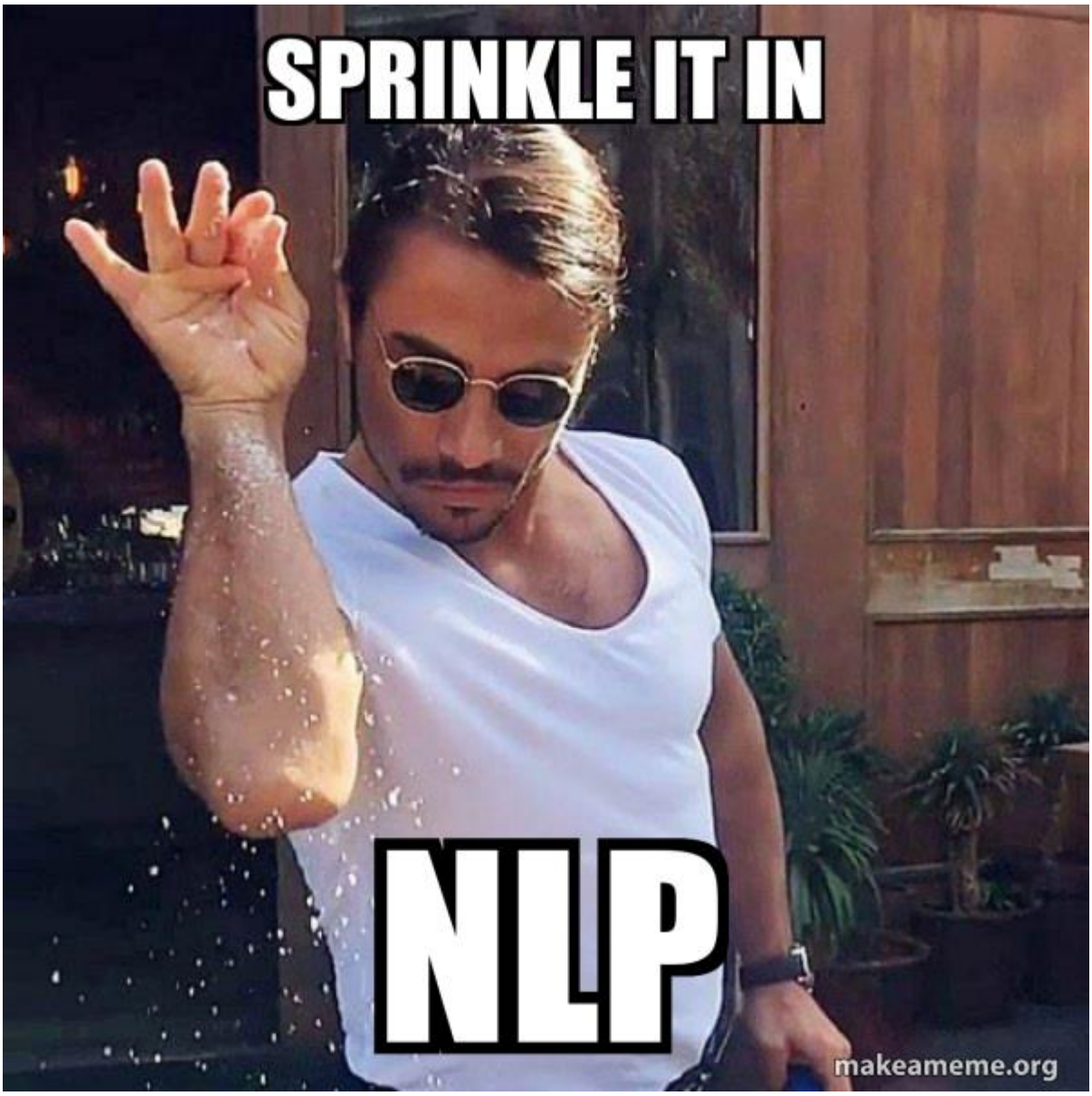
Unione europea
Fondo sociale europeo

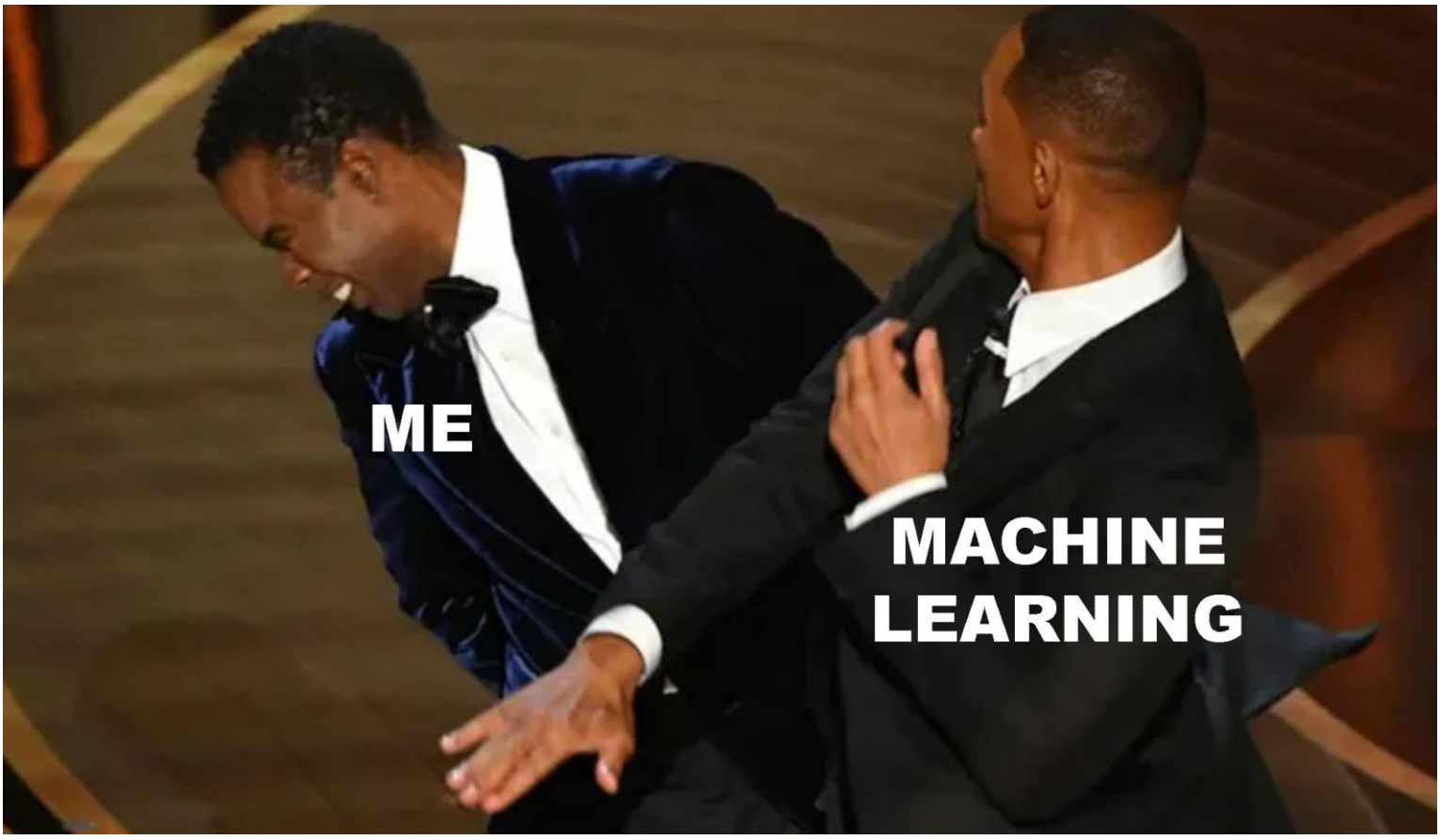
RegioneEmilia-Romagna

RETE POLITECNICA
La tecnica per crescere

Materiale didattico per partecipante al corso "**TECNICO ESPERTO NELL'ANALISI E NELLA VISUALIZZAZIONE DEI DATI**" – Rif.P.A. 2021-15998/RER – approvata con DGR n. 1263 del 02/08/2021 di IFOA – Istituto Formazione Operatori Aziendali

