Universität Potsdam
Institut für Informatik
Lehrstuhl Maschinelles Lernen

Sprachtechnologie

Tobias Scheffer
Uwe Dick

Organisation

- Vorlesung/Übung, praktische Informatik.
- 4 SWS.
- 6 Leistungspunkte
- Übung:
  - Mo 12:00-13:30
- Vorlesung :
  - Mo 14:00-15:30
- Raum: 03.04.0.02

Organisation

- Zielgruppen:
  - Diplom, Bachelor.
  - Master.

Organisation

- Webseite:
  - Institut für Informatik > Professuren > Informatik/Maschinelles Lernen >

    Vorlesung Sprachtechnologie
- Folien:
  - Am Tag nach der Vorlesung auf der Webseite.

Organisation

- Übungsaufgaben:
  - Am Tag nach der Vorlesung im Netz.
  - Werden in der darauffolgenden Übung besprochen.
  - Sie können für einzelne Aufgaben votieren.
  - Sie müssen für 2/3 der Aufgaben des Semesters votieren, um die Prüfung ablegen zu können.
  - Sie rechnen votierte Aufgaben vor.
  - Erste Übung: 27.04.
- Kombinierte schriftliche und mündliche Prüfung am Ende des Semesters.

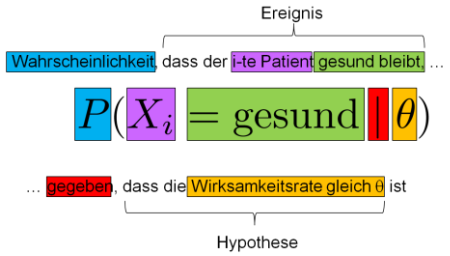
Literatur

- Folienkopien auf der Webseite
- Statistische Sprachverarbeitung:
  - Manning & Schütze: „Foundations of Statistical Natural Language Processing.“ MIT Press
- Spracherkennung:
  - „The HTK Book“, im Internet verfügbar.
    - Speech Recognition Toolkit
    - http://htk.eng.cam.ac.uk/docs/docs.shtml
  - Huang, Acero und Hon: „Spoken Language Processing“. Prentice Hall.
- Information Retrieval:
  - Manning, Raghavan, Schütze: „Introduction to Information Retrieval“. Cambridge University Press.

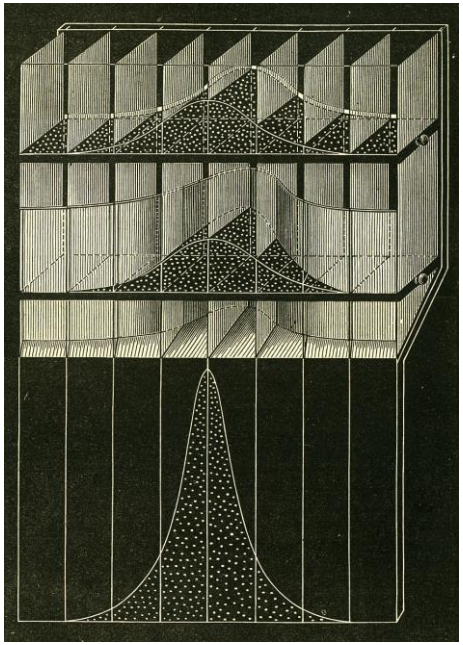
Inhalt

- Verarbeitung geschriebener und gesprochener natürlicher Sprache.
  - Sprachmodelle
  - Spracherkennung
  - Spracherzeugung
  - Klassifikation
  - Übersetzung
  - Themenmodelle
  - Informationsextraktion
  - Suche

Mathematische Grundlagen



$$P(Y|X) = P(X|Y)\frac{P(Y)}{P(X)}$$



$$P(X_{neu}|X_1,\ldots,X_n) = \int_\theta P(X_{neu}|\theta,X_1,\ldots,X_n)P(\theta|X_1,\ldots,X_n)d\theta$$
$$= \int_\theta P(X_{neu}|\theta)\ P(\theta|X_1,\ldots,X_n)\ d\theta$$

