Testi, linguistica e ingegneria della lingua

1

LINGUISTICA COMPUTAZIONALE E *INFORMATION TECHNOLOGY*

ISABELLA CHIARI
UNIVERSITÀ LA SAPIENZA DI ROMA

La disciplina e il suo oggetto

2

Nascita
- fondazione dell'Association of Computational Linguistics (ACL) nel 1962

Fisionomia
- pluralità di programmi di ricerca e metodologie
- interdisciplinarità e multidisciplinarità

Obiettivi
- applicazioni destinate a specialisti del linguaggio
- applicazioni informatiche di uso comune

Le direzioni della linguistica computazionale 1

3

NLP (Natural Language Processing)

- Generazione del linguaggio
- Analisi del linguaggio naturale
- Correttori ortografici e grammaticali

MT (Machine-Translation)

- Traduzione automatica
- Strumenti di ausilio (database, lessici, tesauri)

Tecnologie del parlato

- TTS (text-to-speech)
- Speech recognition
- Dialogue systems
- Parlato multimodale

Le direzioni della linguistica computazionale 2

4

Linguistica dei corpora

- Analisi testuale/statistica linguistica
- Analisi dei dati testuali
- Integrazione in applicazioni corpus-based

Glottodidattica

- CALL (*Computer assisted language learning*)
- *Testing* computerizzato

Lessicografia computazionale

- Dizionari informatizzati
- Dizionari-macchina

Semantic Web

Settori di confine

5

L'*indicizzazione automatica*

- serve a produrre delle analisi rapide dei testi raccolti (per esempio sul web) attraverso la individuazione delle parole-chiave di un testo (*keyword extraction*)

L'*information retrieval*

- permette di individuare, dato un insieme ampio di documenti, solo quei documenti che soddisfano i nostri criteri di ricerca

L'*information extraction*

- permette di cercare e selezionare i contenuti dei documenti appartenenti a un insieme

Il *text mining*

- categorizzazione e classificazione dei documenti, la tematizzazione, l'estrazione di relazioni tra dati e il suo riversamento sotto forma di database

La text *summarization*

- consente di generare automaticamente riassunti di testi, rapporti estratti da dati strutturati e testi che estraggano informazioni rilevanti o pertinenti a partire da una base dati testuale

Se io interrogo una base testuale

6

Voglio che tenga conto dei sinonimi

- Se cerco "linguistica", deve trovare anche "glottologia"

Voglio che tenga conto delle flessioni

- Se cerco "ossidare", voglio che trovi anche "è stato ossidato", "ossida", ecc.

Voglio che non confonda le espressioni semplici da quelle complesse

- Se cerco "vedere", non devo trovare "vedere rosso"

Voglio che non confonda gli omografi

- "porta" di *lui porta* con *la porta è chiusa*

Voglio che riconosca i nomi propri

- che distingua *Salvo è uscito* da *Non ti salvo.*

L'apporto della linguistica dei corpora e testuale

7

IL TESTO E I SUOI PROBLEMI

Corpus (plur. corpora)

8

«raccolta completa e ordinata di scritti, di uno o più autori, riguardanti una certa materia» (De Mauro, GRADIT)

«campione di una lingua preso in esame nella descrizione di una lingua» (De Mauro, GRADIT)

TESTI

- opere di Alessandro Manzoni
- lettere d'amore,
- atti giudiziari
- perizie psichiatriche
- testi di telefonate

SCOPI

- usare le osservazioni condotte su un corpus campionario per estenderle all'intera popolazione
- comparare le osservazioni condotte su diversi corpora per confrontarle infine con un corpus di riferimento, individuandone le deviazioni

I testi sono caratterizzati da...

9

Creatività linguistica

- in creatività basata su regole (*rule-based creativity*) e creatività che cambia le regole (*rule-changing creativity*) (N. Chomsky)
- Ogni testo ("occorrenza comunicativa") è unico e irripetibile
- Atto individuale di *parole* (F. de Saussure)

Regolarità e prevedibilità

- una *regola linguistica* può essere vista come la descrizione di una pratica linguistica.
- la regola rappresenta una semplice regolarità, una tendenza che preferisce determinate soluzioni in una lingua, rispetto ad altre meno frequenti

Pluralità

10

Linguistica quantitativa

Approcci logico-matematici	Approcci statistici	Approcci di tipo psico-linguistico
Mirano a fornire modelli matematici del funzionamento delle lingue	Mirano all'estrazione di regolarità statistiche da grandi quantità di raccolte testuali	Intendono sottolineare il ruolo dei processi probabilistici nell'apprendimento, nella produzione e nella ricezione linguistica