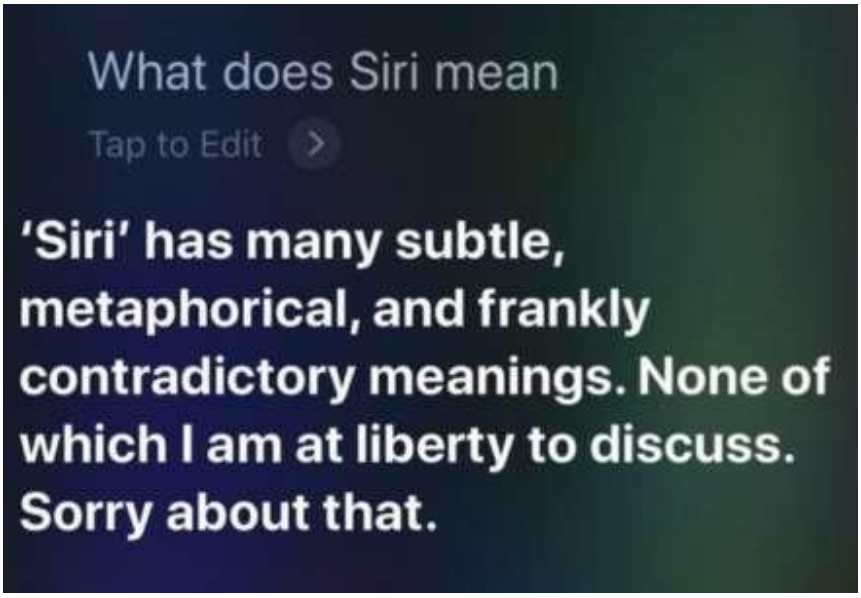
Introduction to NLP


SPRINKLE IT IN
NLP
makeameme.org


ME
MACHINE
LEARNING

Il Natural Language Processing

Il Natural Language Processing è la branca dell'informatica che si occupa di insegnare ai computer ad analizzare, comprendere ed (eventualmente) utilizzare il linguaggio naturale



