Data Mining

Úvod do problematiky

Proč data mining?

- Stále větší množství dat uložených v databázích
  - Neustále generujeme data
    - Obchodní a bankovní transakce
    - Biologická, astronomická data atd…
  - Ukládáme stále více dat
    - Databázové technologie jsou stále rychlejší a levnější
    - Databázové systémy jsou schopny pracovat se stále rozsáhlejšími daty

Proč data mining?

- Data jsou stále rozsáhlejší, ale vyvodit z nich užitečné závěry je stále složitější
  - Velké množství nákupů v supermarketech
  - Miliony hovorů denně u telekomunikačních operátorů
  - …
- Smysl: Dát uloženým datům význam

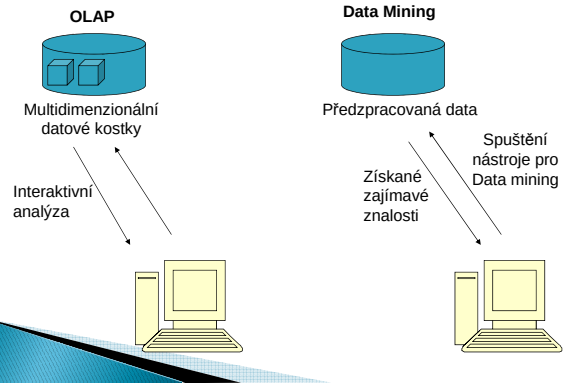
Co je to data mining?

- Zavedení pojmu: 1991 – Frawley
- Definice
  - Netriviální proces identifikace
    - nových,
    - platných,
    - potenciálně použitelných
    - a snadno pochopitelných vzorů v datech
- Zahrnuje poznatky z několika oborů matematiky a informatiky

OLAP vs. Data Mining

- Data Mining
  - Hledání zcela nových vzorů, znalostí, které v datech nejsou explicitně uvedeny
  - Znalostí je dosahováno pomocí sofistikovaných algoritmů
- OLAP
  - Soubor operací (drill-down, roll-up…) poskytující různé pohledy na data
  - Výsledků je dosahováno pomocí sumačních a předdefinovaných operací

OLAP vs. Data Mining



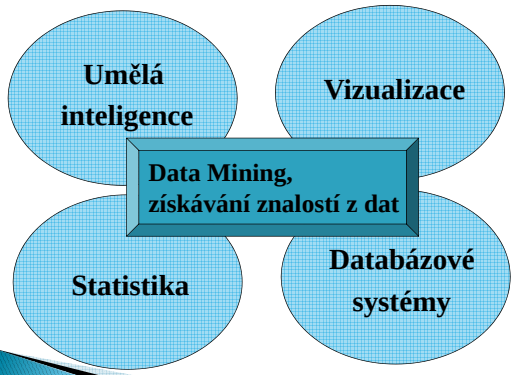
OLAP vs. Data Mining

Vlastnost	OLAP	Data Mining
Motivace použití	Co se děje v podniku?	Predikce budoucnosti, skryté znalosti
Granularita dat	Sumační data	Data na úrovni záznamu
Počet obchodních dimenzí	Omezený počet dimenzí	Velký (až nekonečný) počet dimenzí
Počet vstupních atributů	Spíše velmi nízký počet atributů	Mnoho atributů
Velikost dat pro jednu dimenzi	Ne velká pro každou dimenzi	Obvykle velmi rozsáhlá pro každou dimenzi

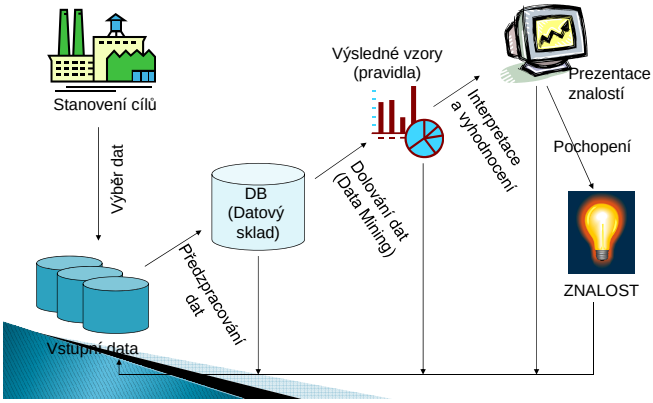
OLAP vs. Data Mining

Vlastnost	OLAP	Data Mining
Přístup k analýze	Řízený uživatelem, interaktivní analýza	Autmatický, řízený daty
Techniky analýzy	Multidimenzionální, drill-down, slice-and-dice	Příprava dat, použití nástrojů pro získávání znalostí
Stav technologie	Známý a rozsáhle využívaný	Stále se vyvíjející, některé metody jsou již využívané v praxi

