Wprowadzenie do KDD i data mining

Wykład 1, 7/10/2003

Nguyen Hung Son

Plan wykładu

- Motywacja: Dlaczego data mining?
- Przykłady zastosowań
- Co to jest data mining?
- Cele i zagadnienia w data mining
- Popularne metody w data mining

Motywacja: wielkie bazy danych

- Problem eksplozji danych
  - Narzędzia zbierania danych+rozwój systemów bazodanowych
    →
    gwałtowny wzrost ilości danych zgromadzonych w bazach danych, hurtowniach danych i magazynach danych
  - Np.:
    - N = 10^9 rekordów w danych astronomicznych,
    - d = 10^2 ~ 10^3 atrybutów w systemach diagnozy medycznej

Motywacje

- „Jesteśmy zatopieni w morzu danych, podczas gdy pragniemy wiedzę"
- PROBLEM: jak wydobyć użyteczne informacje/wiedzy z dużego zbioru danych?
- Rozwiązanie: hurtownia danych + data mining
  - Zbieranie danych (w czasie rzeczywistym)
  - Odkrywanie interesesującej wiedzy (reguł, regularności, wzorców, modeli ...) z dużych zbiorów danych

Ewolucja w technologii baz danych

- W latach 60-tych:
  - Kolekcja danych, tworzenia baz danych, IMS oraz sieciowe DBMS
- W latach 70-tych:
  - Relacyjny model danych, implementacja relacyjnych DBMS
- W latach 80-tych:
  - RDBMS, zaawansowane modele danych (extended-relational, OO, deductive, ...) oraz aplikacyjno-zorientowane DBMS
- Od 90-tych —obecnie:
  - Data mining, hurtownia danych, multimedialne bazy danych oraz „Web databases"

(c.d)

DBMS History

- Late 60's: network (CODASYL) & hierarchical (IMS) DBMS.
  Low-level ``record-at-a-time" DML, i.e. physical data structures reflected in DML (no data independence)
- 1970: Codd's paper. The most influential paper in DB research.
  Set-at-a-time DML. Data independence. Allows for schema and physical storage structures to change under the covers". Truly important theory, led to "paradigm shift" in thinking and in practice.
  Papadimitriou: "as clear a paradigm shift as we can hope to find in computer science".
  Turing award

DBMS History

- early-to-mid-70's
  - raging debate between the two camps.
  - "great debate" in 1975
- mid 70's
  - 2 full-function (sort of) prototypes
    - Ingres
    - System R
  - Ancestors of essentially all today's commercial systems

DBMS History

- early 80's
  - commercialization of relational systems
- mid 80's
  - SQL becomes "intergalactic standard".
    DB2 becomes IBM's flagship product.
    IMS ``sunseted"

DBMS History

- Today: network & hierarchical essentially dead (though commonly in use!)
  - relational is mainstream, not even sexy
  - SQL (& perhaps RDBMS) too flawed to last in current form.
    semantically flawed in various ways (Date, 1985).
    in an effort to fix it up, standards committees are making a mess
    - design by committee leads to kitchen sink
    - standards body as designers, rather than codifiers
    - leads to wasting time (Sybase) or irrelevance of standard (Informix & IBM shipping SQL3 before standardized)
    various players in research, industry and both scrambling to standardize the "next thing"

Zastosowanie Data Mining

- Analiza danych i wspomaganie decyzji
  - Analiza i zarządzanie rynkiem
    - marketing, zarządzanie relacjami z klientem, analiza koszyku w transakcjach, segmentacja rynku, ...
  - Analiza i zarządzanie ryzykiem
    - Przewidywanie, zatrzymywanie klientów, kontrola jakości, analiza konkrencji, ulepszenie ubezpieczenie
  - Detekcja oszustw
- Inne zastosowania
  - Text mining (grupa dyskucyjna, poczta, dokumenty) i analiza danych sieciowych (Web mining).
  - Inteligentny system wyszukiwania informacji