Brevissima Storia del Natural Language Processing

FASE 1: Linguistica Computazionale

FASE 2: Machine Learning

FASE 3: Deep Learning e Big Data

Linguistica Computazionale

E' l'approccio al Natural Language Processing più tradizionale, che si basa sull'utilizzo di **regole linguistiche**.

Machine Learning

E' il campo dell'**Intelligenza Artificiale** che vuole dare ai computer la capacità di apprendere in modo autonomo dai dati.

Deep Learning

E' il settore del Machine Learning che sfruttando modelli ispirati al funzionamento delle **reti neurali** permette di apprendere relazioni non lineari su grandi quantità di dati

1) REGULAR EXPRESSION

Cosa sono le espressioni regolari ?

Un'espressione regolare (regular expression - regex)
è un'insieme di caratteri che definisce un pattern di ricerca.

ES. Ricerca degli indirizzi email

co93@gmail.com

rt@nigmatica.it

PATTERN

Una serie di caratteri minuscoli e/o numeri,
seguiti da una chiocciola,
seguita da una serie di caratteri minuscoli,
più un punto seguito da 2 o 3 caratteri.

ES. Ricerca degli indirizzi email

PATTERN

Una serie di caratteri minuscoli e/o numeri, seguiti da una chiocciola,
seguita da una serie di caratteri minuscoli,
più un punto seguito da 2 o 3 caratteri.

REGEX

[a-z0-9]+@[a-z]+\.[a-z]{2,3}

2) Tokenizzazione

Cosa è la Tokenizzazione ?

Nel Natural Language Processing la **tokenizzazione** è il processo che ci permette di dividere la frase nei suoi componenti, chiamati **Tokens**

Testo: Oggi è una splendida giornata per studiare

Tokens

Oggi	è	una	splendida	giornata	per	studiare

Testo: Cos'è questa fretta? Facciamolo un'altra volta

Tokens

Cos	è	questa	fretta	?	Facciamolo	un	altra	volta

Una strategia molto utilizzata consiste nel dividere per ogni carattere non alfanumerico...

Testo: Io ho studiato al Politecnico di Torino

Tokens

Io	ho	studiato	al	Politecnico di Torino

bisogna anche riconoscere quali parole costituiscono una singola entità

Serve un'intero set di regole

I tokenizzatori sono specifici per un linguaggio

per ogni lingua è necessario un set di regole

Cosa sono le Stop Words ?

Nel Natural Language Processing le **Stop Words** sono quella parole di uso comune che non portano nessuna informazione utile al testo

Esempi tipici di Stop Words

CONGIUNZIONI

(e, anche, pure, quindi, dunque o, ma, altrimenti....)

AVVERBI

(ora, prima, sempre, no, non, forse, dove, quando, come, perché...)

PREPOSIZIONI

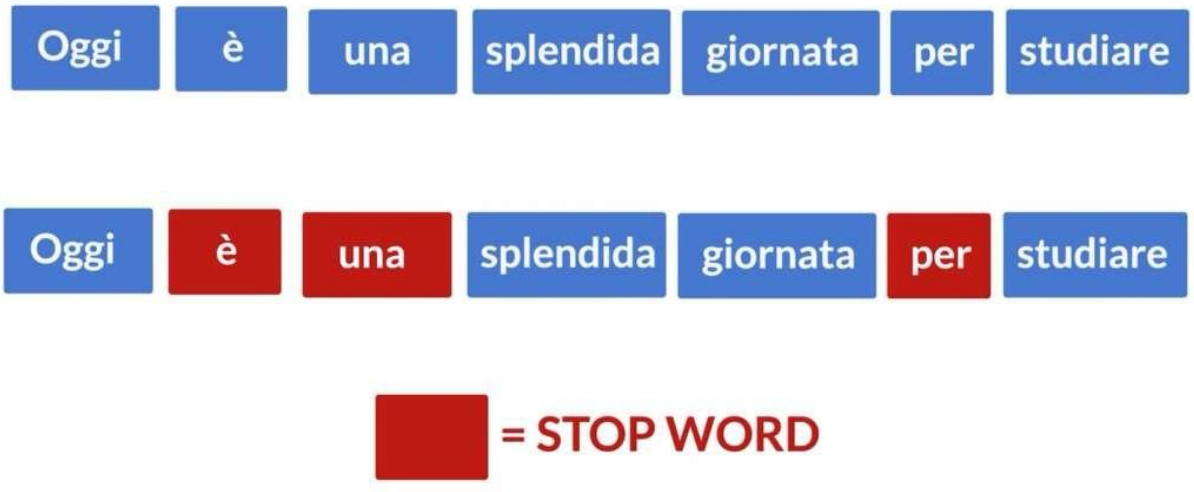
(di, a, da, in, con, su, per, tra, fra ...)

