Dolování asociačních pravidel

Miloš Trávníček
UIFS FIT VUT v Brně

Obsah přednášky

1. Proces získávání znalostí
2. Asociační pravidla
3. Dolování asociačních pravidel
4. Algoritmy pro dolování asociačních pravidel
5. Analýza získaných výsledků
6. Ukázková aplikace v SAS Enterprise Miner

Proces získávání znalostí

- Netriviální získávání implicitních, dosud neznámých, pochopitelných a potenciálně užitečných znalostí
- **Znalost** = pravidla, omezení, pravidelnost
- **Několik kroků celého procesu**:
  - Stanovení cílů
  - Integrace, výběr a předzpracování dat
  - Výběr dolovacích prostředků
  - Získání znalostí
  - Interpretace výsledků

Definice pojmů

- **Dolování v relačních datech**
  - **Relační tabulka**

$$R=(H, R_B),$$

kde *H* je záhlaví relační tabulky a *B* je její tělo

  - **Tělo relační tabulky** = množina n-tic řádků

$$R_B(t) = \{r_1, r_2, \ldots, r_m(t)\},$$

  - **Doména atributu** = množina skalárních hodnot téhož typu, jichž může atribut nabýt

Definice pojmů

- **Typy atributu** (podle velikosti domény D_i)
  - **Kategorický** = doména atributu je konečná
  - **Kvantitativní** = doména atributu je nekonečná
  - **Booleovský** = atribut nabývá hodnot *false x true*
- **Transakční databáze**
  - Pokud pro domény všech atributů platí, že jsou booleovského typu

Asociační pravidla

- Snaha zjistit mezi položkami takový vztah, že přítomnost jedné nebo více položek implikuje přítomnost jiných položek v téže transakci
- **Definice:**

$$A \Rightarrow B$$

kde A,B jsou vzájemně disjunktní množiny položek z množiny I (= databáze)

Asociační pravidla

- **Motivace získávání asociačních pravidel**
  - Úloha „Analýza nákupního košíku“

    Snažíme se zjistit závislosti mezi jednotlivými prodejními položkami (př. asoc. pravidla: „pokud si zákazník kupuje mléko, zpravidla si koupí chleba“)
  - Využití výsledků pro rozmisťování zboží, vytváření nabídkových katalogů, marketingové rozhodování apod.

Asociační pravidla

- **Metriky pro asociační pravidla**
  - **Podpora** (support) – pravidlo $A \Rightarrow B$ platí s podporou supp, pokud supp*100% řádků v relační tabulce obsahuje položky reprezentované predikáty z obou stran asociačního pravidla = **frekvence výskytu pravidla v databázi**
  - **Spolehlivost** (confidence) - pravidlo $A \Rightarrow B$ má spolehlivost c, pokud c*100% řádků v relační tabulce obsahující položky z A obsahuje také položky z B = **síla implikace v asociačním pravidle**

Nalezení asociačních pravidel

- **Silná pravidla** – pravidla s vysokou (předem určenou) hodnotou a spolehlivostí
- **Cíl** – nalézt taková pravidla, která jsou „silná“
- **Dolování asociačních pravidel** = nalezení silných pravidel

Nalezení asociačních pravidel

Dva kroky procesu nalezení asociačních pravidel:

1. **Generování frekventovaných vzorů**
   - = nalezení predikátů, které mají podporu vyšší, než je zadaná minimální podpora
   - = nalezení *silných množin*
2. **Generování asociačních pravidel**
   - = vygenerování asoc. pravidel s využitím silných množin
   - = odstranění pravidel, jejichž *spolehlivost* (confidence) nedosahuje předem určené minimální hodnoty (minconf)

Nalezení asociačních pravidel

Definice frekventovaného vzoru

- *fp* …. frekventovaný vzor, konjunkce predikátů tvaru $a_1 \wedge a_2 \wedge \ldots \wedge a_n$ *(konjunkce predikátů)*, kde jednotlivé predikáty odpovídají hodnotám určitého počtu řádků, v případě kvantitativních atributů musí být hodnota uvnitř určitého intervalu
- *FP*…. množina frekventovaných vzorů
- *s(x)* .. podpora

$$FP = \{fp \mid s(fp) \geq minsup\}$$

Nalezení asociačních pravidel

Definice silných asociačních pravidel

- *ar* … asociační pravidlo tvaru A $\Rightarrow$ B, kde A, B jsou konjunkce predikátů tvaru $a_1 \wedge a_2 \wedge \ldots \wedge a_n$
- *c(ar)* … spolehlivost pravidla
- *s(ar)* … podpora pravidla