Analiza i zarządzanie rynkiem

- Źródło danych do analizy?
  - Tranzakcje z kart kredytowych, karty stałego klienta, kupony rabatowe, skargi klientów, dane demograficzne
- Docelowe marketing
  - Znaleźć grupy (modele) klientów, którzy chrakteryzują się podobnymi cechami: interest, dochód, sposób spędzania wolnego czasu, ...
- Określenie wzorce czasowe dotyczące zakupu klientów:
  - Np. Propozycja łączenie kont dla małżeńtw itp.
- Krzyżowa analiza rynku
  - Asocjacja (korelacja) między przedażami produktów
  - Predykcja w oparciu o asocjacyjnej informacji

Analiza i zarządzanie rynkiem(2)

- Profil klienta
  - Klienci jakiego typu będzie kupił dany produkt (clustering lub klasyfikacja)
- Identyfikacja potrzeb klientów
  - Identyfikowanie produktów dla różnych klientów
  - Szukanie czynników, które są atrakcyjne dla nowych klientów
- Informacje podsumujące

Detekcja oszustw i zarządzanie

- Zastosowanie
  - Szeroko używane w systemach ubezpieczeń zdrowotnych i emerytalnych, w serwisach kart kredytowych, telekomunikacji, ...
- Metody
  - Wykorzystanie danych historycznych do modelowania schematów zachowań oszukańczych, data mining pomaga w wykrywaniu grup podobnych zachowań
- Przykłady:
  - Ubezpieczenie samochodowe: detekcja grup ludzi, którzy wyłudzą piedządze z ubezpieczenia
  - Pranie pieniędzy: detekcja podejrzanych transakcji pieniędzy (US Treasury's Financial Crimes Enforcement Network)
  - Ubezpieczenie medyczne: detekcja „profesjonalnych" pacjentów i okręgu doktorów z nimi pracujących, następnie rozszerzyć okrąg podejrzanych pacjentów

Detekcja oszustw i zarządzanie (c.d.)

- Detekcja niewłaściwych leczeń medycznych
  - Australian Health Insurance Commission wykrył nieprawidłowość w procedurze leczenia (oszczędność 1m AUD rocznie).
- Detekcja oszustw telefonicznych
  - Model rozmów telefonicznych: numer rozmówcy, czas trwania, godzina i dzień tygodnia rozmowy. Analizuje się wzorce, które wykraczają poza normą.
  - British Telecom wykrył dyskretne grupy rozmówców, którzy często ze sobą rozmawiają (przez tel. komórkowe) i złamał wielomilionowe oszustwa.
- Emerytura
  - Analitycy oszacują, że 38% składek emerytalnych kurczy się przez nieuczciwych pracowników.

Inne zastosowania

- Sport
  - IBM Advanced Scout analizował statystyki z meczów ligi NBA (bloki, asysty, faule) aby zwiększyć poziom gry drużyn New York Knicks oraz Miami Heat
- Astronomia
  - JPL i Palomar Observatory wykryły 22 kwasary za pomocą data mining
- Internet Web Surf-Aid
  - IBM Surf-Aid stosuje algorytmy data mining do analizy logów dostępu do zasobów na stronach komercyjnych do odkrywania preferencji klientów i ich zachowań.
  - Analizuje się efektywność marketing internetowego i ulepsza organizację tych Web site komercyjnych.

Co to jest data mining

- Data mining = the iterative and interactive process of discovering non-trivial, implicit, previously unknown and potentially useful (interesting) information or patterns from data in large databases

Co to jest data mining(c.d.)

- Alternatywne nazwy:
  - Czy „data mining" jest właściwą nazwą?
  - *Knowledge discovery(mining) in databases (KDD), knowledge extraction, data/pattern analysis, data archeology, data dredging, information harvesting, business intelligence, etc.*
- Co nie jest data mining?
  - Inteligentne przetwarzanie zapytań
  - Systemy experskie,
  - experymentalne (małe) programy z ML lub statystyki

Wzorce = regularność w danych

DATA MINING:

the iterative and interactive process of discovering:
- non-trivial,
- implicit,
- previously unknown and
- potentially useful

information or patterns from data in

LARGE databases

WZORCE MUSZĄ BYĆ INTERESUJĄCE dla pewnej grupy osób:

- Niebanalne:
- Zrozumiałe - np. muszą być proste
- Oryginalne (nowe, zaskakujące)
- Użyteczne: pasują do nowych danych (z zadowalającym stopniem pewności): miara pewności = ?

