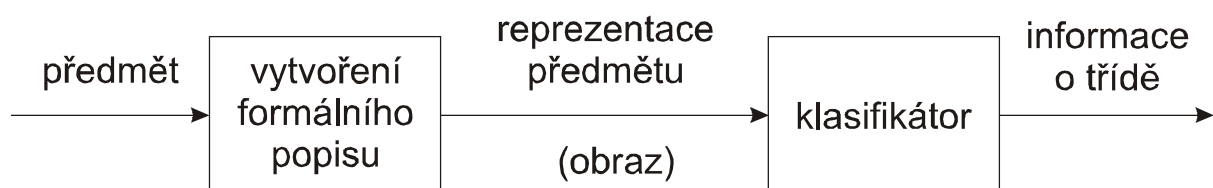


# Klasifikace předmětů a jevů

## 1. Úvod

- **Rozpoznávání** neboli **klasifikace** je základní znak lidské činnosti.
- Rozpoznávání (klasifikace) předmětů a jevů spočívá v jejich zařazování do jednotlivých **tříd**.
- Třídou rozumíme takovou množinu předmětů a jevů, které se vyznačují určitými společnými vlastnostmi. Protože předměty můžeme klasifikovat (třídit) podle různých hledisek, je volba tříd závislá na tom, jaký cíl při rozpoznávání sledujeme.
- Předmět nebo jev, který má být klasifikován, musí být nejprve vhodně popsán. To znamená, že na předmětu (jevu) je vybrána jistá množina elementárních vlastností, jejichž způsob získávání je apriorně znám. Tyto elementární vlastnosti se nazývají **příznaky**.
- Na předmětu (jevu) se obvykle měří více příznaků. Uspořádanou  $n$ -tici příznaků pak nazýváme **obraz** předmětu.
- Ve skutečnosti se nejedná o rozpoznávání předmětů, ale o **rozpoznávání obrazů** (pattern recognition). Zařízení, které tuto činnost vykonává se nazývá **klasifikátor**.



Průběh procesu rozpoznávání předmětů

## *Příklad popisu předmětu pomocí příznaků*

Anémie je chorobný stav, který se vyznačuje snížením počtu červených krvinek a krevního barviva. Z mnoha anémií jsou nejčastější 3 typy:

- anémie z úbytku kostní dřeně,
- anémie z nedostatku železa,
- anémie z poruchy metabolismu nukleových kyselin.

Při určování jednotlivých typů anémií se provádí laboratorní vyšetření krve, kdy se zjišťuje:

- počet červených krvinek
- průměr červených krvinek
- koncentrace plazmatického železa
- koncentrace hemoglobinu
- počet nezralých krevních elementů
- počet trombocitů
- počet bílých krvinek

Výsledky laboratorních vyšetření můžeme označit jako příznaky  $x_1$  až  $x_7$  a uspořádanou sedmicí

$$\mathbf{x} = [x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7]$$

pak můžeme považovat za obraz krve člověka.

Obrazy krve získané od různých lidí pak klasifikujeme do 4 tříd:

1. třída – zdravá krev,
2. třída – nemocná krev, anémie z úbytku kostní dřeně,
3. třída – nemocná krev, anémie z nedostatku železa,
4. třída – nemocná krev, anémie z poruchy metabolismu nukleových kyselin.

## 2. Příklady použití klasifikátorů

- **lékařská diagnostika**

- symptomy se považují za příznaky a klasifikátor klasifikuje nemoc podle analýzy těchto dat
- vstupem klasifikátoru jsou navzorkovaná data z EKG, EEG ap., výstupem je diagnóza nemoci

- **technická diagnostika**

- za příznaky se považují údaje z různých čidel a výstupem klasifikátoru je diagnóza poruchy
- klasifikace materiálových dat z rentgenového snímku materiálu

- **rozpoznávání mluvené řeči**

- na základě příznaků získaných z akustických kmitů zaznamenaných mikrofonom klasifikátor rozhodne (napíše) jaké slovo bylo vysloveno

