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

Skript zur Vorlesung

Knowledge Discovery in Databases II

im Wintersemester 2011/2012

Kapitel 1:Einleitung und Überblick

http://www.dbs.informatik.uni-muenchen.de/cms/Knowledge_Discovery_in_Databases_II_(KDD_II)

Organisatorisches

Aktuelles

- Vorlesung: Dienstag, 14-17 Uhr Raum A 021 (Hauptgebäude)
- Übung: Freitag, 10-12 Uhr, Raum 033 (Oettingenstr. 67)
  Freitag, 14-16 Uhr, Raum 033 (Oettingenstr. 67)

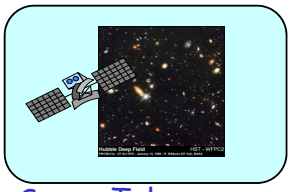
Alle wichtigen Informationen (z.B. Skript) sind im WWW unter:
www.dbs.informatik.uni-muenchen.de/cms/Knowledge_Discovery_in_Databases_II_(KDD_II)

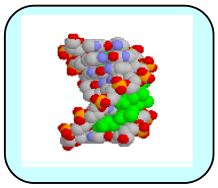
Scheinerwerb:

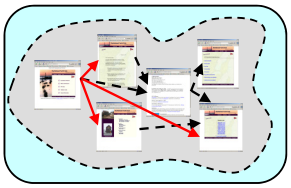
In der Abschlussprüfung wird der Stoff geprüft, der in der Vorlesung und den Übungen besprochen wurde.
Das zur Vorlesung erhältliche Skript ist lediglich als Lernhilfe zu verstehen.

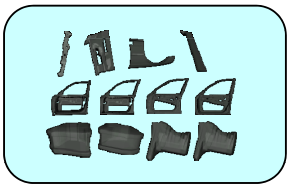
Knowledge Discovery in Datenbanken

Große Mengen an komplexen Datenobjekten


Space Telescopes


Biomolekül-Datenbanken


WWW


CAD-Kataloge

Manuelle Analyse zu aufwendig !!

⇒ **Knowledge Discovery in Datenbanken und Data Mining**

Ziel: - Deskriptive Muster: Warum verhalten sich die Daten so ?
(Explizite Beschreibung von Beobachtungen in Regeln)

- Praeskriptive Muster: Wie werden sich Daten verhalten ?
(Vorhersage der Objektklasse und des Objektverhaltens)

WICHTIG: Gefundene Muster sind selten allgemeingültig sondern meist nur häufig gültig.

Definition KDD

[Fayyad, Piatetsky-Shapiro & Smyth 1996]

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

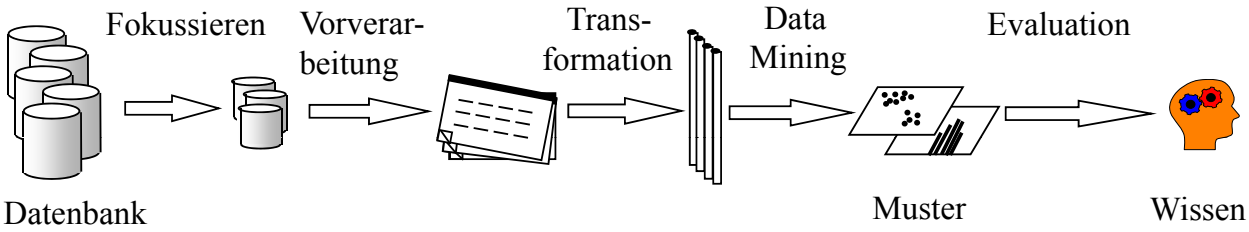
- *gültig*
- *bisher unbekannt*
- und *potentiell nützlich* ist.

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.

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.

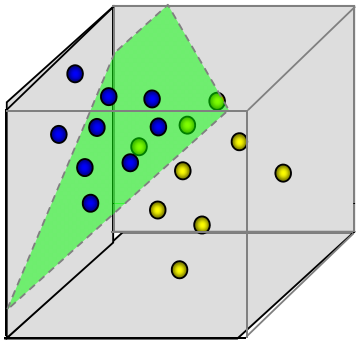
Data Mining
- Generierung der Muster bzw. Modelle