1. Approccio di tipo logico-matematico

11

Linguistica matematica

- ha obiettivi di tipo modellistico e predittivo
- individua modelli e rappresentazioni matematiche delle strutture linguistiche a diversi livelli
- usa strumenti di tipo algebrico

Esponenti (a diversi livelli)

- Solomon Marcus
- Igor Mel'chuk
- Zellig S. Harris
- Noam Chomsky
- Maurice Gross

2. Approccio di tipo statistico

12

Statistica linguistica o linguistica probabilistica

- ha obiettivi di tipo statistico-descrittivo
- presta particolare attenzione al lessico e maggiore attenzione alle realtà testuali

Esponenti principali

- George K. Zipf
- Benoit Mandelbrot
- Pierre Guiraud
- Charles Muller
- Gustav Herdan

Il lessico nei testi

13

Le parole si distribuiscono in modo regolare

- I vocabolari di base: FO, AD, AU

È possibile individuare le parole chiave di un testo

- Attraverso il confronto con corpora di riferimento
- Attraverso indici interni al testo (TFIDF)

Le parole grammaticali costituiscono il profilo del testo

Ricchezza lessicale e leggibilità

3. Approccio di tipo psicolinguistico

14

Sottolinea come l'interiorizzazione dei fattori statistici giochi un ruolo:

- nella performance linguistica a livello sia di produzione sia di comprensione
- nella fonologia, fonotassi
- nell'accesso al lessico
- nei meccanismi di lettura e scrittura
- nell'apprendimento della lingua materna e delle seconde lingue

Le caratteristiche incalcolabili delle lingue naturali

15

PANORAMICA LINGUISTICA

La potenziale infinitezza dei segni

16

- Le lingue storico-naturali, così come i calcoli, possono produrre un numero potenzialmente infinito di segni
- Posso creare sempre nuove frasi, e posso creare nuovi lessemi, nuove parole, che esprimano nuovi significati
- Non vi è limite di lunghezza nella produzione dei segni
- L'inventario delle unità di prima articolazione (i morfi, dotati di significante e significato) è aperto

Le famiglie di sensi e l'estensibilità dei significati

17

- I significati sono infatti organizzati al loro interno in *accezioni*
  - polarizzazioni dei sensi in famiglie
- *Calcio*
  - "colpo dato con il piede"
  - "sport"
- In inglese, *kick*, *soccer*, *football*...
- *Estensibilità*, ossia la capacità nel tempo di sviluppare nuovi usi per rispondere ai bisogni comunicativi
- *Navigare* sul web
  - *surf the net*

Le sinonimie

18

- Parziali sovrapponibilità di possibili sensi in alcuni enunciati prodotti o producibili
- Si istituiscono sul piano della *parole*.
- Incalcolabilità delle sinonimie
  - *dizionario*
  - *vocabolario*
    - *vai a controllare nel dizionario/vocabolario il significato di "obsolescente"*
    - *nel vocabolario di Gadda si trovano numerosi dialettalismi*

WordNet http://wordnet.princeton.edu/

19

Elaborato al Cognitive Science Laboratory dell'Università di Princeton, ideato da G. A. Miller

Repertorio lessicale della lingua inglese organizzato per insiemi semantici

Gruppi di significati e delle gerarchie semantiche

Applicazioni di WordNet

- identificazione delle accezioni delle parole
- *information retrieval*
- identificazione delle collocazioni
- gestione di terminologie
- disambiguazione semantica
- sviluppo di ontologie

Per la lingua italiana MultiWordNet

- http://multiwordnet.itc.it

MultiWordNet

20

Il dizionario è essenzialmente fondato sulle relazioni di sinonimia

Insiemi sinonimici, detti *synsets*

- {elaboratore, computer, cervello_elettronico, calcolatore}

Ha censito 58.000 sensi della lingua italiana, e individuato 32.700 *synsets*

has_hypernym {macchina}
has_hyponym {calcolatore_analogico}, {calcolatore_digitale}, ecc.
has_part {microchip, chip}, ecc.

