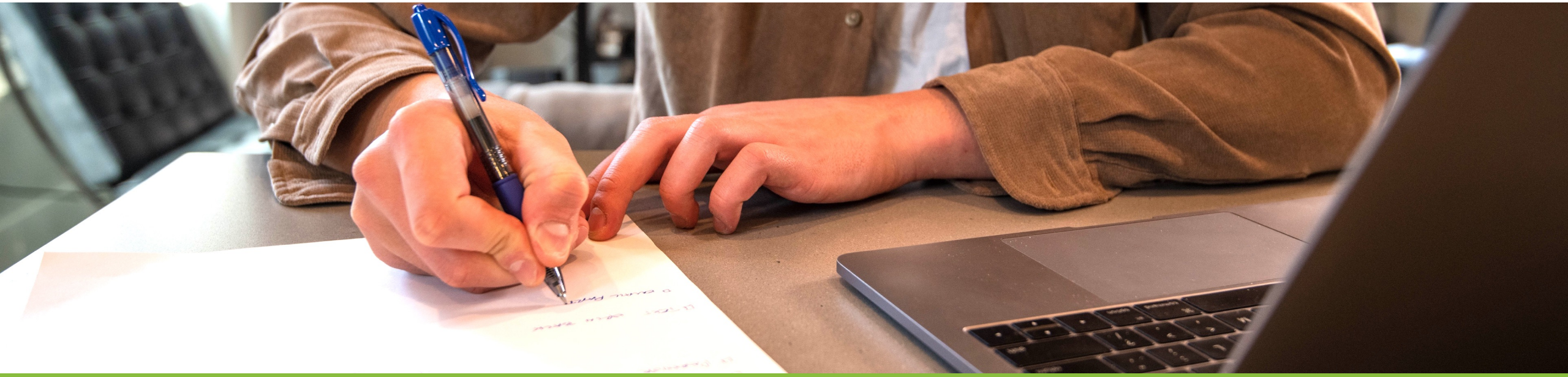


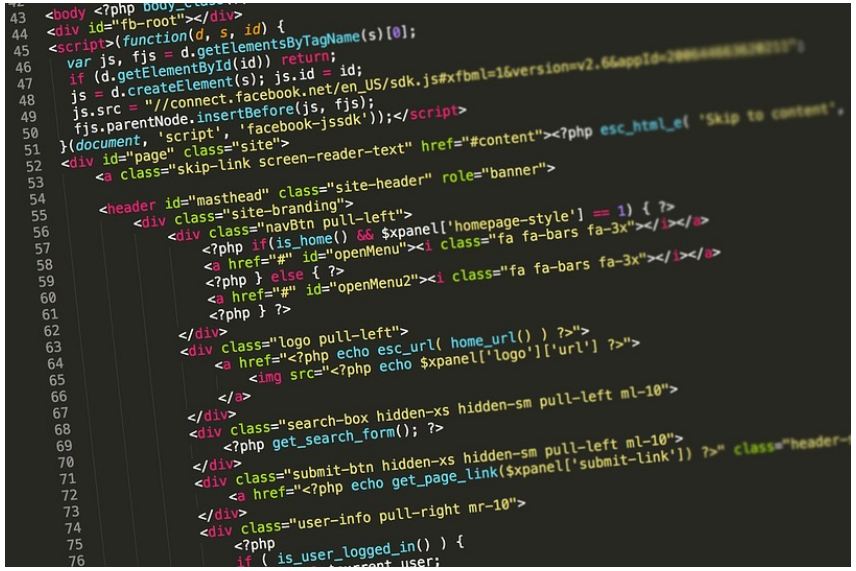
Introduction to Intelligent User Interfaces

Text and Natural Language Processing

Overview - NLP

- **Applications**
- Definitions
- Terms, basic concepts and algorithms
- Milestones in the history of NLP
- Text Analytics

Artificial languages and Natural Languages



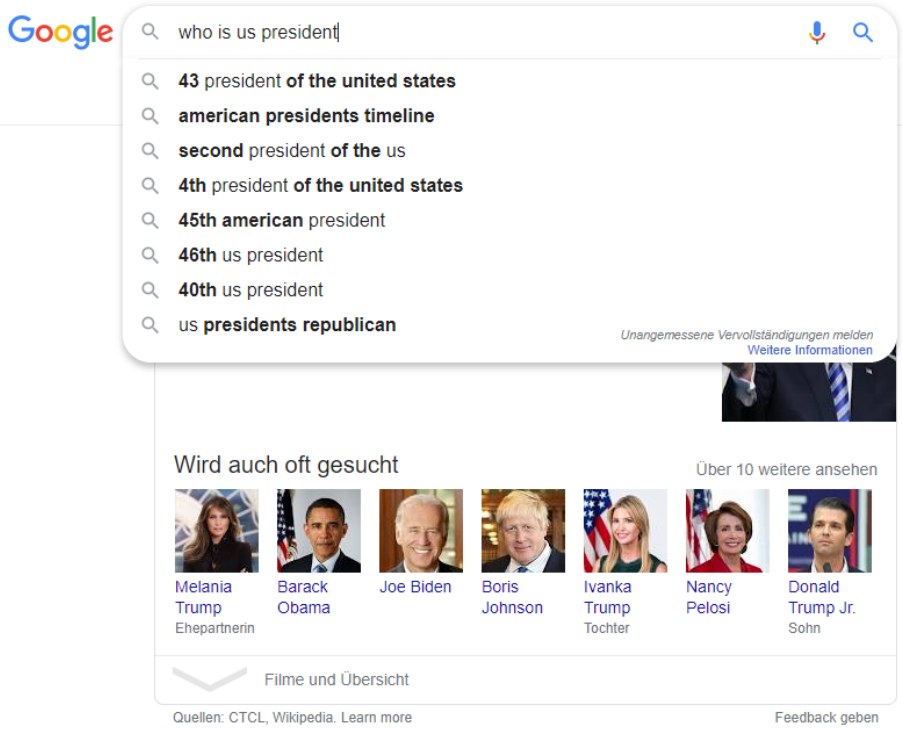
CC-by-SA 3.0
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mainz_Gutenbergdenkmal_Relief_2.JPG