Satz von Bayes: Beispiel

- Diagnostik-Beispiel:
  - $P(positiv \mid krank) = 0{,}98$
  - $P(positiv \mid gesund) = 0{,}05$
  - $P(krank) = 0{,}02$
- Gesucht für Testergebnis $Test$:
  - Wahrscheinlichkeit, dass der Patient krank ist:

    $$P\left(krank \mid Test\right)$$

  - Plausibelste Ursache

    $$\arg\max_{P \in \{krank, gesund\}} P\left(Test \mid P\right)$$

  - Wahrscheinlichste Ursache

    $$\arg\max_{P \in \{krank, gesund\}} P\left(P \mid Test\right)$$

Statistische Sprachmodelle

- Elementares Werkzeug für
  - Spracherkennung,
  - Rechtschreibkorrektur,
  - Auto-Complete, Übersetzung, …

- Wahrscheinlichkeit einer Abfolge von Wörtern.
  - „Ich pflücke Beeren“ vs. „Ich pflücke Bären“.

$$P(w_1,\ldots,w_T) = P(w_1)P(w_2 \mid w_1)\ldots P(w_T \mid w_{T-1},\ldots,w_1)$$
$$= P(w_1)P(w_2 \mid w_1)\ldots P(w_T \mid w_{T-1}, w_{T-N+1})$$
$$= \prod_{i=1}^{N-1} P(w_i \mid w_{i-1},\ldots,w_1) \prod_{i=N}^{T} P(w_i \mid w_{i-1},..w_{i-N+1})$$

Statistische Sprachmodelle

- Grammatik, Akzeptor, Parser:
  - Menge der Sätze einer Sprache.
  - Als Mechanismus für Verarbeitung natürlicher Sprache nicht geeignet.
  - Sprache hat keine scharfen Ränder, fast alles ist möglich.
- Statistisches Sprachmodell, statistische Inferenz.
  - Wahrscheinlichkeit eines Satzes.
  - Wahrscheinlichste Interpretation.

Markov-Prozesse

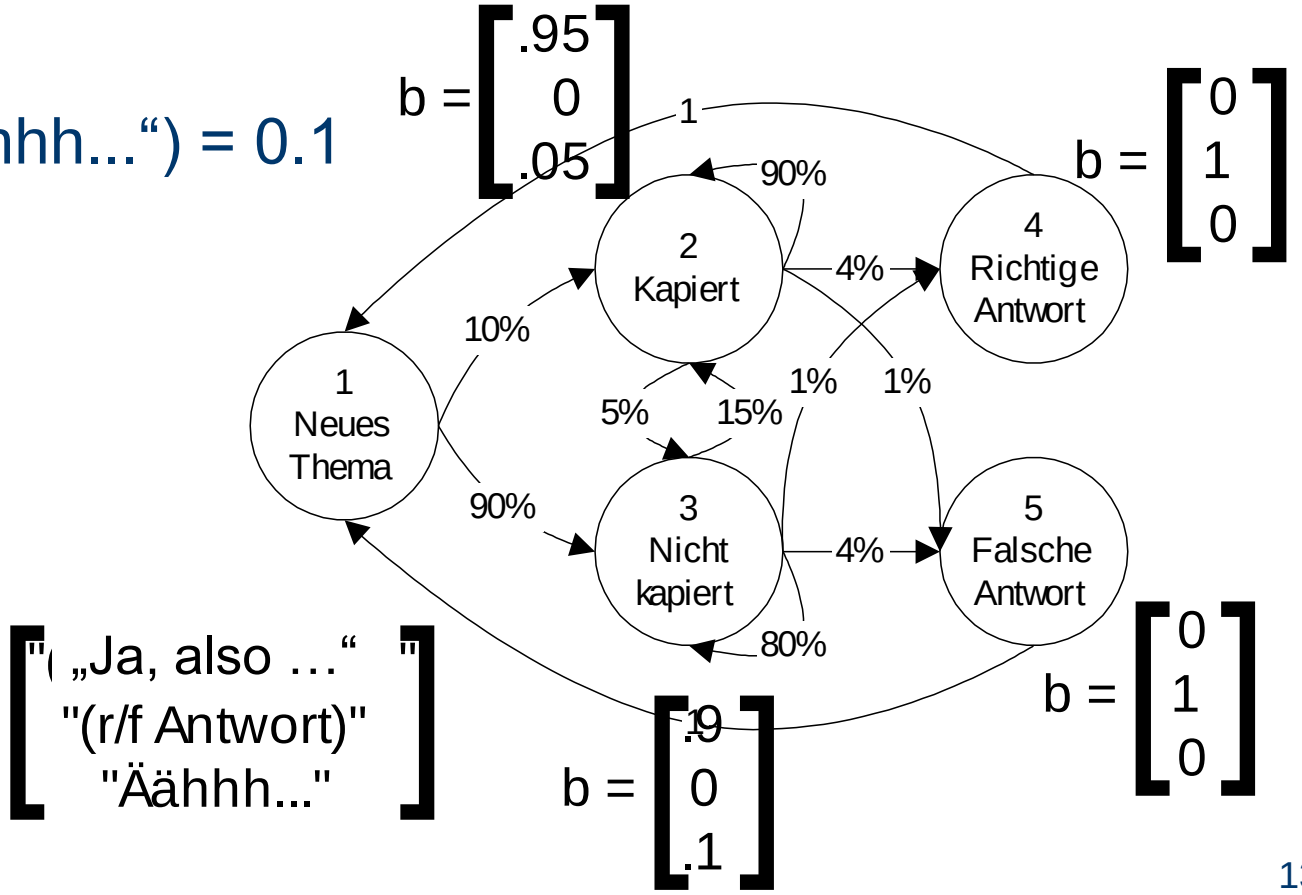
- $X_1, ..., X_n$: Zufallsvariablen.
- Allgemein gilt: $P(X_1,..., X_n) = P(X_1)\prod_{i=2}^{n} P(X_i \mid X_{i-1},..., X_1)$
- Zufallsvariablen bilden eine Markovkette, gdw:
  $P(X_1,..., X_n) = P(X_1)\prod_{i=2}^{n} P(X_i \mid X_{i-1})$
- Jede Variable X_i nur von Vorgänger X_{i-1} abhängig.

