

---

---

---

---

---



BI-ZI-17

Architektura znalostního systému, možnosti;  
reprezentace znalosti'

**Žnalostný systém** - inteligentný program, kt. využíva žnalosti a inferenčné procedury k riešeniu problémov, kt. sú tak obtiažne, že pre svoje riešenie vyžadujú využitie ľudskej expertízy

### **Súčasti ZS:**

- **Báze žnalostí** - zakódované žnalosti experta
- **Inferenčný mechanizmus** - odvodzovací mechanizmus (vyrokovanie žáveru)
- **Báze dát** - data k prípadu
- **Vysvetľovací modul**
- **GUI**

Dátov - získané automat. procesom

Žnalosti - od experta

### **Typy úloh:**

- plánovacie
- návrh (design)

- predikce
- diagnóza

- interpretace
- monitorovanie

# Reprezentace znalostí

## Predikátová logika

- automatické doložování
- Jazyk, Termíny, Literály, Formule, Klausule

Všechny červené houby jsou jedovaté

$$\forall x (\text{červený}(x) \& \text{houba}(x) \rightarrow \text{jedovatá}(x))$$

## Sémantické sítě

- popis reality pomocou objektov, medzi kt. existují vztahy (relacc)
- reprezentace pomocou grafu
- kompaktně, ale změna struktury je náročná

# Bayesovské sítě

- pro popis pravděpodobnosti sítě vžijomných vazeb
- pravděpodobnost' nastania javu
- grafická vizualizácia
- podmienkenná nezávislosť' javov

$$P(u_1, u_2, u_3, \dots, u_n) = \prod_{i=1}^n P(u_i | \text{rodice}(u_i))$$

# Rámce

- stereotypné situácie (statické značnosti)
- vyplňovanie stránek, do kt. sa zapisujú hodnoty položiek
- hierarchie (a kind of, part of)
- objekty

# Pravidla

- if - then
- najbezpečnejšie

## Tržení

- výrok - Auto je červené
- dvojice (atribut, hodnota) - (barva\_auta = červená)
- trojice (objekt, atribut, hodnota) - (auto\_L2: barva = červená)

## Atributy

kategorialní (biární, nominální, ordinální)

humernické

## Trženie

Dotaz - pouze v předpokladech

Cíle - pouze v závěrech

Mezilehla tržení - v předpokl. aj závěroch

# BI-ZI-R Inferenčný mechanizmus, spôsoby realizácie

## Inferenčný mechanizmus

- jadro (ZS)

- využívanie

## Metody IM

- Logické metody (dedukce, abdukce, indukce)

- spätné / priame zreteženie

- generovanie a testovanie

- využitie analógií

## Beh ZS:

1. porovnanie - vyhorenie rozhodovacej množiny, kt. obsahuje  
v tej chvíli aplikatelné pravidlá

2. rozhodnutie sporu - vž'ber prebie 1 instance z rozhodovacej  
množiny, podľa metódy rišenia konfliktov

3. úkon - prevedenie akcií prenej strany vybranej instance

# Logické metody

## Deduksie

- platí pravidlo (implikácia) a platí prepočetiac
- odvodzujeme platnosť záveru (modus ponens)  $A, A \Rightarrow B \vdash B$
- alternatívne platí pravidlo a neplatí záver  $\neg B, A \Rightarrow B \vdash \neg A$  (modus tollens)

## Abdukce

- platí pravidlo a platí záver
  - prepočetiac môže a nemusi byť pravidlom, domnievame sa, že môže platiť
- $$B, A \Rightarrow B \vdash A$$

## Indukce (generalizace z príkladov)

- opakovane požadovanie, že A,B sa vyskytujie súčasne
- odvodzujeme  $A \Rightarrow B$  alebo  $B \Rightarrow A$

## Spätné reťazenie

- diagnostické ŽS
- vychádzame z cieľou a hľadáme pravidlá umožňujúce ich potvrdiť alebo vylúčiť
- využíva sa dedukcia
- učinne na malom množstve hypotez, hľadanie len faktov potrebných pre splnenie cieľa

## Priame reťazenie

- vychádzame z predpokladov a odvodzujeme záver
- plávanie, nové odvodene pravidlá

## Generovanie a testovanie

- generujeme možné riešenia a testujeme, či výhovajú všetkým požiadavkám
- žalostí reprezentované IF, THEN pravidlami