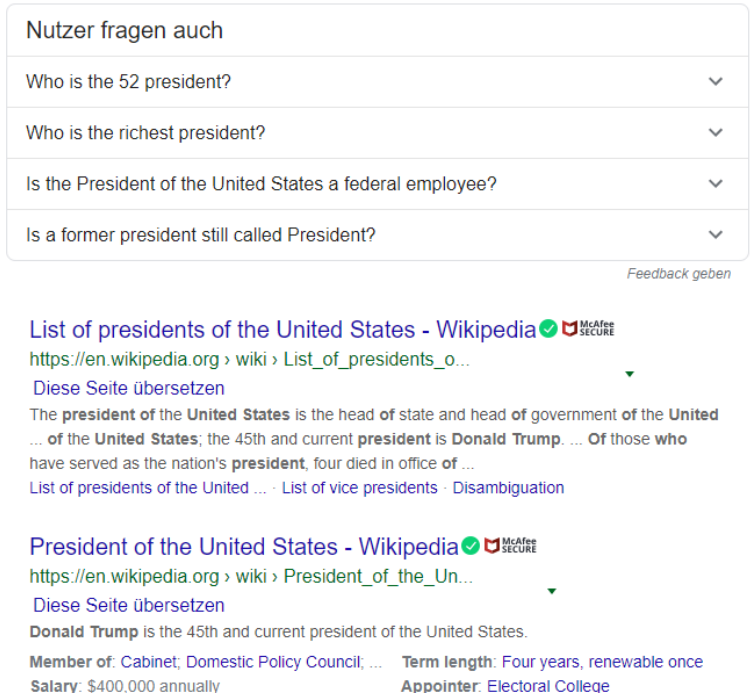
Application of NLP?

- Where do you use NLP on a daily basis?
- What are typical tasks?

Application of NLP?

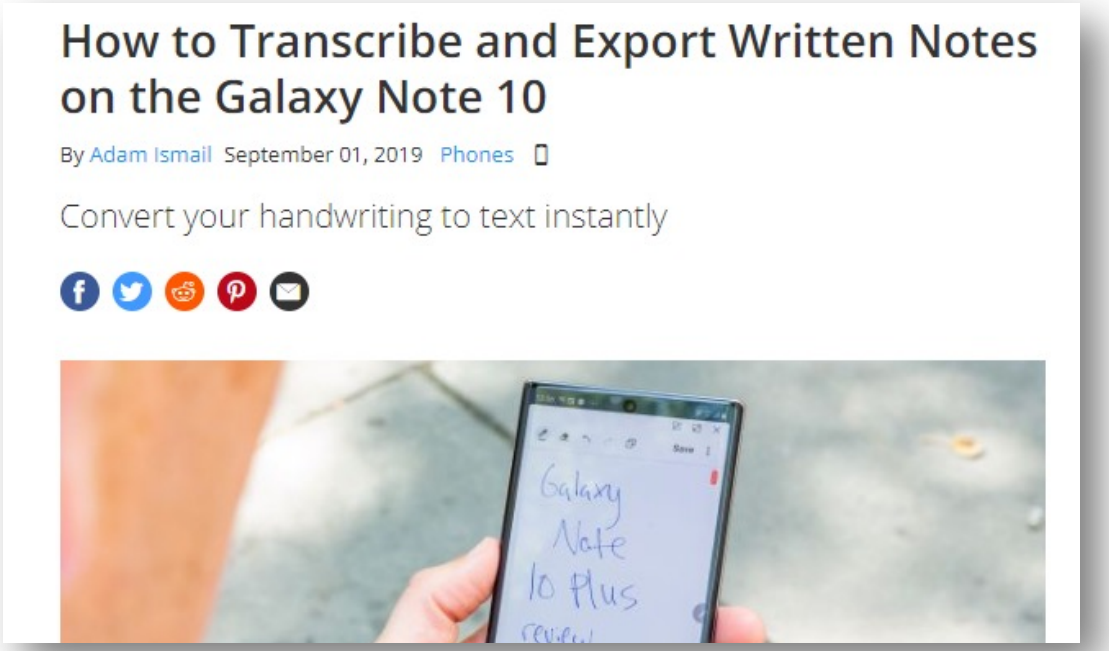
- Where do you use NLP on a daily basis?
- What are typical tasks?





Application of NLP?

- Where do you use NLP on a daily basis?
- What are typical tasks?



https://www.tomsguide.com/how-to/how-to-transcribe-and-export-written-notes-on-the-galaxy-note-10

Application of NLP?

- Where do you use NLP on a daily basis?
- What are typical tasks?

Overview - NLP

- Applications
- **Definitions**
- Terms, basic concepts and algorithms
- Milestones in the history of NLP
- Text Analytics

Artificial languages and Natural Languages

- Vocabulary as set of words
- Text a sequence of words
- Language all “valid” texts
- Syntax
  - The rules and structure that govern how words and symbols are arranged
- Semantic
  - Meaning conveyed by words, phrases, and sentences
- Pragmatics
  - Involvement of the Context

Natural Language Processing (NLP)
A Definition

"Natural Language Processing is a theoretically motivated range of computational techniques for analyzing and representing naturally occurring texts at one or more levels of linguistic analysis for the purpose of achieving human-like language processing for a range of tasks or applications."

Liddy, E.D. 2001. Natural Language Processing. In Encyclopedia of Library and Information Science, 2nd Ed. NY. Marcel Decker, Inc.

Natural Language Processing (NLP)
A Definition

"Natural Language Processing is a theoretically motivated range of **computational techniques** for analyzing and representing naturally occurring texts at one or more levels of linguistic analysis for the purpose of achieving human-like language processing for a range of tasks or applications."

Liddy, E.D. 2001. Natural Language Processing. In Encyclopedia of Library and Information Science, 2nd Ed. NY. Marcel Decker, Inc.

