

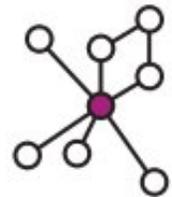
# Internet-Suchmaschinen

---



Prof. Dr. Gerd Stumme  
Beate Krause, MSc Wi.-Inf.

Sommersemester 2009



ENDOWED CHAIR OF THE HERTIE FOUNDATION

**Knowledge and Data Engineering**

ELECTRICAL ENGINEERING & COMPUTER SCIENCE, UNIVERSITY OF KASSEL

# Organisatorisches

---

## Vorlesung

- Beginn: 17. April 2009
- Freitag 10:15-11:45 Uhr, Raum 0443

## Übungen

- Beginn: 23. April 2009
- Donnerstag 8:30-10:00 Uhr, Raum 0443 – muss noch abgesprochen werden
- wird als Präsenz- und Praxisübung abgehalten (s. nächste Folie)
- Programmierhausaufgaben

## Unterlagen

- siehe Literatur

## Prüfung

- Die Prüfung wird je nach Teilnehmerzahl mündlich oder schriftlich abgehalten.

# Organisatorisches

---

**Präsenzübung** bedeutet

- **selbständiges Bearbeiten** des Übungsblattes in Kleingruppen à 3-4 Personen unter Betreuung des Assistenten
- **kein prinzipielles Wiederholen** des Vorlesungsstoffs
- **kein Vorrechnen** der Musterlösung etc. (Diese wird später zur Verfügung gestellt.)
- **Nötig dafür:**
  - selbständige Vorlesungsnachbereitung **vor** der Übung
  - Mitbringen des Skriptes
  - eigene Aktivität entfalten

## Warum ein neues Übungskonzept?

- aktives Erarbeiten des Vorlesungsstoffes bringt mehr
- Zusammenhänge im Stoff erkennen
- strukturiertes Denken und selbständiges Arbeiten lernen
- Teamarbeit lernen
- Erklären lernen (als Tutor und als Teilnehmer)
- Klausurtraining ;-)
- *Ihr Studium der ... haben Sie abgeschlossen. Zu Ihren persönlichen Stärken zählen Sie Eigeninitiative, Kommunikations- und Kooperationsbereitschaft, Teamarbeit.*  
(Typischer Anzeigentext)

# Organisatorisches

---

## Praxisübung – Implementieren einer Suchmaschine

- Ausgabe der ersten Praxisaufgabe zur ersten Übung am 23.4.09
- Am 30.4.09 Fragestunde zur Praxisaufgabe
- Abgabe der ersten Praxisaufgabe bis 6.5.09, 14:00 per Email
- Präsentation des Ergebnisses am folgenden Tag
- Praxisaufgaben im 14-Tage-Rhythmus
- Die rechtzeitige Abgabe je einer funktionierenden Lösung für mindestens vier der sechs Praxisaufgaben gibt einen Notenbonus von 0,3 Notenschritten, sofern die Prüfung bestanden wurde.
- Alternativ können alle sechs Aufgaben bis eine Woche vor der Prüfung abgegeben werden.
- Eine Note besser als 1,0 wird nicht vergeben.

# Organisatorisches

---

## Sprechstunden nach Absprache:

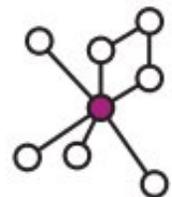
Gerd Stumme:	<u><a href="mailto:stumme@cs.uni-kassel.de">stumme@cs.uni-kassel.de</a></u>	0561/804-6251
Beate Krause:	<u><a href="mailto:krause@cs.uni-kassel.de">krause@cs.uni-kassel.de</a></u>	0561/804/6254

FG Wissensverarbeitung, FB Mathematik/Informatik  
Raum 0440, Wilhelmshöher Allee 73

**Informationen im Internet: <http://www.kde.cs.uni-kassel.de>**

Hier ist u.a. folgendes zu finden:

- aktuelle Ankündigungen
- Folienkopien
- Übungsblätter
- Literaturempfehlungen
- Termine



ENDOWED CHAIR OF THE HERTIE FOUNDATION

**Knowledge and Data Engineering**

ELECTRICAL ENGINEERING & COMPUTER SCIENCE, UNIVERSITY OF KASSEL

## Wesentliche Quellen

- Ricardo Baeza-Yates & Berthier Ribeiro-Neto. Modern Information Retrieval, New York, NY: ACM Press; 1999; 513 pp. (ISBN: 0-201-39829-X.)
- Ian H. Witten, Alistair Moffat, and Timothy C. Bell. Managing Gigabytes: Compressing and Indexing Documents and Images, Morgan Kaufmann Publishing, San Francisco, ISBN 1-55860-570-3.
- Reginald Ferber. Information Retrieval. Suchmodelle und Data-Mining-Verfahren für Textsammlungen und das Web. dpunkt-Verl.: Heidelberg 2003.
- Rijsbergen. C.J van, Information retrieval, <http://www.dcs.gla.ac.uk/Keith/Preface.html>
- Konzepte des Information Retrieval, [http://irgroup.cs.uni-magdeburg.de/dt/vorlesungen/WS03-04\\_KIR.htm](http://irgroup.cs.uni-magdeburg.de/dt/vorlesungen/WS03-04_KIR.htm)
- Intelligent Information Retrieval and Web Search, <http://www.cs.utexas.edu/users/mooney/ir-course/>

