

ROZPOZNÁVÁNÍ

Formulace úlohy, neformálně

Václav Hlaváč

Fakulta elektrotechnická ČVUT v Praze
katedra kybernetiky, **Centrum strojového vnímání**
hlavac@fel.cvut.cz, <http://cmp.felk.cvut.cz/~hlavac>

Osnova

- ◆ Širší kontext. Modelování a teorie systémů.
- ◆ Rozpoznávání neformálně.
- ◆ Statistické (též příznakové) a strukturní rozpoznávání.

K NÁZVU ROZPOZNÁVÁNÍ



- ◆ Význam českého pojmu **rozpoznávání** chápu jako ekvivalent disciplíny anglicky nazývané **pattern recognition**.
- ◆ Zejména v dřívějších českých publikacích z šedesátých až sedmdesátých let zazníval ve stejném smyslu i pojem rozpoznávání obrazců. Do češtiny asi přešel z původního anglického názvu přes ruský překlad—raspoznavanje obrazcov.
- ◆ V ruštině obrazec odpovídá českému **vzor** či **anglickému pattern**.

MOTIVACE

- ◆ Člověk je na špičce pomyslné pyramidy živočichů i proto, že je schopen přemýšlet o postupech, jakými sám uvažuje.
- ◆ Panuje všeobecný zájem o strojové napodobení biologického vnímání s cílem napodobit inteligentní chování v nepříliš známém prostředí.
- ◆ Základním atributem inteligentního chování je schopnost **učit se** na základě vnímání okolního prostředí.
- ◆ Klíčová je **otázka reprezentace znalosti**. Přirozený jazyk je nejdokonalejší nástroj lidí pro vyjádření pozorování, pro popis jevu, formulaci úloh, jejich řešení a pro související otázky učení.

- ◆ Potřeba porozumět složitým jevům například v biologii, technice nebo sociálních vědách vede k nutnosti zkoumat jevy komplexně v mnoha souvislostech.
- ◆ Přístup je nazýván **systemovým myšlením**, aby se odlišil od newtonovské snahy zredukovat každý jev na vztahy mezi základními prvky a jejich vlastnostmi.

- ◆ Při zkoumání složitého jevu se omezujeme na část, která nás zajímá, a říkáme jí **objekt** (nebo systém).
- ◆ Vše ostatní, co nám z daného pohledu připadá nezajímavé, nazýváme **pozadí**.
- ◆ Objekty většinou nezkoumáme v celé jejich složitosti. Při jednom zkoumání pozorujeme nebo měříme jen určité vlastnosti, které nám právě připadají zajímavé. Teorie systémů zde používá pojem **rozlišovací úroveň**.
- ◆ Popis a chápání objektu se přirozeně může vyvíjet s měnící se rozlišovací úrovní. Jde o metapohled hledající kvalitativní změnu v popisu objektu.

DVA MOŽNÉ PŘÍSTUPY

Snaha o exaktní popis objektů nástroji matematiky vyústila (zhruba řečeno) ve dva možné přístupy:

1. **Generativní.**

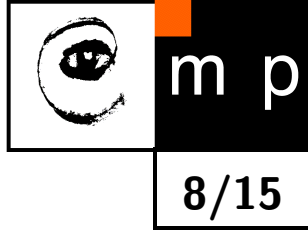
Příkladem je matematické modelování (v newtonovském smyslu).

2. **Diskriminativní.**

Příkladem je rozpoznávání.

- ◆ Podstatné rysy objektu se napodobují formou matematických rovnic. Často se hledá relace mezi vstupem a výstupem.
- ◆ Obvykle blíže k newtonovskému pojetí. Snaha o co nejpodrobnější a deterministické vysvětlení.
- ◆ *Příklad:* dobrý matematický model elektrárenského kotle v teorii řízení předpovídá téměř stejné odezvy na vstupní signály jako kotel sám.
- ◆ V mnoha případech nejsme schopni matematický model vůbec vytvořit (např. model fungování lidského těla).

