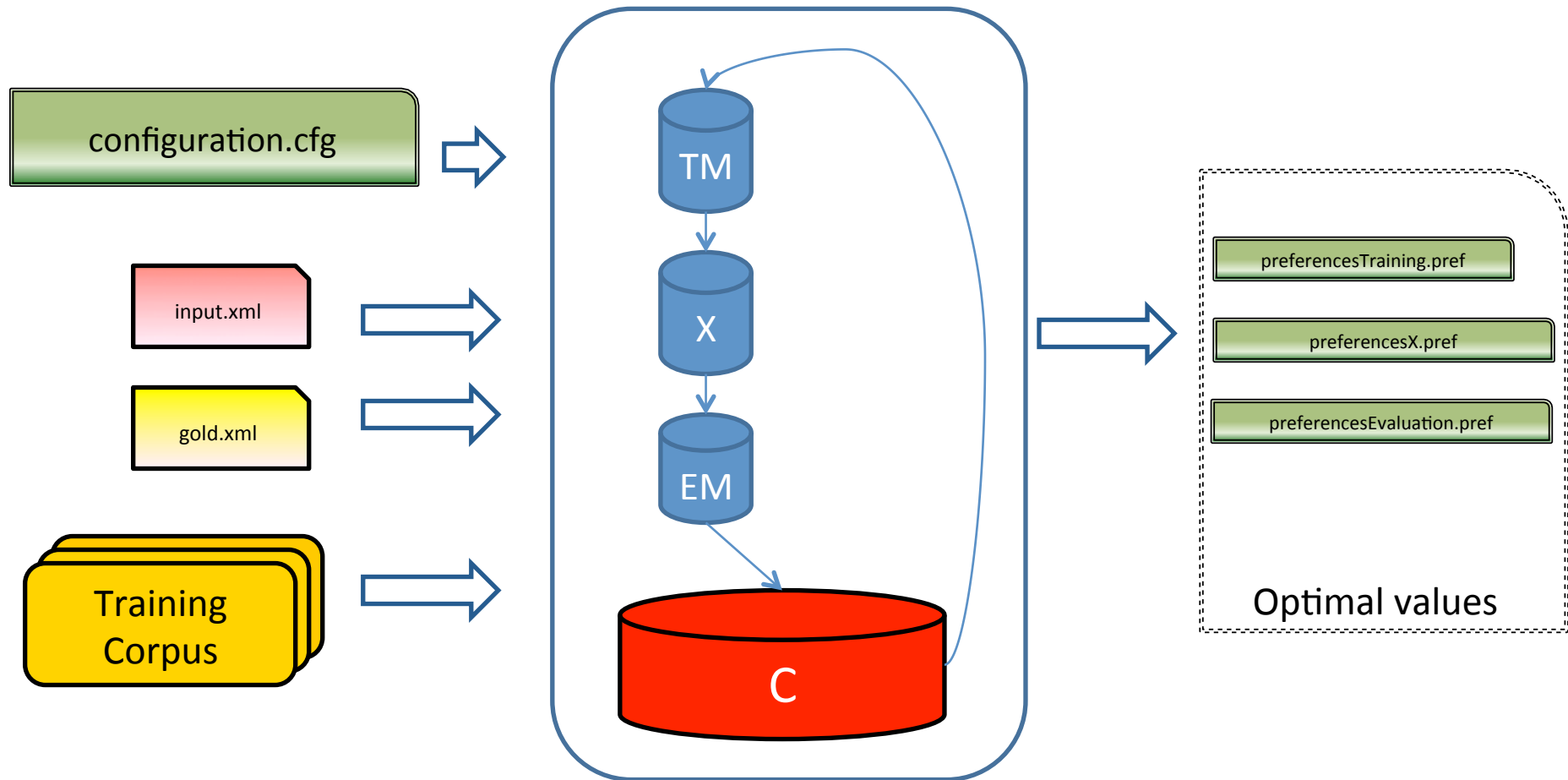
Măsuri în evaluare

- Precision =
$$\frac{\text{\#itemi în comun în Test \& Gold}}{\text{\#itemi în Test}}$$
- Recall =
$$\frac{\text{\#itemi în comun în Test \& Gold}}{\text{\#itemi în Gold}}$$
- F-measure = $2 * P * R / (P + R)$