# Literatur

---

## Weiteres Material

- R.R. Korfhage. Information storage and retrieval. Wiley: New York, 1997
- G. Salton / M.J. McGill. Information Retrieval - Grundlegendes für Informationswissenschaftler. McGraw-Hill: Hamburg etc., 1987
- Machine Learning, Tom Mitchell, McGraw Hill, 1997.

# Wir wollen wissen ...

---

- **Wie funktionieren Google und MSN Search?**
  - Wie sammeln sie Informationen?
  - Welche Tricks benutzen sie?
  - Mögliche Nutzung außerhalb des Webs?
- **Wie kann man diese Ansätze verbessern?**
  - Verstehen von natürlicher Sprache?
  - Benutzerinteraktion?
- **Was kann man tun, um diese Ansätze zu beschleunigen?**
  - Schnellere Computer? Caching? Kompression?
- **Wie entscheiden wir, ob die Ansätze funktionieren oder nicht?**
  - Im allgemeinen für alle Anfragen, oder für spezielle Anfragen?
  - Für spezielle Dokumentensammlungen oder das Web?
  - Maße?
- **Was kann man noch mit diesen Ansätzen machen?**
  - Andere Medien?
  - Andere Aufgaben?

# Übersicht

---

- Einführung
- Boolesches und Vektorraum-Retrieval-Modelle
- Elementares Tokenizing, Indexing, und die Implementierung von vektorraumbasiertem Retrieval
- Performanz-Bewertung von Retrieval-Systemen
- Anfrage-Operationen (Relevance Feedback, Anfrageerweiterung)
- Anfragesprachen und –paradigmen
- Strukturelle Anfragen
- Texteigenschaften
- Web-Suche: Einführung, Crawling, Interfaces, Link-Analyse
- Empfehlungssysteme
- Text-Clustering & -Klassifikation
- Informations-Extraktion
- Aktuelle Suchmaschinen, Trends, Suche im Web 2.0

# Einführung

## Was ist Information Retrieval (IR)?

Information-Retrieval (IR) (Informationswiedergewinnung, gelegentlich Informationsbeschaffung)

ist eine Forschungsrichtung, die sich mit computergestützter, inhaltsorientierter und unscharfer Suche in unstrukturierten Datenmengen beschäftigt.

<http://de.wikipedia.org/wiki/Information-Retrieval>

<http://www.ib.hu-berlin.de/~is/web-lehrsammlung/Begriffe/Retrieval.htm>

# Einführung



Web [Images](#) [Groups](#) [News](#) [Froogle](#) [Local](#) [Desktop](#) [more »](#)

define:Information Retrieval

Search

[Advanced Search](#)  
[Preferences](#)

## Web

Definitions of **Information Retrieval** on the Web:

- The study of systems for indexing, searching, and recalling data, particularly text or other unstructured forms.  
[www.virtechseo.com/seoglossary.htm](http://www.virtechseo.com/seoglossary.htm)
- Searching a body of information for objects that match a search query.  
[www.cs.cornell.edu/wya/DigLib/MS1999/glossary.html](http://www.cs.cornell.edu/wya/DigLib/MS1999/glossary.html)
- The science and practice of identification and efficient use of recorded data.  
[www.cordis.lu/ist/ka1/administrations/publications/glossary.htm](http://www.cordis.lu/ist/ka1/administrations/publications/glossary.htm)
- The techniques of searching for data that have been stored in a computer.  
[www.indiainfoline.com/bisc/acci.html](http://www.indiainfoline.com/bisc/acci.html)
- A field of specialization in computer science that looks at systematic ways of storing and retrieving data, including consideration of database design and implementation.  
[www.wiley.com/college/busin/icmis/oakman/outline/glossary/alpha/glos\\_i.htm](http://www.wiley.com/college/busin/icmis/oakman/outline/glossary/alpha/glos_i.htm)
- [phrase] Information retrieval is usually used as a generic term to cover the access to and delivery of information from natural language databases by whatever method. Usually the information is delivered in the form of complete documents.  
[portal.bibliotekivest.no/terminology.htm](http://portal.bibliotekivest.no/terminology.htm)
- Information retrieval (IR) is the art and science of searching for information in documents, searching for documents themselves, searching for metadata which describes documents, or searching within databases, whether relational stand alone databases or hypertext networked databases such as the Internet or intranets, for text, sound, images or data. ...  
[en.wikipedia.org/wiki/Information\\_retrieval](http://en.wikipedia.org/wiki/Information_retrieval)