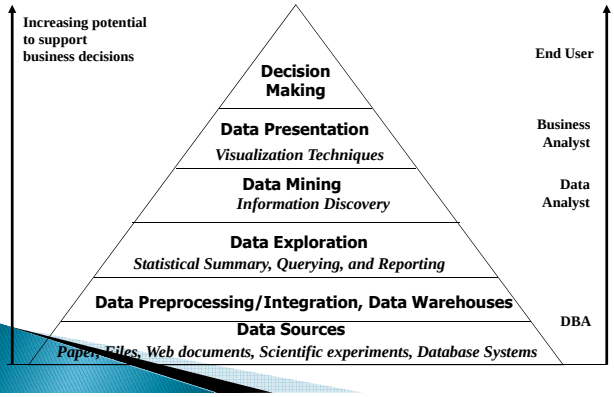
Související obory



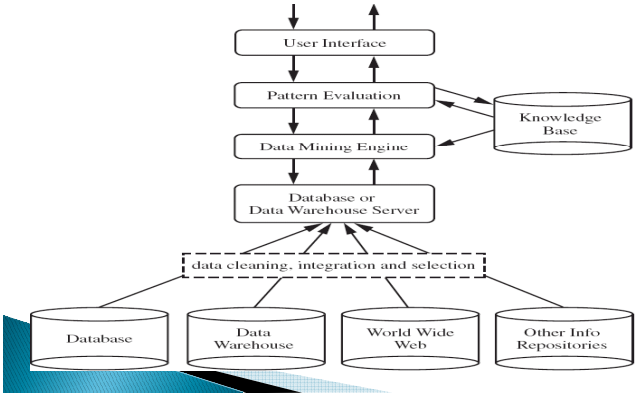
Proces získávání znalostí z dat



Data Mining a Business Intelligence



Data Mining – Architektura



Proces získávání znalostí z dat

- Stanovení cílů
  - Jaký typ znalosti chceme nalézt?
  - Nad jakými daty budeme proces získávání znalostí provádět?
  - Je problém řešitelný?
  - Budou získané výsledky užitečné v praxi?
  - V jakém tvaru a formě chceme výsledky získávání znalostí zobrazit?
  - Jsou naše data vhodná pro danou dolovací metodu vhodná?

Proces získávání znalostí z dat

- Výběr zdrojů dat
  - Typy dat pro data mining z hlediska zaměření
    - Demografická data (charakteristika osob – pohlaví, věk, vzdělání) – jsou levná, ale často neúplná
    - Behaviorální data (nákupy, prodeje atd.) – jsou dražší, ale z hlediska data miningu nejcennější
    - Psychografická data (typicky získaná průzkumem veřejného mínění) pomáhají při analýze chování zákazníka

Proces získávání znalostí z dat

- Výběr zdrojů dat
  - Typy databází z hlediska obsahu
    - Zákaznické databáze – údaje o zákazníka, případně o jeho aktivitách
    - Transakční databáze – údaje o aktivitách zákazníků (většinou anonymních)
    - Databáze historie nabídek – databáze o oslovování zákazníků kampaněmi
    - Datový sklad
  - Externí data

Proces získávání znalostí z dat

- Výběr zdrojů dat
  - Typy dat z hlediska formátu
    - Relační a transakční databáze
    - Objektově-orientované databáze
    - Multimediální databáze
    - WWW
    - Textové dokumenty
    - Prostorová, časová data…

Předzpracování dat

- Proč předzpracování?
  - Objemné databáze – je potřeba vybrat relevantní data
  - Nesprávná, nekonzistentní data, chybějící hodnoty
  - Zvýší efektivitu a usnadní proces získávání znalostí