- Markov-Modell:
  Probabilistischer endlicher Automat, Folge der Zustände ist Markov-Kette.

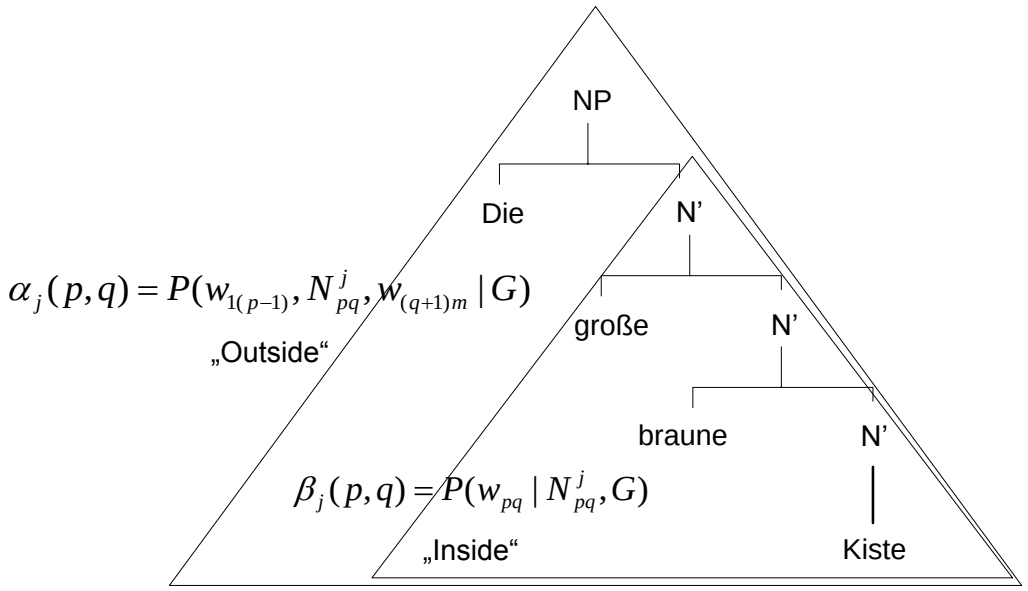
- (Andrei Markov, 1856-1922)