PRONOMI

(io, me, tu, lui, lei, noi, voi, loro ...)

Rimozione delle Stop Words

Dato che le stop words sono parole superflue,
è buona norma rimuoverle dal testo.



3) Lo Stemming

Cosa è lo Stemming ?

Nel Natural Language Processing lo **Stemming** è un processo che permette di ridurre le parole alla loro forma base, chiamata appunto **stem** (radice).

Una parola è composta da una **radice** e da una **desinenza**,

La **radice** è fissa, mentre la **desinenza** può variare

Giocare a bowling con i miei amici mi diverte molto

E' un processo semplice che consiste nel troncare la parte finale della parola in base ad un set di regole

Gioc	a	bownling	con	i	mi	amic	mi	divert	molto

Perché usare lo Stemming ?

Lo stemming ci permette di ridurre, anche di molto, il numero di parole uniche nel nostro testo.

4) La Lemmatizzazione

Cosa è la Lemmatizzazione ?

Nel Natural Language Processing la **Lemmatizzazione** è un processo che permette di ridurre le parole dalla loro forma flessa alla loro forma canonica, detta appunto **lemma**

I verbi vengono ridotti all'infinito e le parole alla prima persona maschile singolare

Stemming VS Lemmatizzazione

Lo scopo dello stemming e della lemmatizzazione è lo stesso, quest'ultima è una tecnica più sofisticata che porta a migliori risultati, quindi andrebbe favorita.

How does spaCy compare to NLTK?

SPACY	NLTK
Over 400 times faster	Slow
State-of-the-art accuracy	Low accuracy
Tokenizer maintains alignment	Tokens do not align to original string
Powerful, concise API	Models return lists of strings
Integrated word vectors	No word vector support
English only (at present)	Multiple languages

Cosa è il Bag of Words ?

Il modello Bag of Words è un modello semplicistico
per la rappresentazione dei testi
che ci permette di trattarli come
documenti di lunghezza comune
all'interno dei quali la disposizione delle parole
non ha importanza

Corpus di testo

- Oggi è una bellissima giornata
- La mia ragazza è bellissima
- Oggi è giornata di paga

Esempio di Bag of Words

Corpus di testo

- Oggi è una bellissima giornata
- La mia ragazza è bellissima
- Oggi è giornata di paga

VOCABOLARIO

- oggi
- è
- una
- bellissima
- giornata
- la
- mia
- ragazza
- di
- paga

Esempio di Bag of Words

VOCABOLARIO

- oggi
- è
- una
- bellissima
- giornata
- la
- mia
- ragazza
- di
- paga

RIMOZIONE DELLE STOP WORDS

VOCABOLARIO

- oggi
- bellissima
- giornata
- ragazza
- paga

Frase 1

Oggi è una bellissima giornata

Rappresentazione Bag of Words

oggi	bellissima	giornata	ragazza	paga
1	1	1	0	0

Frase 2

La mia ragazza è bellissima

Rappresentazione Bag of Words

oggi	bellissima	giornata	ragazza	paga
0	1	0	1	0

Frase 3

Oggi è giornata di paga

Rappresentazione Bag of Words

oggi	bellissima	giornata	ragazza	paga
1	0	1	0	1

Rappresentazione Bag of Words del corpus di testo

oggi	bellissima	giornata	ragazza	paga
1	1	1	0	0
0	1	0	1	0
1	0	1	0	1

Cosa è il TF*IDF ?

Il modello TF*IDF (Term Frequency * Inverse Document Frequency)
è un modello per la rappresentazione
delle parole nel Natural Language Processing
che penalizza le parole comuni nel corpus di testo
e da più peso a quelle più rare

TERM FREQUENCY

Misura la frequenza di ogni termine
in un documento

INVERSE DOCUMENT FREQUENCY

Misura l'importanza di ogni termine
all'intero dell'intero corpus

DOCUMENT FREQUENCY

Quanti documenti contengono una determinata parola ?

oggi	bellissima	giornata	ragazza	paga
2	2	2	1	1

$$IDF = log\left(\frac{\text{Numero di documenti}}{\text{Document Frequency}}\right)$$

Esempio di TF*IDF

DOCUMENT FREQUENCIES

oggi	bellissima	giornata	ragazza	paga
2	2	2	1	1

$$IDF = ln\left(\frac{\text{Numero di documenti}}{\text{Document Frequency}}\right)$$