Related phrases: [cross language information retrieval](#) [private information retrieval](#) [cross-language information retrieval](#) [music information retrieval](#) [information retrieval query language](#) [smart information retrieval system](#)

# Einführung



Web Images Groups News Froogle Local Desktop [more »](#)

define:Information Retrieval

Search

[Advanced Search](#)  
[Preferences](#)

## Web

Definitions of **Information Retrieval** on the Web in German:

- Information-Retrieval [] (IR) bzw. Informationswiedergewinnung, gelegentlich Informationsbeschaffung, ist ein Fachgebiet, das sich mit computergestütztem inhaltsorientiertem Suchen beschäftigt. Es ist ein Teilgebiet der Dokumentationswissenschaft.  
[de.wikipedia.org/wiki/Information\\_retrieval](http://de.wikipedia.org/wiki/Information_retrieval)
- Bezeichnet die rechnergestützte Recherche nach Quellen, wie Büchern, Zeitschriftenartikeln, Berichten, Tagungsbänden, Statistiken usw.  
[www.desig-n.de/internet\\_i.htm](http://www.desig-n.de/internet_i.htm)
- Wiederauffinden von Informationen, vor allem bei vagen Anfragen und unsicherem Wissen.  
[www.it2006.de/de/394.php](http://www.it2006.de/de/394.php)
- ANSI/NISO Z39.50-1995, Information Retrieval (Z39.50): Application Service Definition and Protocol Specification. [For availability, see [http://lcweb.loc.gov/z3950/agency/pi7.fernuni-hagen.de/leveling/nliz3950/nli\\_glossary.html](http://lcweb.loc.gov/z3950/agency/pi7.fernuni-hagen.de/leveling/nliz3950/nli_glossary.html)]
- dt. das Suchen und Auffinden gespeicherter Daten in einer Datenbank [Duden].  
[www.iicm.edu/thesis/jweitzer/html/node22.html](http://www.iicm.edu/thesis/jweitzer/html/node22.html)
- Das gezielte oder mengenbezogene Suchen nach Informationen in einem oder mehreren großen Informationssammlungen.  
[www.inf.fh-dortmund.de/personen/professoren/haas/Buch\\_MedInfSys/Lehrbuch\\_MedInfSys-229.htm](http://www.inf.fh-dortmund.de/personen/professoren/haas/Buch_MedInfSys/Lehrbuch_MedInfSys-229.htm)
- Die Suchfunktionen sollten vielfältig sein. Sitemap, Suchfunktion (mit erweiterter Suche, Suchen in Kategorien). Suchfunktion sollte Dokumentiert sein.  
[www.andreas-hedrich.de/haw03/texten.html](http://www.andreas-hedrich.de/haw03/texten.html)
- Information Retrieval (Informations-Wiedergewinnung) ist die Methode, mit der eine gezielte Suche nach relevanten Dokumenten und/oder Fakten in einer Datenbank oder einem Speicher ermöglicht wird.  
[www.medientrunk.de/beruf-ie.htm](http://www.medientrunk.de/beruf-ie.htm)

## Was ist Information Retrieval (IR)?

- Indexierung und Retrieval (Finden, Wiederfinden) von Texten
- Suchen nach Seiten im World Wide Web ist die aktuelle “killer app”
- Beschäftigt sich in erster Linie mit dem Finden der *relevanten* Dokumente gemäß einer gegebenen Frage (Query)
- Beschäftigt sich außerdem mit dem *effizienten* Finden von Dokumenten in *großen* Dokumentensammlungen

## Information Retrieval - Data Retrieval

	Data Retrieval	Information Retrieval
Matching	Exact match	Partial match, best match
Inference	Deduction	Induction
Model	Deterministic	Probabilistic
Classification	Monothetic	Polythetic
Query language	Artificial	Natural
Query specification	Complete	Incomplete
Items wanted	Matching	Relevant
Error response	Sensitive	Insensitive