Asocjacja i charakterystyki

- Przykład reguły asocjacyjnej:
  - *klienci, którzy kupują piwo, kupują również orzeszki*
- Przykład odkrywania charakterystyk: opis pacjentów chorujących na anginę
  - *pacjenci chorujący na anginę cechują się temperaturą ciała większą niż 37.5 C, bólem gardła, osłabieniem organizmu*

Przykład zależności w bazach danych

wiek kierowcy	lat prawo jazdy	kolor pojazdu	poj. silnika	moc	razem szkody
42	24	biały	1610	100	0
19	1	czerwony	650	24	2500
28	4	czerwony	1100	40	0
41	20	czarny	1800	130	0
21	3	czerwony	650	24	1300
20	1	niebieski	650	24	0

- kierowcy, którzy jeżdżą czerwonymi samochodami o pojemności 650 ccm, powodują wypadki drogowe
- kierowcy w wieku powyżej 40 lat jeżdżą samochodami o pojemności większej niż 1600 ccm
- kierowcy, którzy posiadają prawo jazdy dłużej niż 3 lata, nie powodują wypadków

Przykład zależności (c.d.)

transakcja	produkt	dzień	cena
1	pizza	sobota	48,40
1	mleko	sobota	2,80
1	chleb	sobota	1,50
2	piwo	wtorek	16,20
2	orzeszki	wtorek	8,50
3	chleb	sobota	1,50
3	orzeszki	sobota	25,50
3	piwo	sobota	32,40

- *piwo i orzeszki są zawsze kupowane wspólnie*
- *chleb uczestniczy w transakcjach na kwotę większą niż 50 złotych*

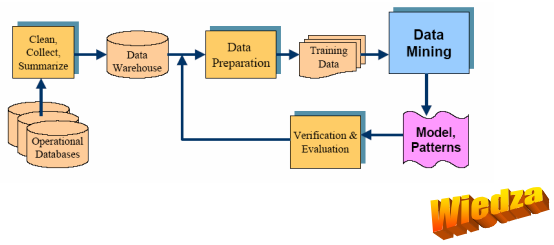
Czy wszystkie wzorce są interesujące?

- Niestety nie.
- Miara *„atrakcyjności”*: Wzorzec jest interesujący jeśli:
  - Jest zrozumiały przez ludzi
  - Prawdziwy na nowych danych(do pewnego stopia)
  - Potencjalnie użyteczny
  - Oryginalny lub potwierdza pewne hipotezy, które użytkownik chciałby potwierdzić
- Obiektywne i subiektywne miary:
  - Obiektywność: oparta o statystyki i struktury wzorców, e.g., wsparcie, zaufanie, ...
  - Subiektywność: oparta o wiarę użytkownika w dane, e.g., nieoczekiwalność, nowość, czynność, itp.

Problem szukania wzorców?

- Szukanie wszystkich wzorców: złożoność obliczeniowa
  - Np. Asocjacja, klasyfikacja, clustering
- Szukanie tylko interesujących wzorców: problem optymalizacji.
  - Różne metody:
    - Szukanie wszystkich wzorców + filtracja.
    - Optymalizacyjny algorytm (lub heurystyka)