{elaboratore, computer, cervello_elettronico, calcolatore}
corrisponde a
{computer, data_processor, electronic_computer, information_processing_system}

Le omonimie assolute e testuali

21

- Gli omonimi, infatti, sono parole caratterizzate da un significante comune, ma che rimandano a significati radicalmente diversi, spesso senza alcuna parentela etimologica
- *Omonimi assoluti*
  - *Calcio*
    - "pedata"
    - "Ca"
    - "impugnatura di un fucile o pistola"
- *Omonimi testuali*
  - *Faccia*
    - "viso"
    - "voce del verbo *fare*"

Strumenti

22

Omografi assoluti

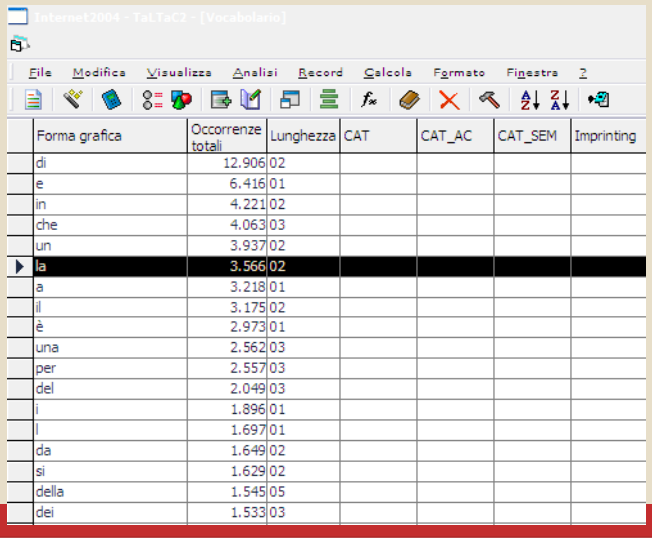
- *Word sense disambiguation*
  - Strumenti probabilistici/statistici

Omografi testuali (relativi)

- POS tagging e Lemmatizzatori
  - Basati su regole
  - Probabilistici
- Operazione di base per ogni corpus

Se non risolvo il problema ottengo...

23



Internet2004 - TaLTaC2 - [Vocabolario]

File Modifica Visualizza Analisi Record Calcola Formato Finestra ?

Forma grafica	Occorrenze totali	Lunghezza	CAT	CAT_AC	CAT_SEM	Imprinting
di	12.906	02				
e	6.416	01				
in	4.221	02				
che	4.063	03				
un	3.937	02				
la	3.566	02				
a	3.218	01				
il	3.175	02				
è	2.973	01				
una	2.562	03				
per	2.557	03				
del	2.049	03				
i	1.896	01				
l	1.697	01				
da	1.649	02				
si	1.629	02				
della	1.545	05				
dei	1.533	03				

E se guardo le concordanze trovo:

24

Intorno sinistro	Forma grafica	Intorno destro
opac . sbn . it / . Una ricerca di questo tipo ci	porta	, in un ´ ora circa di lavoro dalla scrivania di casa
RealOne Player , è in grado di collegarsi tramite la	porta	USB o seriale del PC con alcuni riproduttori portatili
parte dei casi , utilizzare quella , collegandola alla	porta	USB o firewire . Occorre però controllare il manuale
collegamento con il vostro computer alcuni utilizzano una	porta	USB , altri richiedono una scheda di rete (offrendo
dalla necessità di economizzare spazio e risorse (che	porta	a tralasciare molti newsgroup considerati ´ minori
chiave ´ lute ´ , svolta sul catalogo principale , ci	porta	a un lungo elenco di voci , ciascuna delle quali accompagnata
termini sulla stringa	Jane Austen	condotta su Google	porta	a un elenco di circa duecentoventitremila pagine disponibili
formato HTML con un apposito bottone ' Installa ' che	porta	a compimento in modo automatico l ´ installazione dell
su newsgroup , mentre la linguetta ´ Directory ´ ci	porta	al già citato indice sistematico che Google mutua da
naturale esaurirsi del ´ picco ´ iniziale di accessi ,	porta	al ritorno prepotente dei siti informativi di riferimento
patrimonio del museo . Ciascuna di esse a sua volta	porta	all ´ elenco per secoli e nazioni delle opere , da
ancora cd . .) sale di una directory . Ad esempio	porta	alla directory ´ pub ´ se ci si trova in ´ pub / antivirus
iniziare la lettura dalla prima pagina ; ´ Ultima letta ´	porta	alla pagina letta l ´ ultima volta che si stava usando
stava usando il libro ; ´ Pagina letta più elevata ´	porta	alla pagina più avanzata che si è letta . È possibile
all ´ algoritmo che dal nome o indirizzo universale	porta	alla stringa di localizzazione effettiva del protocollo
soffermarsi sulle seguenti : * ´ Appearance ´ :	porta	alle schede di impostazione delle caratteristiche relative
visualizzazione di pagine multilingua ; * ´ Composer ´ :	porta	alle schede di impostazione delle preferenze per l
per l ´ uso del modulo Editor ; * ´ Advanced ´ :	porta	alle fondamentali schede di configurazione relative
che emergono . . . quando un certo numero di persone	porta	avanti delle discussioni pubbliche sufficientemente
gran parte da compiere : l ´ avvento degli ipertesti	porta	con sé problematiche finora poco esplorate , ed è probabile
informazione al suo interno . Questo vantaggio , tuttavia ,	porta	con sé un rischio non indifferente : purtroppo , infatti
´ isolamento sociale che in molti casi l ´ handicap	porta	con sé . Attraverso Internet un disabile ha infatti
allargamento per certi versi ´ naturale ´ , ma che	porta	con sé importanti conseguenze , aprendo nuovi orizzonti
informazioni : portal , portale Sito Internet che offre una ´	porta	d ´ ingresso ´ alla rete ricca di servizi per gli utenti