## Eine typische IR-Aufgabe:

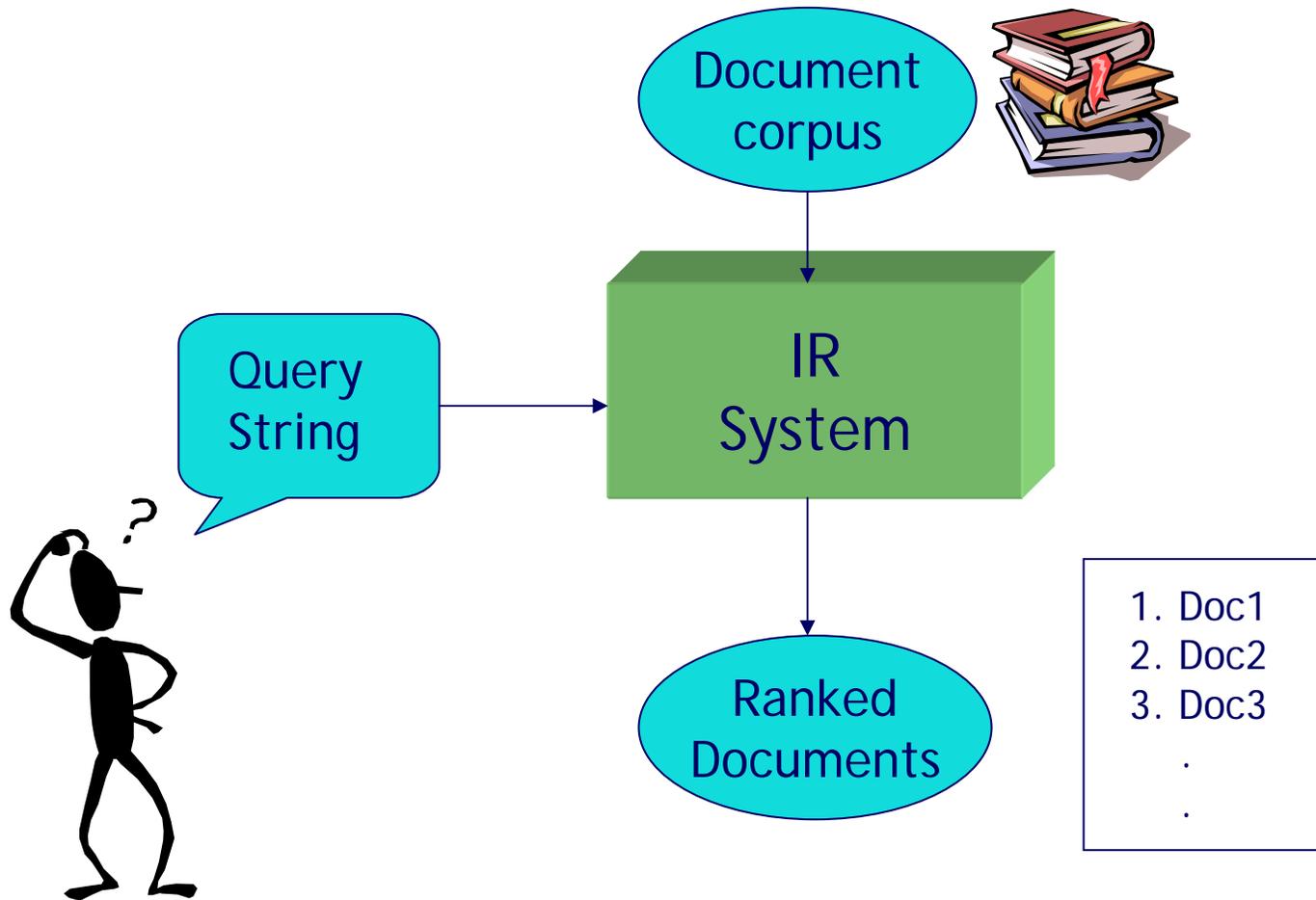
### Gegeben:

- Textkorpus mit natürlichsprachlichen Textdokumenten.
- Eine Benutzeranfrage in Form eines Textstrings.

### Finde:

- Eine geordnete Menge an Dokumenten, die relevant zur Anfrage sind.

## IR System



## Drei Phasen des IR

- Fragestellung (Information Need)
- Bestimmung einer Antwort (Response)
- Bewertung der Antwort (Evaluation)

→ Interaktiver Prozess

## Frage stellen

- Fragesteller = “user”
  - Befindet sich in einem bestimmten Umfeld / Bewusstsein - ein kognitiver Zustand
  - Ist sich seiner Wissenslücken bewusst
  - Kann diese Lücken evtl. nicht genau bestimmen
- Paradox des FOA (*Finding Out About*):
  - Wenn der Nutzer in der Lage ist, die richtige Frage zu stellen, besteht häufig keine Notwendigkeit mehr für diese Frage.
    - “The need to describe that which you do not know in order to find it.” Roland Hjerppe
- Anfrage
  - Ausdruck dieses schlecht definierten Zustandes

## Frage beantworten

- Wenn der Antwortende ein Mensch ist:
  - Ist er in der Lage, die schlecht gestellte Frage in eine bessere umzuformulieren?
  - Kennt der Antwortende die Antwort?
  - Kann er diese Antwort in Worten ausdrücken?
  - Wird der Anfrager diese Antwort verstehen?
  - Haben beide das notwendige Hintergrundwissen?
- Wenn der Antwortende ein Computersystem ist...

## Bewertung der Antwort

- Wie gut wird die Frage beantwortet?
  - Wurde die Antwort vollständig beantwortet oder nur teilweise?
  - Wurden Hintergrundinformationen zur Verfügung gestellt?
  - Wurden Hinweise für weitergehende Untersuchungen gegeben?
- Wie **relevant** ist die Antwort für den Frager?