# Analogie

- prípadové usúdžovanie
- záhubstí tvorené súborom skôr vyriešených prípadov
- vychádzia aj z podobné prípady predaný prípad
- definovať metriku ↗

# BI-21-10 Neurčitosť režis, její výjádření a zpracování

- poznatky, kt. získavame zo složitých systémov, sú neurčité a láhe  
neurčité poznatky + neurčité odpovede  $\rightarrow$  neurčité ťavery

## Pričiny:

- problém s dátami
- nejisté zhodnosti

## Výjádřenie:

- váhy, pravdepodobnosti, stupne důvěry, faktor jistoty
- $[0,1]$ ,  $[-1,1]$

## Problemy:

- ako súkombinovať neurčité dátá
- ako kombinovať neurčité dátá s neurčitými pravidlami ako celku
- ako stanoviť neurčitosť ťavern

## Zpracovanie

- troj hodnotová a fuzzy logika
- pseudopravdepodobnosť
- mieru důvěry a nedůvěry
- váhy
- výjimky

## Bayesovský přístup

$$P(H|E) = \frac{P(E|H) \cdot P(H)}{P(E)} \quad \begin{matrix} \leftarrow \text{apriorná pr.} \\ \uparrow \text{záver} \quad \uparrow \text{předpoklad} \\ \text{a posteriori pr.} \end{matrix} \quad \begin{matrix} \text{uplný rozklad pr.} \\ \downarrow \text{podmienka pr.} \end{matrix}$$

$$\text{Micra postacielnost} - L = \frac{P(E|H)}{P(E_{\neg H})} / L = \frac{P(\neg E|H)}{P(\neg E|\neg H)}$$
$$O(H|E) = L \cdot O(H)$$

$\swarrow$  sancia

# Faktor jistoty

-  $[-1, 1]$

- stupeň doveru v hypotéze, ak predpoklad je pravdivý

$$CF = \frac{MB - MD}{1 - \min\{MB, MD\}}$$

- vychádza z teoretického základu

$$MB(H, E) = \begin{cases} 1 & \text{pre } P(H) = 1 \\ \frac{\max(P(H|E), P(H)) - P(H)}{1 - P(H)} & \text{jinak} \\ \end{cases}$$

prirastok pravdep. hypotezy  
získané evidencie  $E$

$$MD(H, E) = \frac{1}{P(H)} \begin{cases} 1 & \text{pre } P(H) = 0 \\ P(H) - \min(P(H|E), P(H)) & \text{jinak} \\ \end{cases}$$

- pokles pravdep. hypotezy  
získané evidencie  $E$

# BI-21-20 Základy fuzzy logiky, heuristiky, relace

$$\neg a = 1 - a$$

$$a \wedge b = \min(a, b)$$

$$a \vee b = \max(a, b)$$

$$a \Rightarrow b = \min(1, 1 + b - a)$$

$$a \Leftarrow b = 1 - |a - b|$$

Spočetná fuzzy množina -  $\sum_{i=1}^n \mu(x_i)/x_i$

↓  
 prvek  $x_i$  se stupnem  
 príslušnosti  $\mu_A(x_i)$   
 hejde o súčet, ale zjednotenie

Nespočetná fuzzy množina -  $B = \int_R e^{-5|x-0,05|}$

↓  
 funkce príslušnosti

$$\mu_k(a, b) = \delta \min(a, b) + (1 - \delta) \max(a, b)$$

↑ parameter "ako moc prienikom aleb zjednotehim"

- stupeň príslušnosti príručky do množiny

0 - prvek nepatrie do množiny

1 - prvek patrí do množiny

- Charakteristická funkcia - funkcia príslušnosti;  $\mu_A: X \rightarrow [0, 1]$

Nosič FM (support):  $\text{supp } A = \{x \in X \mid \mu_A(x) > 0\}$

Výška FM (height):  $\text{height } A = \sup_{x \in X} \mu_A(x)$

Normalná FM (normal):  $\exists x \in X \mid \mu_A(x) = 1$

Prázdna FM (empty):  $\forall x \in X, \mu_A(x) = 0$

Jadro FM (kernel):  $\text{ker } A = \{x \mid \mu_A(x) = 1\}$

Fuzzy jednotka (singleton):  $A = \{x\} / 1\}$

$\alpha$ -rež (α-cut):  $A_\alpha = \{x \in X \mid \mu_A(x) \geq \alpha\}$

$\alpha$ -hladina (α-level):  $A^\alpha = \{x \in X \mid \mu_A(x) = \alpha\}$

Skalárna kardinalita (scalar cardinality):

$$|A| = \sum_{x \in X} \mu_A(x)$$

# Fuzzy relace

Majme ostre množiny  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ . Ich kartézsky súčin je  $X = X_1 \times X_2 \times \dots \times X_n$