Poté je *množina silných pravidel AR* definována jako:

$$AR = \{ar \mid c(ar) \geq minconf \wedge s(ar) \geq minsup\}$$

Nalezení asociačních pravidel

Faktory, určující výkon dolovacího algoritmu:

- Efektivita *generování frekventovaných vzorů*
- Časová a paměťová náročnost *generování frekventovaných vzorů*
- Druhý krok (*generování asociačních pravidel*) je jednoduchý a nemá v konečném důsledku větší vliv na výkon dolovacího algoritmu

Algoritmy pro dolování asociačních pravidel

- Základem algoritmus nalezení velkých množin – tzv. ***kandidátů***, založený na průchodu databází, určování možných kandidátů a počítání jejich podpory (*support)*
- **Apriori**
- **AprioriTID** – ukládají se kandidáti na frekventované množiny, kteří jsou v transakci obsaženi
- **Aprioriltemset** – ukládají se i transakce, v nichž jsou kandidáti obsaženi (formou vektoru binárních čísel, vyjadřujících přítomnost/nepřítomnost kandidáta v transakci)

Algoritmus APRIORI

- Algoritmus „prochází“ postupně databázi a počítá podporu pro kandidáty
- V každém kroku *generování tzv. kandidátů* a poté *kontrola minimální podpory.*
- V dalším kroku vznik kandidátů o velikosti o jednu větší, než v předchozím kroku atd.
- Konec při nenalezení kandidátů dané velikosti
- Funkce *AprioriGen* generuje všechny možné k-množiny (kandidáty) z frekventovaných množin a poté vylučuje z výběru ty množiny, jejichž některá podmnožina není frekventovaná („podpora k-množiny nemůže být větší, než podpora její podmnožiny“)

Algoritmus APRIORI

- Výpočet podpory pro všechny prvky z množiny C_1

```
for (k=2;;k++) begin
        Lk-1={ kandidáti z Ck-1, kteří mají
          podporu vyšší než minimální}
        if (množina Lk-1 je prázdná) break
        Ck=AprioriGen(Lk-1);
        for each (transakce t) begin
          Ct= subset(Ck, t);
          for each (kandidáti c ∈ Ct) zvyš o
          1 podporu kandidáta c
        end;
    end.
```

Další typy asociačních pravidel

- **Víceúrovňová asociační pravidla**
  - nad položkami v transakcích je definována konceptuální hierarchie, která je sdružuje do tzv. *konceptů* (jablko, pomeranč = ovoce)
- **Asociační pravidla založená na omezeních**
- **Zobecněná asociační pravidla**

Ukázka v aplikaci SAS Enterprise Miner

- Sociologický průzkum
- Výběr cvičných dat, úprava souboru dat, definování proměnných
- Určení požadovaného výsledku
- Sestavení „flow diagramu“
- Generování výstupů
- Určení vhodných asociačních pravidel

