

Multimedia-Datenbanken im SS 2010

“Ähnlichkeitsmaße I”

Dr.-Ing. Marcin Grzegorzek

21.06.2010

6.1 Einführung

6.2 Dist. vs.
Ähnlichkeit

6.3 Grenzen

1. Einführung in MMDB

1.1 Grundlegende Begriffe

1.2 Suche in einem MMDBS

1.3 MMDBMS-Anwendungen

27.04.2010

2. Prinzipien des Information Retrievals

2.1 Einführung

2.2 Information-Retrieval-Modelle

2.3 Relevance Feedback

2.4 Bewertung von Retrieval-Systemen

2.5 Nutzerprofile

03.05.2010

6.1 Einführung

6.2 Dist. vs.
Ähnlichkeit

6.3 Grenzen

3. Einführung in Multimedia-Retrieval

3.1 Besonderheiten der Verwaltung und des Retrievals

3.2 Ablauf des Multimedia-Information-Retrievals

3.3 Daten eines Multimedia-Retrieval-Systems

3.4 Feature

3.5 Eignung verschiedener Retrieval-Modelle

3.6 Multimedia-Ähnlichkeitsmodell 10.05.2010

4. Feature-Transformationsverfahren

4.1 Diskrete Fourier-Transformation 11.05.2010

4.2 Diskrete Wavelet-Transformation 17.05.2010

4.3 Karhunen-Loeve-Transformation

4.4 Latent Semantic Indexing und Singulärwertzerlegung 31.05.2010

Inhalte und Termine

5. Distanzfunktionen

5.1 Eigenschaften und Klassifikation

5.2 Distanzfunktionen auf Punkten

07.06.2010

5.3 Distanzfunktionen auf Binärdaten

5.4 Distanzfunktionen auf Sequenzen

5.5 Distanzfunktionen auf allgemeinen Mengen

08.06.2010

6. Ähnlichkeitsmaße

6.1 Einführung

6.2 Distanz versus Ähnlichkeit

6.3 Grenzen von Ähnlichkeitsmaßen

21.06.2010

6.4 Konkrete Ähnlichkeitsmaße

6.5 Aggregation von Ähnlichkeitswerten

6.6 Umwandlung von Distanzen in Ähnlichkeitswerte und Normierung

6.7 Partielle Ähnlichkeit

6.1 Einführung

6.2 Dist. vs.
Ähnlichkeit

6.3 Grenzen

6.1 Einführung

6.2 Dist. vs.
Ähnlichkeit

6.3 Grenzen

7. Effiziente Algorithmen und Datenstrukturen

7.1 Hochdimensionale Indexstrukturen

7.2 Algorithmen zur Aggregation von Ähnlichkeitswerten

8. Anfragebehandlung

8.1 Einführung

8.2 Konzepte der Anfragebehandlung

8.3 Datenbankmodell

8.4 Sprachen

9. Zusammenfassung

Overview

6.1 Einführung

6.2 Dist. vs.
Ähnlichkeit

6.3 Grenzen

6.1 Einführung

6.2 Distanz versus Ähnlichkeit

6.3 Grenzen von Ähnlichkeitsmaßen

6.1 Einführung

6.2 Dist. vs.
Ähnlichkeit

6.3 Grenzen

6.1 Einführung

6.2 Distanz versus Ähnlichkeit

6.3 Grenzen von Ähnlichkeitsmaßen

Allgemeines

6.1 Einführung

6.2 Dist. vs.
Ähnlichkeit

6.3 Grenzen

- ▶ Objekte werden von Menschen als ähnlich wahrgenommen, wenn sie bei Menschen zu ähnlichen Reizen führen.
- ▶ Wir gehen hier davon aus, dass die relevanten Reize den extrahierten und aufbereiteten Feature-Werten entsprechen.
- ▶ Eine allgemein akzeptierte und exakte Definition des Begriffs Ähnlichkeit gibt es nicht.
- ▶ In Gebieten wie z. B. Psychologie, Mathematik, Statistik, Bildverarbeitung, und Mustererkennung wird zu diesem Thema geforscht und es wurden viele unterschiedliche Ähnlichkeitsmodelle entwickelt.

Definition

Ein Ähnlichkeitsmaß ist eine Funktion, die einem Paar von Objekten eine Zahl aus dem reellen Intervall $[0, 1]$ zuordnet. Dabei korrespondiert der Wert 1 zur maximalen Ähnlichkeit und der Wert 0 zur maximalen Unähnlichkeit.