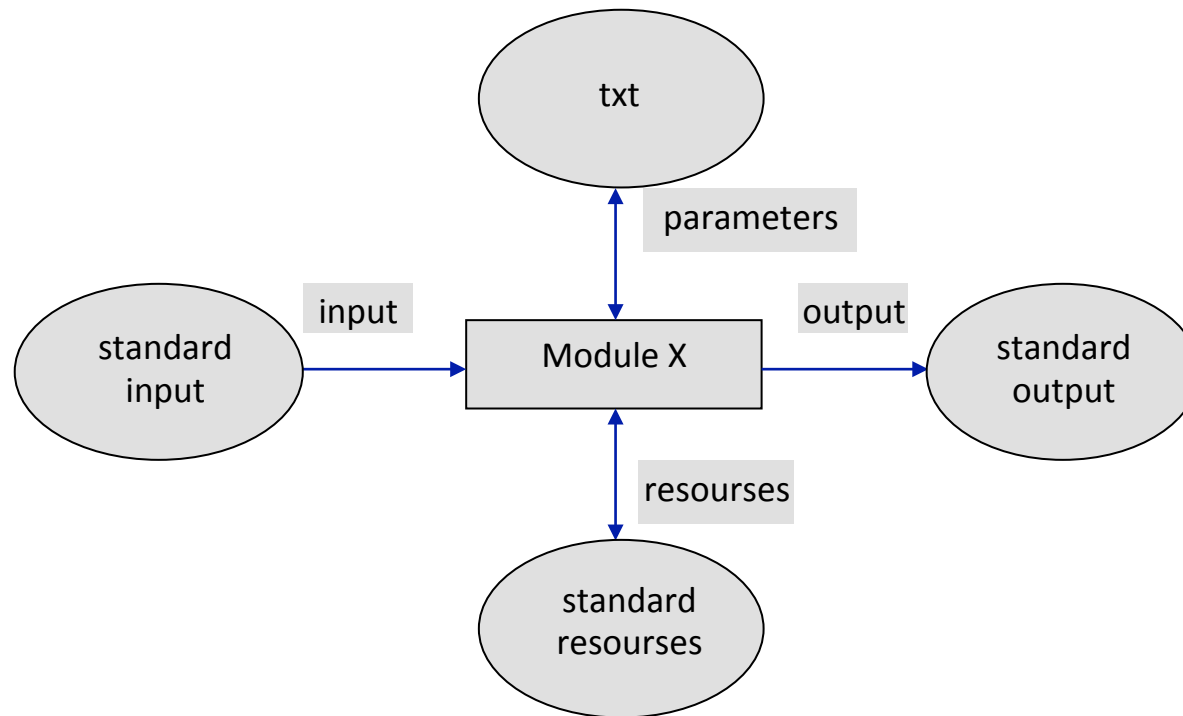
Arhitectura generală



Sistem de calibrare



Forma recomandată a unui instrument NLP care participă într-un lanț de prelucrări



Events happen in time

Când a intrat în cameră_{e1}, Ion a aprins lumina_{e2}.

*După cinci minute a ieșit_{e3}. La ieșire a stins
lumina_{e4}.*

Events happen in time

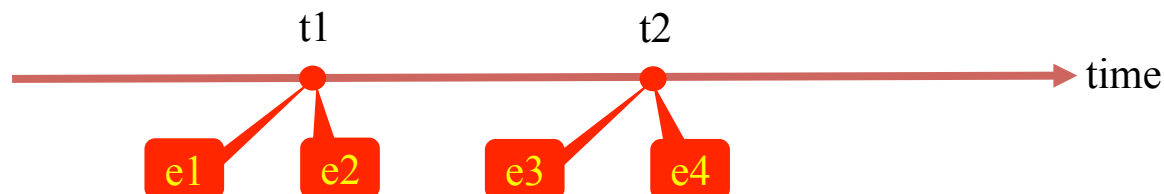
Când a intrat în cameră_{e1}, Ion a aprins lumina_{e2}.

După cinci minute a ieșit_{e3}. La ieșire a stins lumina_{e4}.

Two types of temporal expressions:

- instants...

$e1:t1 / e2:t1 / e3:t2=t1+5\text{min} / e4:t2$



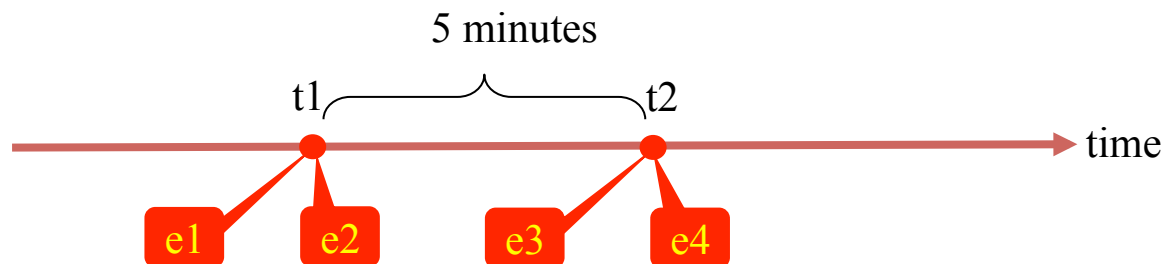
Events happen in time

Când a intrat în cameră_{e1}, Ion a aprins lumina_{e2}.

*După **cinci minute** a ieșit_{e3}. La ieșire a stins lumina_{e4}.*

Two types of temporal expressions:

- ...and intervals:

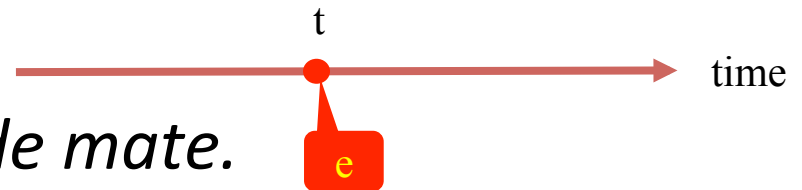


Events can be...

- Instantaneous:

Ion a ieșit din cameră.

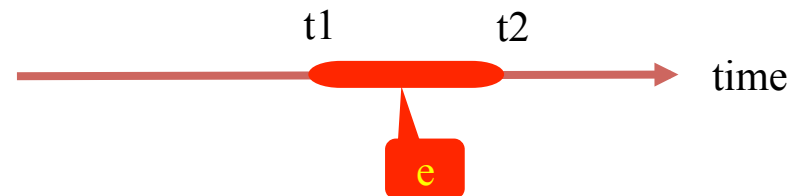
Maria s-a întâlnit cu proful de mate.



- Take time:

Ion a citit toată seara.

Afară plouă.



Signals for temporal relations

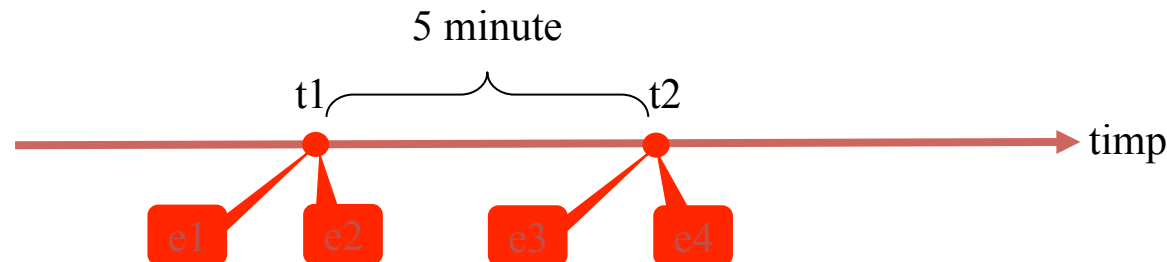
Când a intrat în cameră_{e1}, Ion a aprins lumina_{e2}.