INVERSE DOCUMENT FREQUENCIES

oggi	bellissima	giornata	ragazza	paga
0.4	0.4	0.4	1	1

TERM FREQUENCY della frase 1

Oggi è una bellissima giornata

oggi	bellissima	giornata	ragazza	paga
1/3	1/3	1/3	0/3	0/3

TERM FREQUENCY della frase 2

La mia ragazza è bellissima

oggi	bellissima	giornata	ragazza	paga
0/2	1/2	0/2	1/2	0/2

TERM FREQUENCY della frase 3

Oggi è giornata di paga

oggi	bellissima	giornata	ragazza	paga
1/3	0/3	1/3	0/3	1/3

Esempio di TF*IDF

INVERSE DOCUMENT FREQUENCY

oggi	bellissima	giornata	ragazza	paga
0.4	0.4	0.4	1	1

TERM FREQUENCY

oggi	bellissima	giornata	ragazza	paga
0.3	0	0.3	0	0.3

Frase 1

oggi	bellissima	giornata	ragazza	paga
0	0.5	0	0.5	0

Frase 2

oggi	bellissima	giornata	ragazza	paga
0.3	0.3	0.3	0	0

Frase 3

Il TF*IDF è il prodotto tra **term frequency** e **inverse document frequency**

Esempio di TF*IDF

TF*IDF

oggi	bellissima	giornata	ragazza	paga
0.12	0	0.12	0	0.3

Frase 1

oggi	bellissima	giornata	ragazza	paga
0	0.2	0	0.5	0

Frase 2

oggi	bellissima	giornata	ragazza	paga
0.12	0.12	0.12	0	0

Frase 3

Rappresentazione TF*IDF del corpus di testo

oggi	bellissima	giornata	ragazza	paga
0.12	0	0.12	0	0.3
0	0.2	0	0.5	0
0.12	0.12	0.12	0	0

Cosa è il Part of Speech Tagging (POS) ?

Nel Natural Language Processing il **Part of Speech Tagging (POS)**
è il processo di identificazione
della **parte del discorso (part of speech)**
di ogni parola di un testo.

Esempi di POS Tag

Tipo	Tag	Esempi
Aggettivi	ADJ	nuovo, buono, alto
Preposizione	ADP	su, di, a, con, da
Avverbi	ADV	presto, adesso, davvero
Congiunzioni	CONJ	e, o, ma, mentre, se
Articoli determinativi	DET	il, la, tutti, alcuni
Nomi	NOUN	casa, cane, uomo
Numeri	NUM	10, cento, 13:30
Particella	PRT	ti, ci, vi
Pronomi	PRON	Lei, esso, io, egli
Verbi	VERB	ha, era, potrebbe
Punteggiatura	.	. , ! ? : ;
Altro	X	lol, xke, cmq

Perchè il POS Tagging ?

Il POS Tagging è un'operazione di basso livello utilizzata per eseguire operazione di più alto livello.

Lemmatizzazione

Cosa è la Named Entity Recognition (NER) ?

Nel Natural Language Processing la **Named Entity Recognition (NER)** è il processo di identificazione della classe di appartenenza di una parola all'interno di un documento di testo.

Esempi di classi	Esempi di classi	Esempi di classi
PERSONE	**ORGANIZZAZIONI**	**QUANTITA'**
• Elon Musk • Stephen Hawiking	• Google • Amazon	• 100 • quindici • un milione

Esempio di NER

PERSONA ORGANIZZAZIONE

Jeff Bezos, il fondatore di Amazon, ha acquistato

il Washington Post per 250 milioni di dollari nell'Ottobre 2013.

ORGANIZZAZIONE DENARO DATA

Cosa è la Sentiment Analysis ?

Nel Natural Language Processing la **Sentiment Analysis** è il processo di identificazione dell'emozione, positiva o negativa, espressa in un contenuto testuale

Esempio di Sentiment Analysis

Mi è davvero piaciuto questo corso, il contenuto è ben organizzato, in particolare mi è piaciuto

Tutto fantastico, davvero consigliato.

PIACIUTO = **0.6**
BEN = **0.4**
FANTASTICO = **0.95**
CONSIGLIATO = **0.75**

2*PIACIUTO + BEN + FANTASTICO + CONSIGLIATO = SENTIMENT

$2*0.6 + 0.4 + 0.95 + 0.75 = \mathbf{3.2}$

Il corso è inutile, poco dettagliato e gli esempi sono banali.
Sconsigliato.

Il corso è nutile, poco dettagliato e gli esempi sono banali.
Sconsigliato.

INUTILE = **- 0.9**
POCO = **- 0.3**
BANALI = **- 0.6**
SCONSIGLIATO = **- 0.75**

-0.9 - 0.3 - 0.6 - 0.75 = **-2.55**

INUTILE = **0.9**
POCO = **0.3**
BANALI = **0.6**
SCONSIGLIATO = **0.75**

Il corso mi è piaciuto, ma alcune parti sono confuse.