seminario DIBE, Università di Genova, 4/06/07

Quanti sono in media gli omografi in italiano?

25

Tullio De Mauro in *Capire le parole* (1999) riporta:

- Il tasso di omonimia relativa o testuale è
  - Scritti tecnici (economia e finanza): 38,6%
  - LIP 46%

Il tasso di omografia testuale dipende dalla tipologia testuale

- Testi con parole più brevi (come le trascrizioni del parlato, ecc.) tendono ad avere più omografi dei linguaggi tecnico-specialistici
- È una conseguenza della legge di Zipf sul numero dei significati e della saturazione (Guiraud) maggiore nelle parole brevi.

Alcuni esempi

26

TESTI	*Codice penale* l. giuridico	*Internet 2004* informatica	*Caos Calmo* (S. Veronesi) narrativa	*LIP Corpus Roma* parlato
Token	68.728	254.365	123.781	135.716
Types	5.160	20.130	16.819	11.922
Omografi testuali	**3.486**	**123.097**	**60.018**	**65.630**
% omografi	**47%**	**49%**	**49%**	**49%**
Parole sconosciute	4%	4%	11%	6%

POS tagging e lemmatizzazione

27

Il *part-of-speech* (POS) *tagging*

- etichettatura automatica per categorie grammaticali
- Il *tagger* riceve in input una frase e restituisce in output le forme grafiche delle parole accompagnate da etichette che segnalano la categoria grammaticale di appartenenza

ESEMPIO: la forma grafica <LA>

- potrebbe corrispondere a tre etichettature grammaticali possibili:
  - **determinante** (articolo)
  - **nome** (nota musicale)
  - **pronome** (pronome personale)

Tipologie

- **Tagger basati su regole** (dizionario-macchina e grammatica)
- **Tagger probabilistici** (training, parametri, applicazione statistica)

Un esempio: Treetagger

28

Autori

- Helmut Schmid, Institute for Computational Linguistics of the University of Stuttgart

Gratuito e condiviso

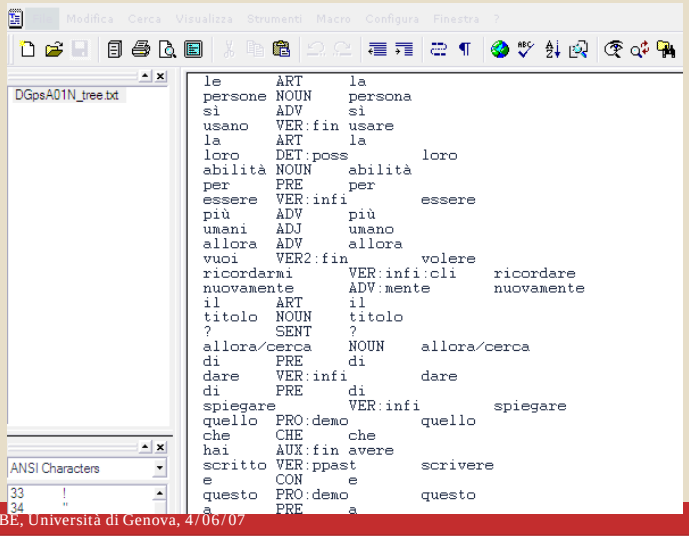
- Scaricabile (Mac, Windows, Linux)
- Online (max 2 mega): http://cental.fltr.ucl.ac.be/~pat/tagger/