Natural Language Processing (NLP)
A Definition

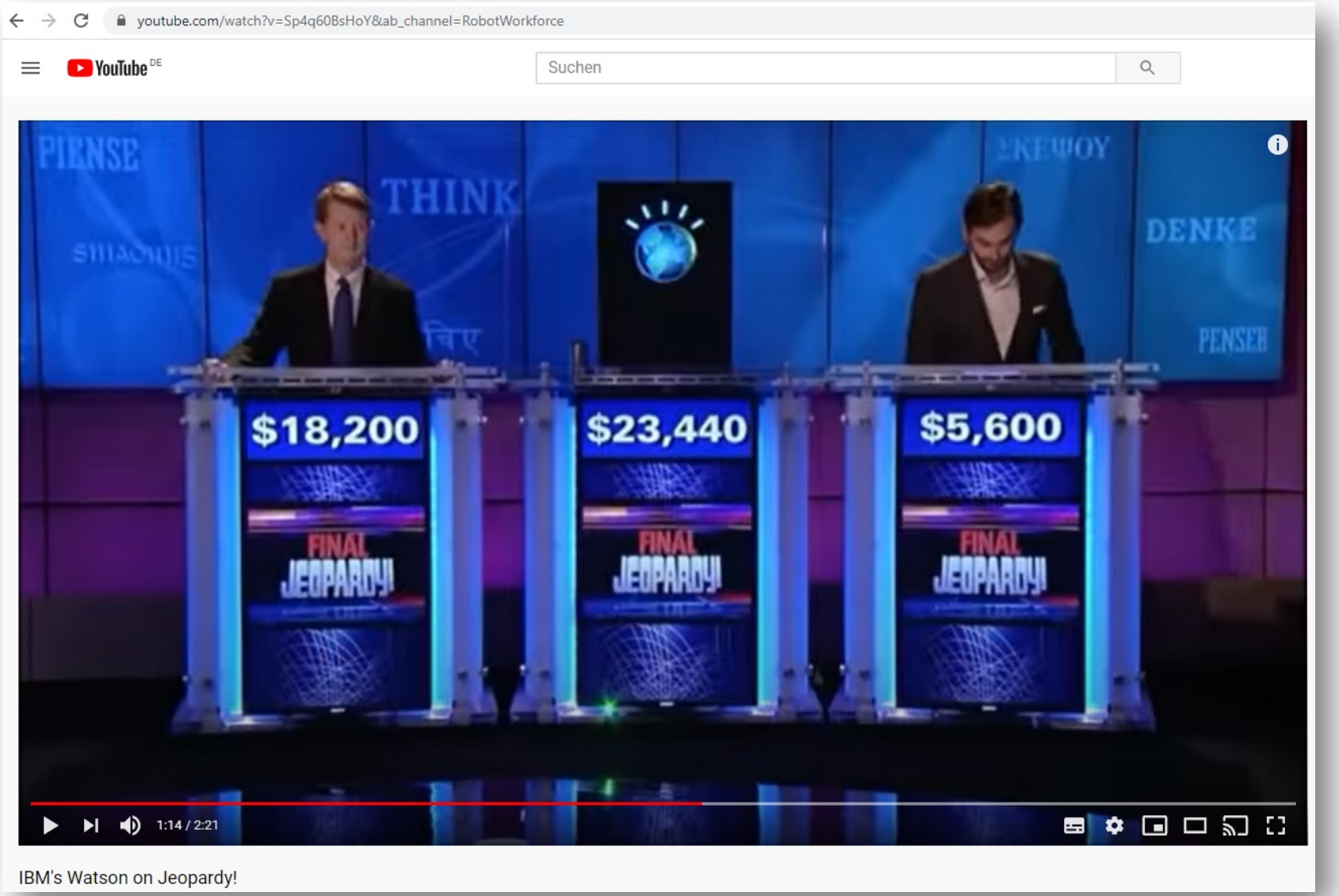
"Natural Language Processing is a theoretically motivated range of computational techniques for analyzing and representing naturally occurring texts at one or more levels of linguistic analysis for the purpose of **achieving human-like language processing** for a range of tasks or applications."

Liddy, E.D. 2001. Natural Language Processing. In Encyclopedia of Library and Information Science, 2nd Ed. NY. Marcel Decker, Inc.

Natural Language Processing (NLP)
A Definition

"Natural Language Processing is a theoretically motivated range of computational techniques for analyzing and representing naturally occurring texts at one or more levels of linguistic analysis for the purpose of achieving human-like language processing for a **range of tasks or applications**."

Liddy, E.D. 2001. Natural Language Processing. In Encyclopedia of Library and Information Science, 2nd Ed. NY. Marcel Decker, Inc.



https://www.youtube.com/watch?v=Sp4q60BsHoY

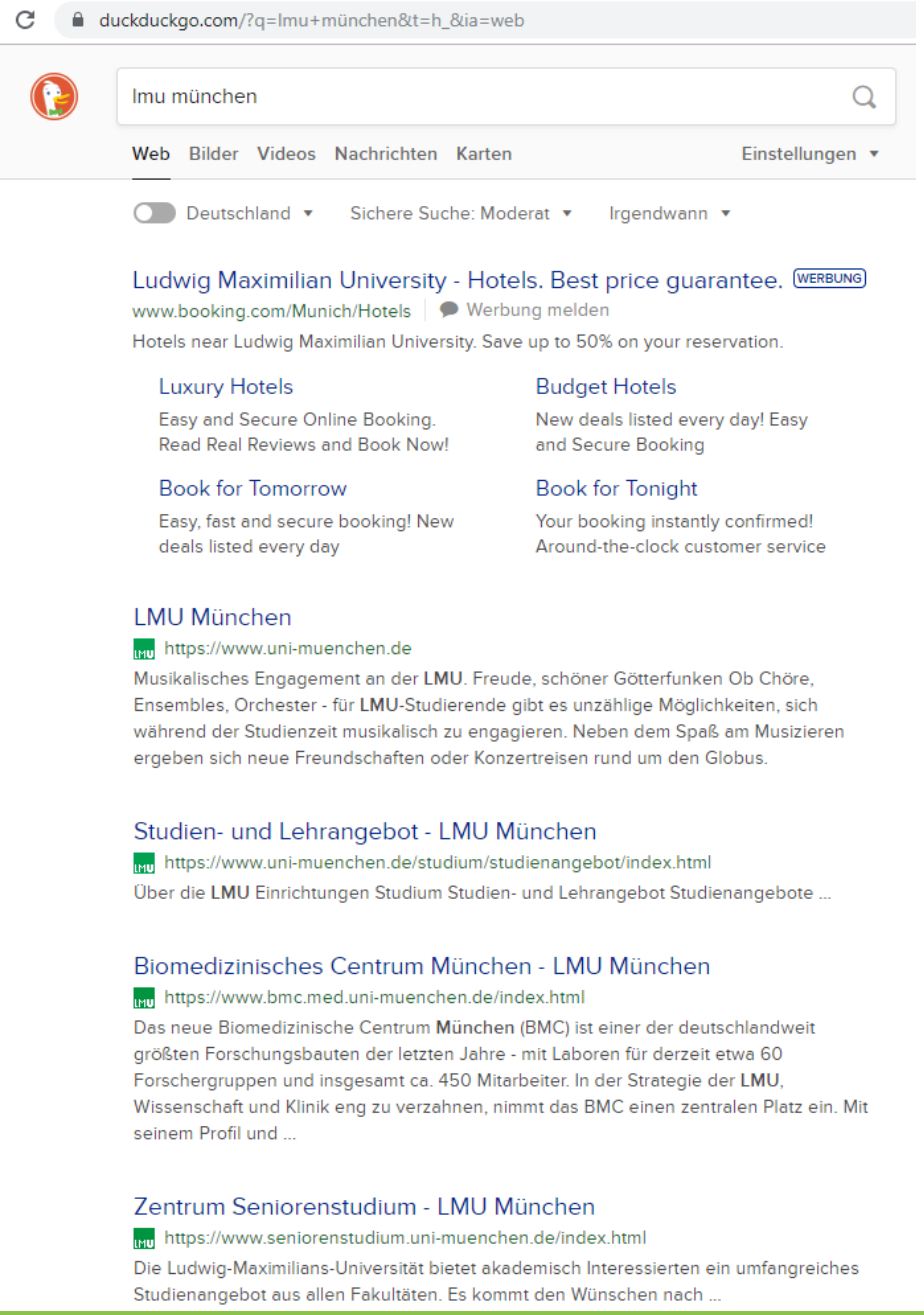
Challenges in NLP
Examples

- Paraphrase an input text
- Translate text from one language into another
- Answer questions about the contents of the text (or corpus)
- Draw inferences and conclusions from the text (or corpus)