## Relevanz

Relevanz ist eine subjektive Beurteilung und kann folgendes einschließen:

- Richtiges Thema
- Aus der richtigen Zeit (zeitgemäß)
- Aus vertrauenswürdiger Quelle (verlässlich)
- Antwort berücksichtigt die Ziele des Nutzers und die beabsichtigte Nutzung der Information (*information need*)

## Relevanz (Forts.)

In welcher Art kann ein Dokument relevant sein für eine Anfrage?

- Präzise Antwort auf eine präzise Frage.
  - Wer ist in Meiers Grab begraben? **Meier.**
- Frage wird teilweise beantwortet.
  - Wo ist Söhrewald? **In der Nähe von Kassel.**
- Weitere Informationsquellen vorschlagen.
  - Was ist Lymphedema? **Schau in diesem medizinischen Lexikon nach.**
- Hintergrundinformationen geben.
- Den Fragesteller an relevante, ihm bekannte Informationen erinnern.

## Relevanz bei der Stichwort-Suche [Keyword Search]

- Die einfachste Form der Relevanz ist das wortwörtliche Vorkommen des Anfragestrings im Text.
- Eine weniger restriktive Idee ist, dass **die einzelnen Wörter\*** aus der Anfrage häufig im Textdokument vorkommen müssen (*bag of words*).

\* Siehe <http://www.spiegel.de/kultur/zwiebelfisch/0,1518,307445,00.html> zum Unterschied zwischen Worten und Wörtern!

## Probleme mit Stichwörtern

Man findet relevante Dokumente nicht bei synonymen Termen.

- "restaurant" vs. "café"
- "Auto" vs. "PKW"

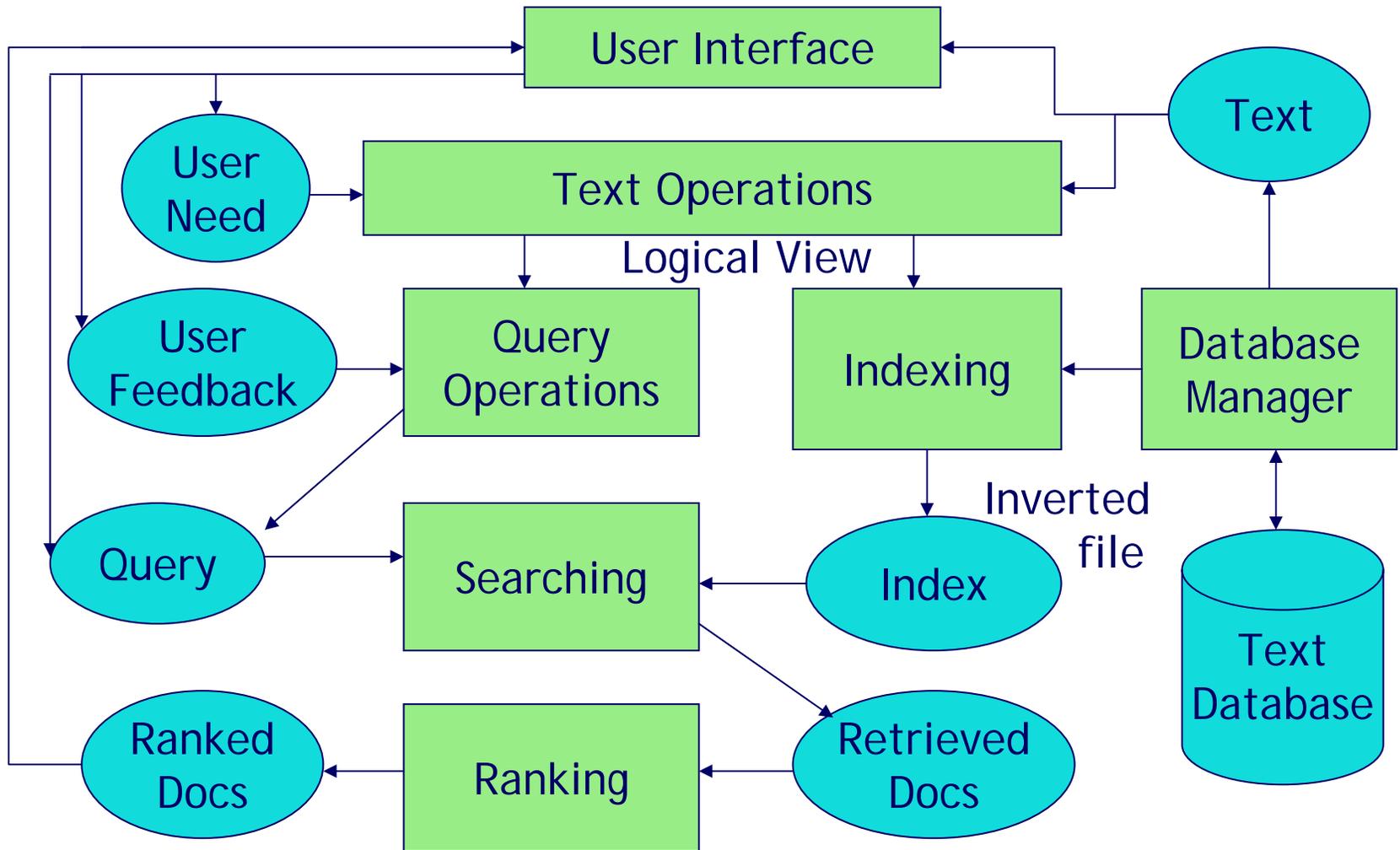
Man erhält irrelevante Dokumente durch mehrdeutige Terme (Homonyme).