N-árni relace je akákolik podmnožina  $X$ , značíme  $R(X_1, X_2, \dots, X_n) \subset X$

Binárni relace  $R(X_1, X_2) \subset X_1 \times X_2$

$$\text{Výška relace} - h(R(x_1)) = \max_{y \in Y} \max_{x \in X} \mu_R(x, y)$$

Projekcia relace - projekcia relace je fuzzy množina, značení Proj  $R$  na  $V(R \downarrow V)$

Cylindrické rozšírenie - množina  $f^R$ , kt. majú rovnakú projekciu, tzn.  $Ce(A)(A \uparrow V)$

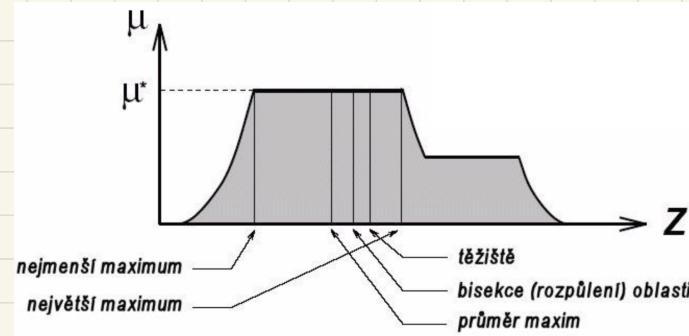
# BI-21-21 Reprezentace zhlostí a inference pomocí fuzéy systému

Fuzzifikace - proces, kt. sa prevádzajú číselné vstupné hodnoty jazykovej premennej na pravdovočkové hodnoty súboru vstupných termínov

- inferenčný mechanizmus transformuje pravd. vstupných premenných na pravd. výstupných premenných<sup>(IM)</sup>

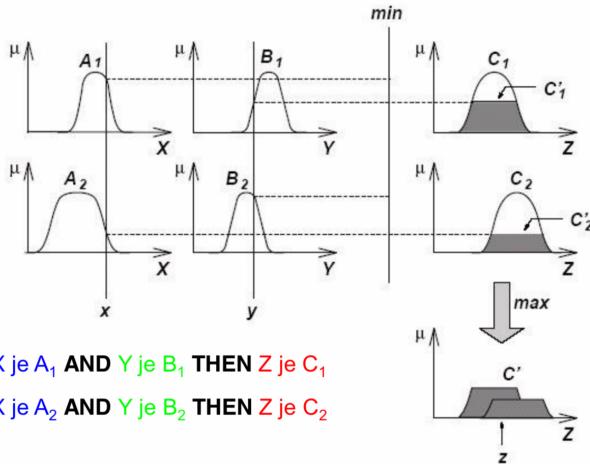
Defuzzifikace - prevod fuzzy výstupu IM na ostrú hodnotu

- najmenšie maximum
- najväčšie maximum
- těžisko
- priemer maxim



# Mamdaního fuzzy model

1. pravidlo



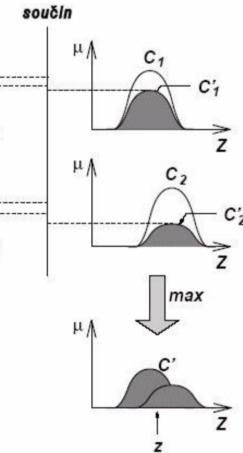
2. pravidlo

1. pravidlo: IF  $X$  je  $A_1$  AND  $Y$  je  $B_1$  THEN  $Z$  je  $C_1$
2. pravidlo: IF  $X$  je  $A_2$  AND  $Y$  je  $B_2$  THEN  $Z$  je  $C_2$