Liddy, E.D. 2001. Natural Language Processing. In Encyclopedia of Library and Information Science, 2nd Ed. NY. Marcel Decker, Inc.

Typical algorithms for

- High-level Tasks
  - Responding to phrases (e.g., chatbot)
  - Discover topics and concepts a text describes
  - Summarizing texts (to different lengths)
  - Extracting relevant keywords from texts
  - Identify the sentiment of a text or phrase
  - …
- Low-level Tasks
  - Break up texts in tokens
  - Reduce words to the root/stem
  - …


duckduckgo.com/?q=lmu+münchen&t=h_&ia=web
lmu münchen
Web Bilder Videos Nachrichten Karten Einstellungen
Deutschland Sichere Suche: Moderat Irgendwann
Ludwig Maximilian University - Hotels. Best price guarantee. WERBUNG
www.booking.com/Munich/Hotels Werbung melden
Hotels near Ludwig Maximilian University. Save up to 50% on your reservation.
Luxury Hotels
Easy and Secure Online Booking. Read Real Reviews and Book Now!
Budget Hotels
New deals listed every day! Easy and Secure Booking
Book for Tomorrow
Easy, fast and secure booking! New deals listed every day
Book for Tonight
Your booking instantly confirmed! Around-the-clock customer service
LMU München
https://www.uni-muenchen.de
Musikalisches Engagement an der LMU. Freude, schöner Götterfunken Ob Chöre, Ensembles, Orchester - für LMU-Studierende gibt es unzählige Möglichkeiten, sich während der Studienzeit musikalisch zu engagieren. Neben dem Spaß am Musizieren ergeben sich neue Freundschaften oder Konzertreisen rund um den Globus.
Studien- und Lehrangebot - LMU München
https://www.uni-muenchen.de/studium/studienangebot/index.html
Über die LMU Einrichtungen Studium Studien- und Lehrangebot Studienangebote ...
Biomedizinisches Centrum München - LMU München
https://www.bmc.med.uni-muenchen.de/index.html
Das neue Biomedizinische Centrum München (BMC) ist einer der deutschlandweit größten Forschungsbauten der letzten Jahre - mit Laboren für derzeit etwa 60 Forschergruppen und insgesamt ca. 450 Mitarbeiter. In der Strategie der LMU, Wissenschaft und Klinik eng zu verzahnen, nimmt das BMC einen zentralen Platz ein. Mit seinem Profil und ...
Zentrum Seniorenstudium - LMU München
https://www.seniorenstudium.uni-muenchen.de/index.html
Die Ludwig-Maximilians-Universität bietet akademisch Interessierten ein umfangreiches Studienangebot aus allen Fakultäten. Es kommt den Wünschen nach ...
Institut für Musikwissenschaft - LMU München
https://www.musikwissenschaft.uni-muenchen.de/index.html
Von Montag, 28.10.2019, bis Donnerstag, 31.10.2019, können interessierte Schülerinnen und Schüler in das Fach Musikwissenschaft an der Uni hineinschnuppern.
Herzlich Willkommen am Brustzentrum der LMU München!
www.klinikum.uni-muenchen.de/Brustzentrum/de/index.html
Brustzentrum der LMU München Brustkrebs zählt zu den häufigsten bösartigen Erkrankungen der Frau. Nur durch eine sichere Diagnosestellung gefolgt von einer von Anfang an unter Berücksichtigung der Tumorbiologie interdisziplinär geplanten und qualitativ hochwertigen Therapie können heutzutage die besten Überlebenschancen erreicht werden.
Klassische Archäologie - LMU München
https://www.klass-archaeologie.uni-muenchen.de/index.html
11.11.2019 China und Rom. Archäologisches zu einer antiken Fernhandelsbeziehung Vortrag von Prof. Dr. Lorenz E. Baumer ...
Ethikkommission - Medizinische Fakultät - LMU München
https://www.med.uni-muenchen.de/ethik/index.html
Vor der Durchführung eines biomedizinischen Forschungsvorhabens oder einer klinischen Prüfung am Menschen hat sich jeder Forscher, der Mitglied der LMU ist, durch die Ethikkommission bei der Med. Fakultät der LMU beraten zu lassen und ein zustimmendes Votum einzuholen.
Alphabetische Liste aller Personen - Juristische Fakultät - LMU Mün...
https://www.jura.uni-muenchen.de/personen/index.html
Hinweise zur Datenübertragung bei der Google™ Suche. Links und Funktionen. www.lmu.de; LMU-Portal; Personen ... Sprachumschaltung. English

Google

LMU münchen

Alle | Maps | Bilder | News | Videos | Mehr | Einstellungen | Tools

Ungefähr 5.880.000 Ergebnisse (0,47 Sekunden)

LMU München

https://www.uni-muenchen.de

Die **LMU** ist eine der renommiertesten und traditionsreichsten Universitäten Europas. Sie verbindet hervorragende Forschung mit einem anspruchsvollen ...

Ergebnisse von uni-muenchen.de

Studien- und Lehrangebot
Studienfächer und - Studienangebote - Sprachkurse

Studienfächer und
Studienfächer und Studiengänge von A bis Z. Studiengänge ...

Studienangebote
Bitte beachten Sie: Die auf diesen Seiten eingestellten ...

Studium
Studieninteressierte - Studium AZ - Hochschulzugang - Studierende

Fakultäten
Medizinische Fakultät - Fakultät für Sprach - Juristische Fakultät - ...

Einrichtungen
Fakultäten - Medizinische Fakultät - Bibliotheken - ...

Ludwig-Maximilians-Universität München – Wikipedia

https://de.wikipedia.org › wiki › Ludwig-Maximilians-Universität_München

Die Ludwig-Maximilians-Universität **München** (kurz Universität **München** oder **LMU**) ist eine Universität in der bayerischen Landeshauptstadt **München**.