Předzpracování dat – čištění dat

- Položky obsahující neúplné hodnoty
  - Zanedbání záznamu, doplnění průměrnou hodnotou nebo konstantou „unknown“, ruční zadání, predikce
- Položky obsahující chybné hodnoty
  - Binding – vyhlazení na základě sousedních hodnot
  - Shlukování – podobné hodnoty jsou organizovány do skupin, ostatní jsou chybné
  - Regresní metody
  - Kombinace lidské a počítačové kontroly

Předzpracování dat – čištění dat

- Nekonzistentní data
  - Vznikají při vkládání dat do databáze
  - Při integraci dat (např. různé názvy atributů)
- Řešení
  - Ruční opravení
  - Opravné rutiny

Předzpracování dat – integrace dat

- Integrace více zdrojů do jedné databáze
  - Redundance
  - Jak určit ekvivalentní entity z více zdrojů?
  - Detekce a řešení konfliktů hodnot atributů
    - např. různé kódování, měrné jednotky nebo různé vyjádření hodnoty

Předzpracování dat – transformace dat

- Transformace dat do formátu vhodného pro dolování dat
  - Slučující techniky
    - Sumační operace atd… (z více hodnot jedna hodnota)
  - Generalizace
    - Data nižší úrovně nahrazena úrovní vyšší (např. ulice – město)
  - Normalizace
    - Přepočítání hodnot do daného intervalu

Předzpracování dat – transformace dat

- Přidávání nových atributů (odvozených)
- Diskretizace hodnot numerických atributů
  - Rozdělení numerických hodnot na intervaly
  - Ekvidistantní
  - Do hloubky
  - Pokročilé metody

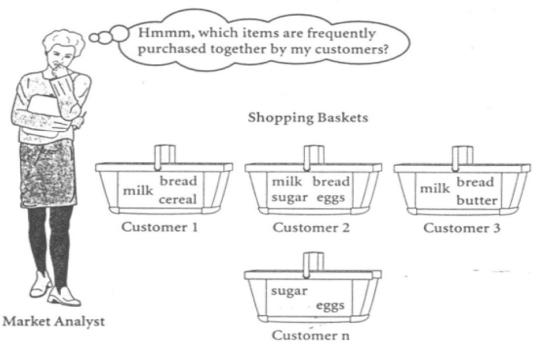
Předzpracování dat – redukce dat

- Agregace v kostce
  - Redukce dat sumačními operacemi
- Redukce rozměrů
  - Nadbytečné a nepoužívané atributy jsou detekovány a odstraněny
- Komprese dat
  - Zmenšení objemu dat
- Numerosity
  - Data jsou nahrazena alternativní menší reprezentací

Dolování dat

- Aplikace zvoleného algoritmu na předzpracovaná data, dle typu znalosti a dat
- Typy znalostí
  - Asociační pravidla
  - Shlukování
  - Klasifikace
  - Predikce

Asociační pravidla – analýza nákupního košíku



Asociační pravidla

- Původně pro transakční data
- Pravidlo ve tvaru $A \Rightarrow B$
  - A, B … množiny položek
  - s … podpora
  - c … spolehlivost
- Interpretace asociačního pravidla:
  - *„Jestliže transakce obsahuje položky z množiny A, pak také pravděpodobně obsahuje položky z B"*

Asociační pravidla – základní pojmy

- Zajímavost pravidla A⇒B určují tyto ukazatele:
  - podpora (support) – pravděpodobnost, že se vyskytují v databázi položky z obou stran asociačního pravidla
  - spolehlivost (confidence) – podmíněná pravděpodobnost, že se vyskytuje v transakci množina položek B, za předpokladu, že se tam vyskytují položky z A

Asociační pravidla – základní pojmy

- Pravidlo, které má podporu a spolehlivost vyšší než je uživatelem zadaná hodnota, nazveme *silné asociační pravidlo*.
- Množina položek, která má podporu vyšší než minimální hodnota, se nazývá *frekventovaná množina*.

