Ludwig-Maximilians-Universität München
Institut für Informatik
Lehr- und Forschungseinheit für Datenbanksysteme

Skript zur Vorlesung

Knowledge Discovery in Databases

im Wintersemester 2007/2008

Kapitel 1: Einleitung

Vorlesung+Übungen:
Dr. Peer Kröger, Dr. Matthias Schubert

http://www.dbs.ifi.lmu.de/Lehre/KDD

Vorlesungs-Team

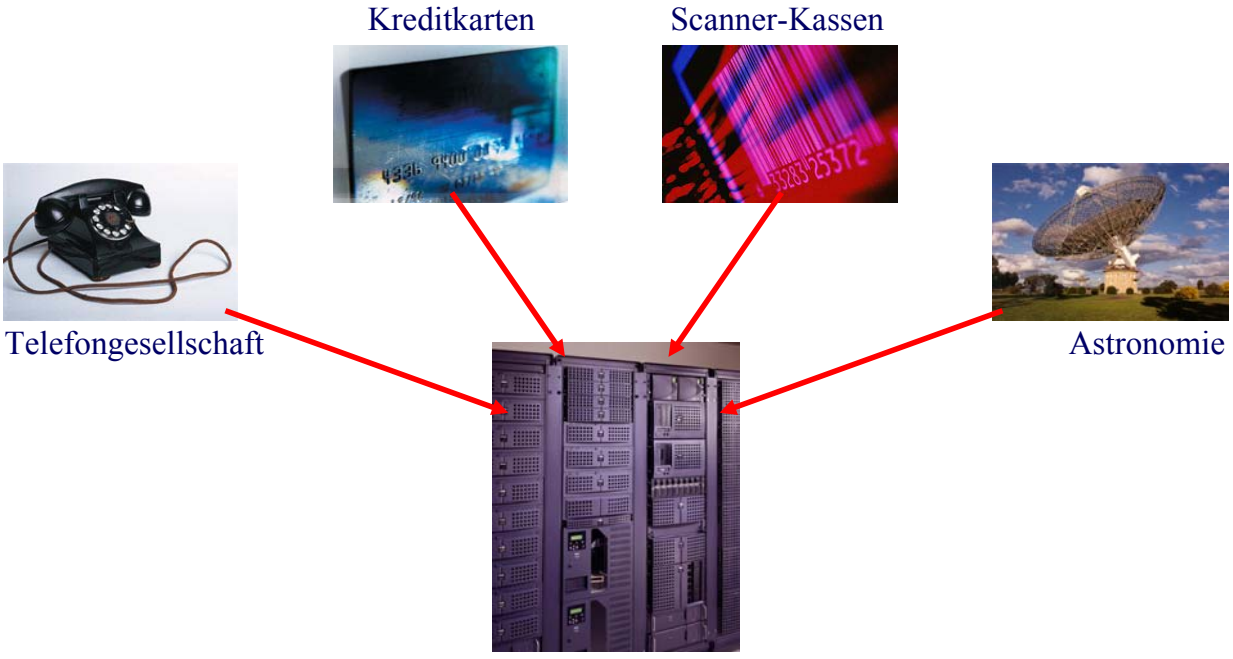
Dr. Peer Kröger
Oettingenstr. 67, Zimmer E 1.08
Tel. 089/2180-9327

Dr. Matthias Schubert
Oettingenstr. 67, Zimmer E 1.09
Tel. 089/2180-9328

Organisatorisches

- **Aktuelles**
  - Vorlesung: Dienstag, 13-16 Uhr (M 014, Hauptgebäude)
  - Übung: Donnerstag, 12-14 Uhr (0.33, Oettingenstr. 67)
    Freitag, 12-14 Uhr (0.37, Oettingenstr. 67)
    Freitag, 14-16 Uhr (0.37, Oettingenstr. 67)
- Anmeldung für den Übungsbetrieb auf der Homepage unter
  http://www.dbs.informatik.uni-muenchen.de/Lehre/KDD
  (Anmeldeschluß : **7 Dezember 2007**)
- Klausur: Der Stoff der Klausur wird in der Vorlesung und in den Übungen besprochen.
  (Das Skript ist lediglich eine Lernhilfe.)