Overview

6.1 Einführung

6.2 Dist. vs.
Ähnlichkeit

6.3 Grenzen

6.1 Einführung

6.2 Distanz versus Ähnlichkeit

6.3 Grenzen von Ähnlichkeitsmaßen

Probleme mit den Distanzfunktionen

6.1 Einführung

6.2 Dist. vs.
Ähnlichkeit

6.3 Grenzen

- ▶ In der Psychologie wurden Untersuchungen durchgeführt, die belegen, dass die Distanzeigenschaften im Allgemeinen für das menschliche Ähnlichkeitsempfinden zu restriktiv sind.
- ▶ *Selbstidentität*. Diese Eigenschaft, formuliert als $d(A, A) = 0$, gilt für das menschliche Empfinden nicht grundsätzlich.
- ▶ *Positivität*. Diese Eigenschaft wurde für Menschen widerlegt.
- ▶ *Symmetrie*. Beim Ähnlichkeitsempfinden zwischen einem Suchbild und einem Datenbild macht es einen Unterschied, wenn die beiden Bilder ihre Rollen tauschen.
- ▶ *Dreiecksungleichung*. Menschen neigen oft dazu, Unterschiede zwischen Vergleichsobjekten zu hoch zu bewerten, wenn kein drittes Referenzobjekt zum Vergleich erfahrbar ist.

Beispiel 1

6.1 Einführung

6.2 Dist. vs.
Ähnlichkeit

6.3 Grenzen

- ▶ Sucht man in einer Bilddatenbank ein Bild A mit einem Haus, dann akzeptiert man in der Regel ein Datenbankbild B, das neben dem Haus weitere Objekte zeigt (z. B. ein Baum).
- ▶ Sucht man jedoch anhand des Datenbankbildes B und erhält das ursprüngliche Suchbild A, wird der Baum vermisst.

Beispiel 2

6.1 Einführung

6.2 Dist. vs.
Ähnlichkeit

6.3 Grenzen

- ▶ Vergleicht man ein Kreis (Objekt A) mit einem Kreuz (Objekt B), stellt man kaum Gemeinsamkeiten fest.
- ▶ Beide Objekte haben aber Gemeinsamkeiten zum dritten Objekt - einem Kreuz in einem Kreis (Objekt C)
- ▶ Der Mensch neigt zu der Bewertung:
 $d(A, B) > d(A, C) + d(B, C)$

Distanz vs. Ähnlichkeit - Schlussfolgerung

6.1 Einführung

6.2 Dist. vs.
Ähnlichkeit

6.3 Grenzen

- ▶ Die geschilderten Probleme zeigen, dass Distanzeigenschaften nicht generell auf Ähnlichkeitsmaße übertragbar sind.
- ▶ In vielen Anwendungen wurden trotzdem gute Erfahrungen mit Ähnlichkeitsberechnungen auf der Grundlage von Distanzfunktionen gemacht.
- ▶ Da die Distanzeigenschaften im Allgemeinen als zu restriktiv erachtet werden, wird im Folgenden statt einer Distanz der Begriff des Ähnlichkeitsabstandes verwendet.

Ähnlichkeitsabstand nach Tversky und Gati

- ▶ *Dominanz*. Der Ähnlichkeitsabstand, der mehrere Dimensionen berücksichtigt, kann nicht kleiner als der maximale Ähnlichkeitsabstand aller einzelner Dimensionen sein.
- ▶ *Konsistenz*. Die einzelnen Dimensionswerte wirken unabhängig voneinander.
- ▶ *Transitivität*. Mögliche Reihenfolgen von Objekten müssen pro Dimension transitiv wirken. Eine Reihenfolge von drei Objekten $x_1|x_2|x_3$ gilt, wenn x_2 zwischen x_1 und x_3 liegt. Die Transitivität fordert, dass wenn $x_1|x_2|x_3$ und $x_2|x_3|x_4$ gelten, dass dann auch $x_1|x_2|x_4$ und $x_1|x_3|x_4$ erfüllt sein müssen.

Ähnlichkeitsabstand nach Tversky und Gati

6.1 Einführung

6.2 Dist. vs.
Ähnlichkeit

6.3 Grenzen

- ▶ Man kann nachweisen, dass diese Eigenschaften allgemeiner als die Distanzeigenschaften sind.
- ▶ Die Symmetrieeigenschaft wird für einen Ähnlichkeitsabstand nicht gefordert.
- ▶ Die drei Eigenschaften besitzen eine wichtige Eigenart. Wendet man auf den Werten eines solchen Abstandmaßes eine monoton steigende Funktion an, bleiben dadurch die Eigenschaften erhalten.