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

Inhalte KDD I

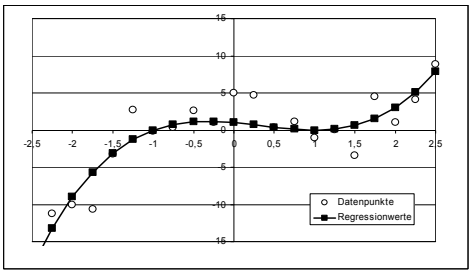
- Clustering
  partitionierendes, agglomeratives, dichte-basiertes Clustering usw.
- Outlier Detection
- Klassifikation
  NN-Klassifikation, Bayes-Verfahren, SVM, Entscheidungsbäume
- Assoziationsregeln
  (Pattern Mining)
- Regression
- Effizienzsteigerung
- Data Warehousing

Klassifikation und Regression



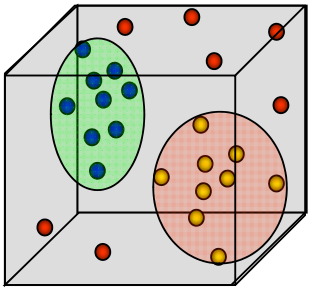
Klassifikation: (supervised learning)
Lerne anhand von Beispielen, wie sich verschiedene Klassen von Objekten unterscheiden.
⇒ Bestimmung der Klasse neuer Objekte
⇒ Erkenne Charakteristika der einzelnen Klassen

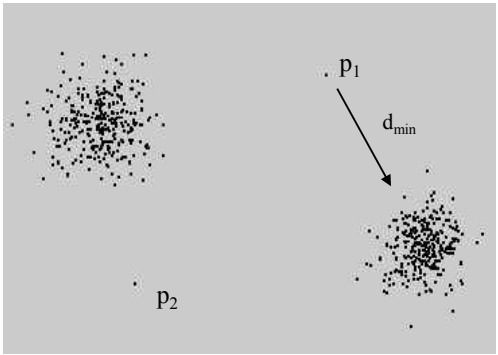
Regression: (supervised learning)
Lerne anhand von Beispielen, wie sich verschiedene Objekte auf eine reelle Zielvariable abbilden lassen:
⇒ Bestimmung der Zielvariable für neue Objekte
⇒ Erkenne Zusammenhang zwischen Objekten und Zielvariable



Clustering und Outlier Detection

Clustering: (Unsupervised Learning)
Finde Objektgruppen (Cluster) in der Datenbank so, daß:
⇒ Objekte des gleichen Clusters ähnlich
⇒ Objekte unterschiedlicher Cluster unähnlich





Outlier Detection:
Finde Objekte, die nicht durch die in einer Datenmenge bekannte Mechanismen erklärbar sind:
⇒ Lerne Outlier (Supervised)
⇒ Finde Outlier (z. B. über Distanzen) (Unsupervised)

Assoziationregeln

TransaktionsID	Items
2000	A,B,C
1000	A,C
4000	A,D
5000	B,E,F

Assoziationsregeln:
Finde Regeln über die Elemente in großen Transaktionsdatenbanken.
(Transaktion = Teilmenge aller möglichen Mengenelemente)
⇒ finde häufig zusammen auftretende Elemente
⇒ finde Regeln der Form:
*Wenn **A** in Transaktion **T** enthalten ist, dann ist auch **B** mit Wahrscheinlichkeit **x%** in **T** enthalten.*

Inhalte KDD II

Weiterführende Methoden des Data Mining:

- Data Mining und Knowledge Discovery ist ein noch junges Gebiet (ca. 15 Jahre)
- in den letzten Jahren, Einzug in die Praxis
  ⇒ neue Probleme aus der Praxis
- neue Lösungsansätze und Themengebiete
- Grundannahmen der Basisalgorithmen sind häufig verletzt

  Basisannahmen:
  - Daten alle in einer Datenbank
  - alle Features sind potentiell nützlich
  - Distanzen aussagekräftig
  - Daten werden durch einen Vektorraum beschrieben (eine DB-Tabelle)
  - Datenobjekte unabhängig voneinander

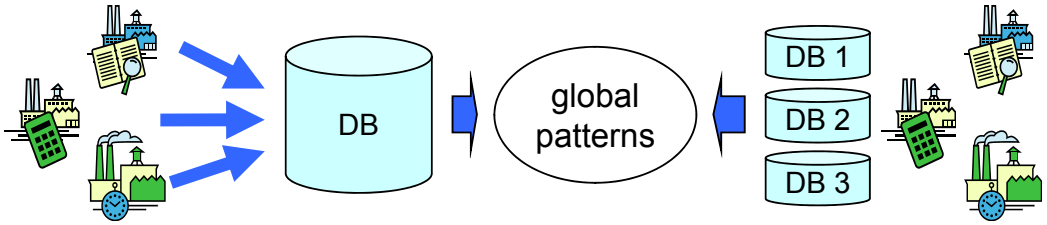
  ⇒ Neue Lösungsansätze,
  die ohne diese Annahmen auskommen

Verteilte Datenbestände

Bisher:

Alle Daten sind vollständig in einer Datenbank integriert.