1. pravidlo

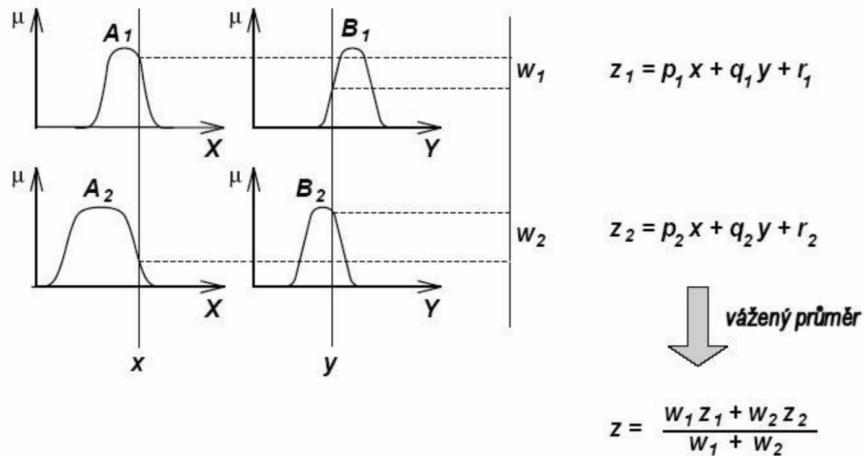
2. pravidlo

1. pravidlo: IF  $X$  je  $A_1$  AND  $Y$  je  $B_1$  THEN  $Z$  je  $C_1$
2. pravidlo: IF  $X$  je  $A_2$  AND  $Y$  je  $B_2$  THEN  $Z$  je  $C_2$

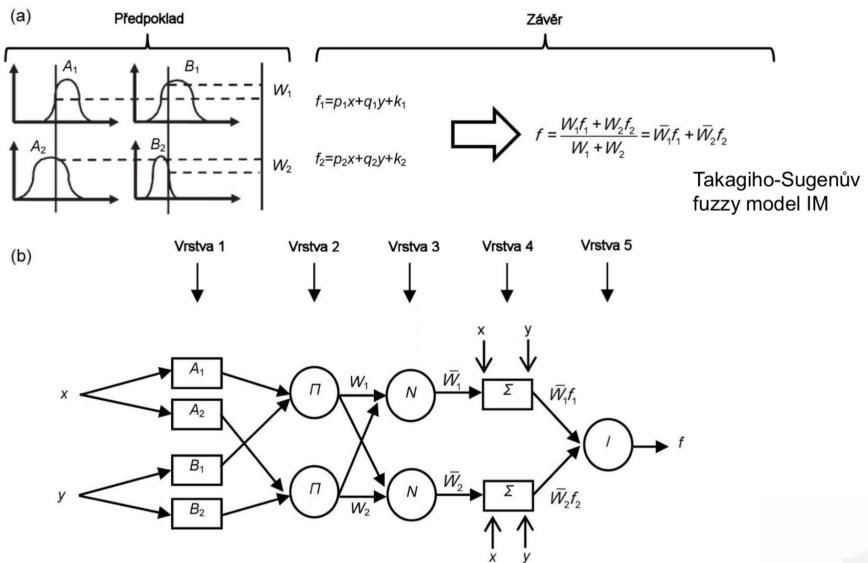


# Takagiho - Sugenoův fuzní model

minimum nebo součin



# Bi-21-22 Reprezentace znalostí a inference pomocí neuron. sítí



1. vrstva - prevod hodnoty na míru příslušnosti do dané fuzzy množiny

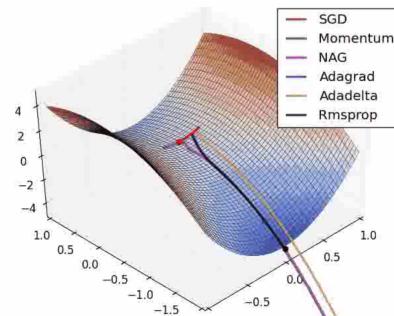
2. vrstva - stupeň aktivace pravidla

3. vrstva - výpočet míry důležitosti (váhy) pravidla k podielu na výstupu

4. vrstva - výpočet dílčího výstupu daného pravidla

5. vrstva - deffuzifikace

- back propagation, Adam



# B1-Z1-23 Reprezentace znalostí a inference pomocí rozhodovacích stromů

Vid. VZD

## Zastavovacie pravidlá rústa stromu

- prereščávanie na základe klasifikačnej chyby odchylky
- priame zastavenie - minimálny počet prípadov (v uzle)
  - maximálny počet uzlù