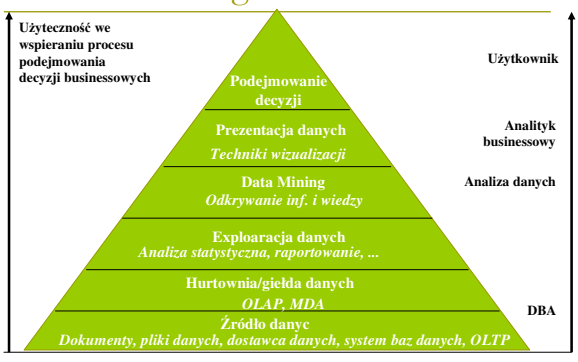
Data Mining: Główny proces w KDD



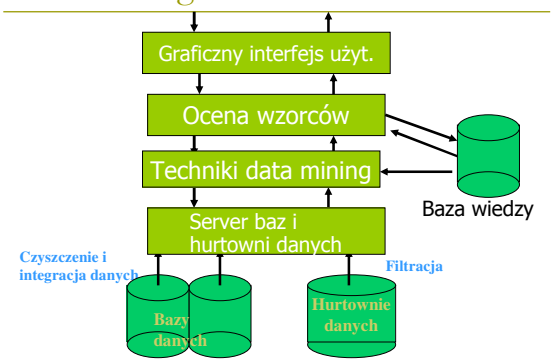
Kroki w KDD

- Zrozumienie problemu z danej dziedziny:
  - Wiedzy i główne cele zbadanej dziedziny
- Utworzenie docelową kolekcję danych: (selekcja danych)
- Czyszczenie i wstępne przetwarzanie danych: (czasem stanowi ponad 60% wysiłku!)
- Redukcja i transformacja danych:
  - Znaleźć użyteczne atrybuty, redukcja wymiarów, inna reprezentacja
- Wybór odpowiednich narzędzi data mining
  - klasyfikacja, regrecja, asocjacja, klastrowanie, ...
- Wybór algorytmów
- **Data mining**: szukanie wzorców, modeli.
- Ocena wzorców i prezentacja wyników:
  - Wizualizacja, transformacja, usuwanie zbędnych wzorców ...
- Zastosowanie odkrywanej wiedzy

Data Mining i Business Intelligence



Architektura typowych systemów Data Mining



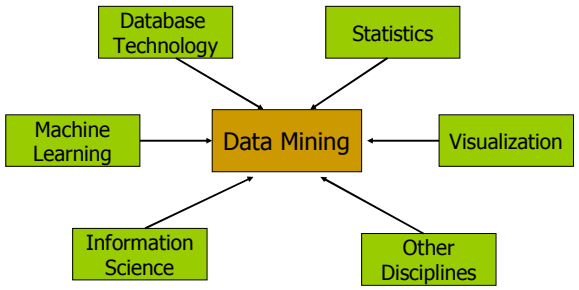
Jakie rodzaje „data” w Data Mining?

- Relacyjne bazy danych
- Hurtownia danych
- Bazy danych transakcyjnych
- Zaawansowane DB i magazyny informacji:
  - „Object-oriented” i „object-relational” DBMS
  - Spatial DBMS
  - Szeregi czasowe i temporalne dane
  - Multimedialne i tekstowe bazy danych
  - WWW

Funkcjonalności Data Mining

- Opis pojęć: charakteryzacja i dyskryminacja
- Asocjacja: korelacja i przyczynowość
- Klasyfikacja i predykcja
- Clustering (analiza skupień)
- Analiza wyjątków
- Analiza trend i ewolucji
  - Regrecja, analiza sekwencji i okresowości ...
- Inne metody analizy statystycznej

Data Mining: połączenie wielu dyscyplin



Podstawowe zagadnienia w Data Mining

- Klasyfikacja
- Regresja
- Grupowania (clustering)
- Odkrywanie asocjacji
- Odkrywanie sekwencji
- Odkrywanie charakterystyk
- Wykrywanie zmian i odchyleń

Klasyfikacja metod data mining

- Względem ich funkcjonalności:
  - Opisowe metody data mining
  - Predykcyjne metody data mining
- Różne perspektywy → różne klasyfikacje
  - Rodzaje baz danych
  - Rodzaje wiedzy do odkrycia
  - Rodzaje technik użytych
  - Rodzaje zastosowań

Składniki algorytmu Data Mining

- Metoda reprezentacji wiedzy
- Kryteria oceniania wydobywanej wiedzy
- Strategia przeszukiwania

Reprezentacja wiedzy

- Język (logiczny) użyty do opisywania wydobywanych wzorców
- Eksploracja danych najczęściej wykorzystuje:
  - reguły logiczne
  - drzewa decyzyjne
  - sieci neuronowe (!)