După cinci minute a ieșit_{e3}. *La ieșire* a stins
lumina_{e4}.

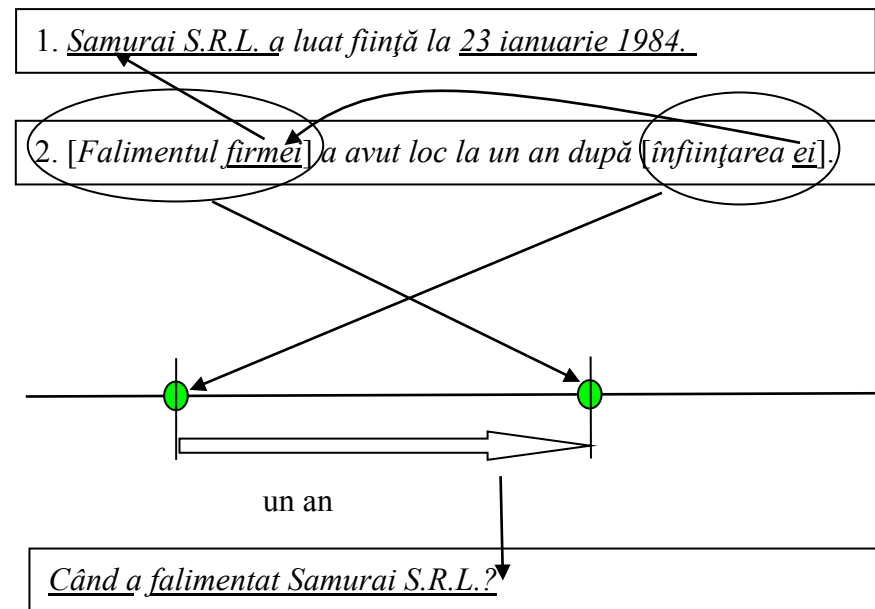
când $e_i, e_j \rightarrow t(e_i) = t(e_j)$

e_i . După $\langle \text{interval} \rangle e_j \rightarrow t(e_j) = t(e_i) + \langle \text{interval} \rangle$

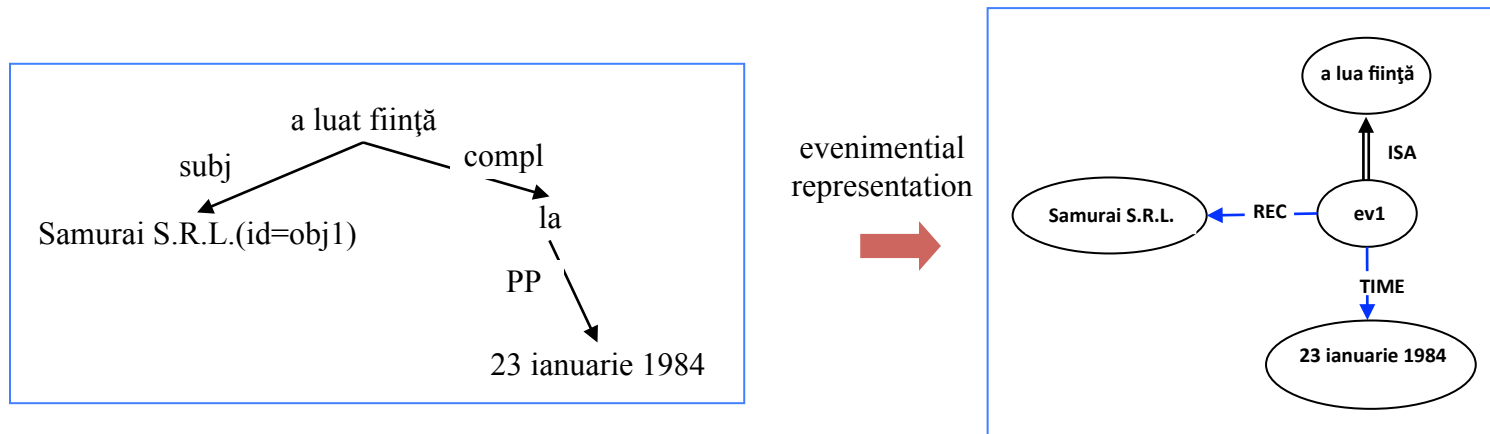
La $\langle \text{reference}(e_i) \rangle e_j \rightarrow t(e_i) = t(e_j)$