Motivation



- Riesige Datenmengen werden in Datenbanken gesammelt
- Analysen können nicht mehr manuell durchgeführt werden

Von den Daten zum Wissen

	Daten	Methode	Wissen
	Verbindungsd. Rechnungserst.	Outlier Detection	Betrug
	Transaktionen Abrechnung	Klassifikation	Kreditwürdigkeit
	Transaktionen Lagerhaltung	Assoziationsregeln	Gemeinsam gekaufte Produkte
	Bilddaten Kataloge	Klassifikation	Klasse eines Sterns

Definition KDD

[Fayyad, Piatetsky-Shapiro & Smyth 1996]

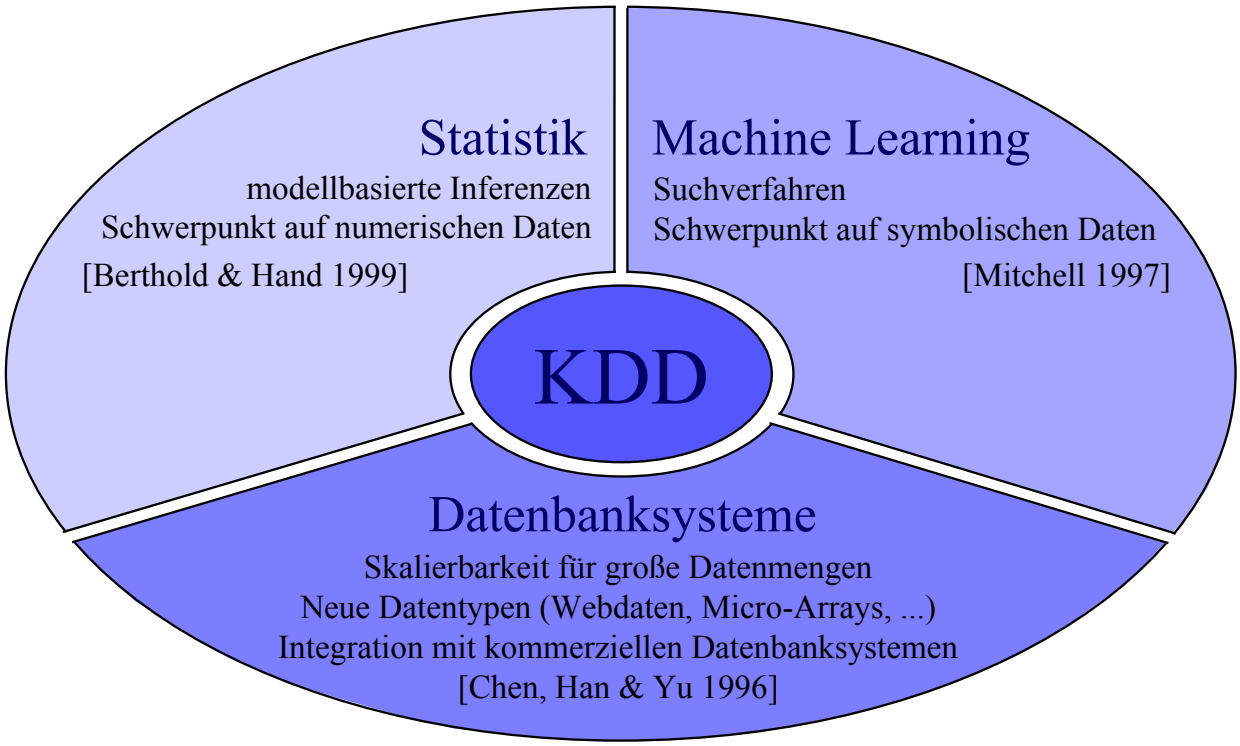
Knowledge Discovery in Databases (*KDD*) ist der Prozess der (semi-) automatischen Extraktion von Wissen aus Datenbanken, das

- *gültig*
- *bisher unbekannt*
- und *potentiell nützlich* ist.