- **rozpoznávání psaných písmen**

- rozpoznávání ručně psaných písmen
- rozpoznávání písmen vytištěných různým fontem (typem písma)

- **zpracování družicových snímků**

- analýza znečištění ovzduší

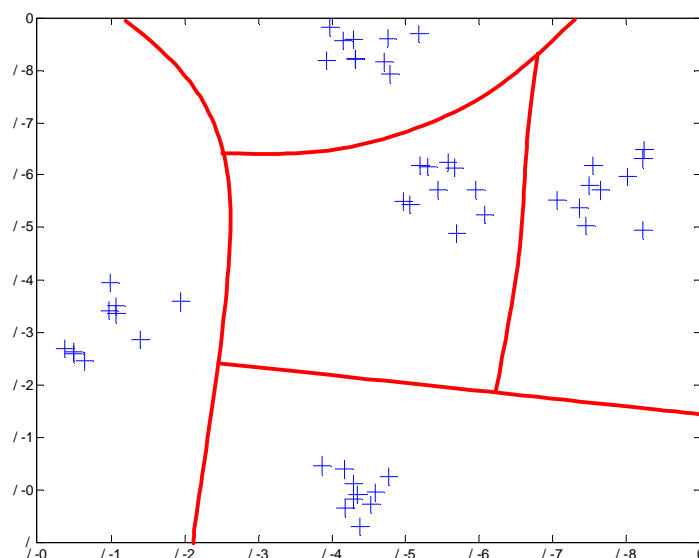
...

### 3. Problém volby příznaků

- Zatím neexistuje obecná metoda, která by dokázala určit, jaké příznaky na daném předmětu nebo jevu měřit. Příznaky musí volit konstruktér klasifikátoru vždy na základě konzultace s odborníkem z dané problémové oblasti (s lékařem, fonetikem, grafologem ap.)
- Teoreticky by šlo problém volby vhodných příznaků řešit tak, že na předmětu budeme měřit “všechno co jde”, protože čím více příznaků na předmětu změříme, tím více informace bude klasifikátor mít a tím přesněji bude rozhodovat. Bohužel tento přístup je nereálný, protože s rostoucím počtem příznaků se značně komplikuje technická realizace klasifikátorů.

### 4. Problém návrhu klasifikátoru

- Předpokládá se, že při vhodném výběru příznaků odpovídají jednotlivým třídám tzv. **shluky** obrazů, protože podobnost předmětů jednotlivých tříd lze vyjádřit geometrickou blízkostí jejich obrazů.
- Problém návrhu klasifikátoru pak spočívá v nalezení tzv. **rozdělujících hranic** mezi třídami.