Type of reasoning where time matters

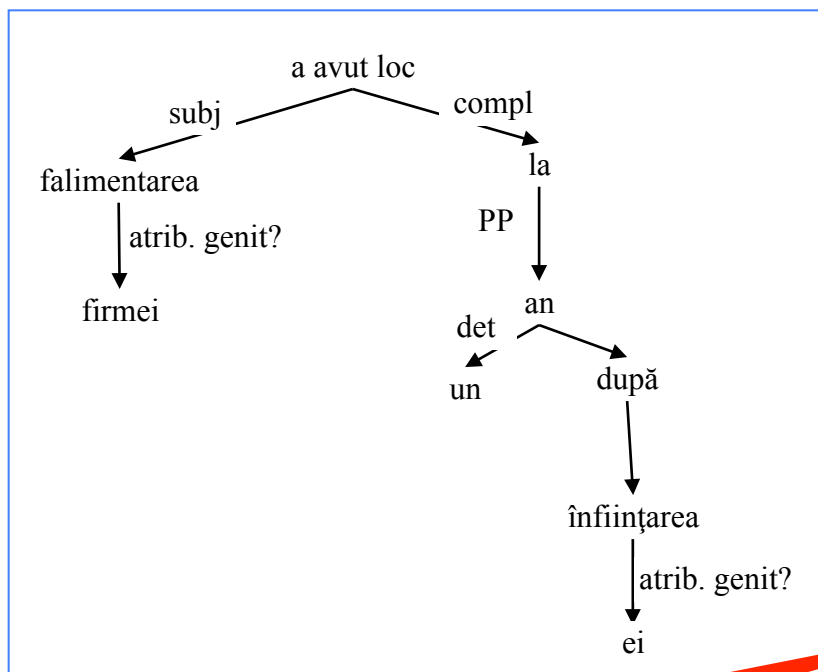


Processing statements

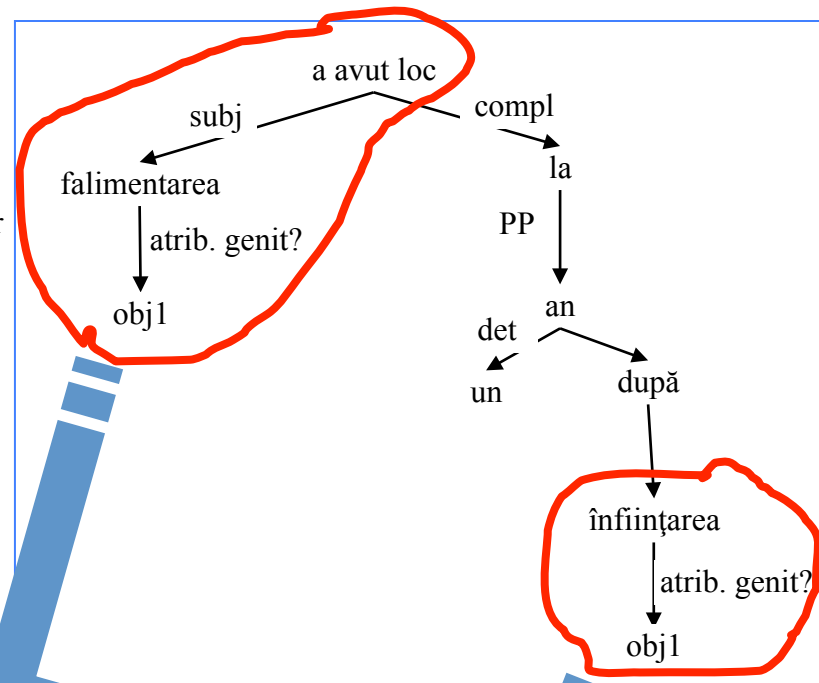


<object ID="obj1" ISA="companie" NAME="Samurai S.R.L."/>

<event ID="ev1" ISA="a_lua_ființă" REC="obj1" TIME="23.01.1984"/>



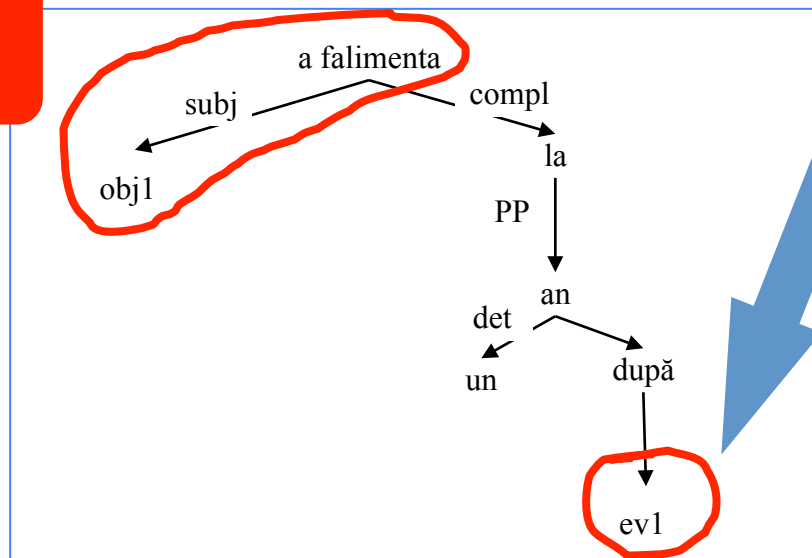
rezoluția
anaforelor



simplificări

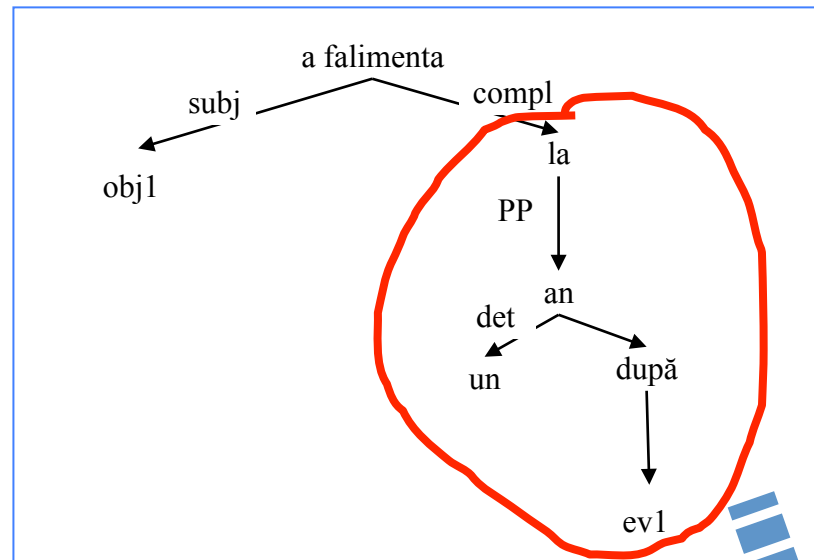


**dacă are_loc falimentarea lui
X atunci X falimentează**



**referință
anaforică la un
eveniment deja
menționat**

Processing statements



**temporal
expression
anchored in
another event**

↓
evenimential
representations

<event ID="ev2" ISA="a_falimenta" REC="obj1" TIME="timex1"/>

<timex ID="timex1" TYPE="after" REF="ev1" DUR="1" UNIT="year"/>

Computing time

<object ID="obj1" ISA="companie" NAME="Samurai S.R.L."/>

<event ID="ev1" ISA="a_lua_ființă" REC="obj1" TIME="23.01.1984"/>

<event ID="ev2" ISA="a_falimenta" REC="obj1" TIME="timex1"/>

<timex ID="timex1" TYPE="after" REF="ev1" DUR="1" UNIT="year"/>



<event ID="ev2" ISA="a_falimenta" REC="obj1" TIME="23.01.1985"/>

Corpusul 'QuoVadis'



Un corpus de entități și relații semantice

- Tipuri de entități:
 - persoane
 - zei
 - grupuri de persoane și zei
 - părți fizice
- Relații semantice exprimate între aceste tipuri de entități



Entități

- Personaje (*Marcus Vinicius, Ligia*), grupuri (*creștinii, soldații*);
- La nivelul textului: grupuri nominale (*tânărul patrician, fiul consulului*);

- Entități incluse:

$[Te]_1 [iubesc; REALISATION=INCLUDED]_2, Marcus!$

- Expresii referențiale imbricate:

$[fiica [lui Aulus]_2]_1$



Tipuri de relații

- Anaforice
- Semantice
 - rudenie
 - afective
 - sociale



Relații anaforice

- *coref*
- *coref-interpret*
- *member-of, has-as-member* (inverse)
- *isa, class-of* (inverse)
- *part-of, has-as-part* (inverse)
- *subgroup-of, has-as-subgroup* (inverse)
- *has-name, name-of* (inverse)

1:[Acteea]... 2:[tânăra libertă]... => [2] coref [1]

1:[mâna 2:[lui] dreaptă] => [1] part-of [2]



Relații de rudenie

- *parent-of*
- *child-of* (inverse of *parent-of*)
- *grandparent-of* and *grandchild-of* (inverse)
- *sibling* (symmetrical)
- *ant-uncle-of, nephew-of* (inverse relation)
- *cousin-of* (symmetrical)
- *spouse-of* (symmetrical)
- *unknown*