Gründung: 1472 in Ingolstadt, seit 1826 in Mü...
Land: Deutschland
Präsident: Bernd Huber
Davon Professoren: 762 (2017)

Schlagzeilen

Oliver Welke an der LMU - "Du darfst nichts Halbgares servieren, auch in der Satire nicht"

Süddeutsche · vor 1 Tag

SZ-Veranstaltung - Was kann Satire? Ein Gespräch mit Oliver Welke

→ Mehr zu LMU münchen

Ludwig-Maximilians-Universität München - Home | Facebook

https://www.facebook.com › Places › Munich, Germany

★★★★½ Bewertung: 4,4 - 589 Abstimmungsergebnisse

Sie begleiten "Herr der Ringe" live im Gasteig und standen schon unter der Leitung von Ennio Morricone in der Olympiahalle auf der Bühne - der **Münchner** ...

Department Psychologie - Fakultät für Psychologie und ...

https://www.fak11.lmu.de › dep_psychologie

... der Psychologie, der Pädagogik/Bildungswissenschaft und des Lehramts bei und ist an übergreifenden Programmen wie der "**LMU** excellent Graduate School ...

Zentrale Lernplattform • LMU München

https://moodle.lmu.de

Zentrale Lernplattform der Ludwig-Maximilians-Universität **München**.

Ludwig-Maximilians-Universität München - Das offizielle ...

https://www.muenchen.de › sehenswuerdigkeiten › orte

★★★★★ Bewertung: 5 - 6 Abstimmungsergebnisse

München hat nicht nur die zweitgrößte Universität Deutschlands, sondern auch eine der schönsten: Das beeindruckende Hauptgebäude der ...

Ähnliche Suchanfragen zu LMU münchen

lmu münchen **klinikum**
lmu münchen **adresse**
ludwig maximilians universität münchen **namhafte absolventen**
lmu **portal**
lsf lmu
lmu münchen **online portal**
lmu münchen **jura**
lmu münchen **stellenangebote**

bing.com/search?q=lmu+münchen&qs=n&form=QBLH&sp=-1&pq=lmu+mü&sc=8-6&sk=&cvid

Alle | Bilder | Videos | Karten | News | Shopping | | Meine gespeicherten I

1.370.000 Ergebnisse | Datum | Sprache | Region

LMU München
https://www.uni-muenchen.de

Musikalisches Engagement an der **LMU**. Freude, schöner Götterfunken Ob Chöre, Ensembles, Orchester - für **LMU**-Studierende gibt es unzählige Möglichkeiten, sich während der Studienzeit musikalisch zu engagieren. Neben dem Spaß am Musizieren ergeben sich …

Studien- und Lehrangebot
Ringvorlesung LMU Studium Generale Seniorenstudium Frauenstudien und Gender …

LMU Intern
Die internen Webangebote der LMU sind vielfältig – Portale, Lern-Management …

Studium
Von Ägyptologie bis Zahnmedizin bietet die LMU München fast 200 Studiengänge mit …

Online-Katalog
Funktionen | Katalog der UB | Aufsätze & mehr | Web Opac App und mobile Oberfläche. …

LSF
Hier sollte eine Beschreibung angezeigt werden, diese Seite lässt dies jedoch nicht zu.

Immatrikulation
Sobald die Zahlung der Semesterbeiträge auf dem Konto der LMU eingegangen ist (im …

Einrichtungen
Organisation der LMU Hochschulleitung Organigramm der LMU Gremien Beauftragte …

Aktuelles
Preis für LMU-Forscher Mehr Nachhaltigkeit im Unterricht! 30.10.2019. Weitere News …

Stellenangebote
Über die LMU Einrichtungen Studium Forschung Kooperationen Weiterbildung …

OPACplus
Hier sollte eine Beschreibung angezeigt werden, diese Seite lässt dies jedoch nicht zu.

Ergebnisse von uni-muenchen.de suchen | Suche

Lokale Ergebnisse für lmu münchen
Bing Lokale Suche

Geschwister-Scholl-Platz 1 · 80539 München · 089 21800

Routenplaner · Details · 67 TripAdvisor Bewertungen

In Partnerschaft mit Das Örtliche

en.uni-muenchen.de - LMU Munich
Diese Seite übersetzen

https://www.en.uni-muenchen.de/index.html

LMU Research Fellowship. Getting to Grips with Clouds Postdoc Linda Forster is an Outgoing **LMU** Research Fellow and is now engaged on a project on cloud formation at the California Institute of Technology. The results should help to improve forecasts of future climate change.

Biomedizinisches Centrum München - LMU München
https://www.bmc.med.uni-muenchen.de/index.html

Das neue Biomedizinische Centrum **München** (BMC) ist einer der deutschlandweit größten Forschungsbauten der letzten Jahre – mit Laboren für derzeit etwa 60 Forschergruppen und insgesamt ca. 450 Mitarbeiter. In der Strategie der **LMU**, Wissenschaft und Klinik eng zu verzahnen, nimmt das BMC einen zentralen Platz ein. Mit seinem Profil und …

Qualitative Sozialforschung - LMU München
https://www.qualitative-sozialforschung.soziologie.uni-muenchen.de/index.html

Lehr- und Forschungsbereich für Qualitative Methoden der empirischen Sozialforschung, Prof. Dr. Hella von Unger - Institut für Soziologie - **LMU München**

Zentrum Seniorenstudium - LMU München
https://www.seniorenstudium.uni-muenchen.de/index.html

Die Ludwig-Maximilians-Universität bietet akademisch Interessierten ein umfangreiches Studienangebot aus allen Fakultäten. Es kommt den Wünschen nach wissenschaftlicher Information, geistiger Orientierung und Zusammenführung der Generationen entgegen und möchte einen Beitrag zur sinnvollen Gestaltung des Lebens nach der Zeit aktiver …

News über Lmu München
bing.com/news

München: Oliver Welke spricht an der LMU über Satire

Süddeutsche Zeit… · 22 Std.

Nach Klage gegen LMU Geld aus Schließfach verschwunden: Bayern …

Abendzeitung · 4 T.

Hassanrufe? - "Ja, von meiner Frau!"

Mittelbayerische · 21 Std.

Weitere Nachrichten zu lmu münchen anzeigen

Herzlich Willkommen am Brustzentrum der LMU München!
www.klinikum.uni-muenchen.de/Brustzentrum

Als zertifiziertes universitäres Brustzentrum in einem Tumorzentrum der Spitzenklasse (Comprehensive Cancer Center CCC **München**) bieten wir unter Leitung von Frau Prof. Harbeck an zwei Standorten in **München** (Frauenkliniken Maistrasse-Innenstadt und Großhadern) alle Bestandteile einer modernen Brustkrebstherapie unter einem Dach

Discussion:
Naive implementation of search

- Given
  - 10000 text documents with an average length of 1000 words
  - A search term of up to 4 words
- Aim: the 10 text documents that best match the query
- Approach?