Hidden-Markov-Modell

- Akustisches Modell für Spracherkennung.
- Zustände emittieren Beobachtungen O_t (mit Wahrscheinlichkeit $b_i(O_t)$).
- b_3(„Ähhh...“) = 0.1



Part-of-Speech Tagging, Parsing

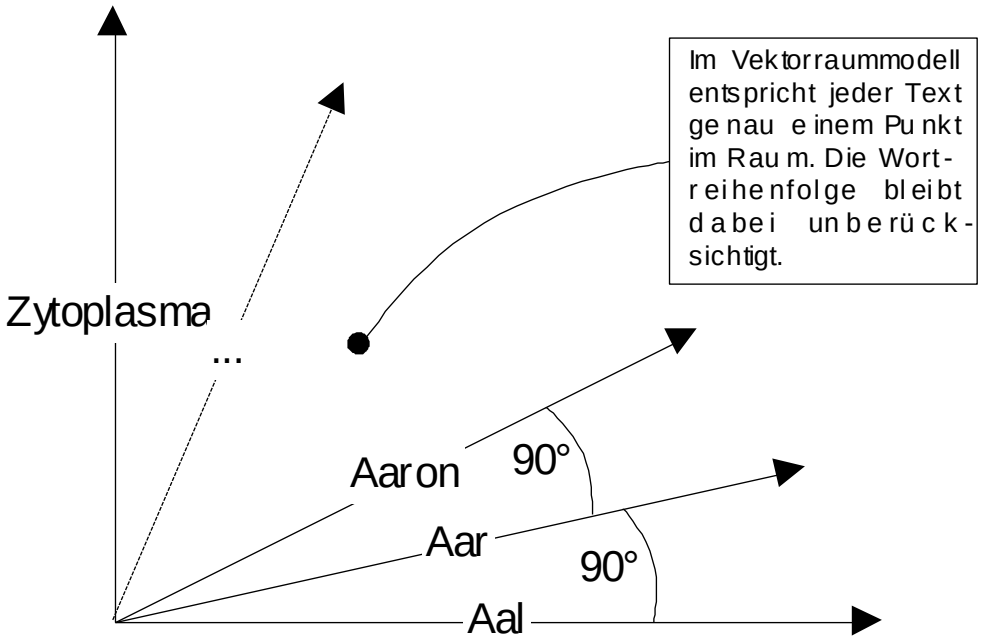


Named Entity Recognition