Asociační pravidla – základní postup

- Výpočet frekventovaných množin
  - na základě minimální podpory
  - časově náročnější krok
- Generování silných asociačních pravidel z frekventovaných množin
  - na základě minimální spolehlivosti

Základní algoritmus – Apriori

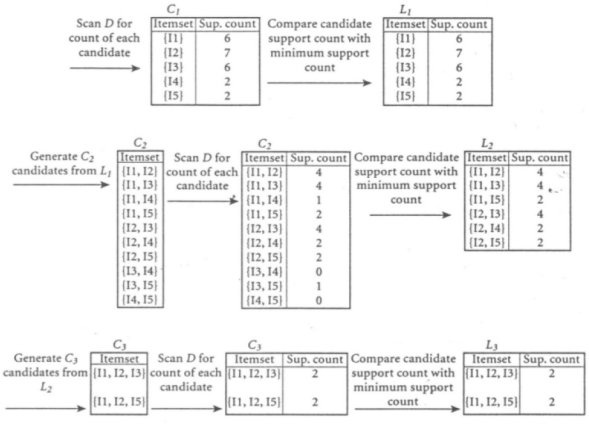
- Založeno na postupném generování kandidátů na frekventované položky
- Začíná se u množin o velikosti 1, postupně se generují množiny větší.
  - spojovací fáze: spojují se dvě stejně velké množiny, které se liší pouze v jednom prvku
  - vylučovací fáze: vylučují se ty množiny, jejichž některá podmnožina není frekventovaná

Základní algoritmus – Apriori

TID	List of item_IDs
T100	I1, I2, I5
T200	I2, I4
T300	I2, I3
T400	I1, I2, I4
T500	I1, I3
T600	I2, I3
T700	I1, I3
T800	I1, I2, I3, I5
T900	I1, I2, I3

- Vstup: Transakční databáze
- Výstup: Frekventované množiny
- Apriori vlastnost: Podpora k-množiny nemůže být vyšší než podpora její podmnožiny, tj. frekventovaná (k+1)-množina může vzniknout pouze z frekventované k-množiny

Základní algoritmus – Apriori



Generování asociačních pravidel z frekventovaných množin

- Založeno na výpočtu spolehlivosti

$$confidence(A \Rightarrow B) = P(B|A) = \frac{support(A \cup B)}{support(A)}$$

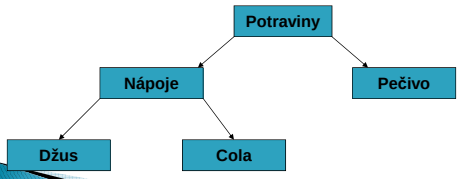
- Pro každou frekventovanou množinu se zjistí všechny její podmnožiny
- Pro každou podmnožinu s frekventované množiny se generuje

$$s \Rightarrow (l - s)$$

- Kontrola minimální spolehlivosti

Víceúrovňová asociační pravidla

- Důvod: málo silných asociačních pravidel
- Položky se sdružují do skupin (konceptů), musí být definována tzv. konceptuální hierarchie položek



Asociační pravidla v relačních databázích

- Kategorické atributy
  - Mají konečný počet hodnot
  - Lze na ně použít známé modifikované metody pro transakční data, např. algoritmus Apriori
- Kvantitativní atributy
  - Nemají konečný počet hodnot
  - Nutnost diskretizace – základní problém asociačních pravidel v relačních datech

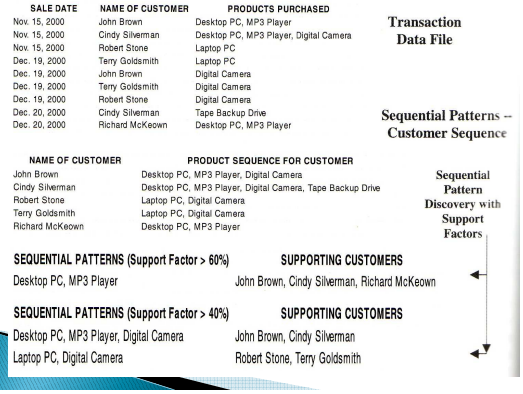
Metody diskretizace kvantitativních atributů