Bemerkungen:

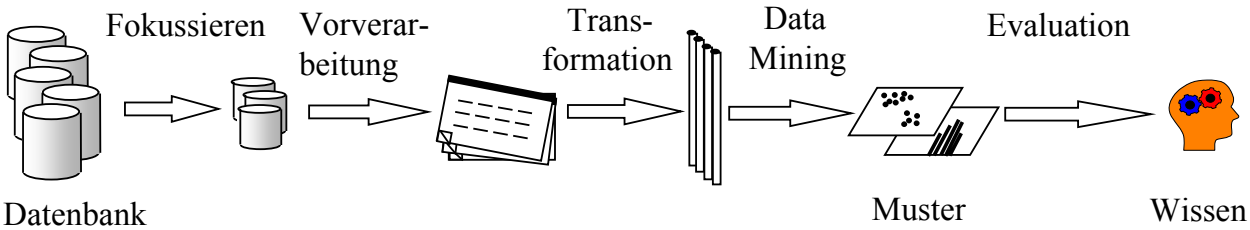
- (*semi-*) *automatisch*: im Unterschied zu manueller Analyse. Häufig ist trotzdem Interaktion mit dem Benutzer nötig.
- *gültig*: im statistischen Sinn.
- *bisher unbekannt*: bisher nicht explizit, kein „Allgemeinwissen“.
- *potentiell nützlich*: für eine gegebene Anwendung.

Teilbereiche KDD



Das KDD-Prozessmodell

Prozessmodell nach Fayyad, Piatetsky-Shapiro & Smyth



Fokussieren:
- Beschaffung der Daten
- Verwaltung (File/DB)
- Selektion relevanter Daten

Vorverarbeitung:
- Integration von Daten aus unterschiedlichen Quellen
- Vervollständigung
- Konsistenzprüfung

Transformation
- Diskretisierung numerischer Merkmale
- Ableitung neuer Merkmale
- Selektion relevanter Merkm.

Data Mining
- Generierung der Muster bzw. Modelle

Evaluation
- Bewertung der Interessantheit durch den Benutzer
- Validierung: Statistische Prüfung der Modelle

Data Mining Aufgaben

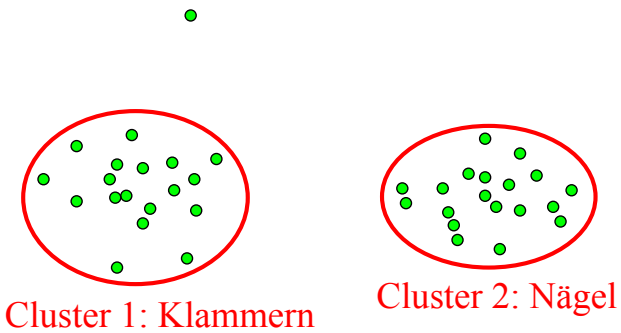
Wichtigste Data-Mining-Verfahren auf Merkmals-Vektoren:

Clustering Outlier Detection	Unsupervised Learning
Klassifikation Regression	Supervised Learning

Supervised: Ein Ergebnis-Merkmal soll gelernt/geschätzt werden
Unsupervised: Die Datenmenge soll lediglich in Gruppen unterteilt werden

Darüber hinaus gibt es zahlreiche Verfahren, die nicht auf Merkmalsvektoren, sondern z.B. auf Texten, Mengen, Graphen arbeiten.

