1.přednáška

Gabriela Marková a Vladimír Krotký

30. dubna 2001

Kapitola 1

Formulace úlohy rozpoznávání

Objekt je popsán dvěma parametry $\mathbf{x}$ (pozorovatelný) a $\mathbf{k}$ (skrytý).

- $\mathbf{x}$ - je pozorovatelný (měřitelný) příznak, nabývá hodnot z množiny $\mathbf{X}$
- $\mathbf{k}$ - je skrytý stav objektů, nabývá hodnot z množiny $\mathbf{K}$, $\mathbf{K}$ nemusí být konečné

$\mathbf{D}$ je množina možných rozhodnutí.

V úloze statického rozhodování (Bayesovského rozhodování) známe :

1. Na množině $\mathbf{X} \times \mathbf{K}$ je dáno rozdělení pravděpodobnosti $p_{xk} : \mathbf{X} \times \mathbf{K} \to \mathbf{R}$, $p_{xk}(x, k)$ je sdruženou pravděpodobností jevu, že objekt je ve stavu k a pozorujeme příznak x.
2. Pokutovou funkci $W : \mathbf{K} \times \mathbf{D} \to \mathbf{R}$, kde $W(k, d)$ označuje pokutu (ztrátu) přijmeme-li rozhodnutí d, když je objekt ve stavu k.

$\Rightarrow$ **minimalizace střední ztráty**

Poznámky :

1. Často je množina skrytých stavů $\mathbf{K}$ rovna množině rozhodnutí $\mathbf{D}$. V tomto případě je cílem rozpoznávací úlohy **klasifikace**.
2. "Třída" objektu je definována ztrátou při všech rozhodnutích $d \in \mathbf{D}$. Dva objekty mají shodnou třídu, budou-li mít stejnou ztrátu při jakémkoli rozhodnutí o nich.
3. Rozpoznávání je rozhodování. Má blízký vztah k teorii řízení (tabulka 1.1).

	rozpoznávání	**řízení**
pozorovaný objekt	neovlivňuje	ovlivňuje
rozhoduje	1×, někdy sekvenčně	kontinuálně v reálném čase
popis objektu získáme	učením	identifikací

Tabulka 1.1: Vztah rozpoznávání a řízení

V teorii her a v umělé inteligenci je studována situace, kde chování objektu je ovlivněno naším rozhodováním.

1.1 Neformální úvahy o úlohách rozpoznávání

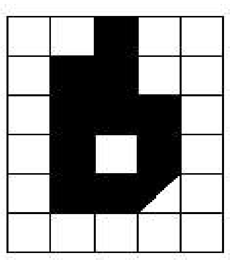
1. Mezi měřením x a třídou k existuje vztah, modelovaný nejčastěji podmíněnou pravděpodobností $P(X|K)$.
   Jiné možnosti : strukturální či deterministický model.

2. Model vazby x a k (tj. typicky odhad $\hat{P}(x,k)$) získáváme skoro vždy učením (trénováním, interferencí) z trénovací multi-množiny (množiny příkladů).
   $\tau = (x_1, k_1), (x_2, k_2), ..., (x_n, k_n)$
   $n = |\tau|$ - je často malé (ve statistice se uvažuje $n \to \infty$)

   Př.
   $x_i \in \mathbf{R}$; $\Omega = \{$M,Ž$\}$; $\tau = \{(178, M), (168, M), (197, M), (166, Z), (174, M)\}$

   Cíl : $d : R \to \Omega$, $d(x)$ rozpoznává pohlaví z měření výšky
   Algoritmus učení musí zobecňovat (generalizovat) na vzorky, které nejsou v trénovací multi-množině τ.

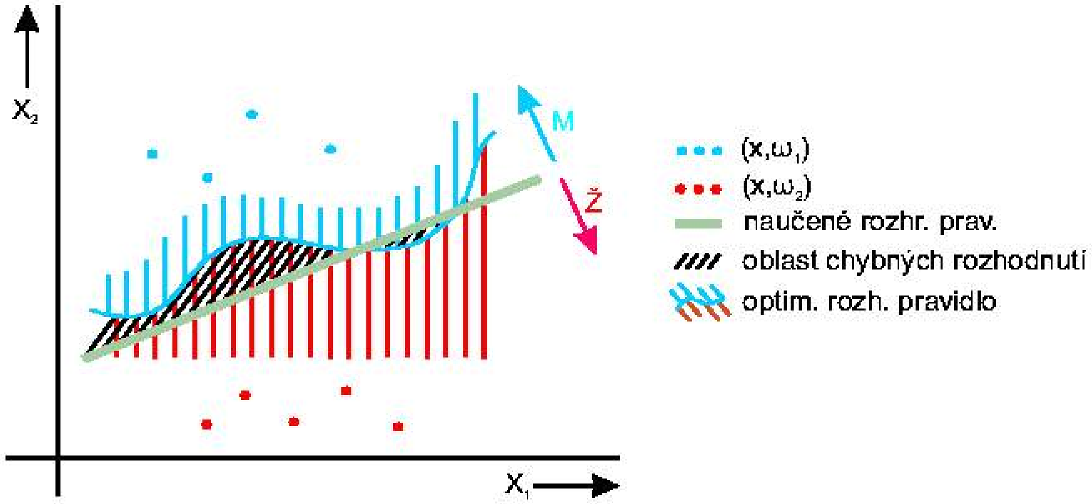
   Př.
   Rozpoznávání znaků (OCR). Je-li vstupem binární obrázek 6×5, pak existuje $2^{30} \approx 10^9$ možných pozorování x. Nelze očekávat, že v τ budou všechna x, natož odhadovat $P(x, K)$ pro $\forall\omega \in \Omega = \{0, 1, ..., 9\}$.



Obrázek 1.1: Rozhodnutí dle trénovací množiny

3. Často nelze rozhodovat bezchybně, např. lze-li naměřit stejné x pro různá ω (=objekty různých tříd).

   Př.
   170 (cm) může mít žena ($\omega = Z$) i muž ($\omega = M$). Někdy je bezchybné rozhodnutí možné, ale z trénovací množiny nelze nalézt.



Obrázek 1.2: Rozhodnutí dle trénovací množiny

Cílem učení a návrhu rozpoznávacího stroje (klasifikátoru) je proto minimalizovat průměrnou ztrátu vyplývající z chybných rozhodnutí.

4. Stanovit ztrátu lze v některých aplikací zcela přirozeně (rozpoznávání obnosu na šeku). Někdy je to problematické (chyba a vede v 10% případů ke smrti pacienta, chyba b znamená zbytečnou terapii za 500 000 Kč). Číselné ocenění nevyžadují některé NEBAYESOVSKÉ úlohy rozpoznávání (nesrovnávej nesrovnatelné, přeformuluj úlohu).

   Př.
   Chyba $A \rightarrow$ suboptimální výkon.
   Chyba $B \rightarrow$ výbuch jaderné elektrárny.