Tagger probabilistico

- Usa decision trees
  - Che determina automaticamente l'ampiezza del contesto per calcolare le probabilità di transizione (più adatto delle catene markoviane per eventi rari)
- 96,36% di precisione sul Penn-Treebank (inglese)

Output di treetagger

29



PROBLEMI con treetagger

30

I parametri

- non vanno bene per tutte le tipologie testuali,
  - ad esempio il parlato
- Spesso costruire un *training corpus* ah hoc non è possibile (1.000.000 di tokens, manualmente corretti)
- Il tagger va comunque sottoposto a nuovo training se si vuole ampliare il suo lessico

Errori sistematici

- Participi e aggettivi
- Mancato riconoscimento di nomi
- Mancata indicazione di polirematiche

Training e correzione manuale

31

Training corpus

- Se si dispone già di **un ampio corpus annotato**
- Se la tipologia è molto **uniforme**, e il vocabolario è **ridotto**
  - es. meteo, oroscopo, ricette, istruzioni per l'uso, ecc.

Correzione manuale

- Se il corpus è **piccolo**
- oppure
- Se è assolutamente **necessaria una corretta annotazione**
  - per esempio se si vuole pubblicare il corpus di uno o più testi di un autore
- Se si può contare su un numero ampio di collaboratori

Le poliremàtiche

32

- Le *poliremàtiche* sono particolari espressioni composte da più di una parola grafica, che tuttavia si comportano semanticamente e spesso morfo-sintatticamente come un solo lessema
  - *stare a cuore, forza pubblica, prigioniero politico*
- «specifico sovrappiù semantico, vale a dire la non ricostruibilità del loro significato in base alla semplice somma dei significati dei singoli componenti» (De Mauro)
- cristallizzazione morfo-sintattica
  - *voi due siete proprio due occhi di lince*
  - non **voi due siete proprio due occhi di linci*

Le collocazioni (Firth)

33

- Combinazioni di parole relativamente più libere delle polirematiche, ma accomunate da una particolare frequenza d'uso, ossia dalla preferenza per l'occorrenza congiunta dei suoi componenti.
  - *compilare un modulo*
  - *obliterare il biglietto*
  - *delitto efferato*
- Gli elementi che entrano a far parte di una collocazione sono molto più rigidi e poco analitici, quindi anche i traducenti in una lingua straniera tendono a essere imprevedibili

NORMALIZZAZIONE: CHE COS'è?

34

Pre-trattamento ortografico

- La riduzione di ambiguità dovute alle convenzioni ortografiche
  - individuazione un insieme di simboli come **alfabeto** (*a, b, c, 5, 8*) e un insieme di **separatori** (*.,;:/?!*)
  - ogni simbolo (il punto, la virgola, la barra, ecc.) sia univoco, ossia non venga utilizzato in modi diversi nello stesso corpus

Pre-trattamento linguistico

- Riconoscimento di strutture cristallizzate
  - come sigle, titoli, toponimi, nomi propri (prima di ridurre eventualmente le maiuscole)
- Riconoscimento di locuzioni grammaticali e polirematiche note (da lista)

Un esempio: taltac 2

35

Trattamento automatico lessicale e testuale per l'analisi del contenuto di un corpus