Clustering



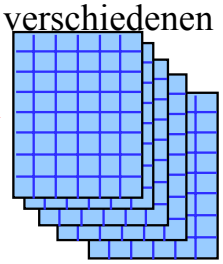
Clustering heißt: Zerlegung einer Menge von Objekten (bzw. Feature-Vektoren) so in Teilmengen (Cluster), dass

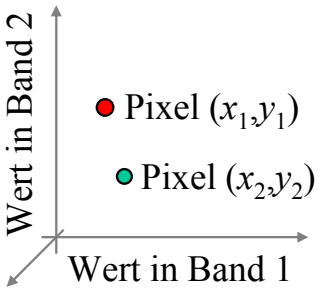
- die Ähnlichkeit der Objekte innerhalb eines Clusters maximiert
- die Ähnlichkeit der Objekte verschiedener Cluster minimiert wird

Idee: Die verschiedenen Cluster repräsentieren meist unterschiedliche Klassen von Objekten; bei unbek. Anzahl und Bedeutung der Klassen

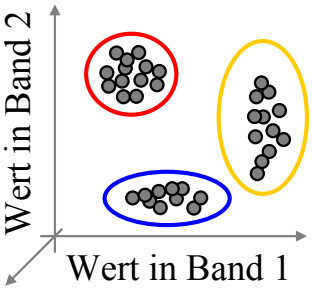
Anwendung: Thematische Karten

Aufnahme der Erdoberfläche
in 5 verschiedenen Spektren



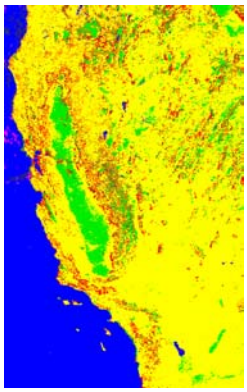


Cluster-Analyse



Rücktransformation
in *xy*-Koordinaten

Farbcodierung nach
Cluster-Zugehörigkeit



Outlier Detection

Datenfehler?
Betrug?

Outlier Detection bedeutet:
Ermittlung von untypischen Daten

Anwendungen:

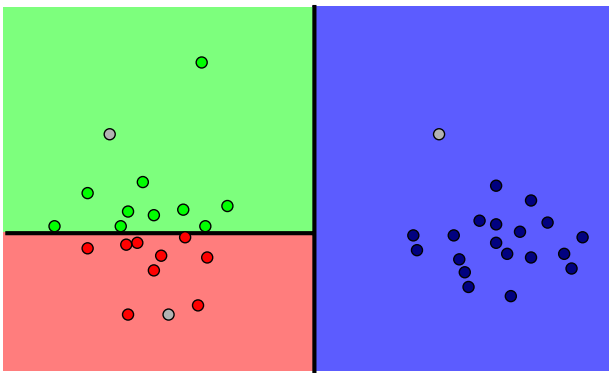
- Entdeckung von Missbrauch etwa bei
  - Kreditkarten
  - Telekommunikation
- Datenfehler

Anwendung

- Analyse der SAT.1-Ran-Fußball-Datenbank (Saison 1998/99)
  - 375 Spieler
  - Primäre Attribute: Name, Einsätze, Tore, Spielposition (Torwart, Abwehr, Mittelfeld, Sturm),
  - Abgeleitetes Attribut: Tore pro Spiel
  - Outlier Analyse auf (Spielposition, Einsätze, Tore pro Spiel)
- Ergebnis
  - Top 5 Outliers:

Rang	Name	Einsätze	Tore	Position	Erklärung
1	Michael Preetz	34	23	Sturm	Torschützenkönig
2	Michael Schjönberg	15	6	Abwehr	Abwehrspieler mit den meisten Toren
3	Hans-Jörg Butt	34	7	Torwart	Torwart mit den meisten Toren
4	Ulf Kirsten	31	19	Sturm	2. Torschützenkönig
5	Giovanne Elber	21	13	Sturm	Hohe Tore-pro-Spiel Quote

Klassifikation



Aufgabe:
Lerne aus den bereits klassifizierten *Trainingsdaten* die *Regeln*, um neue Objekte nur aufgrund der Merkmale zu klassifizieren

