

Information Retrieval

Seminararbeit

des Studienganges Angewandte Informatik
an der Dualen Hochschule Baden-Württemberg Mannheim

von

Jesse-Jermaine Richter, Jonas Seng

27.08.2018

Matrikelnummer, Kurs:	8787549/1980179, TINF16AIBI
Ausbildungsfirma:	DZ BANK AG, Frankfurt
Betreuer der Ausarbeitung:	Herr Prof. Dr. Karl Stroetmann

Erklärung

Wir versichern hiermit, dass wir unsere Seminararbeit mit dem Thema: „Information Retrieval“ selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt haben.

Wir versichern zudem, dass die eingereichte elektronische Fassung mit der gedruckten Fassung übereinstimmt.

Ort, Datum

Unterschrift

Ort, Datum

Unterschrift

In dieser Seminararbeit wird das Thema „Information Retrieval“ anhand einer lokalen Suchmaschine näher erläutert...

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	7
1.1	Was ist Information-Retrieval?	7
1.2	Ziel der Arbeit	7
1.3	Stand der Forschung	8
1.3.1	Vector Space Model	8
1.3.2	Probabilistische Ansätze	8
2	Information Retrieval - Theoretische Grundlagen	9
2.1	Problemstellung	9
2.2	Strategiefindung	10

Abbildungsverzeichnis

Abkürzungstabelle

Abkürzung:	Bedeutung:
Abkürzung	Erklärung

1 Einleitung

1.1 Was ist Information-Retrieval?

Information-Retrieval (IR) beschreibt das Bereitstellen spezieller Informationen aus einer großen und unsortierten Datenmengen. Dieses Themengebiet fällt unter Informatik, Informationswissenschaften sowie Computerlinguistik und ist ein wesentlicher Bestandteil von Suchmaschinen wie Google.

Das Thema besitzt bereits seit einigen Jahren eine hohe, aber dennoch steigende Relevanz. Die Gründe der hohen Relevanz von IR liegen vor allem beim Einsatz von Suchmaschinen. Diese sind in Zeiten des Internets die wohl wichtigste Form der Informationsbeschaffung - und das in Bruchteilen von Sekunden. Aufgrund der immer schneller steigenden Informationsmengen wird das Thema künftig weiter an Relevanz gewinnen. Unternehmen, ebenso wie Privatanwender, wird eine immer weiter wachsende Menge von Informationen zugänglich, die organisiert werden muss, damit relevante bzw. spezifisch gesuchte Informationen jederzeit und ohne Verzögerung gefunden werden kann.

Um das Ziel der Bereitstellung von Informationen gewährleisten zu können, werden sämtliche Informationen bzw. Dokumente, welche später gefunden werden können sollen, durchsucht und gewichtet. Das zentrale Objekt der Informationsrückgewinnung stellt der invertierte Index dar, dessen Aufbau und Funktionsweise in den nächsten Kapiteln ausführlich erläutert wird. Weiter wird im Verlauf dieser Arbeit die Komprimierung des Indexes sowie das Tf-idf-Maß, welches zur Beurteilung der Relevanz eines Dokumentes genutzt wird, im Fokus stehen.

Die theoretischen Hintergründe des invertierten Index, der Komprimierung und des Tf-idf-Maß werden durch eine Beispiel-Implementierung einer lokalen Suchmaschine in Programmiersprache Python veranschaulicht.

1.2 Ziel der Arbeit

Ziel der Arbeit soll es sein, ein grundlegendes Verständnis des Themenkomplexes Information-Retrieval zu vermitteln. Das umfasst einerseits die theoretischen Hintergründe, die für die später vorgestellte Beispielimplementierung notwendig sind, sowie die Vorstellung der Beispielimplementierung an sich.

Die Beispielimplementierung soll hauptsächlich die folgenden Themengebiete umfassen:

- Aufbau eines invertierten Indexes
- Approximierende Beurteilung der Relevanz eines gefundenen Dokuments mittels tf-idf
- Komprimierung des invertierten Indexes

Die in dieser Arbeit vorgestellte Implementierung hat nicht den Anspruch auf hohe Performance, vielmehr dient diese dem Zwecke der praxisnahen Veranschaulichung der Funktionsweise von IR-Systemen.

1.3 Stand der Forschung

Dieser Abschnitt soll den aktuellen Stand der Forschung kurz umreißen. Es sollen dazu zwei Modelle von Information Retrieval knapp beschrieben werden, die für die Entwicklung einer lokalen Suchmaschine, von Bedeutung sind. Es wird jedoch nur ein Modell im Verlauf dieser Arbeit gezeigt.

1.3.1 Vector Space Model

Das Vector Space Model, zu deutsch Vektorraummodell, repräsentiert Dokumente und Anfragen als hochdimensionale, metrische Vektoren [2]. Der Anfrage-Vektor wird beim Retrieval-Prozess mit den Dokumenten-Vektoren verglichen. Dabei werden jedoch nur Dokumente betrachtet, welche mit der Anfrage in Verbindung stehen könnten [3]. Welche Dokumente mit der Anfrage in Verbindung stehen könnten, wird mithilfe des invertierten Index ermittelt.

Es gibt verschiedene Maße, mit denen die Vektoren miteinander verglichen werden können. Der einfachste Ansatz besteht darin, den Abstand zu berechnen, jedoch ist dies kein sehr gutes Maß. Besser und weit verbreitet ist deshalb das Cosinus-Maß (heißt das echt so?!), welches den Winkel zwischen Anfrage-Vektor und Dokumenten-Vektor angibt. Je kleiner der Winkel, desto höher ist die Relevanz des Dokuments [1].