ALTERNATIVOU K MODELOVÁNÍ JE ROZPOZNÁVÁNÍ



- ◆ Rozpoznávání **zařazuje** pozorování podle nějakého rozhodovacího pravidla **do** předem známých **tříd**.
- ◆ Třídy ekvivalence (relace ekvivalence: reflexivní, symetrická, tranzitivní).
- ◆ Uvnitř těchto tříd jsou si objekty podobnější než mezi třídami navzájem.
- ◆ V rozpoznávání bývá porozumění objektu méně podrobné než v modelování.

ROLE UČENÍ V ROZPOZNÁVÁNÍ

- ◆ Výhodou rozpoznávání je, že člověk vytvářející rozhodovací pravidlo (rozhodovací strategii, klasifikátor) nemusí rozumět složité podstatě objektu či jevu, o kterém se má rozhodovat.
- ◆ Rozhodovací pravidlo může být naučeno empiricky z mnoha pozorovaných příkladů.

Učení s učitelem na základě trénovací množiny zahrnující pozorování a informaci o třídě, kterou přisoudil učitel (znalec).

Učení bez učitele na základě hledání podobnosti mezi pozorováními, aniž by byla k dispozici znalcová klasifikace.

Teorii rozpoznávání lze oddělit od aplikačních disciplín.



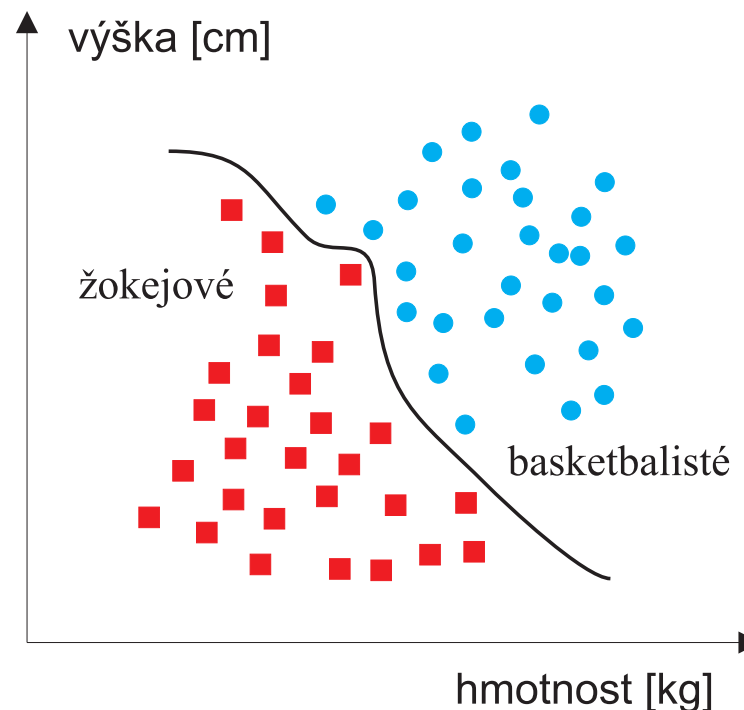
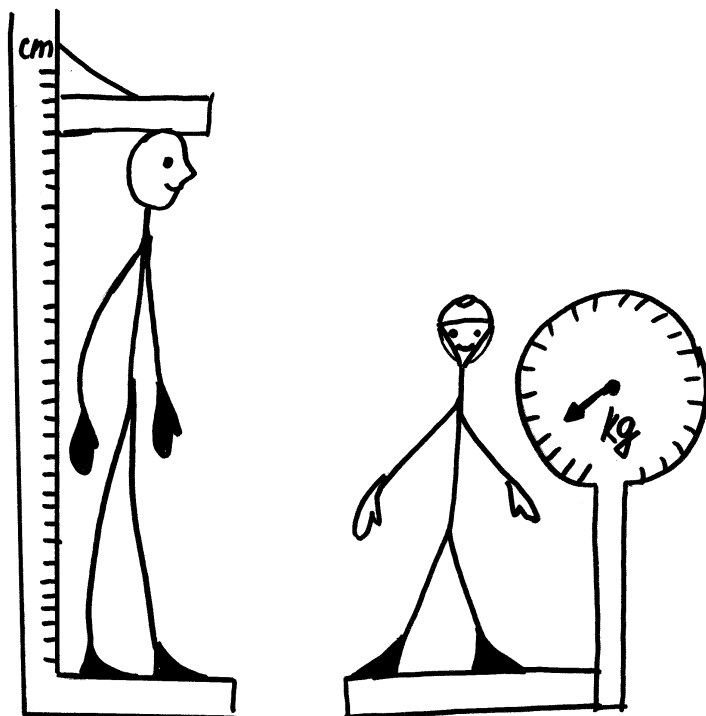
ROZPOZNÁVÁNÍ, MOTIVAČNÍ PŘÍKLAD