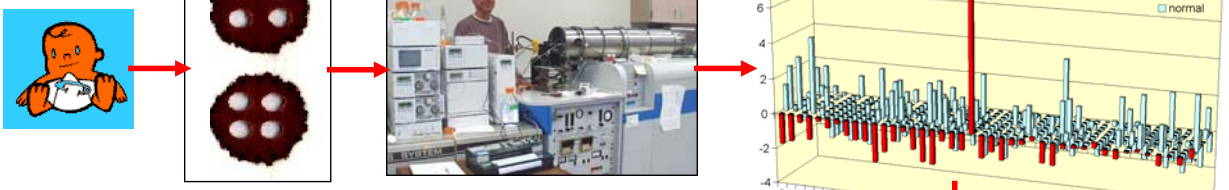
Das Ergebnismerkmal (Klassenvariable) ist nominal (*kategorisch*)

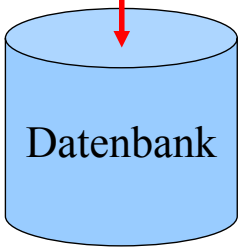
Anwendung: Neugeborenen-Screening

Blutprobe des Neugeborenen

Massenspektrometrie

Metabolitenspektrum

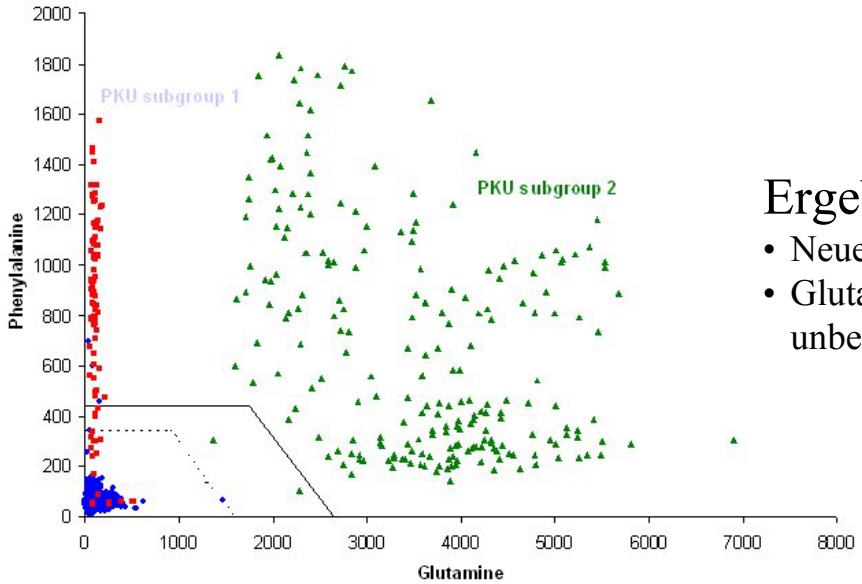




14 analysierte Aminosäuren:

alanine
arginine
argininosuccinate
citrulline
glutamate
glycine
methionine
phenylalanine
pyroglutamate
serine
tyrosine
valine
leucine+isoleucine
ornitine

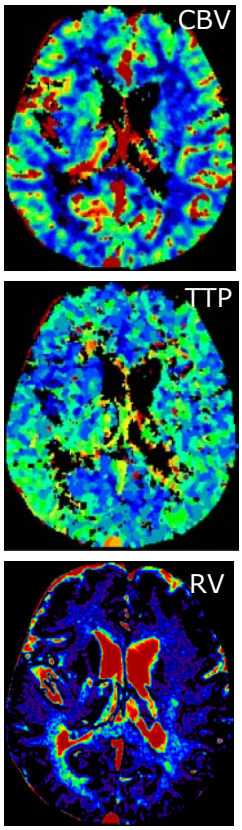
Anwendung: Neugeborenen-Screening



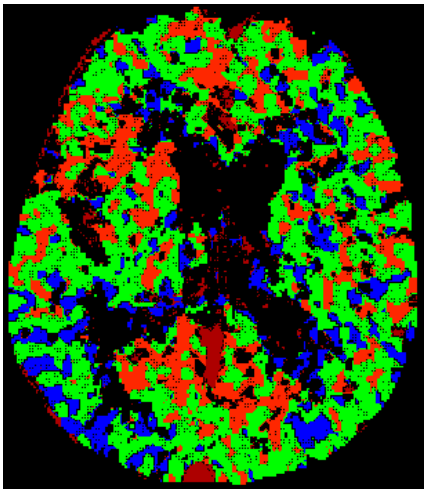
Ergebnis:

- Neuer diagnostischer Test
- Glutamin als bisher unbekannter Marker

Anwendung: Gewebeklassifikation



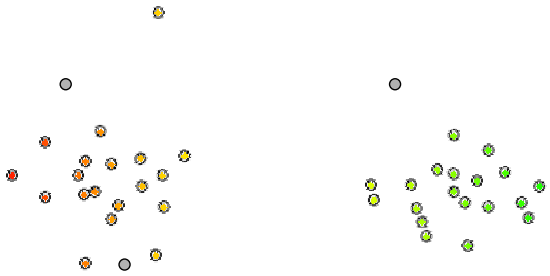
- Schwarz: Ventrikel + Hintergrund
- Blau: Gewebe 1
- Grün: Gewebe 2
- Rot: Gewebe 3
- Dunkelrot: Große Gefäße

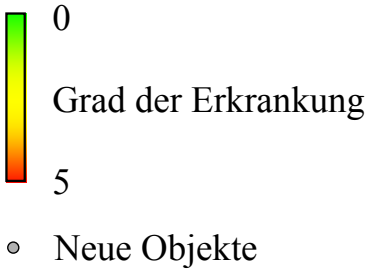


	Blau	Grün	Rot
TTP (s)	**20.5**	**18.5**	**16.5**
CBV (ml/100g)	**3.0**	**3.1**	**3.6**
CBF (ml/100g/min)	**18**	**21**	**28**
RV	**30**	**23**	**21**

Ergebnis: Klassifikation cerebralen Gewebes anhand funktioneller Parameter mittels dynamic CT möglich.

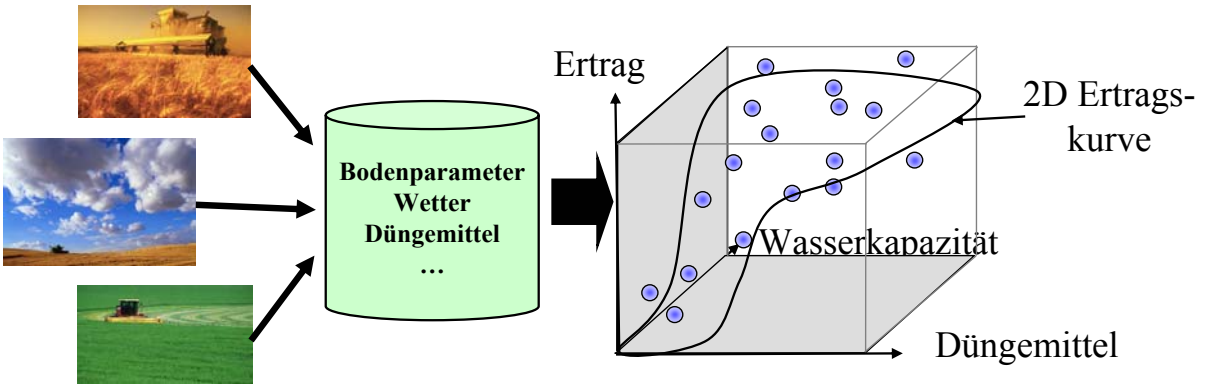
Regression





Aufgabe:
Ähnlich zur Klassifikation, aber das Ergebnis-Merkmal, das gelernt bzw. geschätzt werden soll, ist *metrisch*

Anwendung: Precision Farming



- Erstellen einer Ertragskurve, die von mehreren Parametern wie Bodenbeschaffenheit, Wetter und Düngemittelausbringung abhängt.
- Erst eine geeignete Anpassung der Düngemittelausbringung kann eine ertragsoptimale Nutzung in Abhängigkeit von Umweltfaktoren bewirken.
- Das Thema ist auch wegen der Umweltbelastung durch Überdüngung wichtig.