1:[celui de-al doilea soț 2:[al Popeii]] => [1] spouse-of [2]

1:[sora lui 2:[Petronius]] => [1] sibling-of [2]

Relații sociale

- *superior-of*
- *inferior-of*
- *in cooperation-with*
- *colleague-of*
- *in competition-with*
- *opposite-to*



Eliberând- 1:[o], 2:[Nero]... => [2] superior-of [1]

1:[Tânărul] luptase sub comanda 2:[lui Corbulon] =>
[1] inferior-of [2]

Relații afective

- *love*
- *loved-by*
- *hate*
- *hated by*
- *upset*
- *friendship*
- *worship*
- *anger*



Pe 1:[Vinicus] îl cuprinse o mânie năprasnică împotriva
2:[împăratului] și împotriva 3:[Acteii] => [1] anger
[2], [1] anger [3]

Adnotarea

<ENTITY ID="E8" TYPE="PERSON">
<W id="28" LEMMA="Marcus">Marcus</W>
<W id="29" LEMMA="Vinicius">Vinicius</W>
</ENTITY>
<W id="30" LEMMA="fi">era</W>
<KINSHIP ID="KIN57" FROM="E12" TO="E11" TRIGGER="31"
TYPE="child-of">
<ENTITY ID="E12" TYPE="PERSON">
<W id="31" LEMMA="fiu">fiu</W>
<KINSHIP ID="KIN53" FROM="E11" TO="E10" TRIGGER="32"
TYPE="sibling-of">
<ENTITY ID="E11" TYPE="PERSON">
<W id="32" LEMMA="soră">surorii</W>
<ENTITY ID="E10" TYPE="PERSON">
<W id="33" LEMMA="său">sale</W>
</ENTITY>
<W id="34" LEMMA="mai">mai</W>
<W id="35" LEMMA="mare">mari</W>
</ENTITY>
</KINSHIP>
</ENTITY>
</KINSHIP>
<W id="36" LEMMA=",">,</W>
<KINSHIP ID="KIN59" FROM="E13" TO="E15" TRIGGER="44"
TYPE="spouse-of">
<ENTITY ID="E13" TYPE="PERSON">
<W id="37" LEMMA="care">care</W>
</ENTITY>
<W id="38" LEMMA=",">,</W>
<W id="39" LEMMA="cu">cu</W>
<W id="40" LEMMA="an">ani</W>
<W id="41" LEMMA="în_urmă">în urmă</W>
<W id="42" LEMMA=",">,</W>
<W id="43" LEMMA="sine">se</W>

<W id="44" LEMMA="căsători">căsătorise</W>
<W id="45" LEMMA="cu">cu</W>
<KINSHIP ID="KIN61" FROM="E15" TO="E14" TRIGGER="46"
TYPE="parent-of">
<ENTITY ID="E15" TYPE="PERSON">
<W id="46" LEMMA="tată">tată</W>
<ENTITY ID="E14" TYPE="PERSON">
<W id="47" LEMMA="acesta">acestui</W>
</ENTITY>
</ENTITY>
</KINSHIP>
</KINSHIP>
<SOCIAL ID="SOC9" FROM="E17" TO="E16" TRIGGER="49"
TYPE="inferior-of">
<ENTITY ID="E17" TYPE="PERSON">
<W id="49" LEMMA="consul">consul</W>
<W id="50" LEMMA="pe">pe</W>
<W id="51" LEMMA="vreme">vremea</W>
<W id="52" LEMMA="el">lui</W>
<ENTITY ID="E16" TYPE="PERSON">
<W id="53" LEMMA="Tiberiu">Tiberiu</W>
</ENTITY>
</ENTITY>
</SOCIAL>
<W id="54" LEMMA=".">.</W>