- Základní metody
- Pokročilé metody
  - Postupné spojování menších intervalů ve větší
  - Shlukovací metody – jsou hledány shluky hodnot ležící blízko sebe, ty pak vytvoří interval
- Diskretizovaný atribut už lze považovat za kategorický a lze použít některou z metod

Sekvenční vzory

- Podobné jako frekventované množiny, ale hraje zde důležitou roli čas
- Př.: Koupí-li si zákazník notebook, pak si později koupí také mobil.
  - Odpovídá to sekvenčnímu vzoru („notebook“, „mobil“)
- Důležité je tedy pořadí položek sekvenčního vzoru

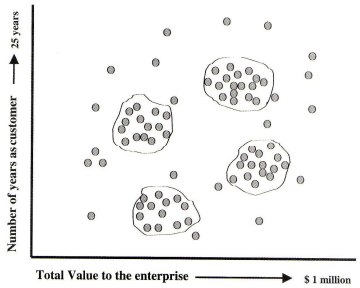
Sekvenční vzory – příklad



Shlukování

- Nejstarší nástroje data miningu
- Roztřídění skupiny objektů do skupin (shluků), které nejsou předem stanoveny
- Rozdíly objektů uvnitř shluků musí být minimální, rozdíly jednotlivých shluků musí být maximální
- Problém: Jakou metriku použít pro měření rozdílu?

Shlukování – ilustrace



- Např. je možné nyní oslovit kampaní skupinu zákazníků tvořících shluk

Shlukování – vlastnosti

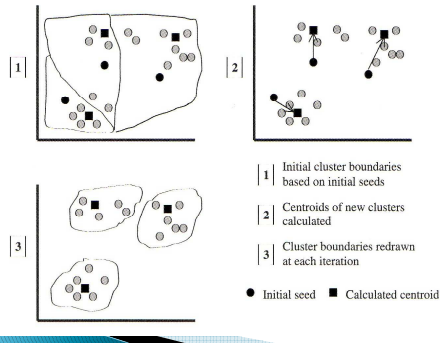
- Shluky nejsou předem dány a nemají tedy význam – ten je potřeba zjistit – ne vždy se to podaří
- Při 2-3 atributech je možné použít jednoduché metody, pro více atributů je potřeba použít pokročilé metody

Shlukování – některé metody

- Rozdělovací metody
  - Rozdělení objektů na předem daný počet shluků
  - Např. algoritmus K-means, který optimalizuje těžiště jednotlivých shluků a dané prvky pak přiřadí k nejbližšímu těžišti
  - V každé iteraci se počítají vzdálenosti prvků od těžiště. Tato hodnota musí pro každý shluk (těžiště) minimální

Shlukování – některé metody

- Ukázka použití algoritmu K-means



Shlukování – některé metody

- Hierarchické metody
  - Postupné rozdělování velkých shluků nebo postupné slučování malých shluků
  - Vzniká tím hierarchická struktura shluků
  - Ukončení procesu rozdělování (slučování) při splnění určité podmínky (např. určitý minimální počet shluků)
- Další metody (neuronové sítě, mřížky apod.)

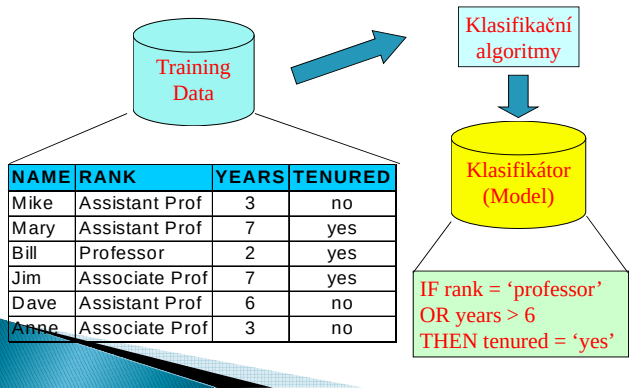
Shlukování – příklady aplikací

- Marketing – možnost identifikace skupin zákazníků, použití cílených reklam
- Plánování města – identifikace skupin domů na základě typu, ceny a polohy
- Studie zemětřesení – shlukování epicenter zemětřesení dle jejich vlastností
- Pojištění – hledání potenciálních zákazníků s vysokým povinným ručením
- Geografie – hledání shluků pozemků na základě jeho typu