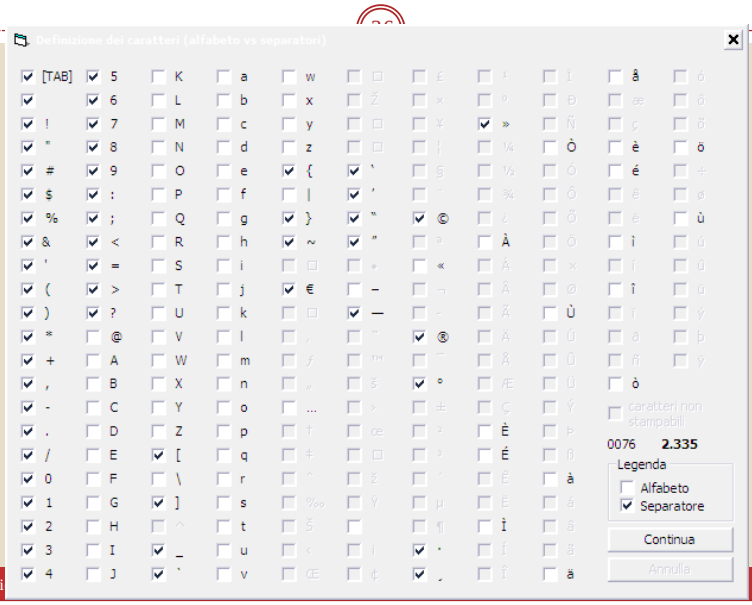
Sergio Bolasco

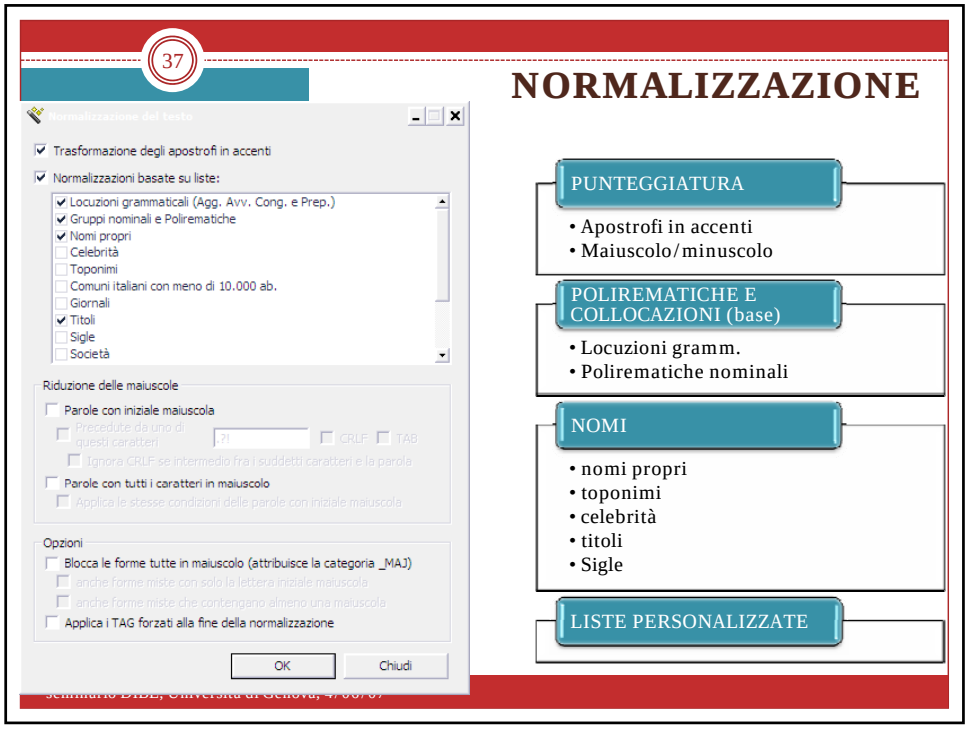
- Università La Sapienza di Roma (Economia)

Analisi lessicali e testuali

- Integrazione con risorse di riferimento (vocabolari, lessici di frequenza)
- con altri programmi di trattamento statistico (Lexico, Spad)
- e linguistico

Normalizzazione: definizione alfabeto




37
NORMALIZZAZIONE
Normalizzazione del testo
Trasformazione degli apostrofi in accenti
Normalizzazioni basate su liste:
Locuzioni grammaticali (Agg. Avv. Cong. e Prep.)
Gruppi nominali e Polirematiche
Nomi propri
Celebrità
Toponimi
Comuni italiani con meno di 10.000 ab.
Giornali
Titoli
Sigle
Società
Riduzione delle maiuscole
Parole con iniziale maiuscola
Parole con tutti i caratteri in maiuscolo
Opzioni
Blocca le forme tutte in maiuscolo (attribuisce la categoria _MAJ)
Applica i TAG forzati alla fine della normalizzazione
OK
Chiudi
PUNTEGGIATURA
• Apostrofi in accenti
• Maiuscolo/minuscolo
POLIREMATICHE E COLLOCAZIONI (base)
• Locuzioni gramm.
• Polirematiche nominali
NOMI
• nomi propri
• toponimi
• celebrità
• titoli
• Sigle
LISTE PERSONALIZZATE