Assoziationsregeln

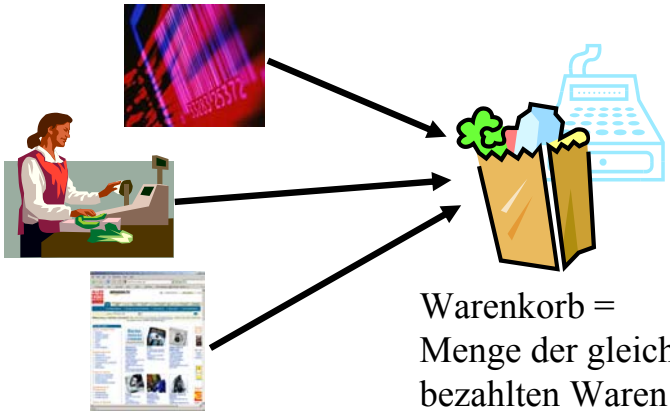
a,**b,c,d**,e
b,c,d
a,**b,c,d**
a,**b,c,d**,e
a,c,e,f
d,c,e,f
a,**b,c,d**,f

In 5 von 7 (ca. 71 %) der Fälle kommt **b,c,d** zusammen vor.

In 5 von 5 Fällen (100 %) gilt:
Wenn **b,c** in der Menge, dann ist auch **d** in der Menge.

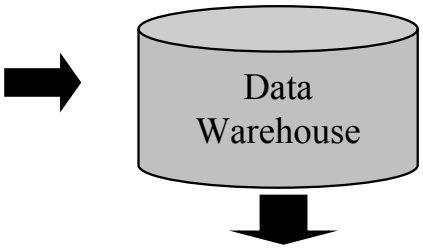
Aufgabe:
Finde alle Regeln in einer Datenbank von diskreten Mengen der folgenden Art:
Wenn *a, b, c* in der Menge M enthalten sind, dann ist auch *t* mit einer Wahrscheinlichkeit vom X % in der Menge enthalten.

Anwendung: Warenkorbanalyse



Warenkorb =
Menge der gleichzeitig
bezahlten Waren

evtl. Verallgemeinerung:
- Paprika-Chips ➡ Knabbereien
- Anreichern mit Kundendaten



Assoziationsregeln

Ergebnis:

- Häufig zusammen gekaufte Artikel können im Supermarkt besser zueinander positioniert werden: Windeln werden häufig mit Bierkästen zusammen gekauft
  => Positioniere Bier auf dem Weg von Windeln zur Kasse
- Generiere Empfehlungen für Kunden mit ähnlichen Warenkörbe:
  Kunden die „Krieg der Sterne“ I-VI gekauft haben, sind vielleicht auch an „Herr der Ringe“ I-III interessiert.

Überblick über die Vorlesung (Momentaner Stand der Planung)

1 Einleitung
2 Merkmalsräume
3 Klassifikation
4 Regression
5 Clustering
6. Outlier Detection
7. Assoziationsregeln
8. Data Warehousing und Generalisierung
9. High-Performance Data Mining
10. Ausblick: KDD 2 und Maschinelles Lernen und Data Mining

Literatur

Lehrbuch zur Vorlesung (deutsch):

Ester M., Sander J.

Knowledge Discovery in Databases: Techniken und Anwendungen

ISBN: 3540673288, Springer Verlag, September 2000, € 39,95

Weitere Bücher (englisch):

Berthold M., Hand D. J. (eds.)

Intelligent Data Analysis: An Introduction

ISBN: 3540430601, Springer Verlag, Heidelberg, 1999, € 63,24

Han J., Kamber M.

Data Mining: Concepts and Techniques

ISBN: 1558609016, Morgan Kaufmann Publishers, March 2006, € 54,95

Mitchell T. M.

Machine Learning

ISBN: 0071154671, McGraw-Hill, 1997, € 61,30

Witten I. H., Frank E.

Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques with Java Implementations

ISBN: 1558605525, Morgan Kaufmann Publishers, 2000, € 50,93