- "Bank" (Finanzinstitut vs. Sitzgelegenheit)
- "Apple" (company vs. fruit)
- "bit" (unit of data vs. act of eating)

## Intelligentes IR

- Bedeutung des Wortes wird mit in Erwägung gezogen.
- Reihenfolge der Wörter in der Anfrage wird beachtet.
- Anpassung an den Anwender durch direktes oder indirektes Feedback.
- Zuverlässigkeit der Quelle wird beachtet.

## IR-System-Architektur



## IR-Systemkomponenten

**Text Operations** berechnet die Wörter des Indexes (tokens).

- Stopword removal
- Stemming

**Indexing** konstruiert einen *invertierten Index* aus Wörtern mit Zeigern zu den Dokumenten.

**Searching** findet mit Hilfe des invertierten Index Dokumente, die Tokens aus der Anfrage enthalten.

**Ranking** gewichtet alle gefundenen Dokumente gemäß einer Relevanzmetrik.

## IR-Systemkomponenten (Forts.)

**User Interface** ist für die Interaktion mit dem Anwender verantwortlich:

- Anfrage entgegennehmen und Dokumente präsentieren.
- Relevance feedback.
- Visualisierung der Ergebnisse.

**Query Operations** verändert die Anfrage zur Verbesserung der Ergebnisse:

- Anfrageerweiterung (Query expansion) mittels Thesaurus.
- Anfrageanpassung mittels Relevance Feedback.