- Where can Machine Learning and AI help?

Scenario:

You have stored all articles of the New York Times from 2010 to 2020

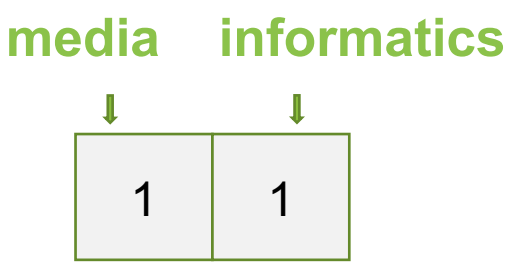
Someone asks for the article about “Merkel visiting the US”

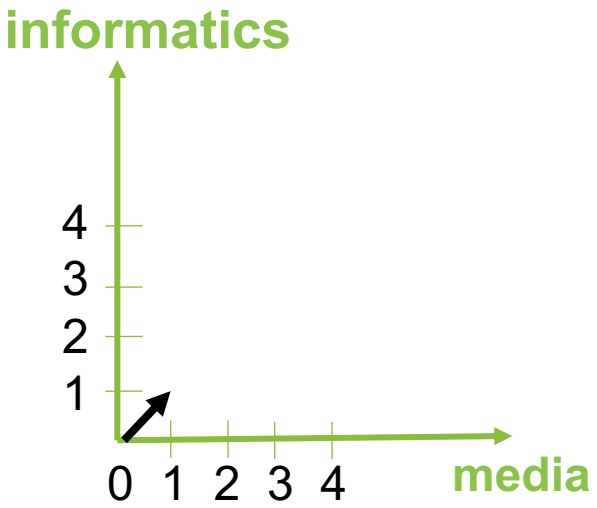
Which articles do you give back?

Python Example
Counting word occurrences

Query = “media informatics”

- Transfering the query into a coordinate
  - One cell / dimension for each word
  - Count occurances





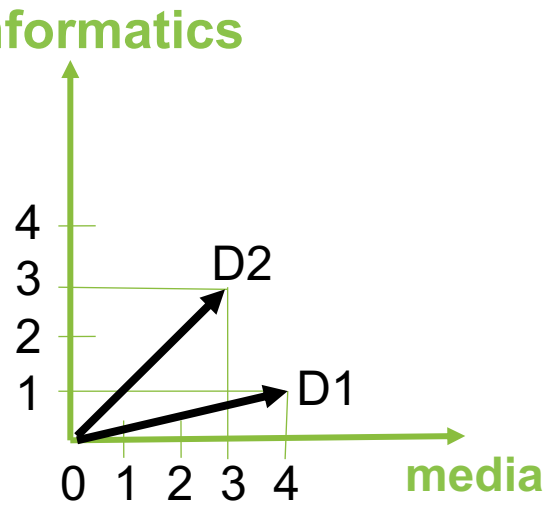
Example based on: https://livebook.manning.com/book/essential-natural-language-processing/chapter-1/55

Python Example
Counting word occurrences

Query = “media informatics”

- Transfering documents into coordinates
  - D1: media informatics media media media
  - D2: media informatics media informatics media informatics
  - Count occurances

	media	informatics
D1	4	1
D2	3	3

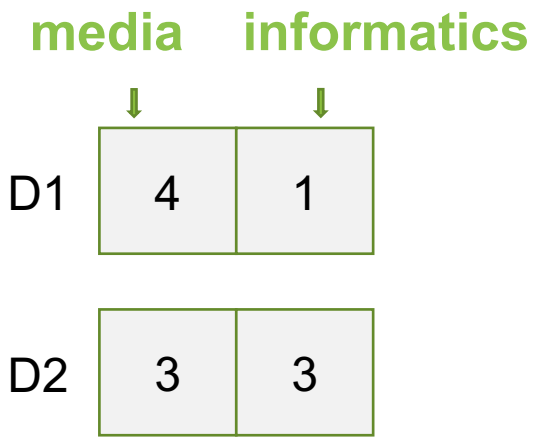


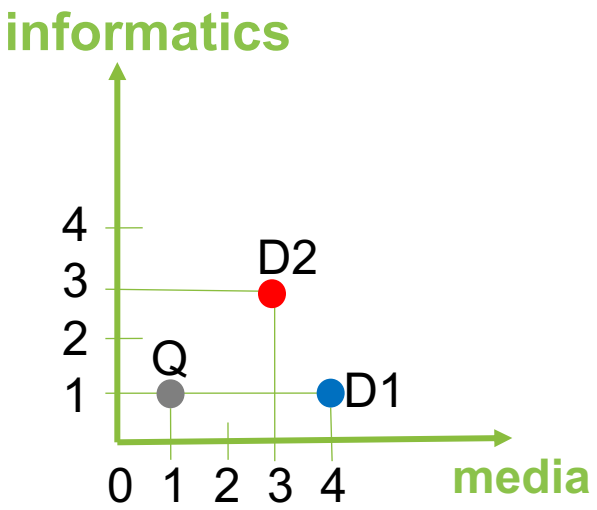
Example based on: https://livebook.manning.com/book/essential-natural-language-processing/chapter-1/55

Python Example
Counting word occurrences

Query = “media informatics”

- Transfering documents into coordinates
  - D1: media informatics media media media
  - D2: media informatics media informatics media informatics
  - Count occurances





Example based on: https://livebook.manning.com/book/essential-natural-language-processing/chapter-1/55

Python Example
Counting word occurrences

```
d1 = "media ... informatics media ... media ... media"
d2 = "media informatics ... media ... informatics ... media informatics"
...
vector = [0, 0]
for word in d1.split(" "):
    if word=="media":
        vector[0] = vector[0] + 1
    if word=="informatics":
        vector[1] = vector[1] + 1
print (vector)
```

Example based on: https://livebook.manning.com/book/essential-natural-language-processing/chapter-1/55

Overview - NLP

- Applications
- Definitions
- **Terms, basic concepts and algorithms**
- Milestones in the history of NLP
- Text Analytics

Tokenization

- Separating a text into individual words
- Words are called tokens
- Removing punctuation, (multiple) spaces, separators

- Approach:
  - Search along the text and extract tokens separated by space and punctuation
  - Store all tokens in a list

- Any difficulties?