Dieses Modell wird im Rahmen dieser Arbeit genauer beleuchtet und als Grundlage für die Beispielimplementierung genutzt.

1.3.2 Probabilistische Ansätze

Probabilistische Ansätze basieren auf Wahrscheinlichkeiten. Hierbei wird eine Abschätzung der Wahrscheinlichkeit berechnet, mit der ein Dokument d bezüglich einer Anfrage q relevant ist [1]. Zur Abschätzung der Wahrscheinlichkeit gibt es verschiedene Ansätze, die hier jedoch nicht weiter thematisiert werden sollen. Bei allen praktisch nutzbaren Ansätzen sind jedoch eine - je nach Ansatz - große oder kleine Menge von Zusatzinformationen über die Dokumentensammlung nötig [1].

2 Information Retrieval - Theoretische Grundlagen

2.1 Problemstellung

Wie in der Einleitung bereits angemerkt, beschreibt „Information Retrieval“ das Bereitstellen spezieller Informationen aus einer meist großen, unsortierten Datenmenge. Dabei bekommt das System eine vom Nutzer gestellte Query (Abfrage) und versucht auf dessen Basis, Daten, die meist als Dokumente vorliegen, zurückzuliefern. Im Gegensatz zu Abfragen im Datenbankumfeld beinhaltet die Query jedoch keinerlei Informationen, um ein spezielles Element eindeutig identifizieren zu können. Dies soll ein IR-System auch nicht leisten. Vielmehr sollen Ergebnisse zurückgeliefert werden, die mit hoher Wahrscheinlichkeit Relevanz bzgl. der gestellten Query besitzen. Der Nutzer selektiert dann die für diesen nötigen Dokumente.

Mathematisch lässt sich dies folgendermaßen formulieren: Aus einer Dokumentenmenge D soll mithilfe einer Funktion eine Teilmenge D_1 von D ermittelt werden, die relevant für eine Abfrage q ist.

Um diese Funktion sinnvoll definieren zu können, muss jedoch zuvor die Menge aller Queries, sowie die Menge aller Tokens definiert werden:

Definition 2.1 Sei $d \in D$ ein Dokument. Die Menge T_d ist nun die Menge aller Wörter, die in dem Dokument d enthalten sind: $T_d = \{t_1, \dots, t_n\}$.

Die Menge T ist die Menge aller Terme, die in den Dokumenten aus D vorkommen, also: $T = T_{d_1} \cup \dots \cup T_{d_n}$ mit $d_i \in D$.

Definition 2.2 Mithilfe der letzten Definition kann nun die Menge aller möglichen Queries definiert werden: $Q \subseteq 2^T$

Definition 2.3 Eine Funktion $f: Q \rightarrow D_1$ heißt Retrievalfunktion, wobei $D_1 \subseteq D$ gilt und Q die Menge aller Queries ist.

Nachdem die Problemstellung formuliert ist, muss eine Strategie entwickelt werden, wie die Funktion f dargestellt bzw. umgesetzt werden kann.

2.2 Strategiefindung

Dieser Abschnitt soll eine Übersicht bieten, wie das im Folgenden vorgestellte IR-System arbeiten soll.

Als Vorarbeit müssen alle Dokumente, die im Index aufgenommen werden sollen, in eine Codierung wie ASCII oder Unicode umgewandelt werden. Dazu wird ein Tool genutzt, das hier nicht weiter von Relevanz sein wird. Es sollen mindestens all diejenigen Dokumente in den Index aufgenommen werden, die im PDF-Format vorliegen.

Der erste Schritt, der das IR-System an sich leisten muss, ist das Erstellen von Tokens. Dazu wird jedes Dokument in Tokens aufgespalten. Ein Token ist in den meisten Fällen ein Wort, Satzzeichen wie Leerzeichen, Kommata usw. sollen nicht als Tokens behandelt werden und werden ignoriert.

Für jeden Token wird es später im Index einen Eintrag geben, der eine Liste mit weiteren Informationen hält. Diese Liste muss mindestens die Dokument-ID speichern, in dem das Token steht. In diesen Listen werden häufig noch weitere Informationen hinterlegt, beispielsweise die Häufigkeit eines Tokens.

Der zweite große Schritt besteht darin, einen Algorithmus zu entwerfen, der eine Query entgegennimmt und auf Basis der Query und des Index eine Liste von relevanten Dokumenten ausgibt. Dieser wird das in der Einleitung kurz vorgestellte Vektorraummodell verwenden. Weiter wird dieser für die Ermittlung der Relevanz die sogenannte TF-IDF-Gewichtung nutzen. Diese wird später noch ausführlich vorgestellt.

Neben diesen beiden Punkten wird der Index komprimiert, um Speicherplatz zu sparen und die Performance zu erhöhen.

Literatur

- [1] *Information Retrieval*. 2007. URL: http://www.is.informatik.uni-duisburg.de/courses/ie_ss07/folien/folien-ir.pdf (siehe S. 8).
- [2] *Vektorraum-Retrieval*. 2017. URL: <https://de.wikipedia.org/wiki/Vektorraum-Retrieval> (siehe S. 8).
- [3] *Klassische Information Retrieval Modelle Einführung* (siehe S. 8).