Metody przeszukiwania

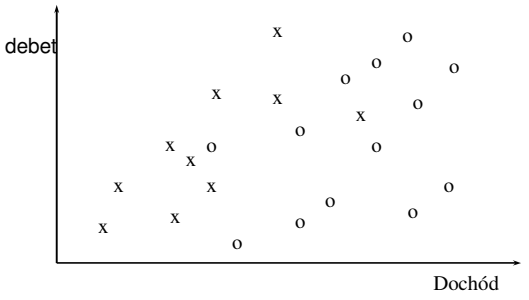
- przeszukiwanie parametrów
- przeszukiwanie modelu

- Trzeba poszukać parametrów lub modeli (z pewnej wybranej rodziny) takich, że maksymalizują kryteria optymalizacyjne

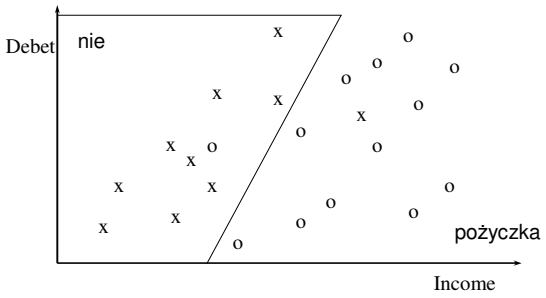
Popularne metody w Data Mining

- Drzewa decyzyjne, reguły decyzyjne
- Reguły asocjacyjne
- Modele nieliniowe (np. sieci neuronowe)
- Metody oparte o przykładach (CBR, nearest neighbor - wymagają definicji odległości
- Modele probabilistycznej zależności (sieci Bayesowskie) - użycie struktury grafu

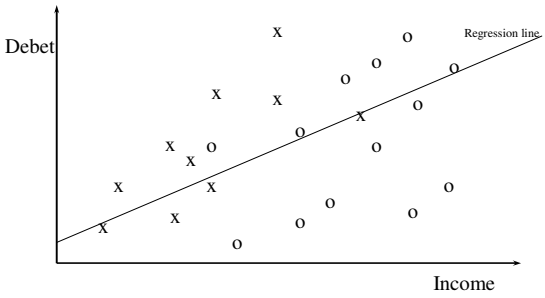
Przykład: zbiór danych



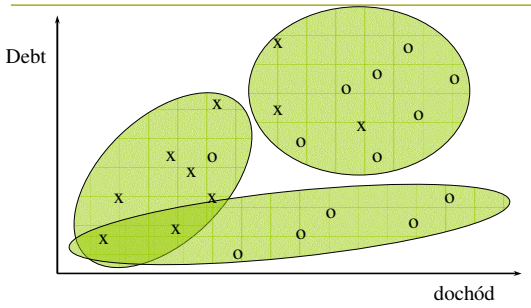
Liniowa klasyfikacja



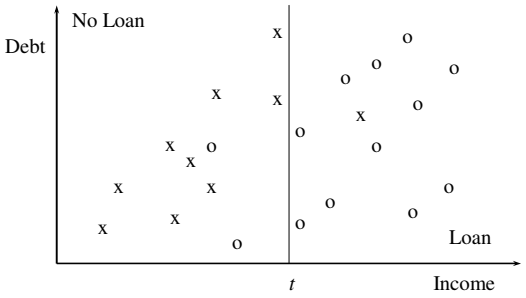
Prosta regresja liniowa



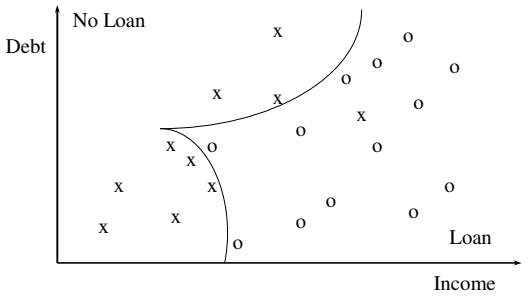
Clustering



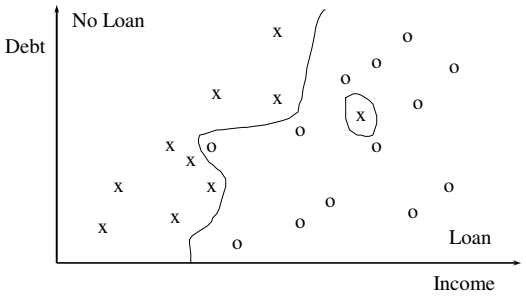
Pojedyńczy próg (cięcie)