PIACIUTO = **0.6**
CONFUSE =- **- 0.4**

Sfruttando un dizionario annotato insieme a regole lessicali
(**VADER** - **Valene Aware Dictionary for Sentiment Reasoning**)

I limiti del Bag of Words

CORPUS DI TESTO

- Un film magnifico.
- Un capolavoro da vedere con la famiglia.
- Pessimo, 90 minuti sprecati.

CORPUS DI TESTO (3 frasi)

- Un film magnifico.
- Un capolavoro da vedere con la famiglia.
- Pessimo, 90 minuti sprecati.

DIZIONARIO (13 parole)

un
film
magnifico
capolavoro
da
vedere
con
la
famiglia
pessimo
novanta
minuti
sprecati

DIZIONARIO (13 parole)

un
film
magnifico
capolavoro
da
vedere
con
la
famiglia
pessimo
novanta
minuti
sprecati

RIMOZIONE DELLE STOP WORDS

DIZIONARIO (6)

magnifico
capolavoro
vedere
famiglia
pessimo
sprecati

- Un film magnifico.
- Un capolavoro da vedere con la famiglia.
- Pessimo, 90 minuti sprecati.

magnifico	capolavoro	vedere	famiglia	pessimo	sprecati
1	0	0	0	0	0
0	1	1	1	0	0
0	0	0	0	1	1

ONE HOT ENCODING

- Un film magnifico.
- Un capolavoro da vedere con la famiglia.
- Pessimo, 90 minuti sprecati.

- [1, 0, 0 , 0 , 0 , 0]
- [0, 1, 1 , 1 , 0 , 0]
- [0, 0, 0 ,0 ,1 ,1]

PROBLEMI

1. Abbiamo perso tutte le informazioni sulla sequenza, cioè l'ordine delle parole all'interno della frase.

2. Ogni osservazione avrà un numero di features pari al numero di parole nel dizionario.

Cosa è il Word Embedding ?

Il Word Embedding è un modello di codifica del testo all'interno di uno spazio vettoriale in cui i vettori di parole semanticamente simili si trovano più vicini.

CORPUS DI TESTO

- Questo corso è brutto.
- Questo corso è pessimo.
- Questo corso è bello.
- Questo corso è stupendo.

DIZIONARIO

questo
corso
è
brutto
pessimo
bello
stupendo

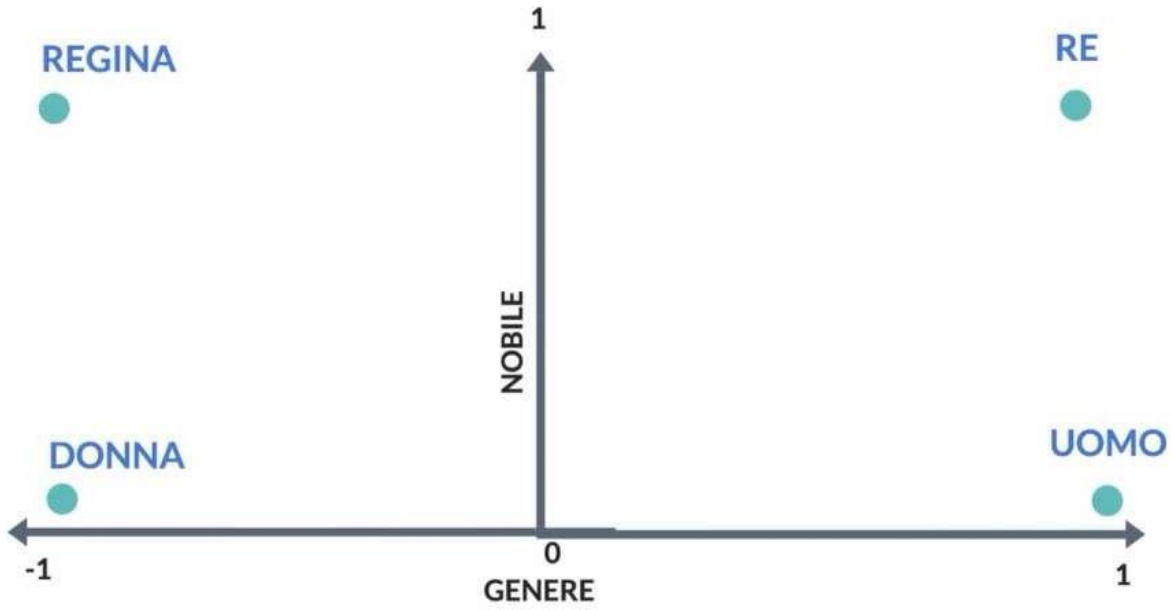
DIZIONARIO

questo
corso
è
brutto
pessimo
bello
stupendo

ONE HOT ENCODING

[1,0,0,0,0,0,0]
[0,1,0,0,0,0,0]
[0,0,1,0,0,0,0]
[0,0,0,1,0,0,0]
[0,0,0,0,1,0,0]
[0,0,0,0,0,1,0]
[0,0,0,0,0,0,1]