Overview

6.1 Einführung

6.2 Dist. vs.
Ähnlichkeit

6.3 Grenzen

6.1 Einführung

6.2 Distanz versus Ähnlichkeit

6.3 Grenzen von Ähnlichkeitsmaßen

Allgemeines

6.1 Einführung

6.2 Dist. vs.
Ähnlichkeit

6.3 Grenzen

- ▶ Maschinell berechenbaren Ähnlichkeitswerten sind im Vergleich zum menschlichen Ähnlichkeitsempfinden enge Grenzen gesetzt. Diese Grenzen sollen hier diskutiert werden.
- ▶ Ähnlichkeitswerte werden automatisch aus Feature-Werten berechnet.
- ▶ Semantische Eigenschaften in Feature-Daten sind oft holistischer Natur. Dies bedeutet, dass die interessierenden Eigenschaften nicht exakt bestimmten Feature-Werten zugeordnet werden können, sondern durch die Gesamtheit der Daten ausgedrückt werden.

Beispiel 3

6.1 Einführung

6.2 Dist. vs.
Ähnlichkeit

6.3 Grenzen

- ▶ Ein MM-System soll auf beliebigen Rasterbildern Hunde erkennen. Dies ist jedoch nicht zuverlässig möglich, da die Eigenschaft “Hund” weder an einzelne Pixel noch an bestimmte Feature-Werte exakt gebunden werden kann, sondern durch die Gesamtheit der Daten ausgedrückt wird.
- ▶ Bei der menschlichen Ähnlichkeitsempfindung spielt bewusst oder unbewusst immer ein bestimmtes Weltwissen eine Rolle.

Beispiel 4

6.1 Einführung

6.2 Dist. vs.
Ähnlichkeit

6.3 Grenzen

- ▶ Wird einem geschichteinteressierten Deutschen ein Photo von Erich Honecker und eine Abbildung von einem Trabi präsentiert, ergibt sich für ihn eine gewisse Ähnlichkeit aufgrund der DDR-Zugehörigkeit.
- ▶ Ohne Weltwissen ist ein solcher Zusammenhang nicht erkennbar.
- ▶ Ein großes Problem ist daher die Subjektivität menschlich wahrgenommener Ähnlichkeit.

Beispiel 5

6.1 Einführung

6.2 Dist. vs.
Ähnlichkeit

6.3 Grenzen

- ▶ Ein weit verbreiteter “Volkssport” ist das Vergleichen von Gesichtszügen eines Kindes mit denen der Eltern. Kommt das Kind mehr nach dem Vater oder nach der Mutter?
- ▶ Dabei stellt sich heraus, dass die Meinungen weit auseinanderliegen.
- ▶ Oft ist das Ergebnis solcher Ähnlichkeitstests abhängig davon, wie gut derjenige die Elternteile kennt.
- ▶ Weiterhin werden oft unterschiedliche Merkmale für den Vergleich herangezogen und unterschiedliche gewichtet.

Drei Ebenen der Inhaltsverarbeitung

Bezüglich der Verwendung von Weltwissen unterscheidet man drei Ebenen, wie der Inhalt von Medienobjekten verwaltet und eine Ähnlichkeit berechnet werden könnte:

- ▶ *Syntaktische Ebene*: Hier erfolgt die Verarbeitung rein syntaktisch, ohne dass die Bedeutung der Medienobjekte berücksichtigt wird.
- ▶ *Semantische Ebene*: Auf dieser Ebene wird die Bedeutung von Medienobjekten verwaltet und für den Ähnlichkeitsvergleich verwendet.
- ▶ *Pragmatische Ebene*: Auf der pragmatischen Ebene werden Medienobjekte interpretiert und thematisch Kategorien zugeordnet.

6.1 Einführung

6.2 Dist. vs. Ähnlichkeit

6.3 Grenzen

Pre-Attentive vs. attentive Wahrnehmung

6.1 Einführung

6.2 Dist. vs.
Ähnlichkeit

6.3 Grenzen

- ▶ Bei der menschlichen Wahrnehmung von Reizen wird die sog. pre-attentive von der attentiven Wahrnehmung unterschieden (nur visuelle Reize).
- ▶ Die pre-attentive Wahrnehmung erfolgt in den ersten 250ms. In dieser Zeit ist ein Mensch noch nicht in der Lage, sein Weltwissen zur Interpretation zu nutzen.
- ▶ Dies erfolgt in der attentiven Phase.

Nachbildung der pre-attentiven Wahrnehmung

6.1 Einführung

6.2 Dist. vs.
Ähnlichkeit

6.3 Grenzen

Ein Ziel der Feature-Extraktion und beim Ähnlichkeitsvergleich ist es, die pre-attentive Phase nachzubilden. Es handelt sich um folgende Features:

- ▶ Linienorientierung,
- ▶ Länge, Breite, Größe von Objekten,
- ▶ Krümmung,
- ▶ Anzahl von Objekten, und
- ▶ Farbe und Intensität von Objekten.

Leider sind solche Features nicht immer leicht algorithmisch berechenbar.