Nieliniowy klasyfikator



Najbliższy sąsiad



Dziedziny zastosowań dla algorytmów

- Każda technika pasuje tylko do pewnych problemów
- Trudność polega na znalezieniu właściwego sformułowania problemu (dobre pytania)
- Nie ma jeszcze żadnego kryterium, potrzebne jest wyczucie eksperta!!!

Np. drzewa decyzyjne

pasują do

- przestrzeni wielo-wymiarowej
- danych opisanych atrybutami różnych typów

nie pasują do

- danych, w których podział jest wyznaczony przez wielomian drugiego rzędu

Główne problemy w Data Mining

- Metodologia i interakcja z użytkownikiem
  - Odkrywanie wiedzy różnych typów z danych
  - Interakcja podczas odkrywania na różnych poziomach abstrakcji
  - Prezentacja z wykorzystanie wiedzy dziedzinowej
  - Język zapytań (komunikacja) z systemami data mining
  - Opisywanie i wizualizacja wyników
  - Dane zaszumione i dane niekompletne
  - Ocena wzorców: problem oceniania atrakcyjność wzorca
- Osiągi i skalowalność
  - Efektywność i skalowalność algorytmów data mining
  - Metody przetwarzań równoległych, współbieżnych i inkrementalnych

Główne problemy w Data Mining(2)

- Różnorodność typów danych
  - Obsługa relacyjnych i złożonych typów danych
  - Odkrywania wiedzy z różnorodnych baz danych i globalnego systemu informacji (np. WWW)
- Zastosowania
  - Zastosowanie odkrywanej wiedzy:
    - Narzędzia data mining dla poszczególnych dziedzin
    - Inteligentny system zapytań
    - Sterowanie procesem i podejmowanie decyzji
  - Problem integracji odkrywanej wiedzy z istniejącą wiedzą
  - Chronienie bezpieczeństwa danych, integralność i prywatność.

Bibliografia o KDD

- ***Data Mining: Concepts and Techniques***. J. Han and M. Kamber. Morgan Kaufmann, 2000.
- ***Knowledge Discovery in Databases***. G. Piatetsky-Shapiro and W. J. Frawley. AAAI/MIT Press, 1991.
- ***Data Mining Techniques: for Marketing, Sales and Customer Support***. M. Berry, G. Linoff (Wiley)
- ***Advances in Knowledge Discovery and Data Mining***. U.S. Fayyad, G. Piatetsky-Shapiro, P. Smyth, R. Uthurusamy, AAAI/MIT Press, 1996.
- ***Rough Sets in Knowledge Discovery I & II***. L. Polkowski, A. Skowron (Springer)

KDD w internecie

- Konferencje i czasopisma:
  - Data mining and KDD (SIGKDD member CDROM):
    - Conference proceedings: KDD, and others, such as PKDD, PAKDD, etc.
    - Journal: Data Mining and Knowledge Discovery
  - Database field (SIGMOD member CD ROM):
    - Conference proceedings: ACM-SIGMOD, ACM-PODS, VLDB, ICDE, EDBT, DASFAA
    - Journals: ACM-TODS, J. ACM, IEEE-TKDE, JIIS, etc.
  - AI and Machine Learning:
    - Conference proceedings: Machine learning, AAAI, IJCAI, etc.
    - Journals: Machine Learning, Artificial Intelligence, etc.
  - Statistics:
    - Conference proceedings: Joint Stat. Meeting, etc.
    - Journals: Annals of statistics, etc.
  - Visualization:
    - Conference proceedings: CHI, etc.
    - Journals: IEEE Trans. visualization and computer graphics, etc.
- System WEKA
  www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka
- Knowledge Discovery Nuggtes:
  http://www.kdnuggets.com
- Dr K. Thearling
  http://www.thearling.com
- The Data Mine
  http://cs.bham.ac.uk/~anp/TheDataMine.html