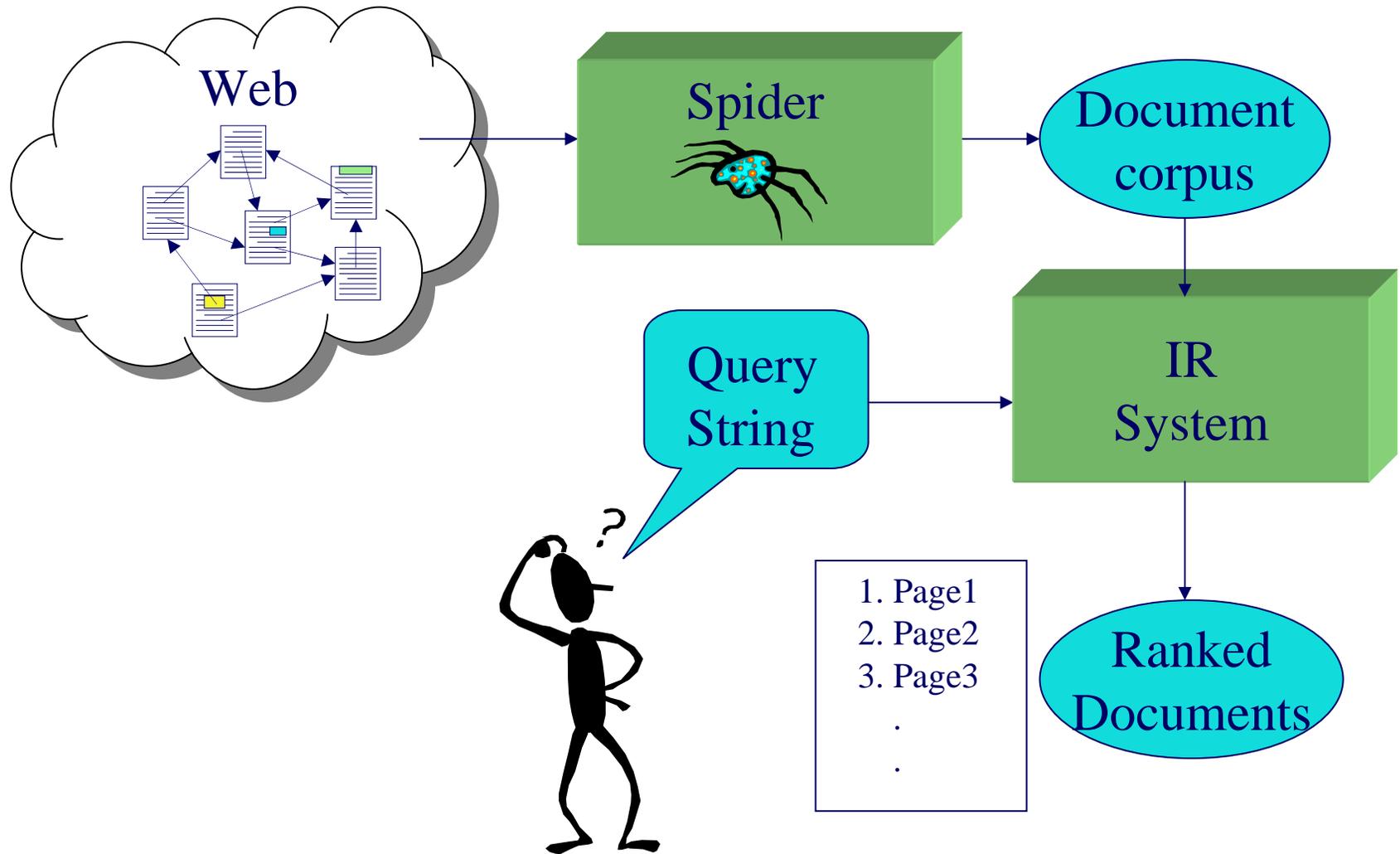
## Anwendung: Web-Suche

Web-Suche ist die Anwendung des IR auf HTML-Dokumente des World Wide Web.

Unterschiede:

- Man muss die Dokumente für den Korpus im Web einsammeln (Crawling)
- Ausnutzung der strukturierten Layout-Information in HTML
- Unkontrollierbare Veränderung der Dokumente
- Ausnutzung der Linkstruktur

## Web Search System



## Weitere IR-nahe Aufgaben

- Automated document categorization (Kategorisieren)
- Automated document clustering (Gruppieren)
- Automated Text Summarization (Zusammenfassen)
- Question answering (Frage/Antwort)
- Information filtering (spam filtering) (Filtern)
- Information extraction (Extrahieren)
- Information integration (Integrieren)
- Recommending information or products (Empfehlen)
- Ranking in Web 2.0

## Geschichte des WWW und des IR

bis 1960:

- “Informationsexplosion” nach dem Ende des zweiten Weltkrieges führt zur Notwendigkeit, diese besser zu organisieren.
- 1945 Vannevar Bush verfolgt mit der Memex-Maschine ähnliche Ideen wie sie im heutigen Web zu finden sind (Assoziation von Informationen mit Links).



## Geschichte des WWW und des IR

1960-70er:

- Initiale Untersuchung von Text-Retrieval-Systemen für “kleine” Korpora bestehend aus Zusammenfassungen wissenschaftlicher Publikationen sowie Gesetzes- und Geschäftsdokumenten.
- Die Entwicklung einfacher Boolean- and Vector-Space-Modelle.
- Prof. Salton und seine Studenten an der Cornell Universität waren die führenden Forscher auf diesem Gebiet.
- 1965 Ted Nelson prägt den Begriff „Hypertext“.

## Geschichte des WWW und des IR (Forts.)

1980er:

- Systeme mit großen Dokumentensammlungen entstehen, viele laufen in Unternehmen:
  - Lexis-Nexis
  - Dialog
  - MEDLINE

## Geschichte des WWW und des IR (Forts.)

1990er:

- Suche nach "FTP-baren" Dokumenten im Internet
  - Archie
  - WAIS
- Suche im World Wide Web
  - Lycos
  - Yahoo
  - Altavista

## Geschichte des WWW und des IR (Forts.)

auch 1990er:

- Organisierte Wettkämpfe
  - NIST TREC (Text REtrieval Conference)
- Recommender-Systeme
  - Amazon
- Automatisiertes Text-Kategorisieren und -Clustern

## Geschichte des WWW und des IR (fort.)

### 2000er

- Analyse der Links für die Web-Suche
  - Google
- Automatisierte Informationsextraktion
  - Whizbang
  - Burning Glass
- Frage/Antwort (Question Answering)
  - TREC Q/A track

## Geschichte des WWW und des IR (fort.)

auch 2000er:

- Multimedia-IR
  - Image
  - Video
  - Audio und Musik
- Mehrsprachiges IR (Cross-Language IR)
  - DARPA Tides (Translingual Information Detection, Extraction and Summarization)
- Zusammenfassen von Dokumenten

## Verwandte Forschungsgebiete

- Datenbanken (Database Management)
- Bibliothekswesen (Library and Information Science)
- Künstliche Intelligenz (Artificial Intelligence)
- Sprachverarbeitung (Natural Language Processing)
- Maschinelles Lernen (Machine Learning), Data Mining

## Datenbanken (Database Management)

- Fokussiert auf strukturierte Daten, die in relationalen Tabellen gespeichert sind und nicht auf freien Text.
- Beschäftigt sich mit der effizienten Abarbeitung von wohldefinierten Anfragen in einer formalen Sprache (SQL).
- Klare Semantik für Daten und Anfragen.
- Aktuell beschäftigt man sich auch mit semi-strukturierten Daten wie XML (bringt DB näher zu IR)