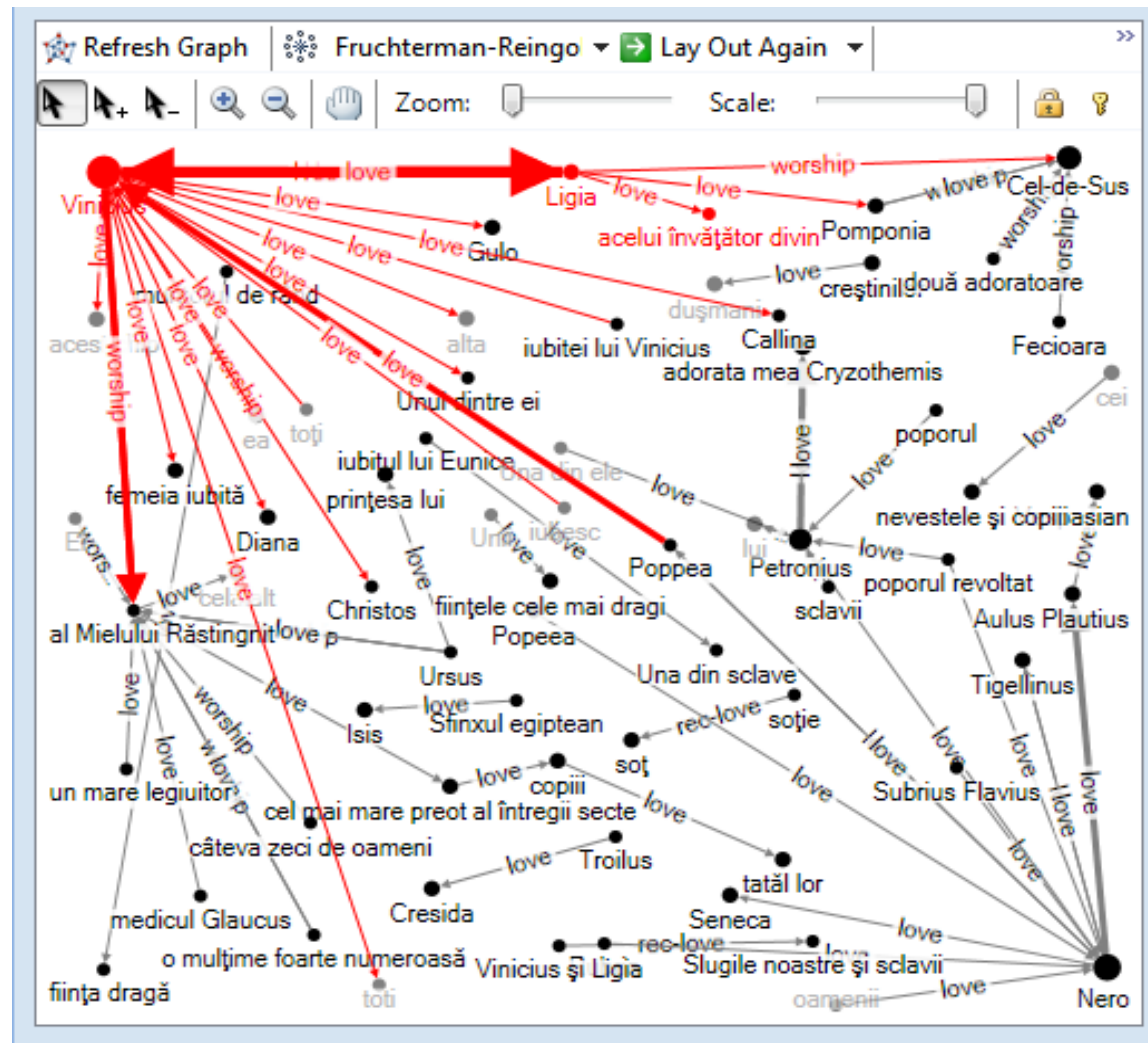
<REFERENTIAL ID="REF37" FROM="E12" TO="E8" TYPE="coref" /
REFERENTIAL>
<REFERENTIAL ID="REF38" FROM="E13" TO="E11" TYPE="coref" /
REFERENTIAL>
<REFERENTIAL ID="REF39" FROM="E14" TO="E8" TYPE="coref" /
REFERENTIAL>
<REFERENTIAL ID="REF40" FROM="E17" TO="E15" TYPE="class-
of" /REFERENTIAL>