Tokenization

- Separating a text into individual words
- Words are called tokens
- Removing punctuation, (multiple) spaces, separators

- Approach:
  - Search along the text and extract tokens separated by space and punctuation
  - Store all tokens in a list

- Any difficulties?
  Dr. Max von Mayer-Hauser is today in New York and we will meet him-hopefully.

Stop Words Removal

- Remove „small“ words in the text, such as articles, pronouns, and prepositions
- Examples
  - English: the, and, a, to, …
  - German: der, die, das, und, es, …
- Approaches include stop word lists or stop word learning (based on frequency)
- Discussion: Approach based on ML/AI?

Text Normalization

- **Aim:** match the “same” words
- Syntactic matching
- What is the problem? How to do this?

Text Normalization

- **Aim:** match the “same” words

- Upper case / lower case letters (e.g., all lower case)
  - Tricky if upper case is required to detect names, grammar
- Acronyms (U.K. → UK)
- Expanding contractions ("don't" → "do not”).
- Umlauts (für → fuer or fuer → für)
- Dealing with numbers and symbols in text (“three” → “3”)
- Correcting misspelling
- Normalizing word forms (stemming, lemmatization)

Stemming

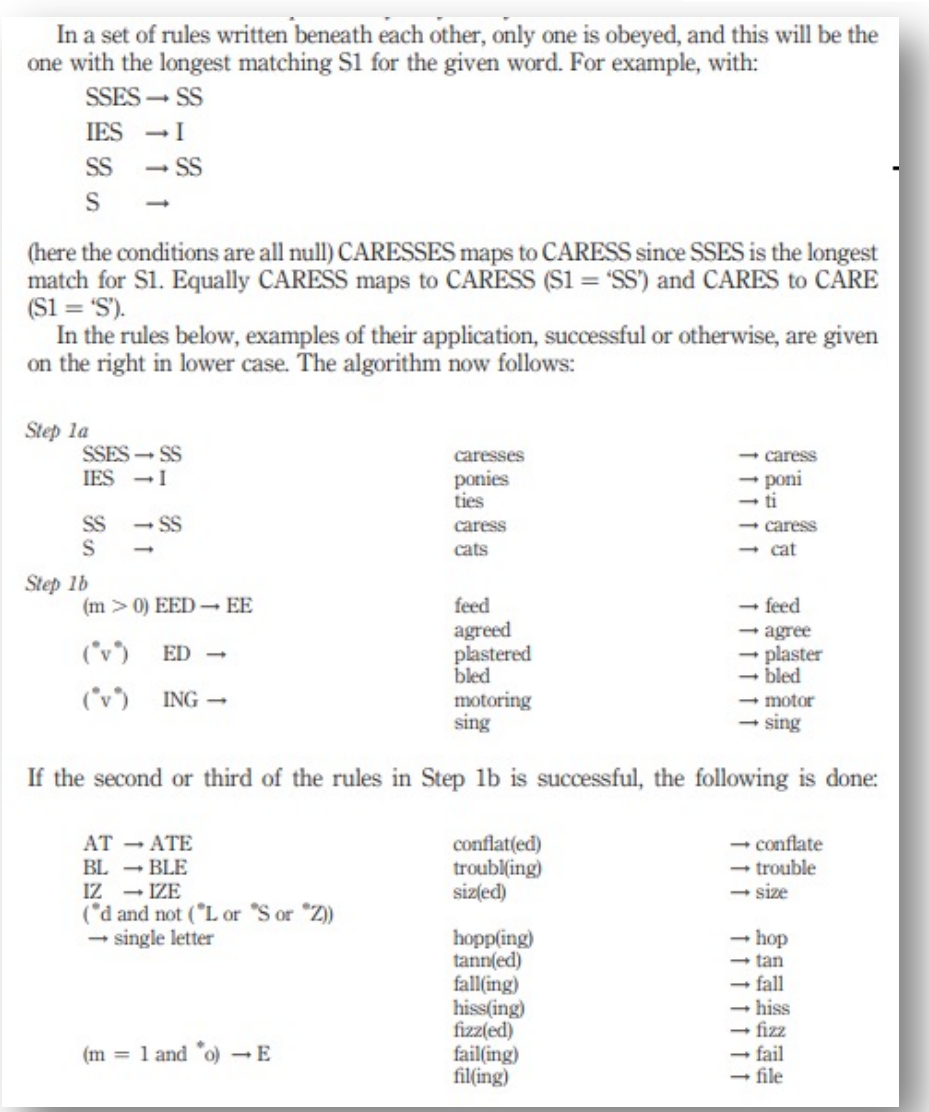
- Reducing the word to its stem
- Extract the morphological root
- Removing affixes and suffixes
- Heuristic process (works most of the time)

- Approaches and algorithms
  - Set of rules (language dependent)
  - E.g., as automaton
- Typical algorithms: Porter Stemmer, Snowball Stemmer
- Example:
  - player, playing, playful, plays, played → play
  - newer, newest → new … what happens to news

Stemming

Example: Porter Stemmer

- Set of rules for removing/changing suffixes
- Rules are grouped
- Rules for their application of the rules



In a set of rules written beneath each other, only one is obeyed, and this will be the one with the longest matching S1 for the given word. For example, with:

SSES → SS
IES → I
SS → SS
S →

(here the conditions are all null) CARESSES maps to CARESS since SSES is the longest match for S1. Equally CARESS maps to CARESS (S1 = 'SS') and CARES to CARE (S1 = 'S').

In the rules below, examples of their application, successful or otherwise, are given on the right in lower case. The algorithm now follows:

Step 1a

SSES → SS	caresses	→ caress
IES → I	ponies	→ poni
	ties	→ ti
SS → SS	caress	→ caress
S →	cats	→ cat

Step 1b

(m > 0) EED → EE	feed	→ feed
	agreed	→ agree
(*v*) ED →	plastered	→ plaster
	bled	→ bled
(*v*) ING →	motoring	→ motor
	sing	→ sing

If the second or third of the rules in Step 1b is successful, the following is done:

AT → ATE	conflat(ed)	→ conflate
BL → BLE	troubl(ing)	→ trouble
IZ → IZE	siz(ed)	→ size
(*d and not (*L or *S or *Z)		
→ single letter	hopp(ing)	→ hop
	tann(ed)	→ tan
	fall(ing)	→ fall
	hiss(ing)	→ hiss
	fizz(ed)	→ fizz
(m = 1 and *o) → E	fail(ing)	→ fail
	fil(ing)	→ file

```
from nltk.stem.porter import PorterStemmer
```

Porter, Martin F (1980) "An algorithm for suffix stripping." *Program,* 14(3)
Reprinted 2006: https://cl.lingfil.uu.se/~marie/undervisning/textanalys16/porter.pdf

Lemmatization

- Return the base (dictionary) form of a word
- Uses linguistic knowledge (vocabulary, grammar, morphological analysis)
- "*Lemmatization, unlike Stemming, reduces the inflected words properly ensuring that the root word belongs to the language. In Lemmatization root word is called* ***Lemma****. A lemma (plural lemmas or lemmata) is the canonical form, dictionary form, or citation form of a set of words.*" https://www.datacamp.com/community/tutorials/stemming-lemmatization-python
- Examples: was→be, running→run, has→have, swims→swim, caring→care, …

```
from nltk.stem import WordNetLemmatizer
```

Stemming/Lemmatization based on ML?