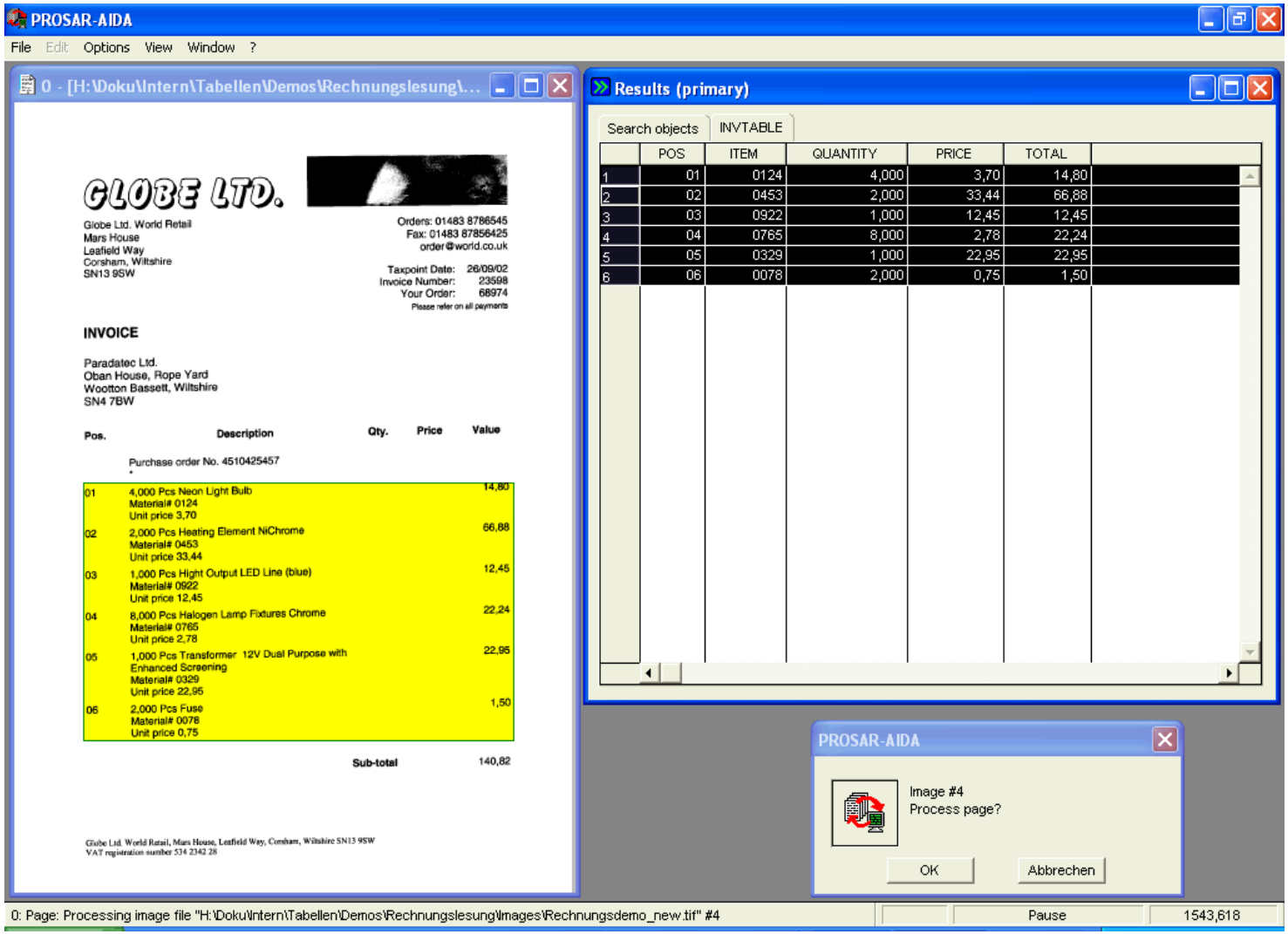
Übersetzung

Vektorraummodell

- Repräsentation von Texten.
  - Textklassifikation,
  - Clusteranalyse,
  - Textähnlichkeit,
  - Suche.

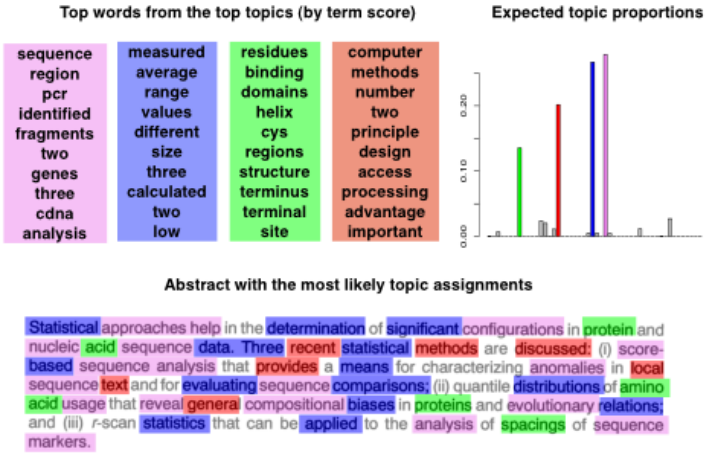


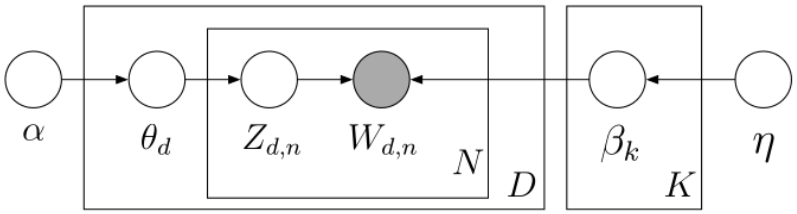
Textklassifikation, Informationsextraktion