Statistici asupra corpusului

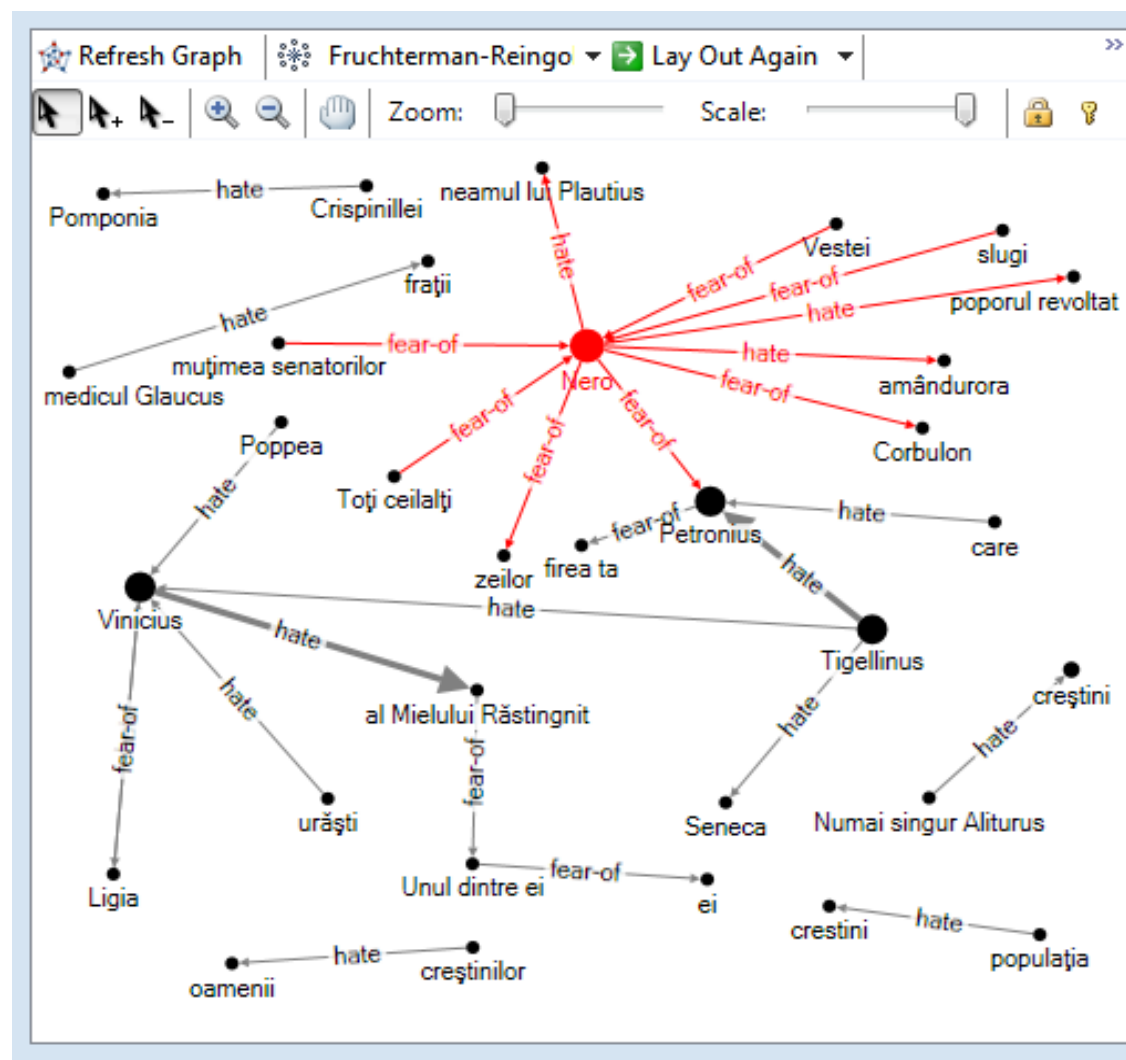
- 7.281 fraze
- 146.822 cuvinte și semne de punctuație
- 24.636 mențiuni de entități
- 22.301 relații referențiale
- 755 relații AKS (**A**ffective + **K**inship + **S**ocial)
- 752 triggere