- How to implement this not rule-based? Aka, with ML?

Part-Of-Speech Tagging

- Determining the type of a word in the context of a sentence
- Identifying words with examples according to Penn Treebank POS tag set [1]:
  - NN - Noun, singular
  - VB - Verb, base form
  - JJ - Adjective
  - DT - Determiner

```
from nltk import pos_tag, word_tokenize
text = "The quick brown fox jumps over the lazy dog."
print(pos_tag(word_tokenize(text)))
```

```
[('The', 'DT'), ('quick', 'JJ'), ('brown', 'JJ'), ('fox',
'NN'), ('jumps', 'VBZ'), ('over', 'IN'), ('the', 'DT'),
('lazy', 'JJ'), ('dog', 'NN')]
```

[1] https://www.ling.upenn.edu/courses/Fall_2003/ling001/penn_treebank_pos.html

Named-Entity Disambiguation and Entity linking

- Determining the meaning of a word, if word have more meanings
- Using context and knowledge

- Example

  I did not use an apple to make these slides.

  vs.

  I really like to bake apple crumple.

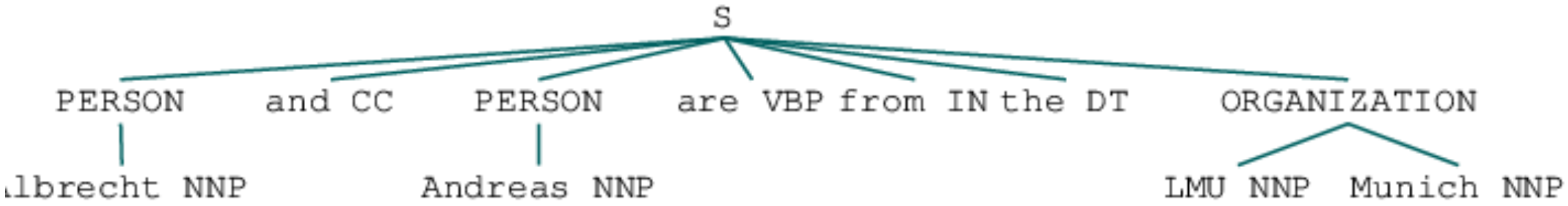
Named-Entity Recognition

- Gets entities from unstructured texts
- Assigning entities/words to categories
- Examples of named entities: people, places, companies, organizations, industries, products, product categories, time, location, brands, etc.
- Application and domain specific, e.g. abbreviations for trading stocks, medical conditions, addresses

- Library: https://spacy.io/api/annotation#section-named-entities
- Example in Python: https://nlpforhackers.io/named-entity-extraction/
- Software: Stanford Named Entity Recognizer (NER) https://nlp.stanford.edu/software/CRF-NER.shtml

Named-Entity Disambiguation and Entity linking

```
text = "Albrecht and Andreas are from the LMU Munich."
pos_tags = pos_tag(word_tokenize((text))
named_entities = ne_chunk(pos_tags)
IPython.core.display.display(named_entitied)
```



Bag of Words

- Texts are considered a set of words
- Simplified representation
- Ignores grammar (and generally word order)

- Typical calculation:
  - Frequency of occurrence of words
  - Frequency of n-grams (preserves some word order)

- “My cat likes to sleep. I sleep a lot. Do you have a cat?”

  cat 3x, sleep 2x, a 2x, …

Corpus

Definition

"A corpus is a large body of natural language text used for accumulating statistics on natural language text. The plural is corpora. Corpora often include extra information such as a tag for each word indicating its part-of-speech, and perhaps the parse tree for each sentence."

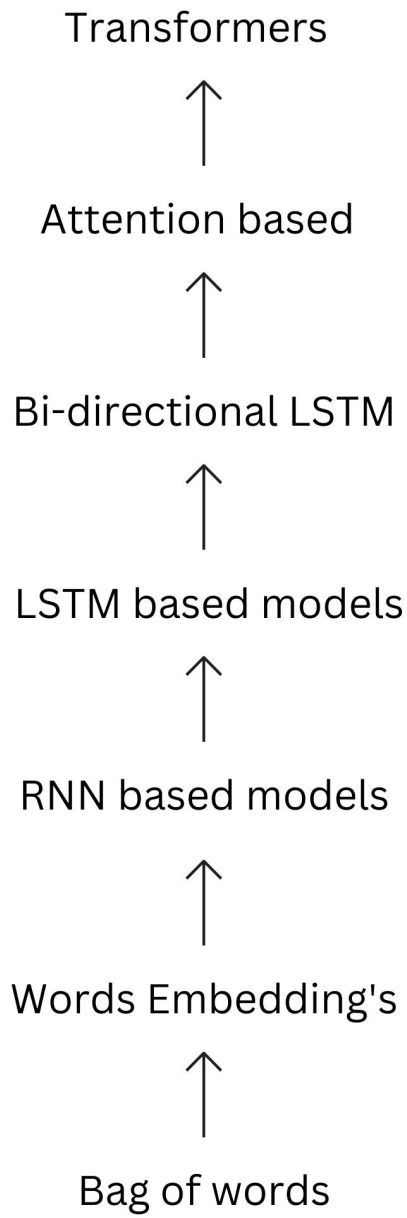
NLP Dictionary http://www.cse.unsw.edu.au/~billw/nlpdict.html

Corpus, Corpora

- Monolingual corpora
  - data from one single language
- Parallel corpora
  - original texts in one language
  - translations in other languages

- Examples:
  - Gutenberg, archive of free electronic books, https://www.gutenberg.org/ or https://www.projekt-gutenberg.org/
  - https://www.collinsdictionary.com/api/collins-english-dictionary,61,HCA.html
  - Swiss SMS Corpus, https://sms.linguistik.uzh.ch/
  - The National University of Singapore SMS Corpus https://www.kaggle.com/rtatman/the-national-university-of-singapore-sms-corpus

What’s next?


Transformers
Attention based
Bi-directional LSTM
LSTM based models
RNN based models
Words Embedding's
Bag of words

For more content see: https://iui-lecture.org