Così ottengo ad esempio...locuzioni come..
38
File Modifica Visualizza Analisi Record Calcola Formato
Forma grafica | Occorrenze totali | Lunghezza | CAT
dal punto di vista delle | 3 | 24 | PREP
dal punto di vista della | 8 | 24 | PREP
dal punto di vista degli | 2 | 24 | PREP
per quello che riguarda | 1 | 23 | PREP
dal punto di vista dell | 9 | 23 | PREP
dal punto di vista del | 5 | 22 | PREP
dal punto di vista dei | 6 | 22 | PREP
nella realizzazione di | 1 | 22 | PREP
in collaborazione con | 8 | 21 | PREP
con la possibilità di | 8 | 21 | PREP
in considerazione del | 1 | 21 | PREP
a disposizione degli | 6 | 20 | PREP
nella gestione della | 1 | 20 | PREP
in una situazione di | 6 | 20 | PREP
in conseguenza degli | 1 | 20 | PREP
per quanto possibile | 8 | 20 | PREP
a disposizione dell | 2 | 19 | PREP
nello sviluppo dell | 1 | 19 | PREP
nella situazione di | 2 | 19 | PREP
per quanto concerne | 1 | 19 | PREP
a prescindere dalle | 1 | 19 | PREP
per quanto riguarda | 57 | 19 | PREP
alle dipendenze del | 1 | 19 | PREP
come nel caso delle | 1 | 19 | PREP
come nel caso della | 2 | 19 | PREP
nei confronti della | 1 | 19 | PREP
Forma grafica | Occorrenze totali | Lunghezza | CAT
quasi tutti | 9 | 11 | PRON
chissà che | 1 | 10 | PRON
tutto quanto | 3 | 12 | PRON
il tutto | 11 | 08 | PRON
tutto ciò | 8 | 09 | PRON
tutto questo | 6 | 12 | PRON
non tutti | 7 | 09 | PRON
Locuzioni preposizionali, pronominali, polirematiche, ecc.
Forma grafica | Occorrenze totali | Lunghezza | CAT
guerra fredda | 2 | 13 | N
big bang | 1 | 08 | N
punto vendita | 1 | 13 | N
Ottocento | 1 | 09 | N
corpo sociale | 2 | 13 | N
circolo vizioso | 1 | 15 | N
agosto | 1 | 06 | N
settembre | 54 | 09 | N
personal computer | 16 | 17 | N
ministero del Tesoro | 1 | 20 | N
anni Sessanta | 3 | 13 | N
anni Settanta | 1 | 13 | N

NOMI PROPRI, SIGLE, FORMULE

39

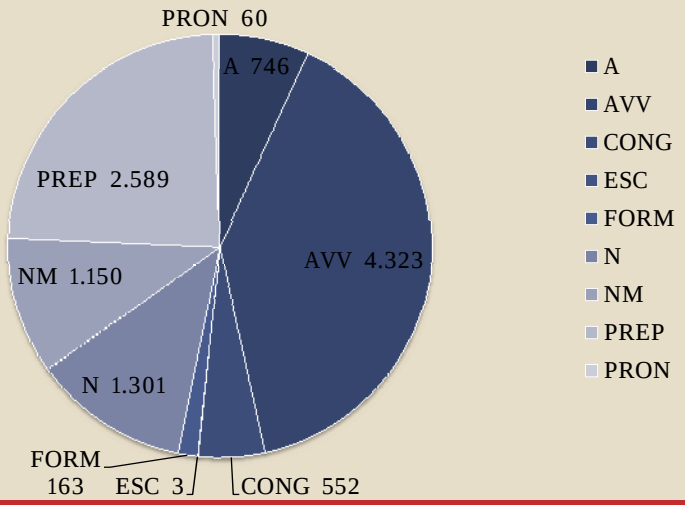
Forma grafica	Occorrenze totali	Lunghezza	CAT
Salvo	1	05	NM
Arianna	5	07	NM
Jerry	1	05	NM
David	3	05	NM
Alice	5	05	NM
Lewis	5	05	NM
Riccardo	3	08	NM
Gabriel	2	07	NM
George	3	06	NM
Gabriele	1	08	NM
Dante	6	05	NM
Edward	2	06	NM
Massimo	3	07	NM
John	5	04	NM
Alex	4	04	NM