Klasifikace

- Rozdělování objektů do předem známých skupin
- Nejčastěji se využívají rozhodovací stromy
  - 1. krok: konstrukce rozhodovacího stromu na základě vzorku dat
  - 2. krok: klasifikace objektů na základě vytvořeného rozhodovacího stromu
- Úspěšnost se měří procentem úspěšně klasifikovaných objektů

Klasifikace



NAME	RANK	YEARS	TENURED
Mike	Assistant Prof	3	no
Mary	Assistant Prof	7	yes
Bill	Professor	2	yes
Jim	Associate Prof	7	yes
Dave	Assistant Prof	6	no
Anne	Associate Prof	3	no

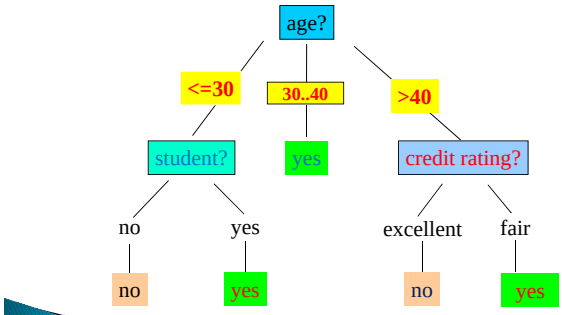
Klasifikátory (modely)

- Pravidla
  - Ve tvaru: if (podmínka atributu) then result = …
  - Lze je převést na rozhodovací strom
- Rozhodovací stromy
  - Vnitřní uzel – test hodnoty jistého atributu
  - Koncový uzel – třída, do které je objekt klasifikován
- Neuronové sítě

Klasifikace – příklady

- Určení, zda je možné zákazníkovi možné poskytnout úvěr na základě několika atributů (věk, příjem…)
- Určení pohlaví zákazníka na základě toho, jaký notebook si koupí – to např. umožňuje směrovat kampaň…

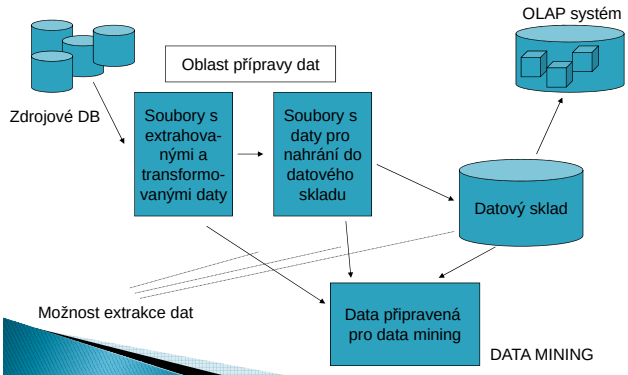
Klasifikace – příklad (buys_computer)



Data Mining a datové sklady

- Data Mining hraje důležitou roli v prostředí datového skladu.
- Společné znaky
  - Velké množství dat, většinou na detailní úrovni – ale ne vždy jsou tam všechna data
  - Data Mining nejlépe pracuje s integrovanými a vyčištěnými daty
  - Máme-li datový sklad, není potřeba investovat do HW pro data mining

Data Mining a datové sklady



Využití data miningu

- Členění (segmentace) zákazníků
  - Cíl: porozumět zákazníkovi a jeho chování
- Analýza nákupního košíku
  - Nalezení závislostí mezi různým zbožím, které si zákazník koupí
- Management rizik
  - Odhalení rizikových zákazníků (např. u pojišťoven)
- Detekce podvodů
  - Např. hledání extrémních útrat na kreditní kartě
- Odhalování zločinnosti
  - Odhalení potenciálních neplatičů půjček…
- Predikce požadavků
  - Předpověď zájmu zákazníků o různé zboží…