	UOMO	DONNA	RE	REGINA
GENERE	1	-1	0.95	-0.95
NOBILE	0.02	0.03	0.98	0.97



Word Embedding

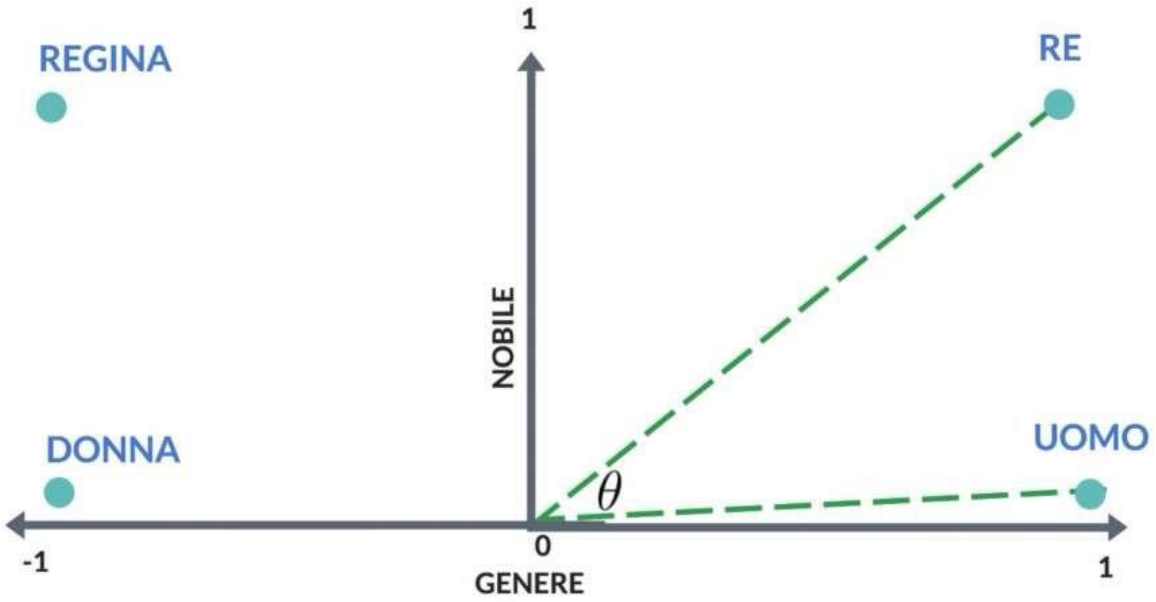
UN ESEMPIO

ONE HOT ENCODING

[1,0,0,0,0,0,0]
[0,1,0,0,0,0,0]
[0,0,1,0,0,0,0]
[0,0,0,1,0,0,0]
[0,0,0,0,1,0,0]
[0,0,0,0,0,1,0]
[0,0,0,0,0,0,1]

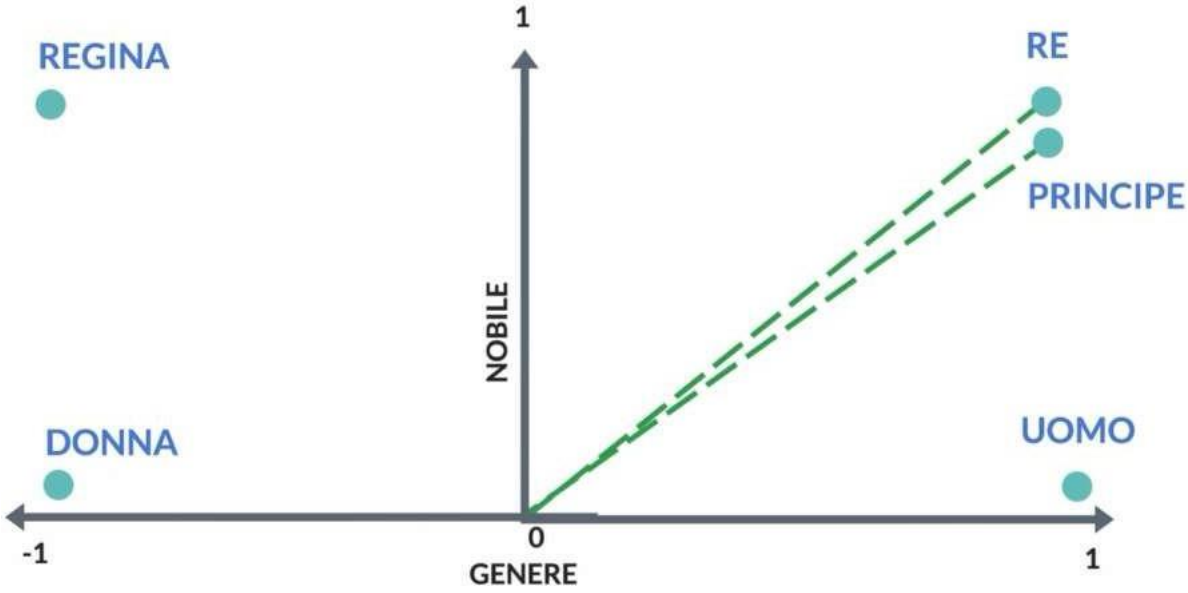
Ci permette di passare da una rappresentazione **sparsa** ad una **densa**
in cui parole simili hanno rappresentazioni (vettori) simili