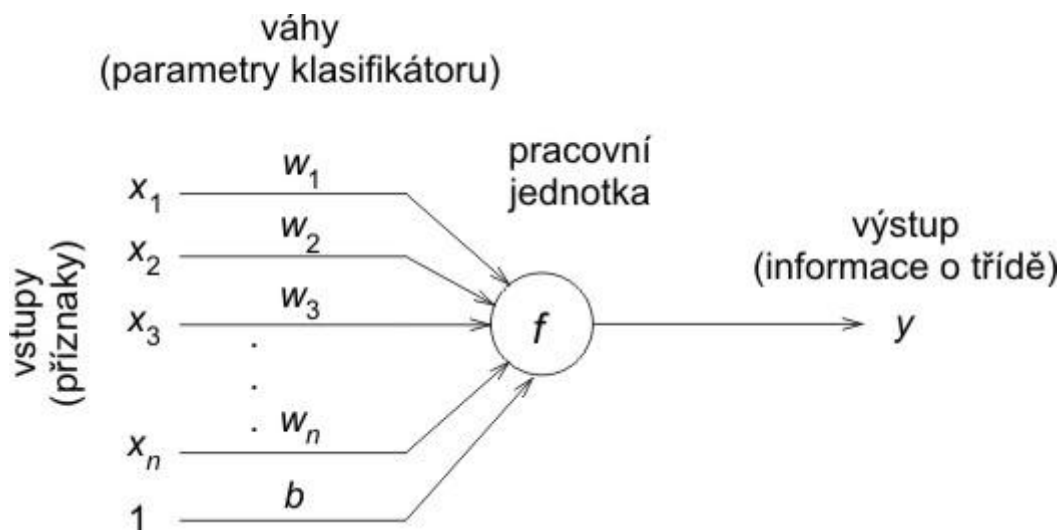


- Rozdělující hranice lze nalézt výpočtem nebo je lze určit tzv. **učením** (obvykle se využívá učení s učitelem, kdy je dána tzv. **trénovací množina**, tj. množina dvojic [vstup, požadovaný výstup]).
- Jedna z metod, které se lze při učení klasifikátoru využít, je **metoda přímé minimalizace ztrát**. Cílem této metody je nastavit parametry klasifikátoru tak, aby ztráta, která uživateli vznikne při chybném rozhodnutí klasifikátoru, byla minimální.

*Poznámka:* Nejjednodušším typem klasifikátoru je perceptron, proto si princip metody přímé minimalizace ztrát ukážeme na tomto klasifikátoru.

### Nastavení perceptronu pro klasifikaci do 2 tříd

- Model perceptronu je znázorněn na následujícím obrázku



- *Činnost perceptronu:* Hodnoty vstupních signálů  $x_1, x_2, x_3, x_4, \dots$  jsou vynásobeny váhami  $w_1, w_2, w_3, w_4, \dots$ , v pracovní jednotce se sečtou, přičte se k nim práh, součet se ztransformuje přes aktivační funkci a poté je vygenerován odpovídající výstup  $y$ . Činnost perceptronu lze tedy popsat vztahem

$$y = f(w_1 \cdot x_1 + w_2 \cdot x_2 + w_3 \cdot x_3 + w_4 \cdot x_4 + \dots + w_n \cdot x_n + b)$$

- Při klasifikaci do 2 tříd se jako funkce  $f$  používá tzv. znaménková funkce a činnost perceptronu lze pak popsat vztahem

$$y = \begin{cases} +1 & \text{když } (w_1 \cdot x_1 + w_2 \cdot x_2 + w_3 \cdot x_3 + w_4 \cdot x_4 + \dots + w_n \cdot x_n + b) > 0 \\ -1 & \text{když } (w_1 \cdot x_1 + w_2 \cdot x_2 + w_3 \cdot x_3 + w_4 \cdot x_4 + \dots + w_n \cdot x_n + b) < 0 \end{cases}$$

- V průběhu učení dochází k nastavování parametrů  $w$  tak, aby mezi skutečným výstupem  $y$ , vypočítaným pro dané vstupy  $x_1, x_2, \dots$  podle předchozího vztahu, a požadovaným výstupem  $u$  specifikovaným v trénovací množině byl minimální rozdíl. S využitím metody přímé minimalizace ztrát lze odvodit, že minimálního rozdílu mezi skutečným výstupem a požadovaným výstupem bude dosaženo tehdy, když změna parametrů  $w$  bude prováděna podle následujícího postupu:

- Jestliže jsou pro zadané vstupy skutečný a požadovaný výstup shodné, ke změně parametrů  $w$  nedochází.
- Jestliže se pro zadané vstupy skutečný a požadovaný výstup liší, změní se parametry  $w$  podle vztahů

$$\begin{aligned} b &= b + c \cdot u \\ w_1 &= w_1 + c \cdot u \cdot x_1 \\ w_2 &= w_2 + c \cdot u \cdot x_2 \\ &\vdots \\ w_n &= w_n + c \cdot u \cdot x_n \end{aligned}$$

- Proces učení se opakuje tak dlouho, dokud celá trénovací množina není klasifikována správně.

*Poznámka:* V případě potřeby klasifikovat do více než dvou tříd, je třeba jednotlivé perceptrony pospojovat do vícevrstvé neuronové sítě.