Definice problému

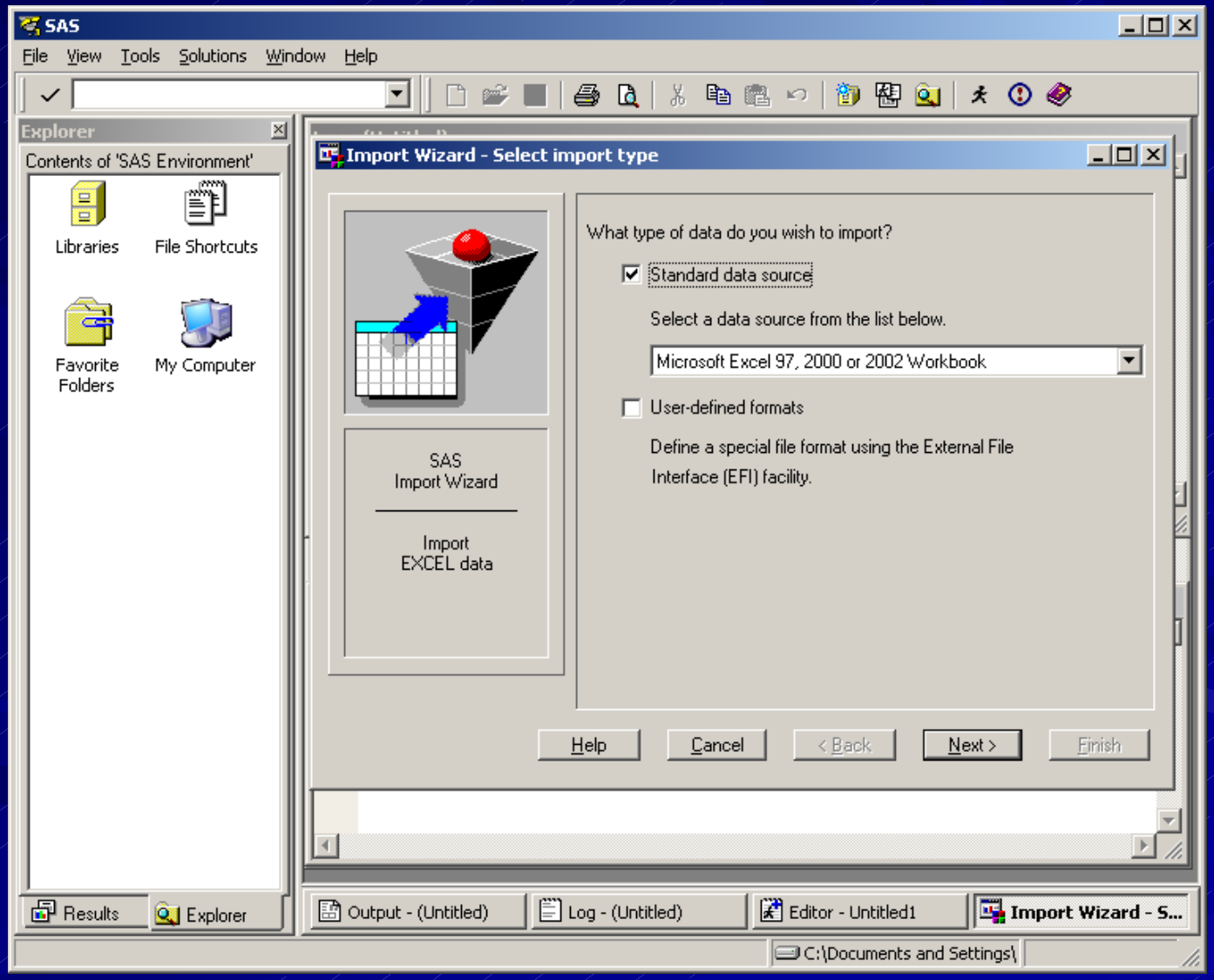
- Máme rozsáhlý soubor statistických dat, zobrazující údaje o mužích středního věku (získáno ze studie STULONG, viz. http://euromise.vse.cz/stulong/index.php)
- Chceme zjistit, které faktory nejvíce ovlivňují zvýšenou hladinu cholesterolu u některých jedinců v tomto věku
- Prosté zobrazení dat např. do grafu by v tomto případě nebylo dostatečně vypovídající
- Jako „vedlejší produkt“ můžeme také zjistit například souvislost se sociálním postavením a životním stylem, věkem apod.