→ Datenbanken-Vorlesung im Sommersemester

## Bibliothekswesen (Library and Information Science)

- Fokussiert auf die Mensch-Maschine-Schnittstelle des IR (human-computer interaction, user interface, visualization).
- Beschäftigt sich mit der effektiven Kategorisierung menschlichen Wissens.
- Beschäftigt sich mit der Analyse des Verhältnisses zwischen Personen und Publikationen.
- Aktuelle Arbeiten im Bereich der Digitalen Bibliotheken *bringen das BW näher an IR.*

→ **Siehe [www.bibsonomy.org](http://www.bibsonomy.org)**

## Künstliche Intelligenz (Artificial Intelligence)

- Fokussiert auf Methoden zur Akquisition, Repräsentation und zum Ableiten von (neuem) Wissen.
- Formalismen zur Repräsentation von Wissen und Anfragen sind:
  - Prädikatenlogik
  - Beschreibungslogiken
  - Bayesian Networks
- Aktuelle Arbeiten im Bereich Semantic Web und Ontologien schaffen einen engeren Bezug zu IR.

→ Vorlesung Künstliche Intelligenz im WS

## Sprachverarbeitung (Natural Language Processing)

- Fokussiert auf die syntaktische, semantische und pragmatische Analyse von natürlichsprachlichem Text
- Die syntaktische und semantische Analyse könnte eine bedeutungsbezogene anstatt einer stichwortbasierten Suche ermöglichen.

## Sprachverarbeitung in Richtung IR:

- Methoden zur Wortsinnerkennung von mehrdeutigen Wörtern im Kontext (*word sense disambiguation*).
- Methoden zur Identifikation von spezifischen Informationen in Texten (*information extraction*).
- Methoden zur Beantwortung von natürlichsprachlichen Anfragen auf Dokumentkorpora.

## Maschinelles Lernen (Machine Learning, ML) KDD, Data Mining

- Fokussiert auf die Entwicklung von Systemen, die in der Lage sind, ihre Leistung anhand ihrer Erfahrung zu steigern.
- Automatische Klassifikation von Beispielen basierend auf Lernmethoden, die auf vorklassifizierten Trainingsbeispielen basieren (*supervised learning*).
- Automatisierte Methoden zum Gruppieren von nicht-klassifizierten Beispielen in sinnvolle Gruppen (*unsupervised learning*).

→ Knowledge-Discovery-Vorlesung im WS

## ML in Richtung IR:

### Text-Kategorisierung

- Automatisches Klassifizieren in Hierarchien (Yahoo).
- Adaptive Filter/Recommender.
- Automatische Spamfilter.

### Text-Clustern

- Clustern von IR Anfrageergebnissen.
- Automatisches Ableiten von Hierarchien (Yahoo).

### Lernen für Informationsextraktion

### Text Mining

# Overview

- Introduction
  - What is IR, task, systems (in detail), history
  - Web search
  - IR related tasks
  - IR related research areas
- Boolean and Vector-Space Retrieval Models
  - Retrieval Models (Boolean, Statistical, Vector Space Model)
  - Weighting, Similarity Measure
- Basic Tokenizing, Indexing, and Implementation of Vector-Space Retrieval
  - Tokenizing, Stopwords, Stemming
  - Implementation of Sparse Vectors, Inverted Files, IDF computing
  - Retrieval with an Inverted Index
  - Analysis of time complexity
- Performance Evaluation of Information Retrieval Systems
  - Gold standard - Precision, Recall, F-Measure, Rank measures
  - Subjective relevance measures
  - Trec, Cystic Fibrosis Collection
- Query Operations (Relevance Feedback / Query Expansion)
  - Query Reformulation - Rochio Model, Pseudo Feedback, Thesaurus, Wordnet, statistical Thesaurus
  - Local vs. global Analysis of the query
- Query Languages
  - Boolean, Natural Language, Phrasal, Proximity and Structural Queries
  - Pattern Matching, Levenstein Distance, Regular Expressions
- Text Properties and Languages
  - Zipf's Law
  - Meta Data
- Web Search: Introduction
  - WWW history, Challenges for IR, Statistics about the web, web search principle
- Web Search: Spidering
  - Spiders, spider programming in java, link extraction, multi threaded spider, topic directed spider
- Web Search: Interfaces
  - Interface, Clustering
  - Apache TomCat, Servlet, Session Tracking, Simple Search Servlet
- Web Search: Link Analysis
  - Meta Search Engines, Bibliometrics, Hits, PageRank, Google Ranking,
- Recommender Systems
  - Book recommender, collaborative filtering, content based recommender, combination
  - experiments movie domain
  - Active learning
- Text Clustering & Classification
  - Introduction of Clustering and Classification, specific text properties for clustering and classification
- Information Extraction
  - MUC, Simple pattern, Template based Extraction, Filler Extraction,
  - Learning for IE
  - Web Extraction (shop bot)
- Aktuelle Suchmaschinen, Trends, Suche im Web 2.0