Objekt (situace) se popisuje dvěma parametry:

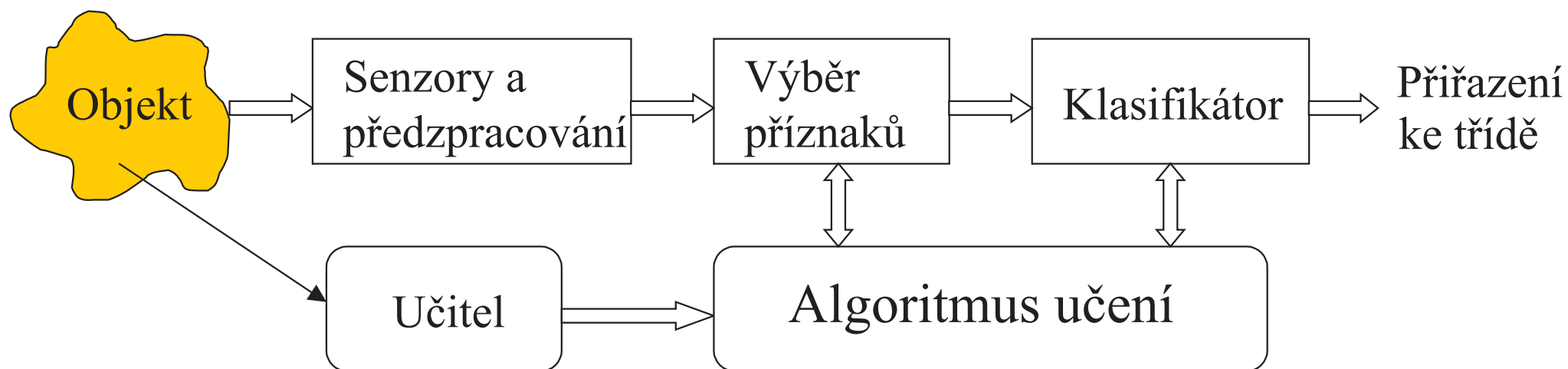
x – pozorovatelný *příznak* (též pozorování).

k – *skrytý parametr* (stav, speciální případ—klasifikační třída).

Příklad statistické rozpoznávání: *žokejové a basketbalisté*.