Úprava dat

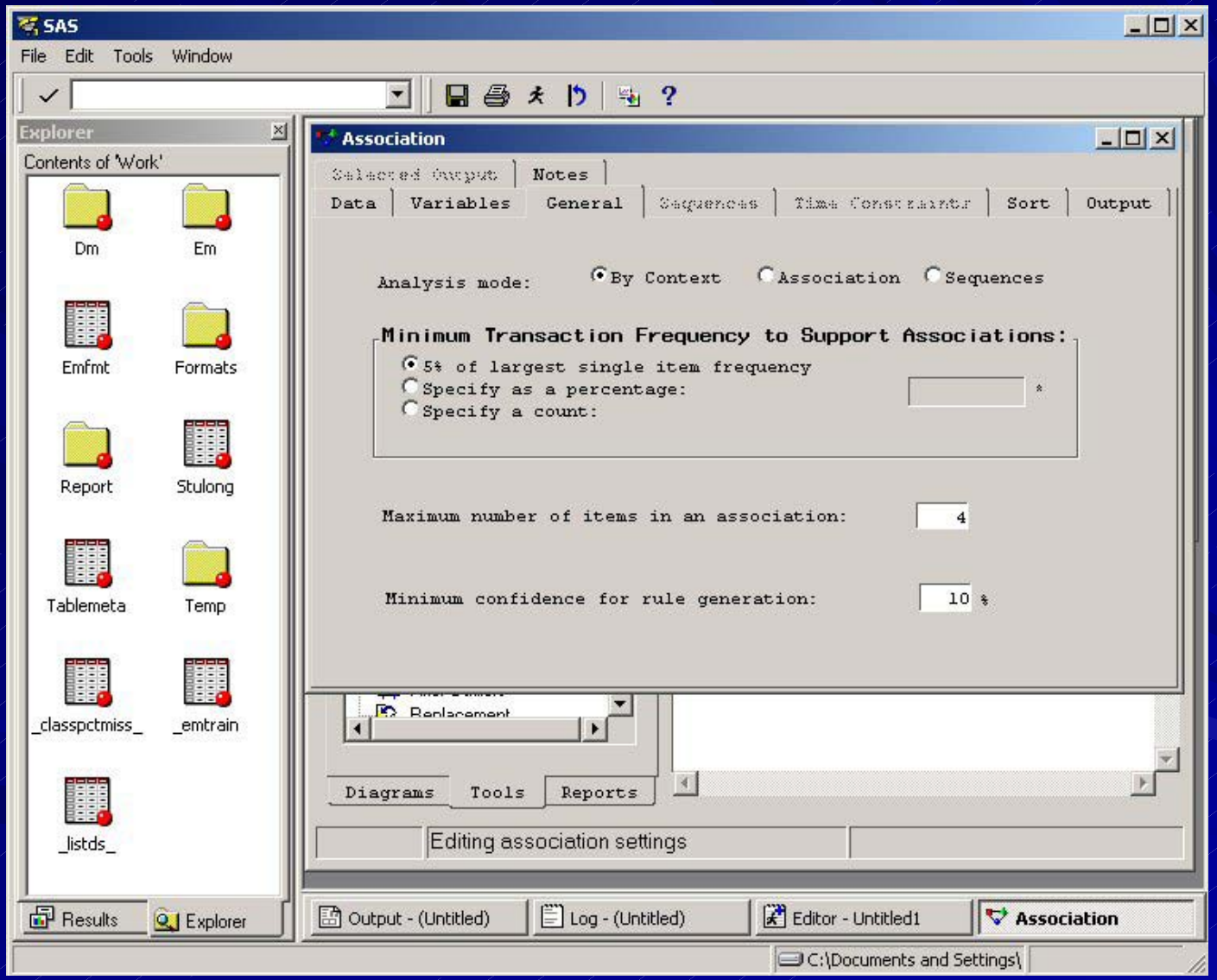
- Vstupní data je nutno **upravit** do podoby „nákupního košíku“, jeden záznam tedy bude vypadat následujícím způsobem:

ID	Položka
10001	kouri 21 a vice let
10001	stari 46-50 let
10001	15-20 cigaret
10001	cholesterol normalni
10001	mirna aktivita
10001	pije prilezitostne
10001	sedi v praci
10001	vedouci
10001	zenaty