File Modifica Visualizza Analisi Record Calcola

Forma grafica	Occorrenze totali	Lunghezza	CAT
fatto sta che	1	13	FORM
non è un caso che	4	17	FORM
il problema è che	1	17	FORM
è un problema che	1	17	FORM
non è detto che	2	15	FORM
se è vero che	7	13	FORM
l'idea che	1	10	FORM
non è che	1	09	FORM
è il caso	5	09	FORM
è vero che	2	10	FORM
è bene che	1	10	FORM
si dice che	2	11	FORM
è lo stesso	4	11	FORM
è chiaro che	3	12	FORM
dire che	36	08	FORM
pensare che	8	11	FORM
è certo	6	07	FORM
penso che	1	09	FORM
sembra che	2	10	FORM
sapere che	8	10	FORM
è naturale	1	10	FORM
per così dire	4	13	FORM

normalizzazione: testo internet 2004

40



Prima e dopo la normalizzazione

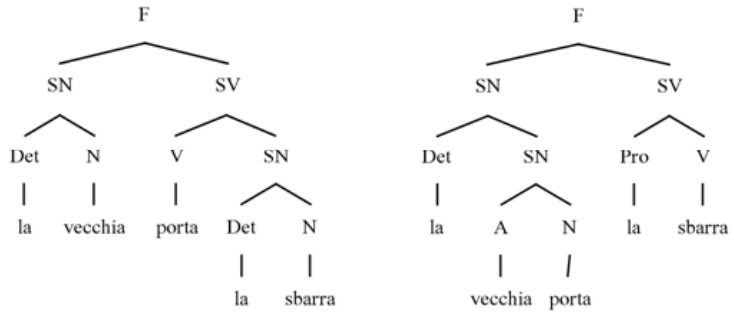
41

Dati corpus	Prima della normalizzazione	Normalizzato	Differenza
TOKEN (occorrenze)	254.365	240.173	14.192
TYPES	20.130	18.730	1.400
OMOGRAFI	123.097 (48,4%)	108.760 (45,3%)	14.337

Le ambiguità sintattiche

42

- Alcune frasi – prese in isolamento – possono avere diverse interpretazioni sintattiche che possono essere associate a più di un plausibile albero sintattico
  - *la vecchia porta la sbarra*
  - *lo studente ha risolto i suoi problemi col computer*



Deittici e quantificatori

43

- Uso dei deittici
- Solitamente è il contesto a permetterci di risolvere il dubbio
  - *ho preso il libro e l'ho aperto*, in cui il pronome anaforico *lo* si riferisce a *libro*
- Alcuni usi dei *quantificatori*
  - *tutti gli studenti danno un esame*

La metalinguisticità riflessiva

44

- Permette la formazione di testi nei quali ci si riferisce a elementi linguistici: la lingua è usata per parlare della lingua
  - il pallone in inglese si dice ball
  - ho detto stilare non sfilare
- Permette di sovvertire le normali considerazioni relative alla grammaticalità
  - **con mangia le mani*
  - *con è una preposizione*

I corpora in linguistica computazionale

45

Lessicografia elettronica *corpus-based*

- Dizionari informatizzati
- Dizionari macchina *corpus based*

Training corpora per il **NLP**

- *Taggers* e *parsers* con *training corpora*

Traduzione automatica

- *Corpus-based*
- *Example-based machine translation*

Tecnologie del parlato

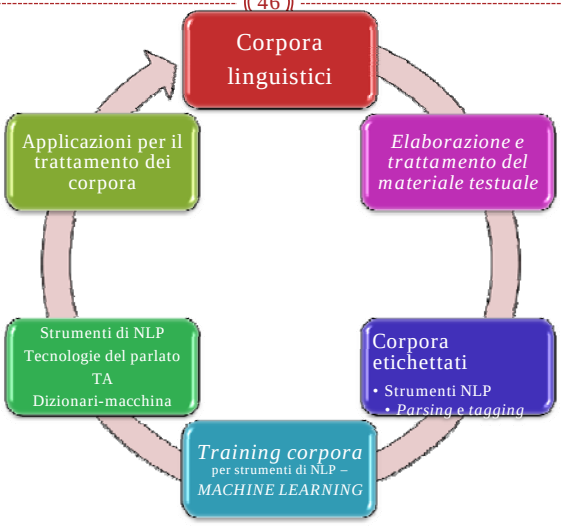
- Addestramento allo *speech recognition*
- Sintesi *corpus-based*

Machine learning – Information technology

- Individuazione automatica di *patterns* estratti dai dati

Il circolo virtuoso

46



Grazie!

47

Le slides powerpoint

- da martedì
- sul sito:

www.alphabit.net

- sotto la voce CONVEGNI e NOVITA'

Isabella Chiari

- Isabella.chiari@uniroma1.it