KOMPONENTY ROZPOZNÁVACÍHO SYSTÉMU



DVĚ ZÁKLADNÍ SKUPINY METOD ROZPOZNÁVÁNÍ

1. Statistické (příznakové) rozpoznávání.

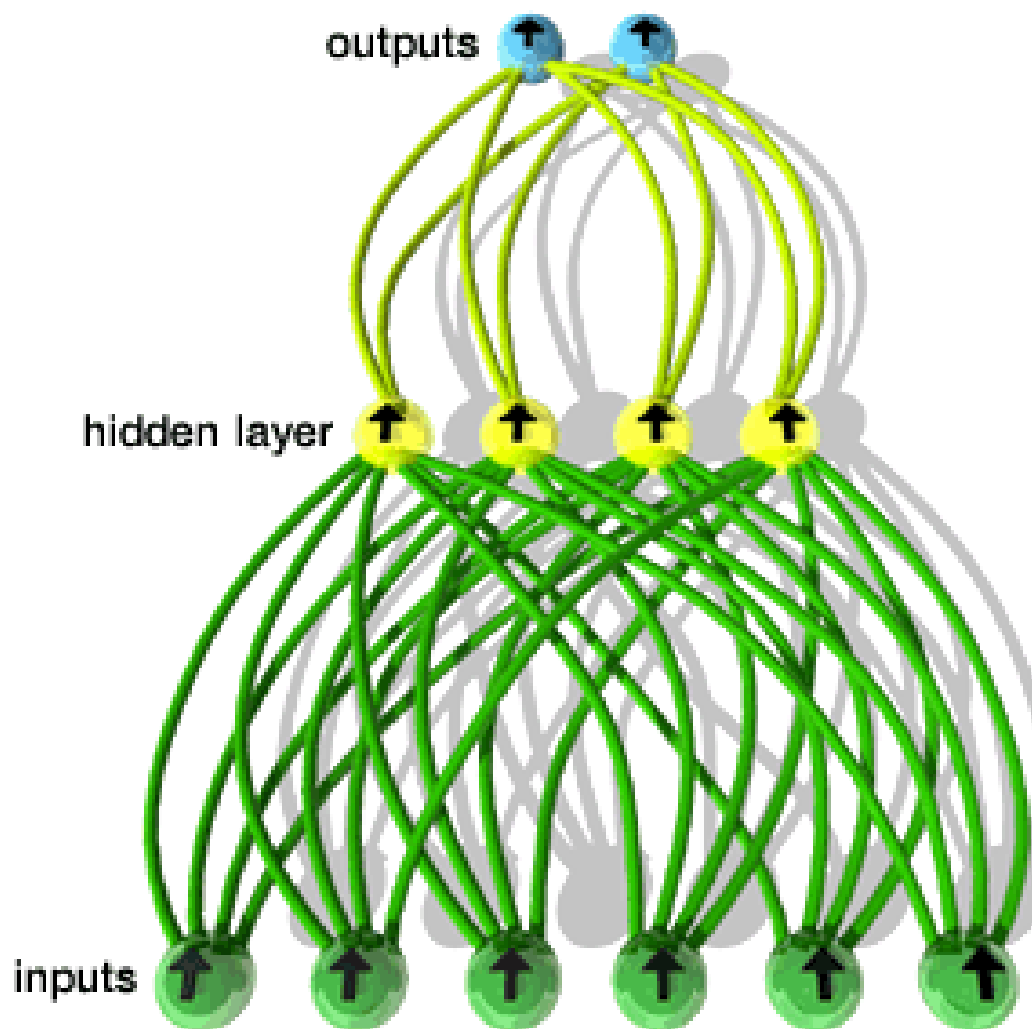
- ◆ Objekty jsou reprezentovány jako body ve vektorovém prostoru.
- ◆ Souřadné osy prostoru odpovídají jednotlivým číselně vyjádřeným pozorováním.

2. Strukturní rozpoznávání.

- ◆ Mezi pozorováními existuje struktura a ta je reprezentována.
- ◆ Nejrozvinutější a nejstarší je reprezentace struktury gramatikami.

UMĚLÉ NEURONOVÉ SÍTĚ

Model dopředné neuronové sítě (McCulloch, Pitts, 1943).



- ◆ Duda Richard O., Hart Peter E., Stork, David G.: Pattern Classification, John Wiley & Sons, New York, USA, 2001, 654 s.
- ◆ Schlesinger M.I., Hlaváč V.: Ten lectures on statistical and syntactic pattern recognition, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 2002, 521 p. (předchůdce v češtině, Vydavatelství ČVUT 1999).

NÁSTROJ PRO EXPERIMENTY

- ◆ Franc V. (doktorand CMP): Statistical Pattern Recognition Toolbox, nad MATLABem, 2000 - stále rozvíjen, <http://cmp.felk.cvut.cz>