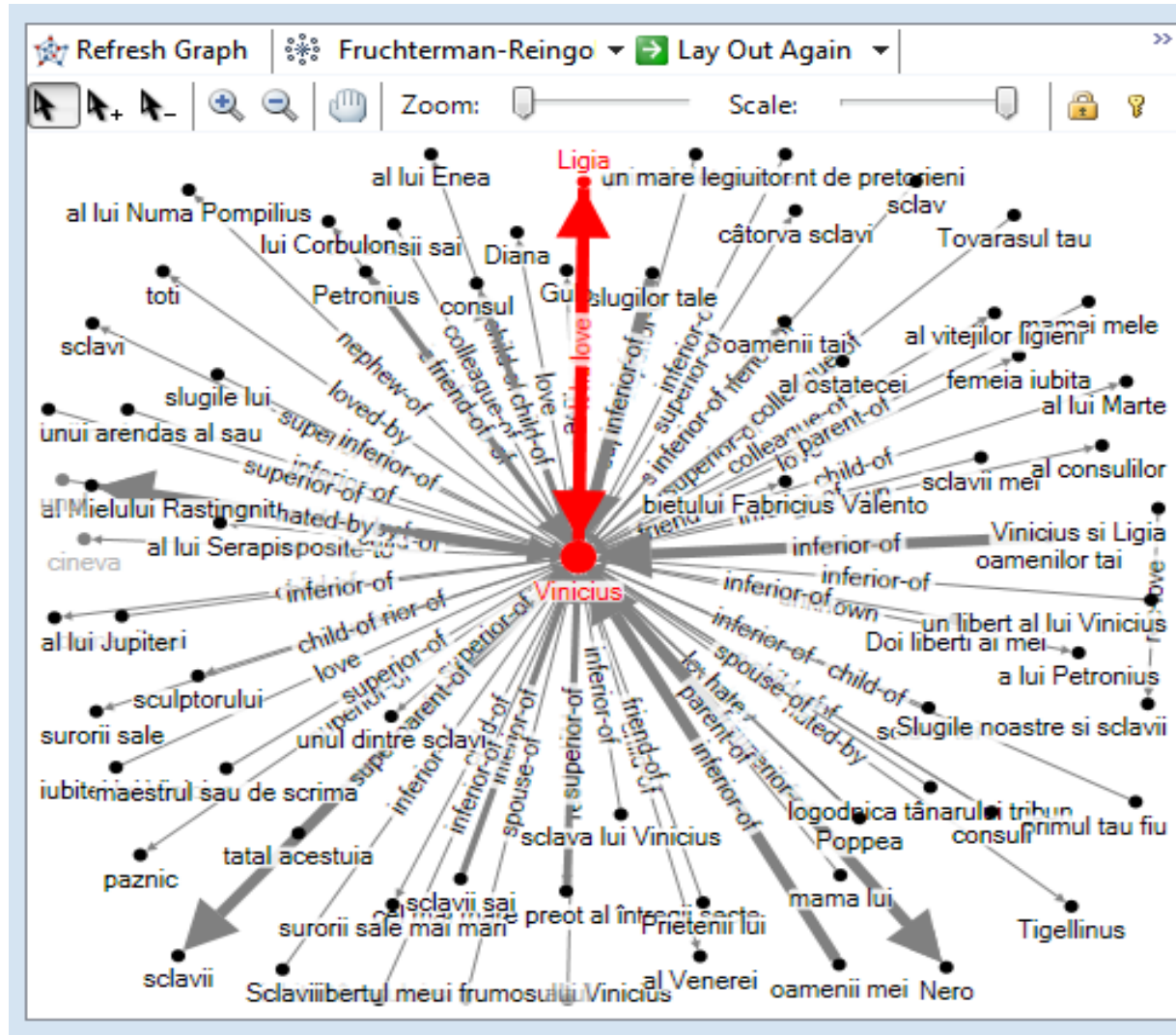
Example: relațiile *love* și *worship*



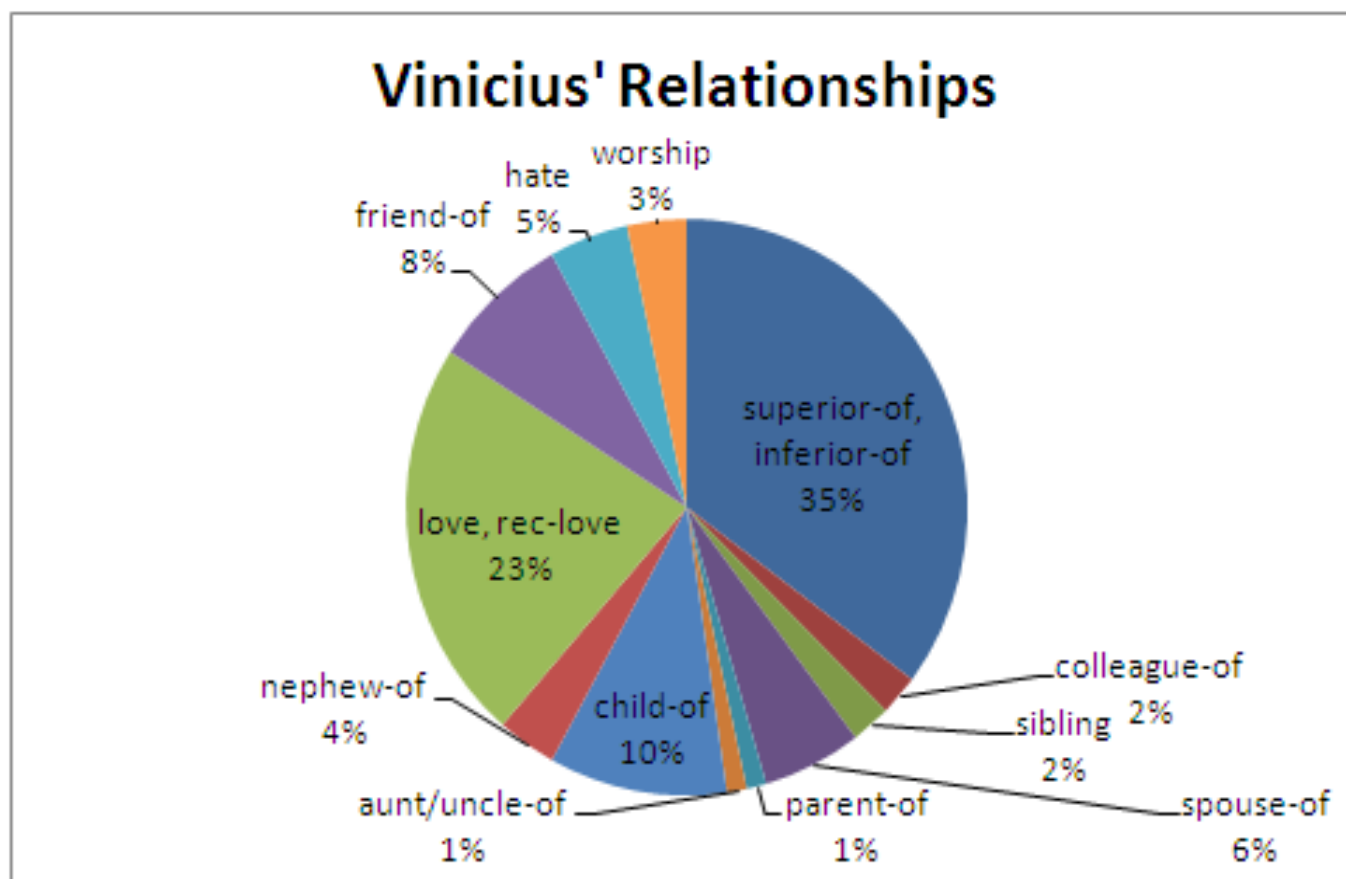
Relațiile afective *fear-of* și *hate*



Relațiile lui Vinicius cu alte personaje



Distribuția relațiilor semantice în care este implicat personajul Vinicius



Linguistics Linked Open Data (LLOD)

- Dezvoltarea de tehnici care vor permite **descifrarea conținutului semantic al textelor**
 - rezumate (generale, parțiale, focalizate pe personaje),
 - linii narative (e.g. evoluția sentimentelor dintre Vinicius și Ligia)
 - conexiuni statice între entități (e.g. arbori genealogici),
 - statistici asupra entităților (e.g. sentimentele majoritare ale creștinilor comparate cu cele ale romanilor)

Linguistics Linked Open Data (LLOD)

- Generarea de ontologii din colecții de tratate
 - aplicații care “citesc” tratatele unui domeniu și formalizează conceptele și instanțele acestora
- Căutare documentară inteligentă
 - asistenți personalizați ai activității de cercetare