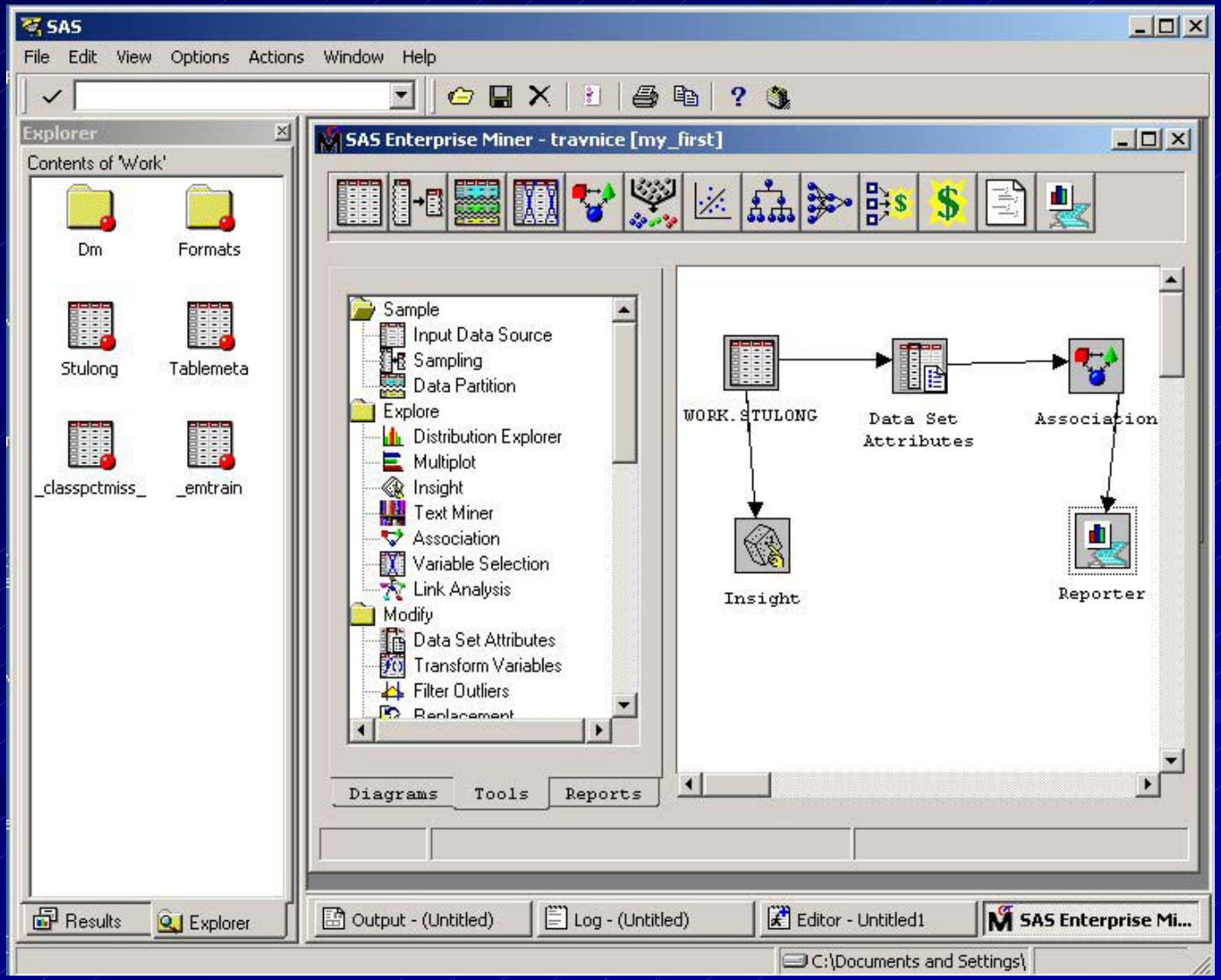
Import dat


SAS
File View Tools Solutions Window Help
Explorer
Contents of 'SAS Environment'
Libraries
File Shortcuts
Favorite Folders
My Computer
Results
Explorer
Import Wizard - Select import type
SAS Import Wizard
Import EXCEL data
What type of data do you wish to import?
Standard data source
Select a data source from the list below.
Microsoft Excel 97, 2000 or 2002 Workbook
User-defined formats
Define a special file format using the External File Interface (EFI) facility.
Help
Cancel
< Back
Next >
Finish
Output - (Untitled)
Log - (Untitled)
Editor - Untitled1
Import Wizard - S...
C:\Documents and Settings\