Aber: Verteilte Systeme, Parallele Verarbeitung, Schutz der Privatsphäre bei Data Mining über mehrere Datenquellen hinweg.



vereinige Daten
und wende dann
Data Mining an

betreibe lokales
Data Mining,
vereinige lokale
Modelle

Verteilte Datenbestände

Problemstellung:

Erst Daten integrieren und dann Data Mining anwenden, ist häufig problematisch:

- Datentransfer teuer
- Update-Problematik
- Datenschutz für lokale Informationen

Lösungsansatz:

Suche lokale Muster und kombiniere sie zu globalen Mustern.

Anforderungen:

- Datenschutz für lokale Daten (Privacy Preservation)
- manche globale Muster lassen sich nicht aus lokalen ableiten.
- mit zentraler Instanz (alle Muster werden bei einem Server kombiniert)
- ohne zentral Instanz
  (lokale Muster werden unter gleich berechtigten Partnern ausgetauscht)

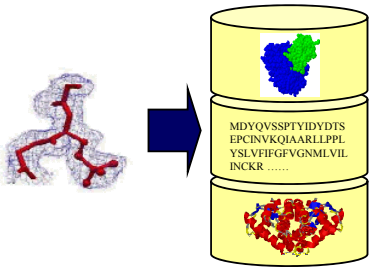
Strukturierte Datenobjekte

Bisher:

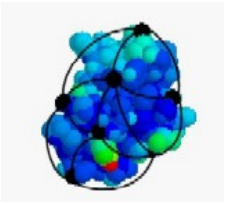
Daten als Featurevektoren mit moderater Dimensionalität dargestellt

Aber:

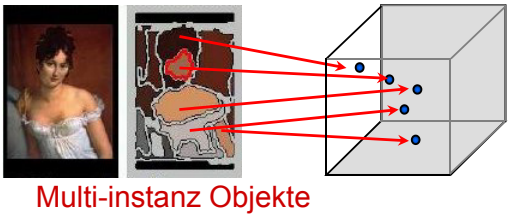
In vielen Anwendungen sind Daten durch sehr hochdimensionale Featurevektoren oder durch Mengen, Tupel oder Graphen anderer Repräsentationen beschrieben.



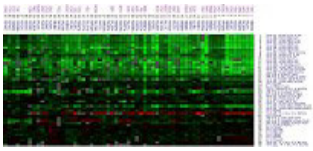
multirepräsentierte Objekte



graphstrukturierte Objekte



Multi-instanz Objekte



hochdimensionale Vektoren

Strukturierte Datenobjekte

Problemstellung:

Eigenschaften haben unterschiedlichen Informationsgehalt, beschreiben unterschiedliche Aspekte und haben eine Struktur.

Lösungsansatz:

Finde Data Mining Algorithmen, die mit strukturierten Objekten Arbeiten (Sequenzen, Tupel, Mengen, Graphen..)

Anforderungen:

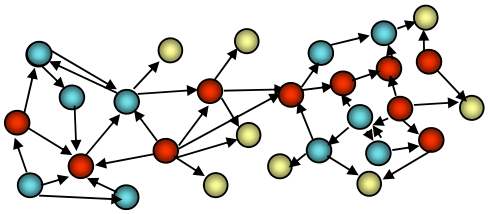
- mehr Information => mehr Vergleichsmöglichkeiten
  Welche Information hilft und welche ist überflüssig ?
- Effizienz: Vergleiche von Mengen und Graphen deutlich teurer als Vergleich zwischen Arrays

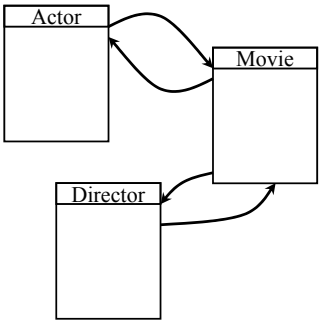
Verlinkte und Relationale Daten

Bisher: „identical and independently distributed Objects“ (IID)
Daten sind unabhängig und können sich nicht gegenseitig beeinflussen.