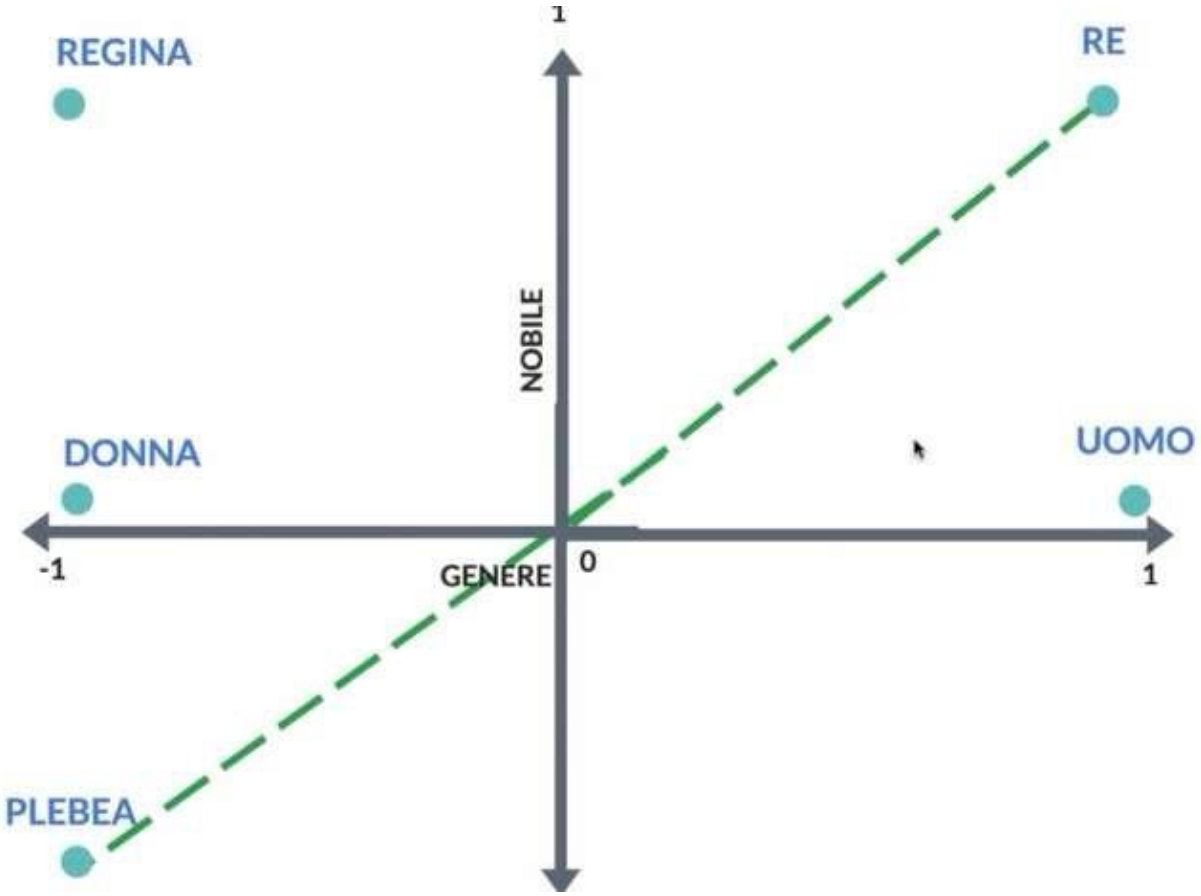
	QUESTO	FILM	E'	BRUTTO	PESSIMO	BELLO	STUPENDO
EMBEDDING 1	0	0	0	-0.5	-0.8	0.5	0.8
EMBEDDING 2	0.98	0.91	0	0.95	0.92	0.88	0.93
EMBEDDING 3	0.91	0.75	-0.15	0.23	0.21	0.23	0.19



Similarità del coseno (cosine similarity)

$$\text{similarity} = cos(\theta) = \frac{\text{A}\cdot\text{B}}{||A||B||}$$





Word Embedding

VANTAGGI

- Permette di mantenere le informazioni sulla sequenza.
- Permette di ridurre la dimensionalità delle osservazioni.
- Permette di misurare somiglianza e attinenza delle parole