Přehled významných dodavatelů technologií pro DM

Dodavatel	Hlavní produkt	Kontakt pro ČR
SAS Institute, Inc.	Enterprise Miner	SAS Institute ČR, s.r.o; www.sas.com
IBM Corporation	DB2Intelligent Miner for Data	IBM ČR, spol.s r.o.; www.ibm.cz
SPSS, Inc.	Clementine	SPSS ČR, spol. s r.o; www.spss.cz
Silicon Graphics, Inc.	Mine Set	Silicon Graphics, s.r.o.; www.sgi.cz
Angoss Software Corp.	Knowledge Studio	Speedware, s.r.o.; www.speedware.cz
StatSoft, Inc.	STATISTICA Data Miner	StatSoft CR, s.r.o; www.statsoft.cz

Dotazovací jazyky pro data mining

- Data mining by měl být interaktivním procesem
- Základ pro uživatelské rozhraní
- Standardizace
- Součásti dotazu pro data mining
  - Relevantní data
  - Typ znalosti
  - Doménová znalost
  - Metriky zajímavosti
  - Vizualizace/prezentace získaných znalostí

Dotazovací jazyky pro data mining – součásti dotazu

- Relevantní data
  - Jméno databáze/datového skladu
  - Databázové tabulky/kostky
  - Podmínky pro selekci dat
  - Relevantní atributy nebo dimenze
  - Kritéria pro seskupování dat
- Typ získávané znalosti
  - Asociační pravidla, shlukování, klasifikace, …

Dotazovací jazyky pro data mining – součásti dotazu

- Doménová znalost
  - Typické využití: Konceptuální hierarchie
    - Stromová hierarchie: město – kraj – země – světadíl
    - Seskupovací hierarchie: Např.: (15–39) – mladý; (40–59) – střední věk
    - Hierarchie založená na pravidlech: nízký_zisk(X) = cena(X) = p AND náklady(X) = q AND p–q < 50$
    - Hierarchie odvozená z operace: emailová adresa: hagonzal@cs.uiuc.edu – login – ústav – univerzita – země

Dotazovací jazyky pro data mining – součásti dotazu

- Metriky zajímavosti
  - Jednoduchost – počet prvků pravidla, velikost rozhodovacího stromu
  - Použitelnost – např. podpora a spolehlivost
  - Jedinečnost – odstranění podobných znalostí
- Prezentace/Vizualizace
  - Různé formy reprezentace – grafy, tabulky…
  - Reprezentace konceptuální hierarchie
  - Vizualizace různých typů znalostí

Dotazovací jazyky pro data mining

Příklad dotazu jazyka DMQL

```
use database AllElectronics_db
use hierarchy location_hierarchy for T.branch, age_hierarchy for C.age
mine classification as promising_customers
in relevance to C.age, C.income, I.type, I.place_made, T.branch
from customer C, item I, transaction T
where I.item_ID = T.item_ID and C.cust_ID = T.cust_ID
        and C.income ≥ 40,000 and I.price ≥ 100
group by T.cust_ID
having sum(I.price) ≥ 1,000
display as rules
```

Získávání znalostí z komplexních dat

- Prostorové databáze
  - Nutnost předzpracování…
  - Příklad asociačního pravidla

is_a(x, large_town) ^ intersect(x, highway) → adjacent_to(x, water)

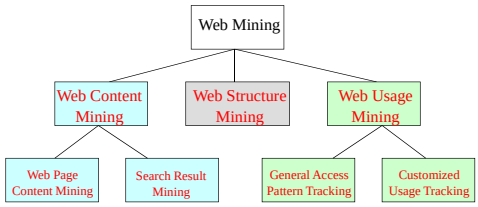
- Multimediální databáze
  - Konstrukce vektoru rysů
  - Histogramy
  - Identifikace objektů v obrázku

Získávání znalostí z komplexních dat

- Časová a sekvenční data
  - Obsahují sekvence hodnot a událostí závislých na čase
  - Použití v meteorologii, lékařství (krevní tlak), burza (inflace, ceny akcií)
- Textové databáze
  - Velké kolekce dokumentů…
  - Hledání podobných kolekcí dokumentů obsahujících zadaná slova
  - Asociační pravidla založená na klíčových slovech
  - Klasifikace dokumentů

Získávání znalostí z komplexních dat

- World-Wide-Web
  - WWW dokumenty
  - Databáze s informacemi o přístupu…



Získávání znalostí z komplexních dat

- Objektové databáze
  - Lze použít upravené metody pro získávání znalostí z relačních dat
- XML