Themenmodelle

- Zuordnung Themen ↔ Wörter eines Dokuments
- Organisation von Dokumentensammlung anhand enthaltener Themen
- Probabilistisches Modell: LDA





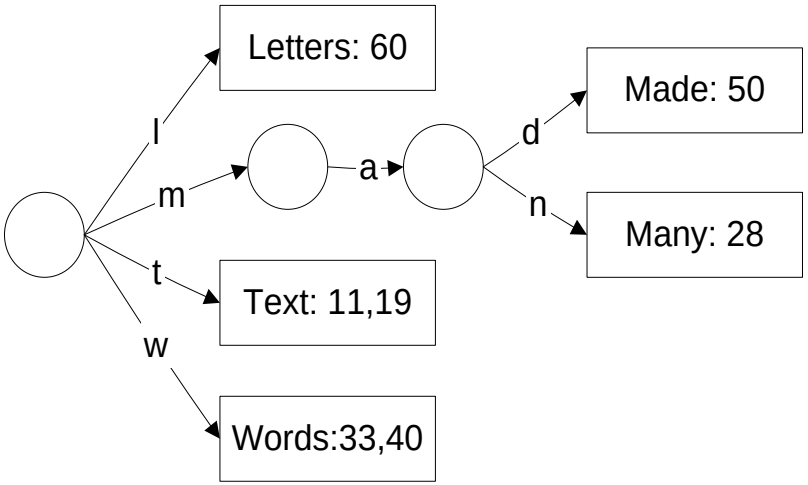
Indexstrukturen

- Schnelle Suche in großen Textsammlungen.

1	6	9	11	17	19	24	28	33	40	46	50	55	60

This is a text. A text has many words. Words are made from letters.

Terme	Vorkommen
Letters	60
Made	50
Many	28
Text	11, 19
words	33, 40

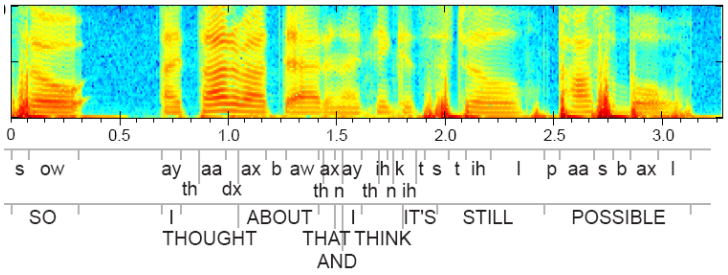


Spracherkennung und -erzeugung

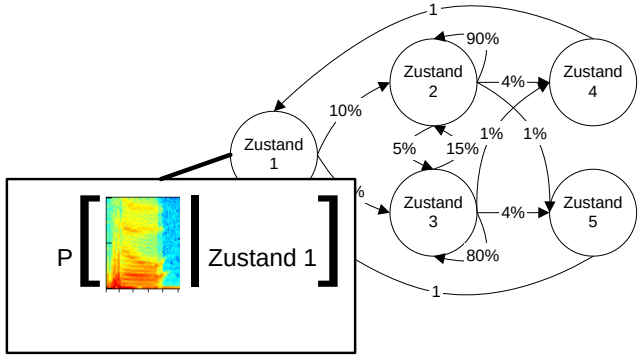
- Spracherkennung: Akustisches Modell + Sprachmodell

$$\arg\max_{(w_1,\ldots,w_T)} P(w_1,\ldots,w_T \mid Signal)$$

$$= \arg\max_{(w_1,\ldots,w_T)} \underbrace{P(Signal \mid w_1,\ldots,w_T)}_{\text{Akustisches Modell}} \underbrace{P(w_1,\ldots,w_T)}_{\text{Sprachmodell}}$$



- Textanalyse und Signalerzeugung
- Anwendung: Sprachportale



Websuche

- Crawling: Welche URL wann besuchen?
  - Endlos-URLs, dynamische Seiteninhalte.
  - Aktualisierungshäufigkeiten und Zeitpunkte.
  - Identische Seiten.
  - Link-Spam.
- Relevanz-Ranking: Analyse der Linkstruktur.

Fragen?

- (diese Woche noch keine Übungsaufgaben, nächste Woche noch keine Übung)
- Erster Übungstermin: 27.04.