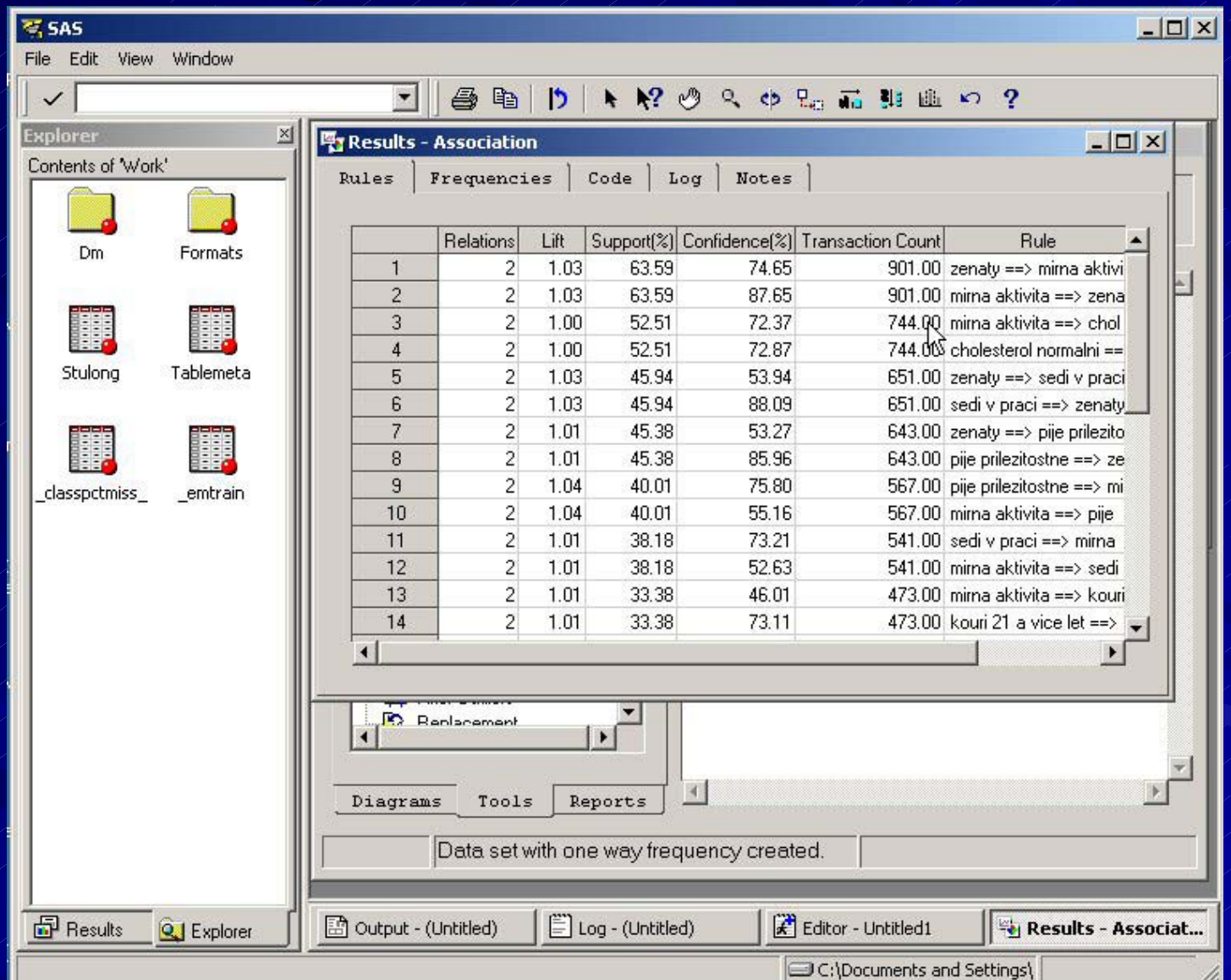
Nastavení uzlu Association



Flow diagram



Výsledná pravidla



Analýza výsledků

ZE	EXP_CON	CONF	SUPP	LIFT	COUNT	RULE
3	72,05	76,25	17,22	1,06	244	mirna aktivita & castecne nezavisly pracovn ==> cholesterol normalni
4	72,05	75,32	8,19	1,05	116	nekurak & kouri 0 roku & jiny pracovnik ==> cholesterol normalni
4	26,89	34,69	4,80	1,29	68	mirna aktivita & kouri 21 a vice let & 15-20 cigaret ==> zvyseny cholesterol
4	26,89	35,53	5,72	1,32	81	zenaty & kouri 21 a vice let & 15-20 cigaret ==> zvyseny cholesterol
4	26,89	35,41	6,42	1,32	91	zenaty & mirna aktivita & 15-20 cigaret ==> zvyseny cholesterol
4	26,89	34,29	4,23	1,28	60	zenaty & pije prilezitostne & 15-20 cigaret ==> zvyseny cholesterol
4	26,89	37,50	4,23	1,39	60	zenaty & sedi v praci & 15-20 cigaret ==> zvyseny cholesterol
4	26,89	31,75	4,73	1,18	67	zenaty & kouri 21 a vice let & 21 a vice cigaret ==> zvyseny cholesterol

Dotazy