Aber: Häufig interagieren Objekte in einem Netzwerk.

⇒ Man muss das System verstehen und nicht nur die Eigenschaften der Einzelobjekte.





Verlinkte und Relationale Daten

Problemstellung:

Verhalten der Daten ist nicht unter „iid“-Hypothese erklärbar. Muster sind nur unter der Berücksichtigung von Objektinteraktion erklärbar.

Lösung:

Berücksichtigung von interagierenden Datenbeständen.

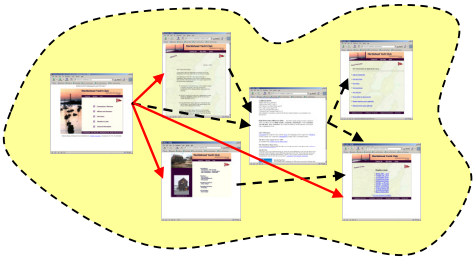
Aspekte:

- Modellierung der Datenbank als Interaktionsgraph
- Welche Objekte sind wichtig und welche nicht ?
- Wie wirkt sich Änderung eines Objekts auf alle anderen aus
- Finde Art der Beziehung
  (Ursache-Wirkung-Co-Occurence Problematik)

Spezielle Anwendungen

Bisher: Allgemeine Verfahren zum Data Mining in Vektoren

Aber: bestimmte Daten z.B. Text- und Web-Daten haben spezielle Charakteristiken, die für optimale Ergebnisse berücksichtigt werden sollten.



…	…
Schnee	1
Eis	1
Fahrzeug	1
Politik	0
…	…

Spezielle Anwendungen

Problemstellung:

Spezielle Charakteristika der Daten werden nicht ausgenützt. Allgemeinheit der Verfahren kann Zeit und Qualität kosten.

Lösungsansatz:

Entwickle spezielle Verfahren, die Eigenschaften der Applikation berücksichtigen.

Aspekte:

- Lösung so allgemein wie möglich halten
- Untersuchung der Unterschiede: Warum sind Textvektoren keine herkömmlichen Feature-Vektoren.
- Welche Aspekte lassen sich ausnutzen und welche nicht?
- Spezielle Systemarchitekturen, die Data Mining verwenden (Focused Crawler und Search Engines)

Überblick über die Vorlesung (Momentaner Stand der Planung)

1. Einleitung

Teil I: Hochdimensionale Daten

2. Feature-Selektion und Dimensions-Reduktion
3. Clustering in hochdimensionalen Räumen

Teil II: Verteilte Daten und verteiltes Rechnen

4. Paralleles, Verteiltes und Privacy Preserving Data Mining

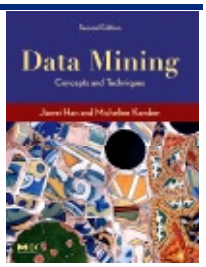
Teil III: Meta-Learning

5. Ensemble-Techniken

Teil IV: Komplex-Strukturierte Objekte

6. Multi-repräsentiertes Data Mining
7. Multi-Instanz Data Mining
8. Graph-modelierte Daten
9. Link Mining und Relationales Data Mining

Literatur



Begleitliteratur zur Vorlesung:

Han J., Kamber M.

„*Data Mining: Concepts and Techniques*“

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

Allgemein Literatur zum Thema Data Mining und KDD:

1. C. M. Bishop, „*Pattern Recognition and Machine Learning*“, Springer 2007.
2. S. Chakrabarti, „ *Mining the Web: Statistical Analysis of Hypertext and Semi-Structured Data*”, Morgan Kaufmann, 2002.
3. R. O. Duda, P. E. Hart, and D. G. Stork, „*Pattern Classification*“, 2ed., Wiley-Inter-science, 2001.
4. D. J. Hand, H. Mannila, and P. Smyth, „*Principles of Data Mining*“, MIT Press, 2001.
5. T. M. Mitchell, „*Machine Learning*“, McGraw Hill, 1997.
6. P.-N.Tan, M. Steinbach, and V. Kumar, „*Introduction to Data Mining“*, Addison-Wesley, 2006. ISBN: 0-321-32136-7
7. I. H. Witten and E. Frank, *„Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques with Java Implementations“*, Morgan Kaufmann, 2nd ed., 2005, ISBN 0-12-088407-0
8. U. Fayyad, G. Piatetsky-Shapiro, P. Smyth: *„Knowledge discovery and data mining: Towards a unifying framework“*, in: Proc. 2nd ACM Int. Conf. on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD), Portland, OR, 1996